



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE
USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO,
DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA
EMPRESA LANCASCO, S. A., PLANTA ATLÁNTICO**

Flor Azucena Valdez Contreras

Asesorado por el Ing. Erick Martín Cambranes Morales

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE
USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO,
DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA
EMPRESA LANCASCO, S. A., PLANTA ATLÁNTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FLOR AZUCENA VALDEZ CONTRERAS
ASESORADO POR EL ING. ERICK MARTÍN CAMBRANES MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Lorena Victoria Pineda Cabrera
EXAMINADORA	Inga. Adela María Marroquín González
EXAMINADORA	Inga. Dinna Lissette Estrada Moreira
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S. A., PLANTA ATLÁNTICO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 03 de octubre de 2014.



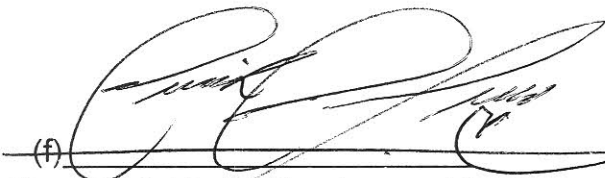
Flor Azucena Valdez Contreras


Guatemala 15 de Julio de 2015

Ing. Víctor Monzón Valdéz
Director Escuela de Ingeniería Química
USAC
Presente

Por medio de la presente, hago de su conocimiento que la estudiante Flor Azucena Valdez Contreras que se identifica con carné No. 2009-14961 de la Facultad de Ingeniería, USAC, de la Carrera de Ingeniería Química, se le ha APROBADO el Informe Final: "IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A., PLANTA ATLÁNTICO".

Por lo anterior quedo suscrito.

(f) 
Ing. Qco. Erick Martín Cambranes Morales
Colegiado No. 1626
Asesor

 Erick Martín Cambranes Morales
Ingeniero Químico
Colegiado Número 1626

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de mayo de 2015.
Ref.EPS.DOC.396.05.15.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Usac.

Ing. Rodríguez Serrano:

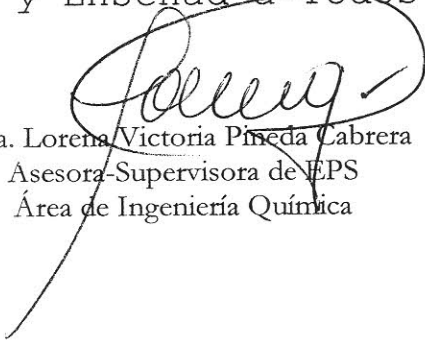
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Flor Azucena Valdez Contreras** de la Carrera de Ingeniería Química, con carné No. **200914961**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A. PLANTA ATLÁNTICO”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Lorena Pineda Cabrera
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Química



c.c. Archivo
LVPC/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de mayo de 2015.
Ref.EPS.D.264.05.15.

Ing. Victor Manuel Monzón Valdéz
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Monzón Valdéz.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A. PLANTA ATLÁNTICO"** que fue desarrollado por la estudiante universitaria Flor Azucena Valdez Contreras, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Ingeniera Lorena Victoria Pineda Cabrera.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra

Guatemala, 09 de septiembre de 2015.
Ref. EIQ.TG-IF.063.2015.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **069-2014** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Ejercicio Profesional Supervisado-**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Flor Azucena Valdez Contreras**.
Identificada con número de carné: **2009-14961**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.


Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A., PLANTA ATLÁNTICO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Erick Martín Cambranes Morales**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. Adela María Marroquín González
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.150.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Ejercicio Profesional Supervisado (**EPS final**) de la estudiante **FLOR AZUCENA VALDEZ CONTRERAS** titulado: **"IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A., PLANTA ATLÁNTICO"** Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Otto Raúl de León de Paz
Director a.i.
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre de 2015

Cc: Archivo
ORDLDP/ale



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.562-2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO EN PROCESOS DE FABRICACION DE CREMAS DE USO CORPORAL, OBTENIDAS USANDO COMO BASE EMULSIÓN FABRICADA EN FRÍO, DIRIGIDA A LA VENTA POR CATÁLOGO DE COSMÉTICOS EN CENTRO AMÉRICA EN LA EMPRESA LANCASCO, S.A., PLANTA ATLANTICO** presentado por la estudiante universitaria: **Flor Azucena Valdez Contreras**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Mario Cruz Valdez y Flor de María Contreras Alemán, quienes siempre me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, estando presentes en los momentos más difíciles brindándome su amor incondicional y compartiéndome su espíritu de perseverancia para lograr todas las metas que me proponga.

Mis hermanos

Isaac Benjamín y Mario David Valdez Contreras, que mi triunfo obtenido sea también de ustedes.

Mis abuelos (q. e. p. d.)

Eulalio Contreras Blanco, María Olimpia Alemán del Cid y Sara Valdez, por todos los recuerdos lindos que me han dejado y que en mis sueños siempre perduran.

Mis tíos

Alma Rivera, Julio Galdamez (q. e. p. d.), Francisco, Baldomero, William, Walter, Noemí, Violeta, Gilman y Marta Contreras Alemán, por el cariño que se merecen como ejemplo que han sido para mi vida.

Mis primos

Por compartir conmigo momentos significativos y por sus muestras de cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por ser mi guía y compañero del buen camino, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, por permitirme estudiar y darme sabiduría para alcanzar este triunfo y más importante, por darme vida y ser el amigo fiel, gracias padre nuestro.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en la carrera de Ingeniería Química en tan gloriosa casa de estudios, orientándome para mi crecimiento personal y profesional.

Mi familia

Por estar a mi lado en todos los momentos de mi vida y apoyarme incondicionalmente.

Mi asesor

Ingeniero Erick Martín Cambranes Morales, por sus sabios consejos, la confianza y guía, compartiendo su sabiduría y tiempo para realizar mi trabajo de graduación.

Mis amigos

Walter Mejía, Jocelin Leal, Shirley Chaclán, Sindy Rossi, Esther López, Alan Tercero, Amadeo Garcia, Andrea Tejeda, Fabiola Estrada, Johann Masaya, con todo mi aprecio y amistad y por los momentos inolvidables.

**Mis amigos de
Lancasco**

Inga. Andrea Lara, Licda. Vivian Sican, Cristian Mauricio, Ilse Fernández, Guisela García y Elisa Meléndez, por brindarme la oportunidad de formar parte del equipo de trabajo de la corporación Lancasco, una experiencia valorable e inolvidable en el aspecto profesional como personal.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
Hipótesis.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Definición de emulsión.....	3
2.2. Emulsión en caliente	3
2.3. Emulsión en frío.....	3
2.4. Componentes de las emulsiones.....	4
2.4.1. Fase acuosa	4
2.4.2. Fase oleosa	4
2.4.3. Emulsionante	4
2.4.4. Activos	4
2.4.5. Preservantes.....	5
2.4.6. Fragancia.....	5
2.5. Tipos de emulsiones.....	6
2.5.1. Basadas en la naturaleza de la fase dispersa	6
2.6. Emulgente o emulsificante.....	7
2.6.1. Clasificación de los emulgentes.....	7

2.6.2.	Balance Hidrofílico – Lipofílico (HLB)	8
2.7.	Inestabilidad de las emulsiones	10
2.7.1.	Tipos de inestabilidad en las emulsiones	10
2.8.	Estabilidad química de emulsiones para cosméticos	13
2.8.1.	Definición de estabilidad.....	14
2.8.2.	Factores que afectan la estabilidad de una emulsión... ..	14
2.9.	Clasificación de los estudios de estabilidad	14
2.9.1.	Estabilidad química	15
2.9.2.	Estabilidad física o fisicoquímica.....	15
2.9.3.	Estabilidad organoléptica	16
2.9.4.	Estabilidad microbiológica	16
2.9.5.	Estabilidad toxicológica	19
2.10.	Ensayos de estabilidad en las emulsiones.....	19
2.10.1.	Estabilidad a temperatura ambiente.....	19
2.10.2.	Estabilidad en horno (40 °C)	19
2.10.3.	Estabilidad en frío (50 °C)	20
2.10.4.	Estabilidad en sol	20
2.11.	Equipos utilizados para la fabricación de emulsiones	20
2.11.1.	Caldera.....	20
2.11.2.	Marmita	21
2.11.3.	Agitador	21
2.11.4.	Tanque de descarga	22
2.12.	Descripción del proceso de fabricación de las cremas cosméticas	23
2.12.1.	Primera fase (formulación)	23
2.12.2.	Segunda fase (fabricación a escala de laboratorio).23	
2.12.3.	Tercera fase (fabricación lote piloto)	24
2.12.4.	Cuarta fase (fabricación a gran escala).....	24

2.13.	Fabricación de las emulsiones	24
2.13.1.	Emulsión fabricada en caliente	24
2.13.2.	Emulsión fabricada en frío	26
2.14.	Operación unitaria en la fabricación de emulsiones	27
2.14.1.	Calentamiento.....	27
2.14.2.	Agitación y mezclado.....	28
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	29
3.1.	Variables.....	29
3.1.1.	Variables de control independientes.....	31
3.1.2.	Variables de control dependientes.....	32
3.2.	Delimitación del campo de estudio	33
3.2.1.	Tipo de estudio	33
3.2.2.	Diseño general.....	33
3.2.3.	Población de estudio	34
3.2.4.	Selección y tamaño de la muestra.....	34
3.2.5.	Unidades de análisis de observación	35
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	35
3.4.	Recursos materiales disponibles	35
3.4.1.	Equipo de medición	35
3.4.2.	Cristalería	36
3.4.3.	Reactivos	37
3.5.	Técnica cuantitativa y cualitativa	39
3.5.1.	Monitoreo y muestreo	40
3.6.	Recolección, ordenamiento y procesamiento de la información	42
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	45
3.8.	Análisis estadístico	61

4.	RESULTADOS.....	63
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	71
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	83
	APÉNDICES.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Fases de emulsión	21
2.	Balance Hidrofílico - Lipofílico (HLB).....	37

TABLAS

I.	Uso del Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB) en la industria	9
II.	Aspecto de la dispersión acuosa del balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB)	10
III.	Variables del sistema	29
IV.	Variables independientes y su descripción	31
V.	Variables dependientes y su descripción	32
VI.	Equipo de medición utilizado en la elaboración de emulsiones en frío	36
VII.	Reactivos para emulsión en frío	37
VIII.	Reactivos para emulsión en caliente.....	38
IX.	Análisis fisicoquímicos del polímero acrílico utilizado en la elaboración de emulsiones en frío	42
X.	Análisis microbiológico del polímero acrílico utilizado en la elaboración de emulsiones en frío	43
XI.	Materia prima utilizada en la elaboración de cremas de uso corporal con proceso en caliente	44
XII.	Análisis fisicoquímico del diseño de la primera fórmula base para emulsiones en frío.....	46

XIII.	Análisis fisicoquímico del diseño de la segunda fórmula base para emulsiones en frío.....	47
XIV.	Análisis fisicoquímico del diseño de la tercera fórmula base para emulsiones en frío.....	48
XV.	Análisis organoléptico de la primera fórmula base para emulsiones en frío	49
XVI.	Análisis organoléptico de la segunda fórmula base para emulsiones en frío	49
XVII.	Análisis organoléptico de la tercera fórmula base para emulsiones en frío	50
XVIII.	Análisis organoléptico de la crema en frío a partir del diseño de la tercera fórmula base	50
XIX.	Análisis fisicoquímico de la crema en frío a partir del diseño de la tercera fórmula base	51
XX.	Análisis microbiológico de la crema en frío a partir de la tercera fórmula base	51
XXI.	Cuantificación de tiempos para la fabricación de emulsión caliente	52
XXII.	Cuantificación de tiempos para la fabricación de emulsión en frío	53
XXIII.	Control de tiempo de fabricación de las emulsiones en caliente	53
XXIV.	Control de tiempo de fabricación de las emulsiones en frío	54
XXV.	Tiempo de calentamiento de la marmita	54
XXVI.	Costo de diésel por lote	55
XXVII.	Materia prima utilizada en la elaboración de cremas de uso corporal con proceso en frío	56
XXVIII.	Costo de fabricación de las cremas en frío propuestas	57
XXIX.	Costo de fabricación de las emulsiones en caliente y en frío	57
XXX.	Estabilidad preliminar de la fórmula ganadora (1 semana).....	58
XXXI.	Estabilidad acelerada de la fórmula ganadora (3 meses).....	59
XXXII.	Estabilidad acelerada de la fórmula ganadora (3 meses)	60

XXXIII.	Análisis estadísticos de los tiempos del consumo de vapor en la caldera	62
XXXIV.	Fórmula cualitativa y cuantitativa de la base de una emulsión en frío utilizada para cremas de uso corporal.....	63
XXXV.	Fórmula cualitativa y cuantitativa de la crema de uso corporal utilizando como base emulsión fabricada en frío	64
XXXVI.	Evaluación de propiedades organolépticas de la crema de uso corporal fabricada en frío	65
XXXVII.	Análisis fisicoquímico de la crema de uso corporal fabricada en frío...	65
XXXVIII.	Análisis microbiológico de la crema de uso corporal fabricada en frío	66
XXXIX.	Estabilidad preliminar de la crema de uso corporal fabricada en frío (1 semana)	66
XL.	Estabilidad acelerada de la crema de uso corporal fabricada en frío (3 meses)	68
XLI.	Estabilidad acelerada de la crema de uso corporal fabricada en frío (3 meses)	69
XLII.	Costo de fabricación de las emulsiones	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grado Celsius
Hz	Hertz
Pa	Pascales
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

BPM	Conjunto de normas y procedimientos de la Organización Mundial de Salud aplicables a los procesos de fabricación para garantizar que los productos sean fabricados de manera consistente y acorde a ciertos estándares de calidad.
Densidad	Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.
Emulsificación	Proceso por medio del cual un líquido es dispersado en otro en forma de pequeñas gotas.
Fase acuosa	Etapa líquida de una sustancia que también puede existir en otras formas durante ciclos de cambio, como la existencia de agua en estado líquido y otras veces en forma de hielo o vapor acuoso.
Fase oleosa	Formada por sustancias de naturaleza apolar, grasas, cuya función es dar suavidad a la piel.
Hertz	Unidad de frecuencia del sistema internacional que equivale a la fuerza de un fenómeno periódico cuyo período es 1 segundo.

Inocular	Introducir agentes patógenos con fines de análisis microbiológico.
Microorganismos	Son seres vivos diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio.
O/W	Por sus siglas en inglés, emulsiones aceite en agua.
O/W/O	Por sus siglas en inglés, emulsiones múltiples aceite en agua en aceite.
Patógenos	Es aquel elemento o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad en el cuerpo de un animal, ser humano o vegetal.
pH	Medida de acidez o basicidad de una solución. Es la concentración de iones o cationes hidrógeno [H ⁺] presentes en determinada sustancia.
Polímero	Son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.
Prueba de centrífuga	Proceso de separación que usa la acción de la fuerza centrífuga para promover el asiento de partículas que se encuentran mezcladas con líquidos.

RPM	Abreviatura de revoluciones por minuto. Unidad de frecuencia utilizada para medir la velocidad angular.
UFC	Unidades formadoras de colonias.
Viscosidad	Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se aplica una fuerza.
W/O	Por sus siglas en inglés, emulsiones agua en aceite.
W/O/W	Por sus siglas en inglés, emulsiones múltiples, agua en aceite en agua.

RESUMEN

El presente informe describe el diseño de implementación y desarrollo de cremas de uso corporal, obtenidas usando como base emulsión fabricada en frío. Se comprobó la factibilidad en la evaluación de dicho proceso desarrollando una fórmula de base humectante, con proceso en frío, para cremas corporales hidratantes/humectantes y se estableció la disminución de costos y tiempos de fabricación.

Actualmente, la industria cosmética presenta una nueva alternativa para la fabricación de las emulsiones, en donde no es necesario el calentamiento de las materias primas, logrando beneficios en la disminución de los tiempos de fabricación y ahorro energético, siendo esta las emulsiones en frío.

La metodología experimental está basada en ensayos preliminares para determinar el desempeño de cada fórmula propuesta. El desempeño se evaluó en función de cuatro parámetros: evaluación organoléptica, análisis fisicoquímicos, análisis microbiológicos y pruebas de estabilidad de cada emulsión.

Con base en la metodología de cálculo se determinó el costo energético en el sistema de vapor por kilogramo de crema (Q/Kg), dichos datos se calcularon determinando el consumo de diésel de la caldera en un determinado tiempo, el costo económico obtenido al implementar el proceso de emulsiones en frío, determinando el costo de mano de obra por cada fabricación de crema, tomando en cuenta que este costo depende del tiempo empleado en la fabricación. Por esta razón se realizaron tomas de tiempo al momento de fabricar cada tipo de

emulsión (emulsión en frío y emulsión en caliente), iniciando desde la actividad de pesaje, hasta el momento en que los lotes fabricados son colocados en el tanque receptor. Por último, se tomó el costo de materias prima para fabricar 250 kilogramos de cada emulsión. Con la sumatoria de todos los valores se obtuvo el dato para comparar el costo entre los dos tipos de emulsiones.

OBJETIVOS

General

Implementar y desarrollar procesos de fabricación de cremas de uso corporal, usando como base emulsión en frío, evaluando las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas, estableciendo la estabilidad del producto cosmético terminado para la venta por catálogo en la empresa Lancasco S. A. planta Atlántico en Centro América.

Específicos

1. Diseñar la fórmula de la emulsión en frío, que sirve de base para cremas de uso corporal en la planta cosmética.
2. Evaluar las propiedades organolépticas de la crema como: olor, color, aspecto y sensación al tacto.
3. Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos a la formulación diseñada tales como: viscosidad, pH, densidad y prueba de centrifuga para fisicoquímicos y microbiológicos como: recuento de aeróbico total, recuento de mohos, levaduras y prueba de patógenos.
4. Establecer los factores que puedan afectar la estabilidad química del producto nuevo.

5. Determinar el costo en la fabricación de un proceso frío y en caliente para compararlos.

Hipótesis

Hipótesis científica

La formulación y fabricación de emulsiones en frío posibilita la fabricación de cremas corporales reduciendo costos a la empresa productora, evaluando las propiedades organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y pruebas de estabilidad garantiza la calidad del producto por catálogo.

Hipótesis estadística de investigación (Hi, 1)

- Es posible formular y fabricar una emulsión en frío que sirve de base para cremas de uso corporal.

Hipótesis nula (Ho, 1)

- No es posible formular y fabricar una emulsión en frío que sirve de base para cremas de uso corporal.

Hipótesis de investigación (Hi, 2)

- Las propiedades organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y pruebas de estabilidad cumplen los requisitos de calidad de las cremas de uso corporal.

Hipótesis nula (Ho, 2)

- Las propiedades organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas y pruebas de estabilidad no cumplen los requisitos de calidad de las cremas de uso corporal.

INTRODUCCIÓN

La industria cosmética guatemalteca Lancasco S. A. y su división cosmética Scentia ha evolucionado gracias a la constante innovación de materias primas y principios activos, desarrollando productos y optimizando su fabricación.

El presente trabajo se enfoca en la elaboración de cremas en frío; la elaboración de estos productos se mantiene fiel a un proceso que durante años ha sido utilizado denominado emulsiones en caliente, que consiste en el calentamiento de las materias primas para su fundición y posterior realización de una emulsión a temperaturas altas (75-80 °C) bajo constante agitación hasta lograr la consistencia deseada.

La implementación de un nuevo proceso en donde no se requiera calor como fuente de energía para trabajar, disminución de tiempos de producción, ahorro económico, aumento de producción y un proceso simplificado de dichos productos es una de las soluciones que busca la industria cosmética guatemalteca Lancasco S. A.

Para tener los datos de este nuevo proceso se realizaron evaluaciones de varios polímeros acrílicos para la realización de cremas en frío de uso corporal, determinando análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos que afectan las emulsiones. Con el fin de obtener las mejores materias primas se evaluaron las ofrecidas por los distintos proveedores de la empresa y se eligió la más conveniente. Considerando estas materias primas se formularon propuestas de bases que se utilizan para la realización de cremas en frío para uso corporal.

Se formularon 3 bases y cada base se realizó con 7 polímeros distintos, por lo tanto se obtuvo 21 bases para cremas, la muestra base contiene un polímero acrílico, los polímeros acrílicos son los que ayudan a emulsificar una crema. Se evaluó cada muestra organoléptica y fisicoquímicamente, de estas bases se eligieron 3 debido a que las demás no cumplieron con los parámetros establecidos.

Con las 3 muestras bases seleccionadas se elaboraron las cremas de uso corporal, teniendo en cuenta los componentes y principios activos que se deseaba que tuviera la crema cosmética. Una vez producidas las 3 cremas (Crema A, Crema B y Crema C) de uso corporal se procedió a evaluar las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas.

Una vez terminada la evaluación de las 3 emulsiones cosméticas de uso corporal se procedió a calcular el costo de fabricación de cada fórmula y el costo de una crema fabricada en caliente, para determinar el costo de ambos procesos y compararlos. Para obtener esta comparación son analizados varios aspectos, entre ellos se encuentra el uso de equipos para fabricación, el tiempo invertido por cada lote de producción, el costo de mano de obra y las materias primas que se utilizan para los dos tipos de emulsión. Además, se toma en cuenta el consumo de diésel para el funcionamiento de la caldera que suministra el vapor que se utiliza para fabricar las emulsiones en caliente; actualmente el costo de este combustible es alto y esto hace que el costo del vapor sea elevado, por lo que también el costo de fabricación se ve afectado.

Al realizar la comparación entre el costo de fabricación de los 2 tipos de emulsiones se determina que el proceso en frío es de menor costo.

De las 3 emulsiones cosméticas fabricadas en frío (Crema A, Crema B y Crema C) de uso corporal se eligió la Crema B debido a que cumple con parámetros organolépticos, análisis fisicoquímicos y microbiológicos establecidos y fue la de mejor costo. A esta crema se le realizó estudios de estabilidad preliminar y estabilidad acelerada. La estabilidad preliminar consiste en evaluar las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la crema durante una semana previa a la estabilidad acelerada. El resultado fue que cumplió con las especificaciones establecidas.

La estabilidad acelerada es la evaluación de las propiedades organolépticas fisicoquímicas y microbiológicas de la crema durante 3 meses. Se establecieron 4 factores que afectan la estabilidad en una crema: estabilidad a temperatura ambiente, estabilidad en horno (40 °C), estabilidad en refrigeración (5 °C) y estabilidad en sol. La crema B cumplió con las especificaciones establecidas de estabilidad acelerada.

Se presentó la propuesta (Crema B) que fue estable, de mejor costo y que cumplió con las especificaciones establecidas. Esta crema fue aceptada por Gerencia luego se realizaron nuevos procedimientos de fabricación para cremas de uso corporal. Se fabricó la crema primeramente a lote piloto (aproximadamente 50 Kg) para verificar el comportamiento exacto del escalonamiento, luego se fabricó a gran escala con 250 Kg de crema ya que los resultados fueron favorables en la fabricación de lote piloto.

1. ANTECEDENTES

El Área de Investigación y Desarrollo de Lancasco S. A. y su división cosmética Scentia planteó mejores propuestas para la elaboración de nuevos productos, entre estas propuestas está la realización de emulsiones en frío.

Esta investigación ayuda a implementar nuevos procedimientos de fabricación de emulsiones para uso corporal, con la finalidad de ayudar a los fabricantes a realizar un proceso simplificado en la manipulación de las materias primas, así como un aumento de producción y evitar retrasos en la producción.

Este trabajo establece un diseño de nuevas formas de producción modernas en la industria cosmética, además de ser un procedimiento que se ha ido implementando en Latinoamérica y algunas empresas en Guatemala por la factibilidad de producción, disminución costos y tiempo. El estudio que conduce y orienta esta investigación, hace una invitación a profundizar la importancia de aplicar a nivel industrial los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Química.

El trabajo tiene como objetivo exponer diferentes propuestas de emulsiones en frío, evaluarlas e implementarlas en la planta determinando propiedades fisicoquímicas, organolépticas, microbiológicas y pruebas de estabilidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de emulsión

La emulsión es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos no miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. La fase dispersa, discontinua o interna es el líquido desintegrado en glóbulos o gotitas pequeñas. El líquido circundante es la fase continua o externa.

2.2. Emulsión en caliente

La emulsión en caliente se emplea el proceso caliente/frío, en donde la fase acuosa se lleva a calentamiento, al tener la temperatura definida (75-80 °C) se agrega la fase oleosa, luego se deja enfriar y se le agrega agentes activos y preservantes.

2.3. Emulsión en frío

Las emulsiones en frío son una mezcla heterogénea de una fase acuosa, fase oleosa, polímeros acrílicos sintéticos, agentes activos y preservantes a temperatura ambiente (25 °C).

2.4. Componentes de las emulsiones

Una emulsión estable debe contener cinco tipos de componentes: fase acuosa, fase dispersa, emulsionante, activos, preservante y fragancia. La función de los primero tres es para que no haya una separación de fases y los demás para brindar durabilidad, beneficio y aroma agradable a la emulsión.

2.4.1. Fase acuosa

Compuesta de agua o hidrolatos es un elemento fundamental en la fabricación. Esta puede ser fase dispersa o dispersante, dependiendo de la emulsión que se requiera fabricar.

2.4.2. Fase oleosa

Compuesta por aceites vegetales, ceras y macerados. Esta puede ser fase dispersa o dispersante, dependiendo de la emulsión que se requiera fabricar.

2.4.3. Emulsionante

Sustancia que facilita la formación de una emulsión, este compuesto permite mezclar de forma estable y homogénea la fase acuosa con la fase oleosa, ayudando a retrasar la separación de fases.

2.4.4. Activos

Los activos sirven para dotar a la emulsión de propiedades específicas u otras, según sean las necesidades en la piel. Los principios activos pueden estar en la fase externa o en la fase interna.

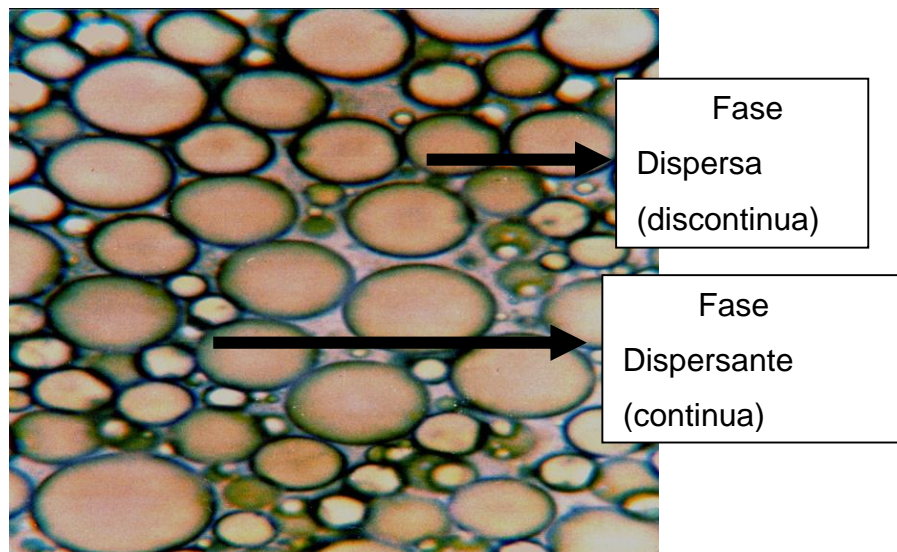
2.4.5. Preservante

Las emulsiones frecuentemente contienen un número de ingredientes tales como: carbohidratos, proteínas, esteroides y fosfátidos, los cuales soportan el crecimiento de una variedad de microorganismos. La contaminación microbiana puede ocurrir durante el desarrollo de una emulsión, producción o uso. Por lo tanto es indispensable en una emulsión para su conservación óptima.

2.4.6. Fragancia

La fragancia tiene la finalidad de enmascarar los olores propios de los productos para el cuidado de la piel y generar una sensación agradable para el consumidor.

Figura 1. Fases de una emulsión



Fuente: BERMEJO, Marital. *Preparación de emulsiones*. p. 1.

2.5. Tipos de emulsiones

La utilidad de las emulsiones depende de su habilidad para penetrar en la piel, por lo tanto existen diversos tipos de emulsiones basados en la fase dispersa.

2.5.1. Basadas en la naturaleza de la fase dispersa

Las emulsiones basadas en la naturaleza de la fase dispersa se clasifican en emulsiones simples y emulsiones múltiples.

- Emulsiones simples: las emulsiones simples pueden ser de dos tipos:
 - Aceite en agua O/W (por sus siglas en inglés): son gotas de aceite dispersas de agua. El aceite es la fase discontinua y el agua la fase continua.
 - Agua en aceite W/O (por sus siglas en inglés): son gotas de agua dispersas en aceite. El agua es la fase discontinua y el aceite la fase continua.

- Emulsiones múltiples: las emulsiones múltiples pueden ser de dos tipos:
 - Emulsiones W/O/W (por sus siglas en inglés): son aquellas emulsiones en las cuales las gotas de aguas están incluidas en otra gota de aceite y esta a su vez está dispersa en agua.

- Emulsiones O/W/O (por sus siglas en inglés): son aquellas emulsiones en las cuales las gotas de aceite están incluidas en otra gota de agua y esta a su vez está dispersa en aceite.
- Emulsiones basadas en el tamaño de las gotas: son emulsiones basadas en el tamaño de las gotas y se clasifican en dos tipos:
 - Macroemulsiones: emulsiones donde el tamaño de la gota está entre 0,2 - 5 mm.
 - Microemulsiones: emulsiones donde el tamaño de la gota está entre 0,01 – 0,2 mm.

2.6. Emulgente o emulsificante

Es un compuesto cuya inclusión es necesaria para la obtención de emulsiones y para garantizar la estabilidad hasta su utilización retrasando la separación de fases.

2.6.1. Clasificación de los emulgentes

La tecnología de la emulsiones ha seleccionado emulgentes por medio de un conocimiento intuitivo tal como su comportamiento hidrofílico y lipofílico, así como el tipo de emulsión con un cierto tipo de fase acuosa. Los emulgentes son seleccionados principalmente por el tiempo de vida de anaquel, estabilidad, tipo de emulsión deseada y costo. Existen tres tipos de agentes emulsificantes:

- Sintéticos

Son los emulgentes sintéticos y macromoléculas que incrementan la viscosidad, como las arcillas coloidales, la bentonina, el silicato de aluminio y de magnesio coloidal. Son de tamaño muy pequeño y sitúan en la interfase líquido-líquido formando una barrera mecánica que previene la coalescencia.

- Naturales

Se limita a formulaciones de preparados extemporáneos de material natural; no dan estabilidad y hasta pueden promover el crecimiento bacteriano.

- Sólidos finamente divididos

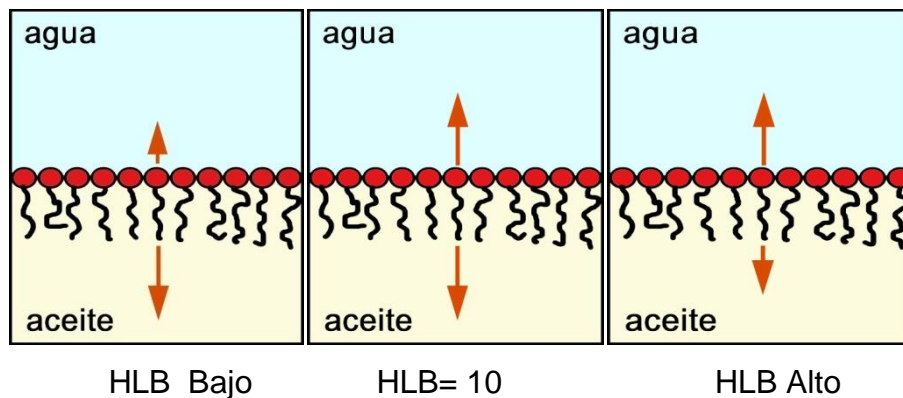
Son buenos emulgentes, especialmente en combinación con surfactantes, dentro de los cuales se incluyen sólidos polares inorgánicos tales como: hidróxidos de metales pesados, ciertos tipos de arcillas y pigmentos. También han sido empleados sólidos no polares como el carbón y gliceril estearato.

2.6.2. Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB)

Es un concepto ideado por Griffin (1949). En una emulsión, el valor del HLB del emulsionante intenta estimar la atracción simultánea que experimenta por las fases acuosa y oleosa. Los emulgentes dependen de su número de HLB intermedio que son los que se utilizan como emulgentes de HLB entre 4 y 7 tienen más afinidad por el aceite y tienden a formar emulsiones aceite en agua, y los de

HLB entre 8 y 18 tienen preferencias por el agua por lo tanto tienden a formas emulsiones agua en aceite. El sistema HLB no proporciona la cantidad de emulgente necesario para obtener una emulsión estable.

Figura 2. **Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB)**



Fuente: BERMEJO, Marital. *Preparación de emulsiones*. p. 1.

Tabla I. **Uso del Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB) en la industria**

HLB	USOS
4-6	Emulsionante (agua en aceite)
7-9	Humectante
8-18	Emulsionante (aceite en agua)
13-15	Detergente
15-18	Solubilizante

Fuente: PONCE, Luisa Fernanda. *Estabilidad de productos cosméticos*. p. 26.

Tabla II. **Aspecto de la dispersión acuosa del balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB)**

HLB	Aspecto de la dispersión acuosa	Ejemplo
1-4	No se dispersa el agua.	Colesterol (HLB=2,7)
4-6	Poco dispersable.	Span 80 (HLB=4,3)
6-8	Dispersión lecho después de una agitación vigorosa.	Span 40 (HLB=6,7)
8-10	Dispersión lechosa estable.	Span 20 (HLB=8,6)
10-13	Dispersión traslucida transparente.	Monoestearato de PEG 400 (HLB=11,6)
>13	Dispersión transparente.	Lauril sulfato de sodio (HLB=400)

Fuente: PONCE, Luisa Fernanda. *Estabilidad de productos cosméticos*. p. 26.

2.7. Inestabilidad de las emulsiones

Las emulsiones son sistemas termodinámicamente inestables. La inestabilidad se debe al aumento de área (ΔA) durante la emulsificación que produce un incremento de la entalpía libre de Gibbs (ΔG).

2.7.1. Tipos de inestabilidad en las emulsiones

Tan pronto una emulsión haya sido preparada, el tiempo y los proceso de temperaturas dependientes ocurren para efectuar la separación. Durante el almacenamiento la estabilidad de una emulsión es evidente por dos tipos de inestabilidad: reversible e irreversible.

- Inestabilidad reversible
 - Cremado: la fase dispersa se concentra en la parte superior.
 - Sedimentación: la fase dispersa se concentra en la parte inferior. La velocidad de cremado o de sedimentación disminuye aumentando la viscosidad de la fase continua y reduciendo el tamaño de los glóbulos.
 - Floculación: se forman agregados de glóbulos que no fusionan entre sí. La velocidad de floculación disminuye al reducir la concentración de la fase dispersa y, en menor proporción, al disminuir la temperatura, ya que la energía cinética de los glóbulos se incrementa al aumentar la temperatura. La floculación es menor cuando se emplean emulsionantes iónicos debido a la repulsión eléctrica.

- Inestabilidad reversible
 - Coalescencia: los glóbulos se fusionan entre sí. La velocidad de coalescencia depende de:
 - La velocidad de floculación previa a la fusión de los glóbulos (por lo tanto de la concentración de la fase dispersa).
 - Las propiedades de la interfase (cargas eléctricas, características líquido cristalinas).
 - HLB del emulsionante, composición química y concentración.

- Inversión de fases: la fase continua pasa a discontinua y viceversa. La inversión de fases en una emulsión depende de:
 - Proporción en volumen de la fase dispersa
 - Agregado de ácidos o bases
 - Agregado de cationes
 - Temperatura
 - HLB del emulsionante

- Inversión de fases influencia de la proporción en volumen de la fase dispersa.

En algunas emulsiones se produce inversión cuando la fase dispersa supera cierta concentración. En una emulsión formada por gotas del mismo tamaño e indeformables, la inversión de fases se produciría cuando la concentración de la fase dispersa es superior al 74,048 % que corresponde al volumen ocupado por esferas rígidas en un acomodamiento compacto.

- Inversión de fases influencia del agregado de ácidos o bases

Una emulsión del tipo o/w, estabilizada con estearato de trietanolamónio (HLB= 20) y un emulsionante de bajo HLB, puede invertirse por agregado de un ácido.

- Inversión de fases influencia del agregado de la temperatura

En los emulsionantes polioxietilenados, el valor del HLB disminuye al aumentar la temperatura debido a la rotura de uniones puente hidrógeno.

Por lo tanto, elevando la temperatura se puede producir la inversión de una emulsión o/w a w/o.

- Inversión de fases influencia del agregado de HLB del emulsionante
 - Emulsiones del tipo o/w estabilizadas con un emulsionante de HLB menor que el requerido.
 - Emulsiones del tipo w/o estabilizadas con un emulsionante de HLB mayor que el requerido.

2.8. Estabilidad química de emulsiones para cosméticos

Garret define una emulsión estable como una que mantendría el mismo número de tamaño de partículas de la fase dispersa por unidad de volumen de peso de la fase continua. Si una emulsión es altamente cremosa o baja de cremosidad puede ser farmacéuticamente aceptable, como pueda ser constituida por agitación. La vida del anaquel puede estar directamente relacionada con su estabilidad cinética. La estabilidad cinética de las propiedades fisicoquímicas de una emulsión no cambia apreciablemente durante un razonable período de tiempo.

Por el otro lado, la estabilidad termodinámica para la solubilidad de sistemas o micro emusiones es dependiente de la temperatura. Así, después de que la temperatura de un producto solubilizado ha sido perturbada esta retorna eventualmente a su estado original, cuando la temperatura retorna a su estado normal.

2.8.1. Definición de estabilidad

Es la propiedad que tiene una emulsión de mantener dentro de un período de tiempo que corresponde a su vida útil, en un envase determinado, las mismas propiedades y características que tenía al momento de su fabricación.

2.8.2. Factores que afectan la estabilidad de una emulsión

Los factores que pueden tener influencia en la estabilidad de una emulsión se dividen en dos variables: intrínsecas, que se refieren a la formulación y extrínsecas, que incluye todo lo referente al medio ambiente al que la emulsión estará expuesto.

- Variables intrínsecas: cada ingrediente, sea activo o no, puede afectar la estabilidad de un producto. El tamaño de partículas, variables en el proceso de fabricación y la naturaleza química de los componentes seleccionados en la fórmula original, así como el pH, viscosidad, microorganismos y otros contaminantes presentes en las materias primas son factores que pueden considerarse de riesgo en la estabilidad.
- Variables extrínsecas: las condiciones de transporte y almacenamiento, la interferencia de la temperatura, humedad y radiaciones solares pueden afectar la estabilidad.

2.9. Clasificación de los estudios de estabilidad

Existen diferentes tipos de estabilidad que pueden presentar los productos ya fabricados. Ejemplo de estos tipos, son: la estabilidad química, física/fisicoquímica, organoléptica, microbiológica y toxicológica.

2.9.1. Estabilidad química

La estabilidad química es la propiedad de las emulsiones cosméticas de mantener una concentración determinada de un ingrediente esencial dentro de su formulación. Se evalúa la cantidad remanente del compuesto químico de interés.

Es necesario tener los siguientes datos para análisis químicos de las emulsiones:

- pH
- Agentes o solventes químicos
- Reactivos oxidantes
- Activos
- Viscosidad

2.9.2. Estabilidad física o fisicoquímica

Se conoce como estabilidad física a la propiedad que presentan las emulsiones para cosméticos, de mantener en forma inalterada las características físicas que presentaban al finalizar su elaboración. Se recomienda que se realicen los siguientes análisis físicos para las emulsiones:

- Cristalización
- Reducción del volumen por evaporación
- Cambios de consistencia o pérdida de viscosidad
- Separación de fases
- Formación de grumos
- Excesivo reblandecimiento o endurecimiento

- Cambios organolépticos
- Crecimiento microbiano evidente

Algunas propiedades fisicoquímicas como:

- pH
- Viscosidad
- Densidad
- Prueba de centrífuga

2.9.3. Estabilidad organoléptica

Estabilidad organoléptica se refiere a las descripciones de las características físicas que tienen las emulsiones en general que pueden percibir los sentidos. Entre ellas están:

- Olor
- Color
- Aspecto
- Sensación al tacto

2.9.4. Estabilidad microbiológica

Por lo general, se recomienda el ensayo de desafío microbiológico para el sistema preservador cuando esta aplicación dependa de la composición y de la zona de aplicación del producto. Los tipos de cultivos para la retención de microorganismos son:

- Recuento aeróbico total

El ensayo provee la estimación del número de bacterias presentes en el producto. Para analizar el recuento aeróbico total se toma 90 mL de agua peptonada, se agrega 10 gramos de la muestra a analizar y se agita. El agua peptonada es un medio usado como diluyente y para enriquecimiento bacteriano, está compuesto de 10 gramos de peptona de carne, 5 gramos de cloruro de sodio y 1 L de agua desmineralizada.

Se toma 20 mL de agar caso, se añade a una caja de Petri, luego se adiciona 1 mL de la solución anterior. El agar caso es un medio de cultivo de uso general para el cultivo de microorganismos. Es necesaria la técnica de conteo sobre cajas de Petri para facilitar el reconocimiento de los diferentes tipos de colonias que se desarrollen en el producto. Se incuba durante 48 horas a una temperatura de 36 °C. Por último se hace el recuento de colonias, el rango permisible de estos microorganismos en la industria cosmética es de < 10 UFC.

- Recuento de mohos y levaduras

El recuento de mohos y levaduras estima el número de hongos presentes en el producto. Para realizar este análisis se toma 10 gramos de la muestra, se agrega a 90 mL de agua peptonada y se agita. Se agrega 20 mL de agar HC a una caja Petri, luego se adiciona 1 mL de la solución anterior. El agar HC es un medio de cultivo, cuando se suplementa con polisorbato 80; se usa para el recuento de hongos en productos cosméticos, tiene la ventaja de requerir un menor tiempo de incubación respecto a otros medios utilizados para el mismo fin. Se incuba durante 72 horas a temperatura ambiente. Por último se hace el recuento de colonias,

el rango permisible de estos microorganismos en la industria cosmética es de < 10 UFC.

- Prueba de patógenos

En el área cosmética se realizan la prueba de patógenos, detección de *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus* y *Pseudomonas Aeruginosa* presentes en las muestras a analizar. Para analizar estos patógenos se toma 10 gramos de la muestra, se agrega a 90 mL de agua peptonada y se agita. Se toma una asa bacteriológica, se transporta un inóculo (pequeño volumen que contiene “microorganismos” en suspensión) desde la solución anterior y se realiza un rayado en los diferentes agares, el agar depende de qué patógenos se analizará. Hay tres tipos de agares: agar de MacConkey que se utiliza para detectar *Escherichia Coli*, agar Manitol Salado que se utiliza para detectar *Staphylococcus Aureus* y el agar Cetrimida detecta *Pseudomonas Aeruginosa*. Luego de hacer el rayado se incuba cada muestra por 48 horas a 36 °C.

Por último se hace el recuento de colonias, si hay presencia de *Escherichia Coli* el agar se tornará de color rosado a un rosado más intenso alrededor de las colonias, si aparecen *Staphylococcus Aureus* el agar se tornará de color rosado a amarillo alrededor de las colonias y si hay existencia de *Pseudomonas Aeruginosa* el agar se tornará de color transparente a verde fluorescente. Para que el producto sea aceptado en la industria cosmética no debe presentar estos patógenos.

2.9.5. Estabilidad toxicológica

Se conoce como estabilidad toxicológica a la propiedad que pueden presentar los productos cosméticos de no incrementar su potencial tóxico. El potencial tóxico no puede ir más allá de lo que presentaba el producto al momento de finalizar su elaboración.

2.10. Ensayos de estabilidad en las emulsiones

En la industria cosmética se llevan a cabo 4 ensayos de estabilidad en las emulsiones, dicho procedimiento se realiza para verificar que la crema tenga las mismas especificaciones iniciales a pesar de los cambios ambientales a los que se someta. Entre estos se pueden mencionar: estabilidad a temperatura ambiente, estabilidad en horno, estabilidad en frío y estabilidad en sol.

2.10.1. Estabilidad a temperatura ambiente

Mantiene las cremas a temperaturas normales donde se evalúa si presenta las mismas especificaciones iniciales después de un periodo de tiempo.

2.10.2. Estabilidad en horno (40 °C)

Acelera los procesos de cremado o sedimentación (disminuye la viscosidad), de floculación y coalescencia (aumenta la agitación térmica). Debe mantener las mismas especificaciones iniciales después de un período de tiempo.

2.10.3. Estabilidad en frío (50 °C)

Simula cambios extremos de temperaturas debido a la baja temperatura. Debe conservar las mismas especificaciones iniciales después de un período de tiempo.

2.10.4. Estabilidad en sol

Simula la temperatura a la que se transportan las cremas a las distribuidoras. Debe de conservar las mismas especificaciones iniciales después de un período de tiempo.

2.11. Equipos utilizados para la fabricación de emulsiones

Los equipos utilizados para la fabricación de emulsiones son la caldera, marmita, agitador, mezclador/emulsionador y tanque de descarga. Los parámetros que deben ser controlados al usar los equipos son la velocidad de agitación y la temperatura.

2.11.1. Caldera

Una caldera es una máquina o instalación, diseñada y construida para producir vapor de agua a elevada presión y temperatura. El vapor generado se conduce a través de tuberías, las cuales deben encontrarse aisladas para evitar pérdidas de calor.

2.11.2. Marmita

Una marmita es una olla de acero inoxidable con tapa que queda totalmente ajustada para trabajar a alta presión o sin tapa para trabajar a presión atmosférica.

Su principal función en la industria cosmética es calentar la fase oleosa y fundir los elementos que integran la fase grasa de la emulsión. La aportación de calor se realizará mediante un encamisado del equipo (doble cámara) por donde circula el elemento de calefacción que puede ser agua o vapor.

Este elemento es acompañado de un agitador, cuyo propósito es mejorar la transferencia de calor entre la fase grasosa en el interior del tanque y el vapor que circula por la doble cámara.

2.11.3. Agitador

Un equipo de agitación consiste en un recipiente cilíndrico (cerrado o abierto), y un agitador mecánico, montado en un eje y accionado por un motor eléctrico. El fondo del tanque debe de ser redondeado, con el fin de eliminar los bordes rectos o regiones en los que no penetraría las regiones de flujo.

La velocidad del agitador debe ser de velocidad variable. El rango recomendado es de 30 – 40 rpm al inicio de la fabricación de la emulsión, posteriormente se debe incrementar hasta 60 – 100 rpm aproximadamente. La agitación beneficia a que el calentamiento sea de forma homogénea. La temperatura es un factor importante en este tipo de procesos. Este equipo mantiene la grasa a la temperatura adecuada para que la emulsión se produzca a la temperatura correcta. Entre los tipos de agitadores se encuentran:

- Agitadores de pala o de paleta

Consiste en una hoja plana sujeta a un eje rotatorio. El flujo del líquido tiene un componente radial grande en el plano de la pala y también un componente rotacional. Son útiles para operaciones de simple mezcla, como, por ejemplo, la mezcla de líquidos miscibles o la disolución de productos sólidos. Los agitadores industriales de paleta giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm.

- Agitadores de turbinas

Están constituidos por un componente impulsor con más de cuatro hojas, montadas sobre el mismo elemento y fijadas a un eje rotatorio. Los agitadores de turbinas se pueden utilizar para procesar numerosos materiales.

- Agitadores de hélice

Poseen elementos impulsores de hojas cortas que giran a gran velocidad comprendida entre 500 a varios millares de rpm. En algunas industrias cosméticas son muy utilizadas por su forma, comúnmente en la agitación de una marmita que sea de gran capacidad.

2.11.4. Tanque de descarga

Su función es acopiar la crema y mantenerla durante el tiempo prudente previa a ser envasada, dando lugar a la siguiente fabricación.

Estos recipientes han de ser desinfectados para evitar contaminación en la crema, ya que este tipo de fabricación por presentar mayor cantidad de agua presenta mayor riesgo de contaminación. Para este tipo de equipo la válvula de descarga ha de tener suficiente diámetro debido a las diferentes viscosidades que puede presentar este tipo de producto cosmético.

2.12. Descripción del proceso de fabricación de las cremas cosméticas

El proceso de fabricación de una crema se divide en cuatro fases que van desde la formulación en el laboratorio hasta el proceso industrial donde se tienen el producto terminado. Cada etapa es importante en el proceso, debido que es un proceso consecutivo, uno depende del otro, por tal motivo es importante que en cada fase sea exacta, para no tener problemas en la siguiente fase.

2.12.1. Primera fase (formulación)

En esta fase se formula la crema que se va a fabricar (el tipo de emulsión que se desea obtener). Esta formulación ha de tener en cuenta todos los componentes y principios activos de acuerdo con el efecto que se desea que produzca la crema cosmética. También se separan los componentes según sea su fase de incorporación y se definen las cantidades a utilizarse de cada uno de los componentes.

2.12.2. Segunda fase (fabricación a escala de laboratorio)

En esta fase se fabrica la crema cosmética a escala de laboratorio. En esta escala se fabrican no más que unos pocos kilos de crema. En esta etapa se realizan los análisis organolépticos, fisicoquímicos, microbiológicos y pruebas de estabilidad a la crema.

2.12.3. Tercera fase (fabricación lote piloto)

Posteriormente a ajustar y obtener la fórmula deseada con los resultados esperados se continúa con la fabricación de un lote piloto a pequeña escala (aproximadamente 50 Kg). Con este lote se verifica el comportamiento exacto del escalonamiento.

2.12.4. Cuarta fase (fabricación a gran escala)

Si los resultados son favorables en la fabricación del lote piloto se procede a fabricar a gran escala en la planta de producción con lotes de 250 – 6 000 Kg, según sea la cantidad que se requiera fabricar. Seguidamente pasa a la planta de empaque para obtener el producto terminado para la venta.

2.13. Fabricación de las emulsiones

Actualmente en la industria cosmética se fabrican cremas con dos tipos de procesos, los cuales son: emulsión fabricada en caliente y emulsión fabricada en frío.

2.13.1. Emulsión fabricada en caliente

La fabricación de una crema en caliente se conforma de dos fases: fase acuosa y fase oleosa.

- Fase acuosa

Inicialmente se limpia y desinfecta la marmita. Se pesa la cantidad de agua a calentar, la temperatura a que debe llegar es de 75 – 80 °C.

- Fase oleosa

Los componentes de esta fase oleosa o grasa se introducen a la marmita. Se controla la temperatura a 75 °C hasta que se fundan las materias primas, agitar a 300 – 400 rpm una vez se haya parcialmente disuelto la grasa. En este momento se podrá observar un color amarillento de la grasa que se está fundiendo, este proceso tiene una duración de aproximadamente 30 minutos. A continuación se disminuye la velocidad de agitación a 20 rpm.

Se agrega la fase grasa a la marmita de la fase acuosa. La entrada de la materia grasa ha de ser progresiva, para lo cual no es necesaria la abertura total de la válvula de descarga de la marmita. Al descargar toda la fase oleosa se enciende el mezclador para que se forme la emulsión. Este proceso debe realizarse entre 75 – 80 °C, la velocidad de agitación es 10 rpm hasta que llegue a la temperatura de 40 °C.

Una vez conseguida esta temperatura se observa que la crema presenta un aspecto brillante y consistente. Se agrega el preservante y la fragancia. Algunos preservantes se disuelven en agua y se agregan a la crema bajo continua agitación y algunos son agregados de forma directa. El perfume se agrega a temperatura de 40 °C o inferior para evitar que se volatilice.

Ya realizada en su totalidad la crema se extrae una muestra y se revisa que la mezcla de los ingredientes de la emulsión se encuentre uniforme, y que presente las propiedades previamente consideradas antes de su fabricación. Se procede a tomar una muestra de 500 g para enviarla a control de calidad a la espera de su validación, donde se realizan análisis fisicoquímicos y organolépticos. Se evalúan parámetros como la

viscosidad, pH, densidad, prueba de centrífuga, color, olor, aspecto y textura. Al ser aprobada la crema por control de calidad se procede a descargarla en gráneles, que se mantendrán en cuarentena a la espera de la validación del laboratorio de microbiología, donde se realizan análisis microbiológicos, cuyo resultado suele tardar 48 horas. Ya aprobado se procede a enviarlo al área de empaque.

2.13.2. Emulsión fabricada en frío

La fabricación de una crema en frío igual que la crema en caliente se conforma de dos fases.

- Fase acuosa

Se limpia y desinfecta el tanque mezclador. Se pesa la cantidad de agua deseada. Posteriormente se agrega la base de la emulsión que generalmente es un polímero acrílico, este material necesita agitación para poder brindar viscosidad y lograr su completa disolución.

- Fase oleosa

Los componentes de esta fase grasa se introducen en el mezclador. Para este tipo de emulsión se incorporan aceites, emolientes, preservantes, colorantes y fragancia. La incorporación se realiza agregando una a una las materias primas.

Ya realizada la emulsión se extrae una muestra y se revisa que la mezcla de los ingredientes de la emulsión se encuentre uniforme y que presente las propiedades previamente consideradas antes de su fabricación. Se

procede a tomar una muestra de 500 g para enviarla a control de calidad a la espera de su validación, donde se realizan análisis fisicoquímicos y organolépticos. Se evalúan parámetros como la viscosidad, pH, densidad, prueba de centrífuga, color, olor, aspecto y textura. Al ser aprobada la crema por control de calidad se procede a descargarla en gráneles, que se mantendrán en cuarentena a la espera de la validación del laboratorio de microbiología, donde se realizan análisis microbiológicos, cuyo resultado suele tardar 48 horas. Ya aprobado se procede a enviarlo al área de empaque.

2.14. Operación unitaria en la fabricación de emulsiones

Es importante conocer la operación unitaria que se utiliza para diversos procesos, debido a que indican los pasos en la obtención de cualquier producto químico

2.14.1. Calentamiento

La preparación de emulsiones requiere cantidad de energía para formar la interfase entre las dos fases y una cantidad de trabajo adicional para mezclar el sistema y contrarrestar la resistencia del flujo. A menudo se suministra calor al sistema para fundir sólidos o reducir la viscosidad de la fase oleosa. En consecuencia la preparación de la emulsiones en gran escala suelen requerir el gasto de una cantidad considerable de energía para el calentamiento, el cual puede ser realizado en los mezcladores.

2.14.2. Agitación y mezclado

Los procesos de mezclado se encuentran entre los procesos generales necesarios para la fabricación de cosméticos. Sirven para conseguir una distribución lo más homogénea posible de dos o más sustancias. El proceso elemental de mezclado consiste en la introducción de las partículas de una sustancia entre las partículas de otras u otras sustancias.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Entre las variables que mayor aportación brindan para el diseño metodológico se encuentran: viscosidad, pH, prueba de centrifuga, densidad, apariencia, color, olor entre otras, enlistadas en la siguiente tabla.

Tabla III. **Variables del sistema**

Núm.	Variable	Dimensional	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlable	No controlable
Análisis del proceso						
1	Viscosidad	Pa-s		✓	✓	
2	pH	Adimensional	✓		✓	
3	Prueba de centrifuga	Rpm	✓		✓	
4	Densidad	Kg/ m ³	✓		✓	
5	Apariencia	Adimensional	✓		✓	
6	Color	Adimensional	✓		✓	

Continuación de la tabla III.

7	Olor	Adimensional	✓		✓	
8	Separación de fases	Adimensional		✓	✓	
9	Temperatura de estabilidad a condiciones normales	°C		✓	✓	
10	Temperatura de estabilidad a 45 °C	°C	✓		✓	
11	Costo de materia prima	Q	✓			✓
12	Consumo de diésel	Q/m ³	✓			✓
13	Costo de mano de obra	Q	✓			✓
14	Costo de fabricación de cremas	Q/Kg	✓			✓
15	Tiempo trabajado en cada emulsión	H		✓		✓
16	Costo total de fabricación	Q		✓		✓

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Variables de control independientes

Se describen las variables independientes medidas directamente en el sistema, sin intervenir en su variación.

Tabla IV. Variables independientes y su descripción

Núm.	Variable	Unidades de medida	Descripción
1	Viscosidad	Pa-s	Estabilidad que tuvo una emulsión.
2	Color	Adimensional	Color que tuvo la crema corporal.
3	Olor	Adimensional	Olor que tuvo la crema corporal.
4	Temperatura	°C	Temperatura en la que se midió la estabilidad de la emulsión.
5	Costo de materia prima	Q	Costo de los materiales para emulsiones en frío y en caliente durante 2014.
6	Cantidad del consumo de diésel	Q/m ³	Costo del diésel durante 2014.
7	Tiempo trabajado en cada emulsión	H	Tiempo en que se fabricó cada emulsión.

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables de control dependientes

Se describen las variables dependientes obtenidas por medio de cálculos matemáticos a partir de las variables independientes.

Tabla V. **Variables dependientes y su descripción**

Núm.	Variable	Unidades de medida	Descripción
1	Ph	Adimensional	Rango de pH que utilizó en la fabricación de emulsiones.
2	Prueba de centrifuga	Rpm	Prueba en la que se midió la separación de fases en una emulsión.
3	Densidad	Kg/m ³	Cantidad de masa en un determinado volumen de una emulsión.
4	Apariencia	Adimensional	Estado físico de la emulsión en el que no debería haber ningún precipitado, debería ser totalmente uniforme.
5	Separación de fases	Adimensional	Estado en el que no debe haber separación de fases superior o inferior en la emulsión. Debería conservar un estado homogéneo.
6	Costo de mano de obra	Q	Costo de fabricación de cremas que se tuvo de los dos procesos de emulsiones.
7	Costo de fabricación de cremas	Q/Kg	Costo de fabricación de cremas que se tuvo de los dos procesos de emulsiones.
8	Costo total de fabricación	Q	Costo total de fabricación que se tuvo de las diferentes emulsiones

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

- Área: Laboratorio de Investigación y Desarrollo/Área de producción.
- Proceso: emulsiones con proceso en frío.
- Etapa del proceso: formulación de una emulsión en frío cumpliendo con los análisis organolépticos, fisicoquímicos, microbiológicos y pruebas de estabilidad.
- Ubicación: Lancasco S. A., Planta Atlántico.
- Clima: el clima en que se encuentra la planta es cálido (22 a 25 °C).

3.2.1. Tipo de estudio

El presente informe es una investigación científica donde se analiza la viabilidad en la implementación del proceso de una emulsión fabricada en frío en una planta cosmética, con base en un beneficio económico y disminución de tiempo de fabricación.

3.2.2. Diseño general

Uno de los productos importantes en una planta cosmética es la fabricación de cremas de uso corporal, este producto se realiza en un proceso caliente. Con el fin de obtener mejoras se implementó un proceso en el que la fabricación de cremas no utiliza energía, sino que se realiza a temperatura ambiente o un proceso en frío. Al evaluar este proceso con los parámetros organolépticos, fisicoquímicos, microbiológicos y pruebas de estabilidad se concluyó que la implementación de emulsiones en frío reporta un beneficio para la empresa.

3.2.3. Población de estudio

La formulación y elaboración de productos cosméticos en pequeña escala se realizó en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de Lancasco S. A., planta Atlántico. En el área de producción se realizan los productos a gran escala. Esta área está constituida por marmitas que tienen una válvula de entrada de vapor si las llegan a necesitar para su funcionamiento, por lo que el vapor es generado a partir de una caldera pirotubular ubicada en área de calderas y tanques de descarga.

3.2.4. Selección y tamaño de la muestra

A las fórmulas propuestas de emulsiones en frío se les realizó una estabilidad preliminar de una semana previa a la estabilidad acelerada. La estabilidad preliminar, es evaluar durante una semana los análisis organolépticos y fisicoquímicos, sin tener una diferencia significativa con los parámetros establecidos. Esto para evaluar de forma preliminar la estabilidad de la emulsión. Determinada la estabilidad preliminar, se ingresa a estabilidad acelerada. El muestreo consistió en colocar 1 muestra de cada fórmula en envases de polietileno de un kilogramo a temperatura ambiente, sol, horno (40 °C) y refrigeración (5 °C). Las muestras fueron evaluadas con análisis fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos cada semana durante tres meses, estos deben de mantenerse con los parámetros establecidos.

Se seleccionó la propuesta que fue estable, con mejor costo y que cumplió con los parámetros organolépticos, microbiológicos y fisicoquímicos. La propuesta seleccionada se fabricó en el área de producción con un tamaño de 250 Kg de crema para comparar costos a nivel planta.

3.2.5. Unidades de análisis de observación

El análisis de la emulsión en frío tuvo un pH establecido, la viscosidad en pa-s, densidad en kg/m^3 y prueba de centrifuga en Hz. Se trabajó en el SI.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigador: Flor Azucena Valdez Contreras.
- Asesor: Ing. Erick Martín Cambranes Morales.

3.4. Recursos materiales disponibles

El material necesario para las mediciones y los cálculos fueron proporcionados por la empresa.

3.4.1. Equipo de medición

Consta de los aparatos que se usan para comparar magnitudes físicas mediante un proceso de medición. Estos equipos son previamente establecidos como estándares o patrones y de la medición resulta un número que es la relación entre el objeto de estudio y la unidad de referencia.

Tabla VI. **Equipo de medición utilizado en la elaboración de emulsiones en frío**

Equipo de medición	Especificación
Agitador eléctrico Kika Labortechnik Modelo Euroestar power b	50-2 000 Hz.
Horno Imperial III	40±5°C
Potenciómetro Orion Modelo 420 A	1,00 – 14,00 pH
Viscosímetro Brookfield HA Modelo DV-E	0,1-13 330 Pa
Centrifuga Modelo 90-1	0 – 5 000 Hz
Balanza Premiere	0,00 – 2,00 Kg
Marmita	250,00 Kg
Incubadora Imperial III	32-36 °C
Incubadora Precision Cientific	32-36 °C
Refrigeradora Frigidaire	3-5 °C
Cámara de Quebec	Sin especificación

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Cristalería

- Beaker de 50 mL
- Beaker de 100 mL
- Beaker de 200 mL
- Pizeta
- Pipeta 0,1 mL
- Pipeta 0,5 mL
- Pipeta 2 mL
- Fijador de pipetas
- Agitador
- Espátula
- Cajas de Petri
- Envases de 1 kilo de polietileno
- Envases de vidrio
- Asa microbiológica

3.4.3. Reactivos

Son toda sustancia que interactúa con otra en una reacción química y que da lugar a otras sustancias de propiedades, características y conformación distinta, denominadas productos de reacción o simplemente productos.

Tabla VII. **Reactivos para emulsión en frío**

Reactivos	Beneficio	Función
Agua desmineralizada líquido	Vehículo	N/A
EDTA tetrasódico polvo 99 %	Agente de secuestro	N/A
Carbómero-21 polvo 100 %	Agente suspensor	N/A
Polímero acrílico (muestra base)	Emulsionante	N/A
Aceite mineral líquido 100 %	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Glicerina líquida 100 %	Hidratante	Suavidad
Vaselina (petrolato) semisólido 100 %	Formar capa protectora para hidratar	Humectación de la piel
Triglicérido Cáprico/Caprílico líquido 100 %	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Aceite de Rosa Mosqueta líquido oleoso	Emoliente	Suavidad
Ciclometicona 344 líquido	Disuelve a los demás activos y evapora	Suavidad
Perfume Rex 2377 líquido oleoso 100 %	Fragancia	N/A
FD&C Rojo núm. 40 (C116035) polvo 100 %	Color	N/A
Micro Care MTI	Preservante	Evita contaminación microbiana

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Reactivos para emulsión en caliente**

Reactivos	Beneficio	Función
Agua desmineralizada líquido	Vehículo	N/A
Cetareth-12 sólido 100 %	Emulsificante	N/A
Cetareth-20	Emulsificante	N/A
Alcohol Estearílico	Emulsificante	N/A
EDTA tetrasódico polvo 99 %	Agente de secuestro	N/A
Carbómero-21 polvo 100 %	Agente suspensor	N/A
Aceite mineral líquido 100 %	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Glicerina líquida 100 %	Hidratante	Suavidad
Vaselina (petrolato) semisólido 100 %	Formar capa protectora para hidratar	Humectación de la piel
Triglicérido Cáprico/Caprílico líquido 100 %	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Aceite de Rosa Mosqueta líquido oleoso	Emoliente	Suavidad
Ciclometicona 344 líquido	Disuelve a los demás activos y evapora	Suavidad
Perfume Rex 2377 líquido oleoso 100 %	Fragancia	N/A
FD&C Rojo núm. 40 (CI16035) polvo 100 %	Color	N/A
DMDM hidantoina/Metil cloro isotiazolinona/Metilisotiazolinona líquido 100 %	Preservante	Evita contaminación microbiana

Fuente: elaboración propia.

3.5. Técnica cuantitativa y cualitativa

A partir de la técnica cuantitativa se determinó la cantidad de materia prima, cantidad de tiempo de fabricación y cantidad de costos en los diferentes tipos de emulsiones.

La cuantificación de materia prima se realizó según el porcentaje a utilizar en la fórmula, se elabora a prueba y error, hasta que el producto tenga la consistencia deseada.

La cantidad de tiempo de fabricación se determinó tomando los tiempos desde el pesado de materia prima hasta el traslado del producto terminado.

La cantidad de costos de fabricación se efectuó obteniendo el costo de los equipos, costo de fabricación de las cremas, costo de mano de obra y costo de materia prima.

La técnica cualitativa se empleó para determinar las propiedades organolépticas de la emulsión cosmética.

3.5.1. Monitoreo y muestreo

- Se evaluó las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las materias primas de los diferentes proveedores, en este caso los polímeros acrílicos.
- Se diseñó la fórmula de la emulsión en frío que sirve como base para las cremas de uso corporal.
- Se realizaron los ensayos preliminares para determinar el desempeño de cada fórmula con cada muestra base. Esta etapa es de selección en donde se eligen todas o podría descartarse algunas. Con las bases seleccionadas se procedió a hacer la crema de uso corporal. El desempeño se evaluó en función de los siguientes aspectos: olor, color, aspecto, sensación al tacto, viscosidad, pH, densidad, prueba de centrífuga.
- Una vez se determinó las fórmulas y aprobado su desempeño se procedió a hacer el costo fórmula.
- Se realizaron análisis fisicoquímicos de las cremas escogidas, entre estos análisis están: viscosidad, pH, densidad y prueba de centrífuga. Se realizaron análisis microbiológicos como recuento aeróbico total, recuento de mohos, recuento de levaduras y prueba de patógenos.
- Las fórmulas propuestas fueron sometidas a una prueba de estabilidad preliminar de una semana previa a la estabilidad acelerada. Esto para evaluar de forma preliminar la estabilidad de la emulsión.

- Una vez determinadas las fórmulas ganadoras, se ingresaron a estabilidad acelerada durante 3 meses. El muestreo consiste en 4 muestras en envases de polietileno de un kilogramo de cada crema propuesta. Los factores a evaluar en la estabilidad del producto son: estabilidad a temperatura ambiente, estabilidad en horno a 40 °C, estabilidad en refrigeración a 5 °C y estabilidad en sol. Las muestras fueron analizadas cada semana durante los tres meses.
- Los parámetros y valores a evaluar de cada estabilidad son los siguientes: propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas.
- Los criterios para la evaluación de la estabilidad son:
 - Las muestras a temperatura ambiente deberán cumplir con todas las especificaciones establecidas durante tres meses.
 - Las muestras en horno (40 °C) deberán cumplir con todas las especificaciones establecidas por lo menos durante 1 mes.
 - Las muestras en refrigeración (5 °C) deberán cumplir con todas las especificaciones establecidas por lo menos durante 1 mes.
 - Las muestras en el sol deberán cumplir con todas las especificaciones establecidas por lo menos durante 1 mes.
- Se presentó la propuesta que fue estable, de mejor costo y que cumple con las especificaciones establecidas.

3.6. Recolección, ordenamiento y procesamiento de la información

La crema de uso corporal se obtuvo por un método diferente para obtener emulsiones denominado proceso en frío, donde la fabricación de una crema no necesita calor para adquirir la emulsión, sino que se utiliza un polímero emulsionante para obtener la consistencia adecuada y se mezclan todos los materiales a temperatura ambiente. Para obtener la crema de uso corporal se evaluó la materia prima, en este caso, 7 polímeros acrílicos enviados por el proveedor, debiendo cumplir con análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la corporación. Seguidamente se realizó una lista de materia prima para fabricar la crema de uso corporal con proceso en caliente anotando el porcentaje de uso, la función de cada materia prima para tener una idea de cómo formular y qué debe tener una crema humectante.

Tabla IX. **Análisis fisicoquímicos del polímero acrílico utilizado en la elaboración de emulsiones en frío**

Número de muestra	Polímero	pH	Densidad (kg/m ³)
1	DC 5200	6,65	924,10
2	DC 2051	5,69	1 112,60
3	Novemer EC-1	5,66	1 069,70
4	Viscoptima SE-LQ	6,22	1 234,90
5	Raphithix A-60	5,75	1 142,30
6	Rheosol AVC	5,89	1 161,30
7	Structure PQ-37P	6,09	1 070,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Análisis microbiológico del polímero acrílico utilizado en la elaboración de emulsiones en frío**

Polímero utilizado	Recuento aeróbico total (UFC/g o mL)	Recuento de hongos y levaduras (UFC/g o mL)	E. Coli	Staphylococcus Aureus	Pseudomonas Aeruginosa
DC 5200	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
DC 2051	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Novemer EC-1	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Viscoptim a SE-LQ	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Raphithix A-60	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Rheosol AVC	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Structure PQ-37P	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Materia prima utilizada en la elaboración de cremas de uso corporal con proceso en caliente**

Materia prima	Porcentaje de uso (%)	Función
Agua desmineralizada líquido	75,00	Vehículo
Cetareth-12 sólido 100 %	1,20	Emulsificante
Cetareth-20	1,20	Emulsificante
Alcohol Estearílico	3,50	Agente viscosante
EDTA tetrasódico polvo 99 %	0,10	Agente de secuestro
Carbómero-21 polvo 100 %	0,15	Agente suspensor
Aceite mineral líquido 100 %	5,00	Suavizante
Glicerina líquida 100 %	8,00	Hidratante
Vaselina (petrolato) semisólido 100 %	2,00	Formar capa protectora para hidratar
Triglicérido Cáprico/Caprílico líquido 100 %	1,00	Suavizante
Aceite de Rosa Mosqueta líquido oleoso	0,25	Emoliente
Ciclometicona 344 líquido	2,00	Disuelve a los demás activos y evapora
Perfume Rex 2377 líquido oleoso 100 %	0,20	Fragancia
FD&C Rojo núm. 40 (CI16035) polvo 100 %	0,10	Color
DMDM hidantoina/Metil cloro isotiazolinona/Metil isotiazolinona líquido 100 %	0,30	Preservante

Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

La fase experimental de este proyecto inicia con la formulación de una crema de uso corporal. Para obtener la crema se realizó una base para que pueda ser utilizada para fabricar cualquier crema de uso corporal. La base contiene el polímero acrílico que es el encargado de darle emulsión a la crema.

Se diseñaron 3 fórmulas base para crema de uso corporal con 7 polímeros acrílicos diferentes, por lo tanto, se obtuvieron 21 muestras bases y a estas se le realizaron análisis fisicoquímicos y organolépticos para determinar si cumplían con los parámetros establecidos. De estas formulaciones se escogieron 3 muestras de la tercera fórmula (fórmula C). Con las 3 muestras bases seleccionadas se elaboraron las cremas de uso corporal, teniendo en cuenta los componentes y principios activos que se deseaba que tuviera la crema cosmética. Una vez producidas las 3 cremas (Crema A, Crema B y Crema C) de uso corporal se procedió a evaluar propiedades organolépticas, análisis fisicoquímicos y análisis microbiológicos para determinar si tenían crecimiento microbiano que pudiese afectar al consumidor.

Una vez terminada la evaluación de las 3 emulsiones cosméticas (Crema A, Crema B y Crema C) de uso corporal se procedió a calcular el costo de fabricación de cada fórmula, tanto fabricadas en frío y el costo de una crema fabricada en caliente. Para ello se evaluaron varios aspectos: tiempo de fabricación para cada tipo de proceso, se realizó el cálculo para determinar el costo de mano de obra, el costo de las materias primas, el costo del consumo de diésel en la caldera para fabricar 250 kilogramos de cada emulsión.

Se determinaron dos tipos de estabilidad: estabilidad preliminar y estabilidad acelerada. La estabilidad preliminar es evaluar las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la crema durante una semana previa a la estabilidad acelerada. La estabilidad acelerada es la evaluación de las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la crema durante 3 meses. Se establecieron 4 factores que afectan la estabilidad en una crema: estabilidad a temperatura ambiente, estabilidad en horno (40 °C), estabilidad en refrigeración (5 °C) y estabilidad en sol.

Tabla XII. **Análisis fisicoquímico del diseño de la primera fórmula base para emulsiones en frío**

Núm. de muestra	Polímero	Viscosidad (Pa*s)	Densidad (Kg/m ³)	pH	Prueba de centrifuga
1	Muestra DC 5200	0,00	854,40	6,50	No hay separación de fases
2	Muestra DC 2051	11,90	1 121,60	6,00	No hay separación de fases
3	Novemer EC-1	7,20	1 089,70	6,90	No hay separación de fases
4	Viscoptima SE-LQ	1,80	1 257,90	6,12	No hay separación de fases
5	Rapithix A-60	18,80	1 156,30	6,20	No hay separación de fases
6	Rheosol AVC	14,40	1 175,30	6,06	No hay separación de fases
7	Structure DQ-37P	1,60	1 100,40	6,00	No hay separación de fases

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Análisis fisicoquímico del diseño de la segunda fórmula base para emulsiones en frío**

Núm. de muestra	Polímero	Viscosidad (Pa*s)	Densidad (Kg/m ³)	pH	Prueba de centrifuga
1	Muestra DC 5200	0,00	925,60	6.35	No hay separación de fases
2	Muestra DC 2051.	12,40	1 212,20	6,20	No hay separación de fases
3	Novemer EC-1	7,70	1 081,30	6,37	No hay separación de fases
4	Viscoptima SE-LQ	4,30	1 220,70	6,22	No hay separación de fases
5	Rapithix A-60	19,00	1 258,90	6,27	No hay separación de fases
6	Rheosol AVC	16,90	1 165,10	6,10	No hay separación de fases
7	Structure DQ-37P	3,10	1 125,30	6,84	No hay separación de fases

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis fisicoquímico del diseño de la tercera fórmula base para emulsiones en frío**

Núm. de muestra	Polímero	Viscosidad (Pa*s)	Densidad (Kg/m ³)	pH	Prueba de centrifuga
1	Muestra DC 5200	0,00	925,60	6.35	No hay separación de fases
2	Muestra DC 2051.	32,24	1 022,10	5.25	No tiene separación de fases
3	Novemer EC-1	15,20	1 081,30	6,51	No hay separación de fases
4	Viscoptima SE-LQ	7,10	1 220,70	5,42	No hay separación de fases
5	Rapithix A-60	28,15	1 040,60	5,45	No tiene separación de fases
6	Rheosol AVC	26,70	1 017,60	5,32	No tiene separación de fases
7	Structure DQ-37P	13,90	1 125,30	5,61	No hay separación de fases

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Análisis organoléptico de la primera fórmula base para emulsiones en frío**

Análisis sensorial	Con polímero DC 5200	Con polímero DC 2051	Con polímero Novemer EC-1	Con polímero Viscoptima SE-LQ	Con polímero Rapithix A-60	Con polímero Rheosol AVC	Con polímero Structure DQ-37P
Olor	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Color	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha
Apariencia	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala
Sensación al tacto	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Análisis organoléptico de la segunda fórmula base para emulsiones en frío**

Análisis sensorial	Con polímero DC 5200	Con polímero DC 2051	Con polímero Novemer EC-1	Con polímero Viscoptima SE-LQ	Con polímero Rapithix A-60	Con polímero Rheosol AVC	Con polímero Structure DQ-37P
Olor	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Color	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha
Apariencia	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala
Sensación al tacto	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala	Mala

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Análisis organoléptico de la tercera fórmula base para emulsiones en frío**

Análisis sensorial	Con polímero DC 5200	Con polímero DC 2051	Con polímero Novemer EC-1	Con polímero Viscoptima SE-LQ	Con polímero Rapithix A-60	Con polímero Rheosol AVC	Con polímero Structure DQ-37P
Olor	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Color	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha	No mancha
Apariencia	Mala	Mala	Mala	Mala	Buena	Buena	Mala
Sensación al tacto	Mala	Mala	Mala	Mala	Buena	Buena	Mala

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Análisis organoléptico de la crema en frío a partir del diseño de la tercera fórmula base**

Análisis sensorial	Crema con polímero DC 2051	Crema con polímero Rapithix A-60	Crema con polímero Rheosol AVC
Olor	Bueno	Bueno	Bueno
Color	No mancha	No mancha	No mancha
Apariencia	Bueno	Bueno	Bueno
Sensación al tacto	Bueno	Bueno	Bueno

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Análisis fisicoquímico de la crema en río a partir del diseño de la tercera fórmula base**

Núm. de muestra	Muestra base	Viscosidad (Pa*s)	Densidad (kg/m ³)	pH	Prueba de centrifuga
1	Muestra DC 2051	29,45	1 023,70	5,53	No tiene separación de fases
2	Rapithix A-60	26,65	1 040,60	5,66	No tiene separación de fases
3	Rheosol AVC	23,80	1 017,60	5,55	No tiene separación de fases

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Análisis microbiológico de la crema en frío a partir de la tercera fórmula base**

Muestra base	Recuento aeróbico total (UFC/g o mL)	Recuento de hongos y levaduras (UFC/g o mL)	E. Coli	Staphylococcus Aureus	Pseudomonas Aeruginosa
DC 2051	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Rapithix A-60	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente
Rheosol AVC	<10	<10	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Cuantificación de tiempos para la fabricación de emulsión caliente**

Proceso	Tiempo para el proceso (min)
Preparación de materias primas	30
Pesado de materias primas	60
Traslado de la materia prima al área de fabricación	10
Llenado de la fase acuosa (marmita)	10
Calentamiento de la fase acuosa (se realiza al mismo tiempo que el calentamiento de la fase oleosa)	30
Llenado de materiales de la fase oleosa (mezclador)	5
Calentamiento de la fase oleosa (se realiza al mismo tiempo que el calentamiento de la fase acuosa)	30
Emulsión	10
Agitación y homogenización (enfriamiento)	90
Descarga e identificación del lote de producción	20
Traslado a bodega de producto terminado	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Cuantificación de tiempos para la fabricación de emulsión en frío**

Proceso	Tiempo para el proceso (min)
Preparación de materias primas	20
Pesado de materias primas	40
Traslado de la materia prima al área de fabricación	10
Llenado de la fase acuosa (marmita)	10
Incorporación de la fase oleosa	10
Emulsión	5
Agitación y homogenización	15
Descarga e identificación del lote de producción	20
Traslado a bodega de producto terminado	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Control de tiempo de fabricación de las emulsiones en caliente**

Núm. de fabricación	Fecha de fabricación	Capacidad de marmita (Kg)	Hora inicio de fabricación	Hora final de fabricación	Tiempo total (h)
1	21/07/2014	250	7:00 am	11:30 am	4,50
2	04/08/2014	250	7:00 am	12:00 am	5,00
3	19/08/2014	250	7:00 am	12:00 am	5,00
4	05/09/2014	250	7:00 am	12:30 am	5,50
5	16/09/2014	250	7:00 am	12:00 am	5,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Control de tiempo de fabricación de las emulsiones en frío**

Núm. de fabricación	Fecha de fabricación	Capacidad del tanque (Kg)	Hora inicio de fabricación	Hora final de fabricación	Tiempo total (h)
1	13/10/2014	250	7:00 am	9:30 am	2,50
2	14/10/2014	250	7:00 am	9:00 am	2,00
3	15/10/2014	250	7:00 am	9:30 am	2,50
4	16/10/2014	250	7:00 am	9:00 am	2,00
5	17/10/2014	250	7:00 am	9:15 am	2,25

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Tiempo de calentamiento de la marmita**

Núm. de fabricación	Fecha de fabricación	Capacidad de marmita (Kg)	Hora inicio de consumo de vapor	Hora final de consumo de vapor	Tiempo de calentamiento (h)
1	21/07/2014	250	7:00 am	7:30 am	0,50
2	04/08/2014	250	7:00 am	7:35 am	0,55
3	19/08/2014	250	7:00 am	7:30 am	0,50
4	05/09/2014	250	7:00 am	7:25 am	0,45
5	16/09/2014	250	7:00 am	7:30 am	0,50

Fuente: elaboración propia.

Costo de diésel por lote de fabricación

- $C = L * t * c * Cd$ [Ecuación 1]

Donde:

C= costo del diésel por lote de fabricación

L= lote de crema a fabricar (Kg)

t= tiempo de calentamiento de la marmita (h)

c= consumo de diésel (galón/hora)

Cd= costo del diésel (Q/galón)

Tabla XXVI. Costo de diésel por lote

Lote (Kg)	Tiempo de calentamiento (h)	Consumo de diésel (galón/hora)	Costo diésel (Q/galón)	Costo diésel por lote (Q)
250,00	0,50	5	30,00	75,00

Fuente: elaboración propia.

Costo de mano de obra

- $Costo MO = \frac{Salario}{días laborados * horas diarias laboradas}$ [Ecuación. 2]

Donde:

Costo MO= costo de mano de obra (Q/h)

Salario= salario mensual que tiene el colaborador (Q)

Días laborados= días laborados mensualmente (días)

Horas laboradas= horas laboradas en un día (h)

Tabla XXVII. **Materia prima utilizada en la elaboración de cremas de uso corporal con proceso en frío**

Materia prima	Porcentaje de uso (%)	Función
Agua desmineralizada líquido	80,25	Vehículo
EDTA tetrasódico polvo 99 %	0,10	Agente de secuestro
Carbómero – 21 polvo 100 %	0,15	Agente suspensor
Polímero acrílico (muestra base)	0,80	Emulsionante
Aceite mineral líquido 100 %	5,00	Suavizante
Glicerina líquida 100 %	8,00	Hidratante
Aceite mineral líquido 100 %	2,00	Formar capa protectora para hidratar
Glicerina líquida 100 %	1,00	Suavizante
Vaselina (petrolato) semisólido 100 %	2,00	Formar capa protectora para hidratar
Triglicérido Cáprico/Caprílico líquido 100 %	1,00	Suavizante
Aceite de Rosa Mosqueta líquido oleoso	0,25	Emoliente
Ciclometicona 344 líquido	2,00	Disuelve a los demás activos y evapora
Perfume Rex 2377 líquido oleoso 100 %	0,20	Fragancia
FD&C Rojo núm. 40 (CI16035) polvo 100 %	0,10	Color
Micro Care MTI	0,15	Preservante

Fuente: elaboración propia.

Costo de materia prima

- $Costo MP = costo TMP * cantidad fabricada$ [Ecuación 3]

Donde:

Costo MP= costo de materia prima (Q)

Costo TMP= costo total de materia prima utilizada en la fabricación (Q)

Cantidad fabricada= cantidad fabricada de crema (Kg)

Tabla XXVIII. **Costo de fabricación de las cremas en frío propuestas**

Rubro	Crema DC 2051	Crema Rapithix A-60	Crema Rheosol AVC
Tiempo de fabricación (h)	2,25	2,25	2,25
Costo de Mano de obra (Q)	22,5	22,5	22,5
Costo de Materia Prima (Q)	4 015	1 735	1 847,5
Costo total de fabricación (Q)	4 037,5	1 757,5	1 870
Costo de fabricación por kilogramo de crema (Q/Kg)	16,15	7,03	7,48

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Costo de fabricación de las emulsiones en caliente y en frío**

Rubro	Emulsión en caliente	Emulsión en frío
Tiempo de fabricación	5,00 h	2,25
Costo de uso de vapor	Q75,00	No se utiliza vapor
Costo de mano de obra	Q50,00	Q22,50
Costo de materia prima	Q1 682,50	Q1 735,00
Costo total de fabricación	Q1 807,5	Q1 757,50
Costo de fabricación por kilogramo de crema	Q7,23	Q7,03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Estabilidad preliminar de la fórmula ganadora
(1 semana)**

Parámetro	Especificación	Lectura inicial	Fecha	Observaciones
Color	Debe conservar el mismo color inicial. No debe haber oxidación.	Color comparado al patrón.	02/06/2014	Tiene el mismo tono de color inicial.
Olor	Debe conservar el mismo olor inicial.	Color comparado al patrón.	02/06/2014	Tiene el mismo olor inicial.
Apariencia	No debe haber ningún precipitado, debe ser totalmente uniforme.	Apariencia comparada al patrón.	02/06/2014	Es totalmente uniforme.
Densidad (Kg/m ³)	Debe tener el rango de densidad determinado.	1 040,6	02/06/2014	Tiene el rango determinado.
pH	5,5 – 6,5	5,66	02/06/2014	Tiene el pH determinado.
Viscosidad (Pa*s)	La más estable y con auto-rango cercano al 50 %, con pines en Brookfield HA.	26,65	02/06/2014	Tiene la viscosidad determinada.
Centrífuga	No debe haber separación de fases después de una hora de centrifuga a 2 000 rpm.	No tiene separación de fases.	01/06/2014	No tiene separación de fases.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI.

**Estabilidad acelerada de la fórmula ganadora
(3 meses)**

Parámetro	Primer mes						Segundo mes						Tercer mes					
	Fecha: 09/06/2014						Fecha: 09/07/2014						Fecha: 09/08/2014					
	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual	25 °C	45 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual
Color	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Olor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Apariencia	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Densidad (g/cm ³)	1,0334	1,0309	1,0165	1,0057	1,0220	1,0341	1,0392	1,0329	1,0258	1,0349	1,0292	1,0239	1,0239	1,0292	1,0292	1,0239	1,0239	1,0239
pH	5,31	6,01	6,14	5,76	5,74	6,14	6,19	6,11	6,11	5,74	5,81	5,75	5,75	5,85	5,85	5,75	5,75	5,75
Viscosidad (mPa)	28 400	20 200	19 800	37 050	27 550	20 050	20 400	33 000	33 000	27 400	18 600	20 100	35 050	20 100	20 100	35 050	35 050	35 050
Centrifuga	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII.

**Estabilidad acelerada de la fórmula ganadora
(3 meses)**

Parámetro	Primer mes			Segundo mes			Tercer mes		
	Fecha: 09/06/2014			Fecha: 09/07/2014			Fecha: 09/08/2014		
	25 °C	40 °C	5 °C	25 °C	40 °C	5 °C	25 °C	45 °C	5 °C
Color	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Olor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Apariencia	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Densidad (g/cm ³)	1,0334	1,0309	1,0165	1,0220	1,0341	1,0392	1,0349	1,0329	1,0239
pH	5,31	6,01	6,14	5,74	6,14	6,19	5,74	5,81	5,75
Viscosidad (mPa)	28 400	20 200	19 800	27 550	20 050	20 400	27 400	18 600	35 050
Centrifuga	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis estadístico

En cada fabricación se tomará el tiempo en que se tarda la marmita en calentar, se realizarán 5 corridas de fabricación de emulsiones en caliente. Se calcularán promedios estadísticos de los tiempos de fabricación con el propósito de determinar el costo del diésel que emplea la caldera por cada fabricación de crema de 250 kilogramos.

Promedio:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 \dots + X_n}{N} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

Donde:

X = valor promedio

Xn = valor observado

N= número total de datos observados

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} |X_i - X|^2}{n-1}} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

Donde:

S= desviación estandar

X= valor de la media

Xi= valor de cada observacion

n= número total de datos observados

Varianza

$$\sigma = S^2$$

[Ecuación 6]

Donde:

S= desviación estándar

σ = varianza

Tabla XXXIII. **Análisis estadísticos de los tiempos del consumo de vapor en la caldera**

Capacidad de marmita (Kg)	Promedio del tiempo de calentamiento (h)	Desviación estándar del tiempo de calentamiento (h)	Varianza del tiempo de calentamiento (h)
250	0,5000	0,0353	0,0012

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

Tabla XXXIV. **Fórmula cualitativa y cuantitativa de la base de una emulsión en frío utilizada para cremas de uso corporal**

Descripción de la materia prima	Porcentaje de uso (%)	Fase	Función	Beneficios
Agua desmineralizada líquido	80,20	A	Vehículo	N/A
EDTA tetrasódico polvo 99 %	0,10	A	Agente de secuestro	N/A
Carbómero-21 polvo 100 %	0,15	A	Agente suspensor	N/A
Polímero Acrílico Raphitix A-60 (muestra base)	0,80	B	Emulsionante	N/A

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Fórmula cualitativa y cuantitativa de la crema de uso corporal utilizando como base emulsión fabricada en frío**

Descripción de la materia prima	Porcentaje de uso (%)	Fase	Función	Beneficios
Agua desmineralizada líquido	80,20	A	Vehículo	N/A
EDTA tetrasódico polvo 99 %	0,10	A	Agente de secuestro	N/A
Carbómero-21 polvo 100 %	0,15	A	Agente suspensor	N/A
Polímero Acrílico Raphitix A-60 (muestra base)	0,80	B	Emulsionante	N/A
Aceite mineral líquido 100 %	5,00	C	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Glicerina líquida 100 %	8,00	C	Hidratante	Suavidad
Vaselina (petrolato) semisólido 100 %	2,00	C	Formar capa protectora para hidratar	Humectación de la piel
Triglicérido Cáprico/Caprílico líquido 100 %	1,00	C	Suavizante	Esparcibilidad en la piel
Aceite de Rosa Mosqueta líquido oleoso	0,25	C	Emoliente	Suavidad
Ciclometicona 344 líquido	2,00	C	Disuelve a los demás activos y evapora	Suavidad
Perfume Rex 2377 líquido oleoso 100 %	0,20	C	Fragancia	N/A

Continuación de la tabla XXXV.

FD&C Rojo No. 40 (CI16035) polvo 100 %	0,10	C	Color	N/A
Micro Care MTI	0,15	C	Preservante	Evita la contaminación microbiana

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Evaluación de propiedades organolépticas de la crema de uso corporal fabricada en frío**

Propiedad organoléptica	Parámetro	Resultado	Evaluación
Olor	Bueno	Bueno	Aprobado
Color	No mancha	No mancha	Aprobado
Aspecto/Apariencia	Bueno	Bueno	Aprobado
Sensación al tacto	Bueno	Bueno	Aprobado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Análisis fisicoquímico de la crema de uso corporal fabricada en frío**

Análisis fisicoquímico	Parámetro	Resultado	Evaluación
Viscosidad (Pa*s)	20,00 a 30,00 Pa*s	26,65	Aprobado
Densidad (Kg/m ³)	1 000 a 1 200 Kg/m ³	1 041	Aprobado
Ph	5,5-6,5	5,66	Aprobado
Prueba de centrifuga	No debe haber separación de fase después de una hora de centrifuga a 33 HZ	No tiene separación de fases	Aprobado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Análisis microbiológico de la crema de uso corporal fabricada en frío**

Análisis Microbiológico	Parámetro	Resultado	Evaluación
Recuento aeróbico total (UFC/g o mL)	<10	<10	Aprobado
Recuento de hogos y levaduras (UFC/g o mL)	<10	<10	Aprobado
Escherichia Coli	Ausente	Ausente	Aprobado
Staphylococcus Aureus	Ausente	Ausente	Aprobado
Pseudomonas Aeruginosa	Ausente	Ausente	Aprobado

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Estabilidad preliminar de la crema de uso corporal fabricada en frío (1 semana)**

Parámetro	Especificación	Lectura inicial	Fecha	Resultado
Color	Debe conservar el mismo color inicial. No debe haber oxidación	Color comparado al patrón	02/06/2014	Tiene el mismo tono de color inicial
Olor	Debe conservar el mismo olor inicial	Color comparado al patrón	02/06/2014	Tiene el mismo olor inicial
Apariencia	No debe haber ningún precipitado, debe ser totalmente uniforme	Apariencia comparada al patrón	02/06/2014	Es totalmente uniforme
Densidad (Kg/m ³)	Debe tener el rango de 1 000 a 1 200	1 040	02/06/2014	Tiene el rango determinado
Ph	5,5 – 6,5	5,66	02/06/2014	Tiene el pH determinado

Continuación de la tabla XXXVIII.

Viscosidad (Pa*s)	Debe tener el rango de (20,00 a 30,00 Pa*s)	26,65	02/06/2014	Tiene la viscosidad determinada
Centrífuga	No debe haber separación de fases después de una hora de centrífuga a 33 Hz	No tiene separación de fases	01/06/2014	No tiene separación de fases
Análisis Microbiológico	Debe de tener <10 UFC para recuento aeróbico total, mohos y levaduras. Para prueba de patógenos debe de estar ausente	<10 UFC y ausente	01/06/2014	Cumple con los análisis microbiológicos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Estabilidad acelerada de la crema de uso corporal fabricada en frío (3 meses)**

Parámetro	Primer mes						Segundo mes						Tercer mes					
	Fecha: 09/06/2014						Fecha: 09/07/2014						Fecha: 09/08/2014					
	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	Igual	Igual
Color	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Olor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Apariencia	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual
Densidad (Kg/m ³)	1 033	1 031	1 017	1 006	1 022	1 034	1 039	1 039	1 026	1 035	1 033	1 029	1 024	1 024	1 029	1 029	1 029	1 024
pH	5,31	6,01	6,14	5,76	5,74	6,14	6,19	6,11	6,11	5,74	5,81	5,85	5,75	5,75	5,85	5,85	5,75	5,75
Viscosidad (Pa*s)	28,400	20,200	19,800	37,050	27,550	20,050	20,400	20,400	33,000	27,400	18,600	20,100	35,050	35,050	20,100	20,100	20,100	35,050
Centrifuga	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa	No se separa

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL.

Estabilidad acelerada de la crema de uso corporal fabricada en frío (3 meses)

Parámetro	Primer mes				Segundo mes				Tercer mes			
	Fecha: 09/06/2014				Fecha: 09/07/2014				Fecha: 09/08/2014			
	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	25 °C	40 °C	Sol	5 °C	25 °C	40 °C	Sol	5 °C
Recuento aeróbico total (UFC)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Recuento de mohos y levaduras (UFC)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Patógenos (ausente)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Costo de fabricación de las emulsiones**

Rubro	Emulsión en caliente	Emulsión en frío
Tiempo de fabricación	5,00 h	2,25 h
Costo de uso de vapor	Q75,00	No se utiliza vapor
Costo de mano de obra	Q50,00	Q22,50
Costo de materia prima	Q1 682,50	Q1 735,00
Costo total de fabricación	Q1 807.5	Q1 757,50
Costo de fabricación por kilogramo de crema	Q7, 23	Q7,03

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El motivo del presente estudio es implementar y desarrollar procesos de fabricación de cremas de uso corporal obtenidas usando como base emulsión en frío, dirigida a la venta por catálogo de cosméticos en Centro América en la empresa Lancasco, S. A. planta Atlántico.

Se diseñó la fórmula de la emulsión en frío que sirve de base para cremas de uso corporal y se evaluaron las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de la formulación diseñada; se establecieron los factores que pueden afectar la estabilidad química del producto nuevo y la comparación del costo de un proceso en frío y en caliente.

El diseño de una fórmula es a prueba y error, su elaboración involucra el beneficio y costo que reportará el producto. Se plantearon 3 diferentes fórmulas base para cremas de uso corporal con 7 polímeros acrílicos distintos, la muestra base contiene un polímero acrílico, los polímeros acrílicos son los que ayudan a emulsificar una crema. La fórmula A se empleó con cada polímero, por tanto, se tenían 7 muestras de la fórmula A, se evaluó organoléptica y fisicoquímicamente cada muestra para determinar el desempeño de cada una (ver tablas XII y XV, páginas 57 y 60), de esta fórmula no se escogió ninguna muestra debido a que no se emulsificaron.

La fórmula B se realizó con cada polímero al igual que la fórmula A, se obtuvieron 7 muestras de la fórmula B, se evaluó organoléptica y fisicoquímicamente cada muestra (ver tablas XIII y XVI, páginas 58 y 61), de esta fórmula se descartaron todas las muestras porque la viscosidad fue muy baja,

además, organolépticamente parecían gel y no crema. La fórmula C se realizó también con cada polímero y se obtuvo 7 muestras de esta fórmula, se evaluó cada muestra organoléptica y fisicoquímicamente (ver tablas XIV y XVII, páginas 59 y 62), de esta fórmula se eligieron 3 muestras y las otras 4 se descartaron debido a que tuvieron baja viscosidad y organolépticamente parecían gel.

Con las 3 muestras bases seleccionadas se elaboraron las cremas de uso corporal, teniendo en cuenta los componentes y principios activos que se deseaba tuviera la crema cosmética. Una vez producidas las 3 cremas (crema A, crema B y crema C) de uso corporal, se procedió a evaluar las propiedades organolépticas como: olor, color, aspecto y sensación al tacto (ver tabla XVIII, página 63). El olor de la crema cumplió con la fragancia que se le había agregado a la crema, el color debía de ser rosado claro cumpliendo el patrón que se había establecido, el aspecto cumplió con la apariencia de una crema y la sensación al tacto fue la de una crema humectante, fácilmente expansible y fundente en contacto con la piel. Además, se les realizó análisis fisicoquímicos tales como viscosidad, pH, densidad y prueba de centrifuga (ver tabla XIX, página 6).

Estos análisis se realizaron según al patrón que se utiliza en Lancasco S. A. para cremas corporales. La viscosidad se evalúa a un rango de 20,00 a 40,00 pascales, la densidad de 992,00 a 1 062,00 Kg/m³, el pH de 5,5-6,5 y en la prueba de centrifuga no debe haber separación de fases después de una hora de centrifuga a 33 Hz. Por último, a las cremas seleccionadas se les realizó análisis microbiológicos como recuento aeróbico total, recuento de mohos, levaduras y prueba de patógenos (ver tabla XX, página 64). El recuento aeróbico total y recuento de mohos y levaduras son el número de microorganismos aeróbicos, mohos y levaduras presentes en las muestras. El rango permisible de estos microorganismos en la industria cosmética es < 10 UFC.

La prueba de patógenos es la detección de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* presentes en las muestras y el resultado debe de reportar ausencia de estos patógenos. Las 3 cremas producidas cumplieron con todos los análisis realizados.

Una vez terminada la evaluación de las 3 emulsiones cosméticas (crema A, crema B y crema C) de uso corporal se procedió a hacer el costo de fabricación de cada fórmula, siendo estas las fabricadas en frío y las fabricadas en caliente. Para ello se evaluaron varios aspectos: tiempo de fabricación para cada tipo de proceso, se realizó el cálculo para determinar el costo de mano de obra y el costo de las materias primas para fabricar 250 kilogramos de cada emulsión.

El factor principal a analizar fue el consumo energético, para ello fue necesario calcular el consumo de diésel durante un período de 5 días, durante este tiempo se llevó el control de uso de vapor que se encuentra en el área de fabricación de 250 que contiene una marmita de 250 kilogramos de capacidad y una de 100 kilogramos (ver tabla XXV, página 68). En ningún momento del período de estudio se utilizaron todos los equipos que trabajan con vapor al mismo tiempo, esto con la finalidad de evitar que el consumo de vapor aumentara por el funcionamiento de algún otro equipo. Para el caso de la emulsión en frío se utilizó un tanque de 250 kilogramos de capacidad.

La diferencia consiste en que las emulsiones que son procesadas en frío no utilizan calentamiento para su fabricación, por lo que no hay uso de vapor para realizar estos productos (ver tabla XXI, página 65), esto logra disminuir los costos de fabricación, ya que el período de tiempo promedio que se utiliza el vapor en el área de 250 para fabricar una crema procesada en caliente es de 0,5 horas aproximadamente. Las emulsiones en caliente presentan mayor tiempo de fabricación ya que poseen tiempos prolongados para el calentamiento de las

materias primas y posteriormente, es necesario un tiempo de enfriamiento (ver tabla XXI página 65). Este último tiempo es necesario para que se pueda concluir la fabricación, ya que las fragancias como los principios activos deben ser agregadas a una temperatura que oscile entre los rangos de 35 – 40 °C para que no pierdan sus propiedades. En esta fase del proceso es donde se incrementa el costo, ya que el calentamiento como el enfriamiento representa el 60 % del tiempo de fabricación.

Otro aspecto a analizar es el costo de las materias primas (ver tablas X y XXVII, páginas 54 y 70) que se utilizan para ambos tipos de emulsiones. Para el presente estudio se utilizan materias primas que pueden ser incorporadas en ambos tipos de emulsiones, con la finalidad de poder realizar una comparación de costos. El costo de las materias primas para las emulsiones en frío es mayor ya que ciertos elementos presentan mayor costo por kilogramo. Específicamente la base de la crema en frío es la que presenta un aumento en su precio debido a que el material base para lograr la emulsión es el polímero acrílico, este polímero tiene varios costos y depende de qué polímero se utilice.

En las 3 emulsiones fabricadas, la crema A usó el polímero DC 2051, la crema B el polímero Rapithix A-60 y la crema C el polímero Rheosol AVC, el costo de cada emulsión fabricada en frío dependerá del costo del polímero acrílico (ver tabla XXVIII). Otro factor que presenta aumento de precio es el elevado costo del preservante, ya que por no presentar calentamiento en el proceso, se corre el riesgo de contaminación por los altos volúmenes de agua que se utilizan, por ende, el porcentaje de preservante debe ser el adecuado para evitar problemas microbianos.

El costo de mano de obra para cada tipo de emulsión es directamente proporcional al tiempo que se necesita para fabricarla. Debido a que una

emulsión en caliente necesita mayor tiempo de fabricación, por tanto, el costo de mano de obra también es mayor (ver tabla XXIX).

De las 3 emulsiones cosméticas fabricadas en frío (crema A, crema B y crema C) de uso corporal, se eligió la crema B debido a que cumple con parámetros organolépticos, análisis fisicoquímicos y microbiológicos establecidos y fue la crema que reportó mejor costo.

La fabricación de las emulsiones en frío presenta menor costo que la fabricación de emulsiones en caliente (ver tabla XXXIXI).

Se determinaron dos tipos de estabilidad: estabilidad preliminar y estabilidad acelerada. La estabilidad preliminar consiste en evaluar las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la crema durante una semana previa a la estabilidad acelerada. Se fabricó 1 Kg de crema B, que fue la seleccionada y se analizó según procedimiento de la estabilidad preliminar. El resultado fue que cumplió con las especificaciones establecidas (ver tabla XXXVIII).

La estabilidad acelerada consiste en la evaluación de las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la crema durante tres meses. Se establecieron 4 factores que afectan la estabilidad en una crema: estabilidad a temperatura ambiente puesto que la crema estará en un sistema de condiciones normales, estabilidad en horno (40 °C) debido que algunos lugares donde se compra el producto son de clima cálido, estabilidad en refrigeración (5 °C) porque así como se vende el producto en clima cálido también se vende en clima frío, por ende se debe de evaluar temperaturas extremas para verificar que el producto no cambie sus propiedades físicas y químicas y por último, la estabilidad en sol puesto que

al ser transportado, el producto recibe la energía solar y sus propiedades pueden alterarse.

El muestreo de la estabilidad acelerada consistió en 4 muestras en envases de polietileno de 1 Kg de la crema B, los criterios evaluados en la estabilidad del producto son los 4 factores que afectan la estabilidad. Las muestras fueron analizadas cada mes, durante los tres meses. Los parámetros y valores evaluados de cada estabilidad fueron: propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas. La crema B cumplió con las especificaciones establecidas de estabilidad (ver tabla XXXIX).

Se presentó la propuesta (crema B) que fue estable, de mejor costo y que cumplió con las especificaciones establecidas. Esta crema fue aceptada por Gerencia, se realizaron los nuevos procedimientos de fabricación para cremas de uso corporal. Se fabricó primeramente a lote piloto (aproximadamente 50 Kg) para verificar el comportamiento exacto del escalonamiento, luego se fabricó a gran escala con 250 Kg de crema ya que los resultados fueron favorables en la anterior fabricación de lote piloto.

Los beneficios que presentan las emulsiones procesadas en frío son que al tener un menor tiempo de fabricación, la planta cosmética puede realizar una cantidad mayor de lotes de cremas, lo que ayuda a satisfacer la demanda del consumidor y mejora la productividad de la planta. Con base en el tiempo de fabricación, se podrían realizar tres lotes de 250 kg de crema procesada en frío diariamente, sin embargo, solamente se puede fabricar un lote de 250 kg de crema procesada en caliente, el tiempo necesario para la fabricación es de 5 horas, lo que representa el 63 % del tiempo diario de una jornada laboral.

Las emulsiones en caliente poseen mejor control microbiológico, ya que sus materias primas constitutivas necesitan calentamiento (75 – 80 °C), esto disminuye la probabilidad de crecimiento microbiano. Para el caso de las emulsiones procesadas en frío se debe de llevar un control estricto de buenas prácticas de manufactura para evitar crecimiento microbiano, además garantizar la calidad del agua utilizada en el proceso.

CONCLUSIONES

1. La fórmula diseñada de las emulsiones en frío sirve como base para cremas de uso corporal de manera eficiente, como la base de las emulsiones en caliente.
2. La crema de uso corporal fabricada en frío cumple con el olor, color, aspecto y sensación al tacto, que son las propiedades organolépticas establecidas.
3. Las emulsiones cosméticas de uso corporal fabricadas en frío cumplen con los rangos y parámetros de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.
4. Los dos tipos de estabilidad evaluados en las cremas cosméticas son estabilidad preliminar y estabilidad acelerada. La estabilidad preliminar consiste en evaluar las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la crema durante una semana, y la estabilidad acelerada consiste en evaluar las mismas propiedades que la estabilidad preliminar durante tres meses.
5. Los factores que afectan la estabilidad acelerada del nuevo producto son: estabilidad a temperatura ambiente, estabilidad en horno, estabilidad en refrigeración y estabilidad en sol.

6. El costo de fabricación de las emulsiones en caliente es mayor que el costo de fabricación de las emulsiones en frío, debido a que las emulsiones en caliente emplean vapor de caldera, tiempos de calentamiento y enfriamiento que aumentan el tiempo de fabricación; por tanto, el costo de mano de obra es mayor.

RECOMENDACIONES

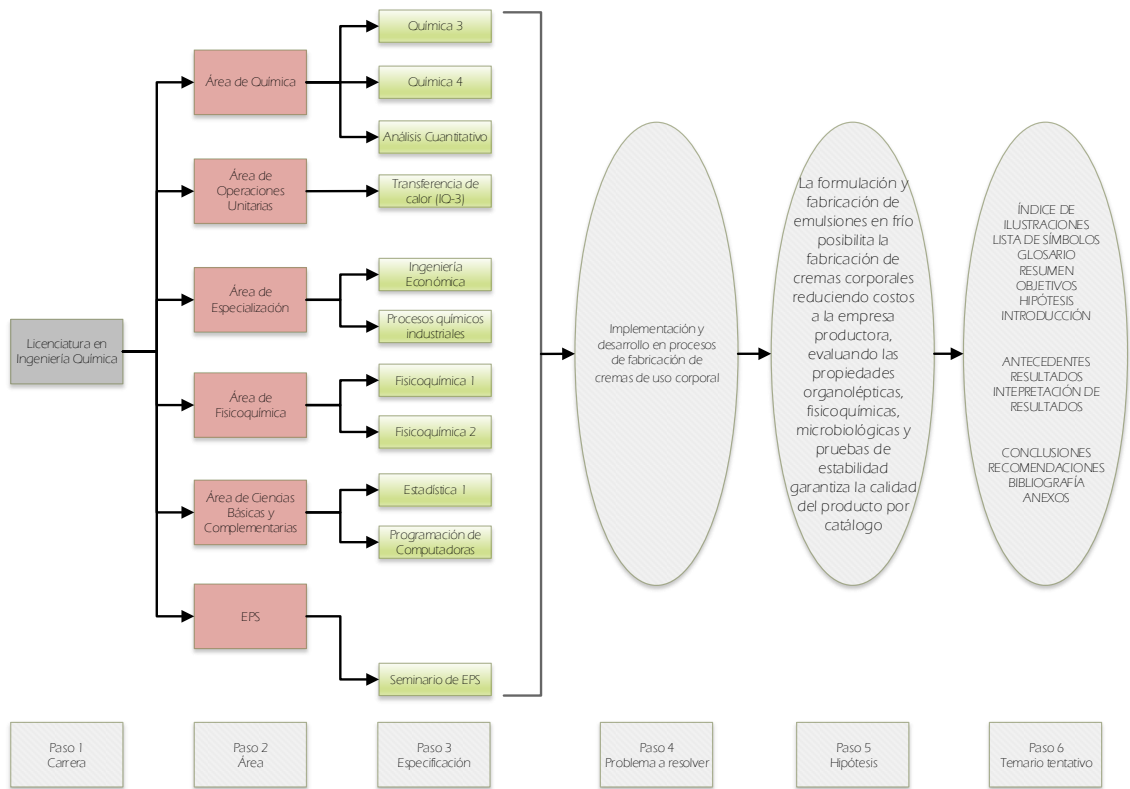
1. Alternar los dos procesos de fabricación para mejorar la productividad de la planta cosmética.
2. Para no afectar al consumidor final por el cambio de las formulaciones antiguas que están posicionadas en el mercado, los nuevos productos desarrollados deben ser trabajados con materias primas que puedan ser procesadas en frío y caliente.
3. Colocar el porcentaje de preservante adecuado en la fabricación de emulsiones en frío para evitar el crecimiento microbiano en el producto.
4. Trabajar con buenas prácticas de manufactura en el área de producción.
5. Se hace imperativo el involucramiento de los ingenieros químicos de esta época en temas de mejoramiento de procesos industriales, debido a que se está perdiendo liderazgo en la industria cosmética guatemalteca.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIENTOS LIMA, Neil Edwing. *Propuesta para la creación y lanzamiento de productos nuevos en la industria cosmética guatemalteca*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 128 p.
2. BERMEJO, Marital. *Preparación de emulsiones*. España: Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Universidad de Valencia, 2003. 148 p.
3. CHANG, Raymond. *Química general*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 1992. 1428 p.
4. PERRY, Robert H. *Manual del ingeniero químico*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 1992. 238 p.
5. PONCE, Luisa Fernanda. *Estabilidad de productos cosméticos*. Revista Global Cosmetic Industry, volumen 2002. p. 24-30.
6. VÁSQUEZ LÓPEZ, David Antonio. *Comparación del costo y el beneficio en la fabricación de emulsiones cosméticas de acuerdo al consumo energético*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 151 p.

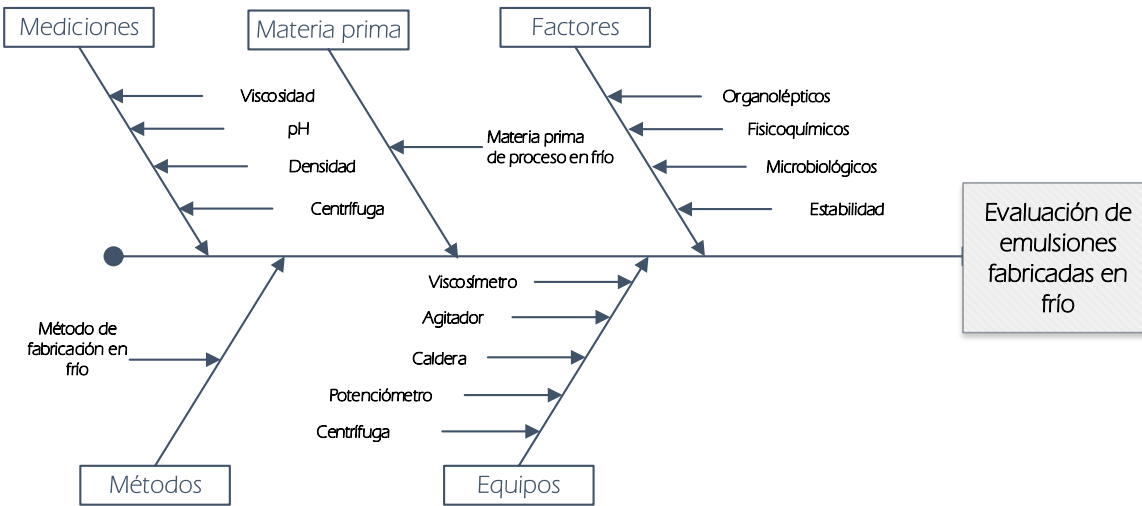
APÉNDICES

Apéndice 1. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio 2013.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia, con Microsoft Visio 2013.