



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

COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA  
FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO  
AL CONSUMO ENERGÉTICO

**David Antonio Vásquez López**

Asesorado por el Ing. José Eduardo Calderón

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA FABRICACIÓN DE  
EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO AL CONSUMO ENERGÉTICO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR:

**DAVID ANTONIO VÁSQUEZ LÓPEZ**  
ASESORADO POR EL ING. JOSÉ EDUARDO CALDERÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos   |
| VOCAL I    | Inga. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II   | Inga. Alba Guerreño De López       |
| VOCAL III  | Ing. Miguel Angel Dávila Calderón  |
| VOCAL IV   | Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz     |
| VOCAL V    |                                    |
| SECRETARIO | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas   |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

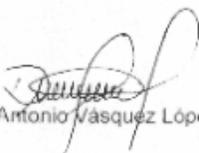
|            |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  |
| EXAMINADOR | Ing. Manuel Tay Oroxon            |
| EXAMINADOR | Ing. Zenon Much Santos            |
| EXAMINADOR | Ing. José Eduardo Calderón García |
| SECRETARIA | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas  |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA  
FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO  
AL CONSUMO ENERGÉTICO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, en julio de 2008.

  
David Antonio Vásquez López



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

Guatemala 22 de agosto de 2008

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de Graduación de el estudiante David Antonio Vásquez López, titulado "COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO AL CONSUMO ENERGÉTICO". Considero que el presente trabajo de Graduación llena los requisitos para ser aprobado.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, me suscribo a usted.

Atentamente,

Ing. José Eduardo Calderón  
Colegiado No. 244  
Profesor Titular IX  
Asesor de trabajo de graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 23 de Septiembre de 2008  
Ref. EI.Q.248.2008

Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-096-08-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERO QUÍMICO al estudiante universitario **DAVID ANTONIO VÁSQUEZ LÓPEZ**, identificado con carné No. **2002-12192**, titulado: **COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO AL CONSUMO ENERGÉTICO**, el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico José Eduardo Calderón como consta en el Acta.

Habiendo encontrado el referido informe final satisfactorio, se procede a recomendarle autorice al estudiante **Vásquez López** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Inga. Teresa Lisedy de León Arana, M.Sc.

COORDINADORA  
Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación



ESCUELA DE  
INGENIERÍA QUÍMICA

C.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA.

---

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, M.Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el trabajo de graduación del estudiante **David Antonio Vásquez López** titulado: **"COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO AL CONSUMO ENERGÉTICO"**, procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.

Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M.Sc.  
DIRECTOR ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, octubre de 2,008

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

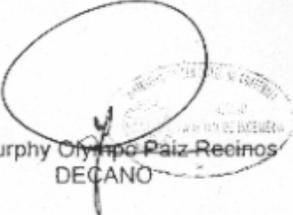


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 315.2008

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: **COMPARACIÓN DEL COSTO Y EL BENEFICIO EN LA FABRICACIÓN DE EMULSIONES COSMÉTICAS DE ACUERDO AL CONSUMO ENERGÉTICO**, presentado por el estudiante universitario **David Antonio Vásquez López**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A circular stamp of the Faculty of Engineering, Universidad de San Carlos de Guatemala, with a signature over it.  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, octubre de 2008

/gdech

# ÍNDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>          | V        |
| <b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>                | VII      |
| <b>GLOSARIO</b>                         | IX       |
| <b>RESUMEN</b>                          | XV       |
| <b>OBJETIVOS</b>                        | XVII     |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                     | XIX      |
| <br>                                    |          |
| <b>1. MARCO TEÓRICO</b>                 | <b>1</b> |
| <br>                                    |          |
| 1.1 Definición producto cosmético       | 1        |
| 1.2 Categoría de productos cosméticos   | 1        |
| 1.3 Fabricación de productos cosméticos | 2        |
| 1.3.1 En el área de producción          | 2        |
| 1.3.2 Agua                              | 3        |
| 1.3.3 Materias primas                   | 3        |
| 1.4 Definición de emulsiones            | 4        |
| 1.4.1 Clasificación de emulsiones       | 4        |
| 1.4.1.1 Tamaño de partícula             | 4        |
| 1.4.1.2 Por su composición              | 4        |
| 1.4.1.2.1 Emulsiones aceite en agua     | 5        |
| 1.4.1.2.2 Emulsiones agua en aceite     | 5        |
| 1.4.1.3 Por su aplicación               | 5        |
| 1.4.1.3.1 Como vehículo                 | 5        |
| 1.4.1.3.2 La emulsión por sí misma      | 5        |
| 1.4.1.3.3 Limpieza de la piel           | 5        |
| 1.4.1.3.4 Cremas con beneficios         | 5        |
| 1.4.1.3.5 Cremas de protección          | 6        |

|             |                                   |    |
|-------------|-----------------------------------|----|
| 1.4.1.4     | Por su finalidad                  | 6  |
| 1.4.1.4.1   | Decorativas                       | 6  |
| 1.4.1.4.2   | Estéticas                         | 6  |
| 1.4.2       | Características de las Emulsiones | 6  |
| 1.4.2.1     | Características Físicas           | 6  |
| 1.4.2.2     | Características Organolépticas    | 7  |
| 1.4.2.2.1   | Olor                              | 7  |
| 1.4.2.2.2   | Color                             | 8  |
| 1.4.2.2.3   | Extensibilidad                    | 8  |
| 1.4.2.3     | Características Fisicoquímicas    | 8  |
| 1.4.2.3.1   | Tipo de emulsión                  | 8  |
| 1.4.2.3.2   | Tamaño de gotícula interna        | 9  |
| 1.4.2.3.3   | Determinación de pH               | 9  |
| 1.4.2.3.4   | Resistencia a centrifugación      | 9  |
| 1.4.2.3.5   | Cambios de temperatura            | 9  |
| 1.4.3       | Elementos de una emulsión         | 10 |
| 1.4.3.1     | Fase oleosa o grasosa             | 10 |
| 1.4.3.1.1   | Emulsificante / Emulsionante      | 10 |
| 1.4.3.1.1.1 | Aniónicos                         | 11 |
| 1.4.3.1.1.2 | Catiónicos                        | 11 |
| 1.4.3.1.1.3 | No iónicos                        | 11 |
| 1.4.3.1.1.4 | Anfóteros                         | 11 |
| 1.4.3.1.2   | Factor de consistencia            | 12 |
| 1.4.3.1.3   | Aceites                           | 12 |
| 1.4.3.1.3.1 | Aceites minerales                 | 13 |
| 1.4.3.1.3.2 | Aceites vegetales                 | 13 |
| 1.4.3.1.3.3 | Aceites sintéticos                | 13 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 1.4.3.1.4 | Principios activos y aditivos                              | 14 |
|           | 1.4.3.1.4.1 Principios activos                             | 14 |
|           | 4.3.4.2.2 Aditivos   | 16 |
| 1.4.3.1.5 | Preservantes o conservantes                                | 16 |
| 1.4.3.1.6 | Fragancia  | 16 |
| 1.4.3.2   | Fase acuosa  | 17 |
| 1.4.3.2.1 | Glicoles   | 17 |
| 1.4.3.2.2 | Polímeros hidrosolubles                                    | 17 |
| 1.4.3.2.3 | Modificadores reológicos                                   | 17 |
| 1.4.3.2.4 | Compuestos solubles  | 17 |
| 1.4.3.2.5 | Preservantes   | 18 |
| 1.5       | Características para validación de emulsiones cosméticas   | 19 |
| 1.6       | Descripción de equipos utilizados en fabricación cosmética | 20 |
| 1.6.1     | Caldera  | 20 |
| 1.6.2     | Marmita  | 20 |
| 1.6.3     | Agitador   | 21 |
| 1.6.3.1   | Agitadores con rodete de paleta                            | 21 |
| 1.6.3.2   | Agitadores con rodete de hélice                            | 22 |
| 1.6.4     | Mezclador / Emulsionador                                   | 22 |
| 1.6.4.1   | Mezclador planetario                                       | 23 |
| 1.6.4.2   | Mezclador de ancora  | 24 |
| 1.6.5     | Homogeneizador   | 25 |
| 1.6.5.1   | Homogeneizadora de presión                                 | 26 |
| 1.6.6     | Tanque de descarga   | 26 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>2. DESCRIPCIÓN PROCESO DE FABRICACIÓN DE CREMAS COSMÉTICAS</b> | <b>27</b> |
| 2.1 Primera fase (formulación)                                    | 27        |
| 2.2 Segunda fase (fabricación a escala de laboratorio)            | 27        |
| 2.3 Tercera fase (fabricación lote piloto)                        | 27        |
| 2.4 Cuarta fase (fabricación a gran escala)                       | 28        |
| <b>3. MODO DE FABRICACIÓN DE LAS EMULSIONES</b>                   | <b>29</b> |
| 8.1 Emulsión fabricada en caliente                                | 29        |
| 8.1.1 Fase acuosa   | 29        |
| 8.1.2 Fase oleosa   | 29        |
| 8.2 Emulsión fabricada en frío                                    | 31        |
| 8.2.1 Fase acuosa   | 31        |
| 8.2.2 Fase oleosa   | 31        |
| <b>4. RESULTADOS</b>  | <b>33</b> |
| <b>5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>                                 | <b>39</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>43</b> |
| <b>RECOMENDACIONES</b>  | <b>45</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>47</b> |
| <b>APÉNDICE</b>   | <b>49</b> |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| 1. Mezclador planetario                     | 23 |
| 2. Mezclador ancora                         | 24 |
| 3. Proceso de fabricación cremas cosméticas | 28 |
| 4. Energía requerida para emulsificar       | 34 |
| 5. Tiempo requerido para emulsificación     | 34 |

### TABLAS

|  |    |
|--|----|
| I. Clasificación de las emulsiones, según el tamaño de partícula | 4  |
| II. Función de los principios activos                            | 14 |
| III. Aplicación de principios activos                            | 15 |
| IV. Costo de fabricación de emulsiones                           | 33 |
| V. Cuantificación tiempos fabricación de emulsión en caliente    | 35 |
| VI. Cuantificación tiempos fabricación de emulsión en frío       | 35 |
| VII. Costo de mano de obra emulsión en caliente                  | 36 |
| VIII. Costo de mano de obra emulsión en frío                     | 36 |
| IX. Costo de materias primas para emulsión en caliente           | 37 |
| X. Costo de materias primas para emulsión en frío                | 38 |
| XI. Control uso de vapor en equipos de fabricación               | 49 |



## LISTA DE SÍMBOLOS

|       |                |
|-------|----------------|
| %     | porcentaje     |
| Q     | quetzales      |
| $\pi$ | pi             |
| °C    | grados Celsius |



## GLOSARIO

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ácidos grasos</b>        | Son componentes orgánicos (pequeñas moléculas que se unen para formar largas cadenas) de los lípidos que proporcionan energía al cuerpo y permiten el desarrollo de tejidos. |
| <b>Agente Microbiano</b>    | Son los que interfieren el crecimiento y actividad de los microorganismos.   |
| <b>Alcoholes</b>            | Líquido incoloro y volátil miscible en agua, obtenido a partir de la fermentación de carbohidratos en presencia de levadura.   |
| <b>Alcoholes Grasos</b>     | Son materiales tipo cera, de cadena lineal de carbonos con altos pesos moleculares. Estos se utilizan como emulsificantes espesantes u opacificantes.                        |
| <b>Aldehídos</b>            | Tipo de sustancia química que se hace del alcohol. Los aldehídos se encuentran en los aceites esenciales (líquidos perfumados que se extraen de las plantas).                |
| <b>Anfótero</b>             | Molécula que contiene un radical base y otro ácido, pueden actuar como ácido, o bien como base, según el medio en que se encuentre.  |
| <b>Aniónico Tensoactivo</b> | Es de este tipo aniónico sí la carga eléctrica presente en el grupo hidrófilo es negativa.   |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Antitranspirante</b>      | Producto para contrarrestar el exceso de sudor en la piel.  |
| <b>BPM</b>                   | Conjunto de normas y recomendaciones de la Organización Mundial de Salud aplicables a los procesos de fabricación con el propósito de garantizar su eficiencia, seguridad y eficacia. |
| <b>Catiónico Tensoactivo</b> | Posee una carga eléctrica neta positiva en su parte hidrófila.  |
| <b>Centrifugación</b>        | Proceso de separación, el cual usa la acción de la fuerza centrífuga para promover el asiento de partículas que se encuentran mezcladas con líquidos.                                 |
| <b>Cetonas</b>               | Tipo de sustancia química que es utilizada en perfumes y se encuentra en los aceites esenciales (líquido perfumado extraído de las plantas).  |
| <b>Coalescencia</b>          | Fenómeno en el cual dos moléculas de fase dispersa se unen para formar otra mayor, perdiendo ambas su identidad y por tanto provocan un efecto reversible.                            |
| <b>Covalente Compuesto</b>   | Consiste en compartir pares de electrones entre dos átomos vecinos, formándose una gran macromolécula.  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Electrolitos</b>   | Sustancia que se descompone en iones (partículas cargadas de electricidad) cuando se disuelven en los líquidos del cuerpo o el agua, permitiendo que la energía pase a través de ellos. |
| <b>Emulsificación</b> | Proceso por medio del cual un líquido es dispersado en otro en forma de pequeñas gotas.   |
| <b>Epidermis</b>      | Capa exterior de la piel, situada sobre la dermis y que recubre toda la superficie del organismo. Sus células más superficiales se descaman continuamente.                              |
| <b>Esteres</b>        | Compuestos orgánicos en los cuales un grupo orgánico reemplaza a un átomo de hidrógeno en un ácido oxigenado.   |
| <b>Fosfatos</b>       | Sal del ácido fosfórico.  |
| <b>Hidrocarburos</b>  | Compuestos orgánicos binarios constituidos por el carbono (C) e hidrógenos (H).   |
| <b>nm</b>             | El nanómetro es la unidad de longitud que equivale a una milmillonésima parte de un metro, equivale a $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$ .                                     |
| <b><i>In Situ</i></b> | En el lugar, en el sitio.   |
| <b>Masa molecular</b> | Es un número que indica cuántas veces mayor es la masa de una molécula de una sustancia con respecto a la unidad de masa atómica.   |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Metabolitos</b>           | Una sustancia producida por cambio biológicos sobre un producto químico.   |
| <b>µm</b>                    | El micrómetro es la unidad de longitud equivalente a una millonésima parte de un metro<br>$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$             |
| <b>Neutros</b>               | Compuestos que no tienen carácter ácido ni básico.   |
| <b>No Iónico Tensoactivo</b> | Son moléculas tensoactivos que no poseen carga eléctrica neta.   |
| <b>No polar</b>              | Molécula que tiene una distribución igual de electrones enlazados.   |
| <b>O/W</b>                   | Emulsiones aceite en agua por sus siglas en inglés.  |
| <b>pH</b>                    | Medida de acidez o basicidad de una solución. Es la concentración de iones o cationes hidrógeno $[\text{H}^+]$ presentes en determinada sustancia. |
| <b>Polímero</b>              | Son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.                                    |
| <b>Principio activo</b>      | Sustancia química a la cual se le atribuye una actividad apropiada para constituir un cosmético o medicamento.                                     |
| <b>Proliferación</b>         | Multiplicación abundante.  |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>Rpm</b>         | Abreviatura de revoluciones por minuto. Unidad de frecuencia, utilizada para medir la velocidad angular.  |
| <b>Tensoactivo</b> | Sustancia cuyas moléculas están constituidas por dos partes bien diferenciadas. Una de ellas de carácter hidrófilo, es decir soluble en agua, y la otra de carácter lipófilo, soluble en aceites. |
| <b>Viscosidad</b>  | Propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se aplica una fuerza.  |
| <b>W/O</b>         | Emulsiones agua en aceite por sus siglas en inglés.   |



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación se centra específicamente, para obtener la comparación del costo y el beneficio en la fabricación de emulsiones cosméticas de acuerdo al consumo energético.

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, estas son las emulsiones en frío.

La parte experimental está basada en determinar el consumo de diesel que utiliza la caldera en un determinado tiempo, con este dato se obtiene el consumo de vapor de cada equipo donde se fabrica estos productos. A través de los cálculos se determina el costo de fabricación Q/kg, diferente para cada equipo.

Se determinó el costo de mano de obra por cada fabricación de crema, tomando en cuenta que este costo depende del tiempo utilizado para cada fabricación. Por esta razón, se realizaron tomas de tiempo al momento de fabricación de cada tipo de emulsión, iniciando desde la actividad de pesaje de materias primas, hasta el momento en que los lotes fabricados son colocados en el tanque receptor.

Por último, se tomó en consideración el costo de las materias primas utilizadas para fabricar 600 kg de cada tipo de emulsión. La sumatoria de todos los valores da el dato para comparar el costo entre los dos tipos de emulsiones.



## **OBJETIVOS**

### General:

- Obtener el costo / beneficio en la fabricación de una emulsión en caliente comparada con una emulsión en frío.

### Específicos:

1. Cuantificar el costo de operación de los equipos que se utilizan en la fabricación en un lote de una emulsión en caliente.
2. Disminuir el tiempo de fabricación de las emulsiones que se realizan en una planta cosmética.
3. Cuantificar el costo de hora / hombre por cada emulsión realizada, evaluando los dos tipos de fabricación.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria cosmética guatemalteca ha evolucionado gracias a la incorporación de nuevas materias primas y principios activos, proporcionando beneficios que ofrecen las empresas en el mejoramiento de la estética facial y corporal teniendo como objetivo principal el cuidado de las diversas superficies del cuerpo humano.

Tras observar la evolución que está experimentando la industria cosmética, el presente trabajo se enfocará particularmente en la elaboración de cremas cosméticas.

La elaboración de estos productos se mantiene fiel a un proceso que durante muchos años ha sido utilizado, el cual consiste en el calentamiento de las materias primas para su fundición y posteriormente realizar una emulsión a altas temperaturas (75 °C) bajo constante agitación hasta lograr la consistencia deseada.

La implementación de un nuevo proceso en donde no se requiere calor como fuente de energía para trabajo y que ayude a disminuir los tiempos de elaboración de dichos productos, es una de las soluciones que busca la industria cosmética guatemalteca.

Para tener los datos de este nuevo proceso se realiza una comparación del costo y el beneficio que se presentan en las emulsiones cosméticas, con base al consumo energético, tanto para emulsiones fabricadas en caliente como el nuevo proceso de emulsiones en frío.

Para obtener esta comparación son analizados varios aspectos entre los que 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 ambos tipos de emulsión.

Además, se toma en cuenta la importancia del consumo de diesel para funcionamiento de caldera, para suministrar el vapor que se utiliza para fabricar las emulsiones en caliente, ya que actualmente el costo de este combustible es alto y esto hace que el costo del vapor sea más alto, por lo que también el costo de fabricación se ve afectado.

Al realizar la comparación entre el costo de fabricación de los dos tipos de emulsiones se determina que alternar los procesos es una opción que satisface las necesidades, tanto del productor como del consumidor, ya que el primero logra cubrir las necesidades del segundo.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Definición producto cosmético

“Toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes superficiales del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las mucosas bucales, con el fin exclusivo principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, y/o corregir los olores corporales, y/o protegerlos o mantenerlos en buen estado” (Real Decreto 1599/1997 Capítulo 1, Artículo 2).

## 1.2 Categorías de productos cosméticos

- Cremas, emulsiones, lociones, geles y aceites para la piel
- Máscara faciales para belleza (con exclusión de los productos de abrasión superficial de la piel por vía química)
- Maquillaje (líquidos, pastas y polvos)
- Polvos de maquillaje, polvos para utilizar después del baño y para higiene personal
- Jabón de tocador, jabón desodorante
- Perfumes, aguas de tocador, aguas de colonia
- Productos de baño y ducha (sales, espumas, lociones, geles)
- Productos depiladores
- Desodorantes y antitranspirantes
- Productos capilares: productos para moldear, desrizar y fijar productos que ayudan a mantener el peinado, productos de limpieza (lociones, shampoos) productos acondicionadores (lociones, lacas y brillantinas)

- Productos para el afeitado (jabones, espumas, lociones, geles)
- Productos para los labios
- Productos para el cuidado bucal y dental
- Productos para el cuidado íntimo externo
- Productos solares
- Productos para bronceado sin sol
- Productos blanqueadores de la piel
- Productos antiarrugas

### **1.3 Fabricación de productos cosméticos**

Para ser fabricante de productos cosméticos en Guatemala se requieren de normas estrictas, ya que son productos que, por su composición, pueden llegar a contaminarse con gran facilidad. La fabricación de cosméticos ha de seguir ciertas normas que aseguren la calidad del producto, esta serie de normas se definen como Buenas Practicas de Manufactura (BPM).

#### **1.3.1 En el área de producción:**

Se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Procedimientos que garanticen el uso del producto y por ende evitar el uso de materiales rechazados como materiales no controlados o que no hayan sido avalados por el departamento de Control de Calidad.
- Almacenaje: las materias primas, el material de empaque como el producto terminado deben ser guardados y transportados bajo condiciones apropiadas, de manera que impida la contaminación y proliferación de microorganismos además de proteger los envases o recipientes en donde están contenidas.
- Identificación: cada lote de materia prima como de producto terminado debe estar debidamente identificado y cumplir con una correcta rotación de inventarios.

### **1.3.2 Agua**

Para la elaboración de cremas debe tomarse en cuenta el uso del agua y sus características principales, ya que es un elemento fundamental en el proceso de fabricación. Para ello se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Purificación: se debe controlar la calidad del agua, ya que esta garantiza la calidad del cosmético.
- Desinfección: debe de realizar conforme procedimientos definidos.
- Se debe evitar la contaminación y estancamiento en tuberías
- Evitarse la corrosión
- Las materias primas deben ser elegidas a manera que no alteren la calidad del agua.
- Tuberías identificadas: agua caliente, agua fría, desmineralizada y vapor.

### **1.3.3 Materias primas**

La recepción de materias primas debe seguir un procedimiento preestablecido, el cual debe tomarse en consideración los siguientes parámetros:

- Nombre comercial del producto y la empresa proveedora
- Fecha de recepción
- Número de lote
- Cantidad total y peso total del material

## 1.4 Definición de emulsiones

Es un sistema de dos fases que consta de dos líquidos parcialmente miscibles, uno de los cuales es dispersado en el otro en forma de glóbulos. Uno de los líquidos, al que se le denomina fase dispersa, interna ó discontinua es dispersada en forma de pequeñas gotas en otro líquido que se denomina fase continua, matriz ó externa.

### 1.4.1 Clasificación de las emulsiones:

#### 1.4.1.1 Tamaño de partícula

**Tabla I. Clasificación de las emulsiones, según el tamaño de partícula**

| Diámetro medio          | Aspecto visual                     | Ejemplo             |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Hasta 500 $\mu\text{m}$ | Partículas visibles a simple vista | Arena fina          |
| Hasta 100 $\mu\text{m}$ | Límite de visibilidad              | Almidón de papa     |
| Hasta 10 $\mu\text{m}$  | Opaco lechoso                      | Leche natural       |
| Hasta 1 $\mu\text{m}$   | Lechoso blanco                     | Leche homogeneizada |
| Hasta 100 nm            | Lechoso azulado                    | Emulsión muy fina   |

#### 1.4.1.2 Por su composición:

Las emulsiones cuentan con una fase acuosa y una fase oleosa o grasosa. Debido a esto las emulsiones se dividen en dos tipos:

**1.4.1.2.1 Emulsiones aceite en agua O/W** (por sus siglas en inglés) También llamadas óleo acuosas, son pequeñas gotas de aceite rodeadas de una fase externa acuosa.

**1.4.1.2.2 Emulsiones agua en aceite W/O** (por sus siglas en inglés): llamadas hidro oleosas, estas son pequeñas gotas de agua rodeadas de una fase externa de aceite.

Como referencia de contenidos, aquella que posee menos de un 20 % de fase interna o dispersa suelen ser emulsiones aceite en agua (O/W), siendo estas emulsiones fluidas. En los contenidos de un 50 % de fase dispersa se suele tener ambos tipos de emulsión predominando la emulsión agua en aceite (W/O).

### **1.4.1.3 Por su aplicación**

#### **1.4.1.3.1 Como vehículo**

Para la transmisión de un principio activo, como es el caso de la industria farmacéutica (filtros solares, cremas depilatorias).

#### **1.4.1.3.2 La emulsión por si misma**

Es la que tiene todos los beneficios del producto que aplicamos en la piel como las cremas humectantes, cremas hidratantes, etc.

#### **1.4.1.3.3 Limpieza de la piel**

Como las cremas desmaquillantes.

#### **1.4.1.3.4 Cremas con beneficios**

Como las cremas anti-estrías, crema-anti celulitis, crema anti-arrugas, etc.

#### **1.4.1.3.5 Cremas de protección**

Como los protectores solares.

#### **1.4.1.4 Por su finalidad**

##### **1.4.1.4.1 Decorativas**

Como los maquillajes.

##### **1.4.1.4.2 Estéticas**

Tales como las cremas depiladoras y para afeitado.

#### **1.4.2 Características de las emulsiones**

Estas varían en función de la fase externa, por tanto se distinguen según sea la fase acuosa u oleosa. Entre ellas se encuentran:

- Características físicas
- Características organolépticas
- Características físico-químicas

##### **1.4.2.1 Características físicas**

Estas varían según sea el tipo de emulsión.

Para una emulsión O/W (aceite en agua):

- ésta se evapora fácilmente dejando una sensación fresca en la piel
- sensación seca
- mejor estabilidad a baja temperatura
- se fabrica con materias primas de bajo costo
- adecuadas para ser aplicadas sobre grandes áreas de la piel.

Para una emulsión W/O (agua en aceite)

- sensación grasa sobre la piel
- crea buena barrera protectora
- mantiene la humedad cutánea (función antitranspirante)
- los principios activos no son solubles en agua y por ello se pueden preparar cremas resistentes al agua.
- son adecuadas para preparar cremas con ingredientes lipofílicos que fácilmente los pueda absorber la piel.

Es importante tomar en cuenta el tamaño de partícula ya que esta será un factor decisivo. Dentro de la fase acuosa y grasosa de las emulsiones se encuentran otros elementos constitutivos que ayudan a la estabilidad de la emulsión y sus propiedades (tipo de emulsión, determinación de pH, resistencia a la centrifugación y resistencia a los cambios de temperatura).

#### **1.4.2.2 Características organolépticas**

Estas son aquellas características fundamentales responsables que el producto cosmético sea aceptado por el consumidor final, para ello debe de cumplir con olor, color y extensibilidad.

##### **1.4.2.2.1 Olor**

Este se determina al momento de la formulación del cosmético para asegurar que no sea afectado por otras materias primas dentro de la emulsión, y estas deben tener el mínimo olor posible.

#### **1.4.2.2.2 Color**

Debe ser el color adecuado para producir el efecto estético deseado.

#### **1.4.2.2.3 Extensibilidad**

Debe ser adecuada para cada tipo de emulsión. Se determina al momento de la formulación y se mide a través del fácil deslizamiento sobre la piel en un área determinada. Existen tres tipos de extensibilidad: baja, mediana y alta. Dependiendo el área de aplicación de la emulsión se debe de utilizar la extensibilidad. Para las áreas faciales se trabaja con formulaciones de baja y mediana extensibilidad. En el caso de cremas corporales de alta extensibilidad.

#### **1.4.2.3 Características físico químicas**

El estado natural de las emulsiones es relativamente inestable, ya que tienden a separarse sus fases y a coalescer por ende las emulsiones tienden a caducar.

Las características que se deben evaluar para evitar los problemas antes mencionados son los siguientes:

##### **1.4.2.3.1 Tipo de emulsión**

Indica si la fase externa es agua o aceite. Existen mecanismos para evaluar el sentido de la emulsión, estos son:

Dilución: una emulsión de fase externa acuosa se disuelve en agua mientras que la de fase externa aceite no lo hace.

Coloración: se añaden gotas de colorante soluble en una de las fases e insoluble en otra, lo que indica que la emulsión toma el color de la fase continua.

#### **1.4.2.3.2 Determinación del tamaño de las gotículas de fase interna**

El tamaño medio de las emulsiones oscilan entre 0.5 y 2.5 micras, siendo las más finas la que presentan mejor estabilidad.

#### **1.4.2.3.3 Determinación del pH**

Las emulsiones que se aplican a la epidermis han de mantener el pH ligeramente ácido (5.4 – 5.9).

#### **1.4.2.3.4 Resistencia a la centrifugación**

El método consiste en utilizar emulsiones diluidas y calientes soportando cierto número de revoluciones sin que esta se separe.

#### **1.4.2.3.5 Resistencia a los cambios de temperatura**

Las emulsiones son sometidas a cambios de temperatura durante un tiempo determinado. El estudio se realiza a tres temperaturas diferentes: 5 °C, 45 °C y temperatura ambiente.

### **1.4.3 Elementos de una emulsión**

Las emulsiones están constituidas por dos fases principales: la fase oleosa y la fase acuosa. En estas fases se encuentran diferentes tipos de compuestos que presentan diversas propiedades y composiciones químicas.

#### **1.4.3.1 Fase oleosa o grasosa**

Dentro de la fase grasosa se encuentran los siguientes elementos:

##### **1.4.3.1.1 Emulsificante / emulsionante**

Estos son tenso activos que se agregan a la fase grasosa de la emulsión para brindar las siguientes características:

- Dispersa la grasa en finas esferas en el seno de la fase acuosa
- Estabilidad
- Unificar las fases de la emulsión (grasa – acuosa)
- Brinda sensación agradable a la piel
- Da mayor extensibilidad sobre la piel
- Compatibilidad cutánea
- Estandarización de formulaciones

Estos emulsificantes tenso activos pueden clasificarse como iónicos (aniónicos, catiónicos), no iónicos y anfóteros.

#### **1.4.3.1.1.1 Aniónicos**

Entre estos se encuentran los jabones, alquilsulfatos y los fosfatos.

- Jabones: tenso activos de tipo sódico o derivados de etanolaminas sustituidas por ácidos grasos. Suelen formarse *in situ* durante la emulsión con el ácido en la fase oleosa y el alcalino en la acuosa.
- Alquilsulfatos: utilizados para obtener emulsiones estables
- Fosfatos: compuestos de ésteres de alcoholes grasos etoxilados

#### **1.4.3.1.1.2 Catiónicos**

Se utilizan en sistemas aceite en agua (O/W) y su mayor aplicación es en cremas y acondicionadores capilares. Entre estos el amonio cuaternario y el cloruro de cetrimonio.

#### **1.4.3.1.1.3 No iónicos**

Compuestos covalentes. Solubles en agua para formar emulsiones aceite en agua O/W y solubles en aceite para emulsiones agua en aceite W/O. Son de carácter no polar y presentan los siguientes beneficios:

- Son neutros por ende no modifican el pH de la emulsión, una vez no se agregue otro compuesto que modifique el pH.
- Pueden asociarse con otros emulsificantes iónicos y no iónicos.
- Son inmunes a la acción de electrólitos

#### **1.4.3.1.1.4 Anfóteros**

Se comportan como cationicamente o anionicamente activos en función del medio en que se encuentren.

#### **1.4.3.1.2 Factor de consistencia**

Las emulsiones que presentan como fase externa aceite suele utilizar ceras microcristalinas. En estas emulsiones, la viscosidad de la crema dependerá de los aceites que se utilicen y estos aceites dependen de la masa molecular. A mayor masa molecular mayor es la viscosidad que se obtiene.

Para esta tarea se utilizan los alcoholes grasos de alta masa molecular o ésteres de ácidos grasos. Entre estos podemos mencionar:

- alcohol cetílico (C-16)
- alcohol estearílico (C-18)
- alcohol ceto estearílico (combinación de C-16 y C-18)
- mono estearato de glicerilo
- ácido esteárico

Las características de los factores de consistencia son:

- Incrementan la viscosidad de la emulsión.
- Brindan estabilidad
- Beneficia las características organolépticas, como lo son la suavidad y la sensación de cuidado.

#### **1.4.3.1.3 Aceites**

Son los denominados agentes de cuidado, entre ellos se encuentran los aceites propiamente y las ceras. Sus beneficios son los siguientes:

- agentes reengrasantes
- acción lubricante
- proveen la pérdida de agua en la piel
- acción disolvente
- limpieza
- brindan consistencia y brillo a las emulsiones
- dan estabilidad al sistema emulsionante

Para las emulsiones se pueden utilizar aceites de origen mineral, vegetal o sintético, su uso depende de los costos, marketing y aspecto técnico.

Con base a los aspectos técnicos, las propiedades son las siguientes:

#### **1.4.3.1.3.1 Aceites minerales**

Son hidrocarburos, sus propiedades son:

- alta estabilidad
- buena compatibilidad cutánea
- se emulsionan de manera más fácil
- oclusivos
- la absorción cutánea es difícil

#### **1.4.3.1.3.2 Aceites vegetales**

Pueden ser de carácter graso y semi graso, las propiedades son:

- brindan cuidado y protección
- son fácilmente oxidables
- poseen buena extensibilidad
- fácil absorción cutánea

#### **1.4.3.1.3.3 Aceites sintéticos**

Son sustitutos de los aceites naturales, presentan las siguientes ventajas:

- disponibilidad y precios económicos
- alto grado de pureza
- evitan la oxidación
- reemplazan los aceites de origen animal

#### 1.4.3.1.4 Principios activos y aditivos

##### 1.4.3.1.4.1 Principios activos

Son el núcleo principal de un cosmético y su actividad es la que va a determinar la función que éste realice. Pueden ser de origen vegetal, mineral o animal, sintéticos o semi sintéticos.

**Tabla II. Función de los principios activos**

| <b>Necesidades</b> | <b>Grupo</b>  | <b>Cosmético</b> | <b>Principio activo</b> |
|--------------------|---------------|------------------|-------------------------|
| Limpiar            | Higiene       | Shampoo          | Detergente              |
| Mantener           | Mantenimiento | Crema hidratante | Aceites                 |
| Proteger           | Protección    | Crema solar      | Filtro solar            |
| Decorar            | Decorativos   | Maquillaje       | Pigmentos               |

**Tabla III. Aplicación de principios activos**

| <b>Principios activos</b>  | <b>Acción</b>  | <b>Efectos</b>            |
|--|--|---------------------------|
| Carbonato cálcico / óxido de sílice  | Desgasta por fricción, elimina las células muertas de la dermis      | Abrasivo                  |
| Lanolininas  | Corrige o mejora el estado del cabello                               | Acondicionador            |
| Siliconas  | Neutraliza las cargas eléctricas electrostáticas                     | Antiestático              |
| Triclosan  | Retrasa la producción de olores corporales                           | Desodorante               |
| Peróxidos, agua oxigenada  | Aclaran los pigmentos oscuros del cabello, destruyendo los pigmentos | Decolorante               |
| Allantoína   | Activan la regeneración de la epidermis                              | Epitelizante              |
| Carbopol, gomas naturales, alcohol cetílico  | Aumentan la viscosidad   | Espesantes                |
| Imidazolinil urea, Metilparaben, Propilparabén, Butilparaben, Fenoxetanol, Triclosan | Evitan el deterioro del producto por microorganismos                 | Conservantes              |
| Vaselinas, aceites, miristato de isopropilo, glicerina                               | Facilitan el deslizamiento entre dos superficies                     | Lubricantes               |
| Mentol, caolín, almidón  | Producen sensación de frescor en la piel                             | Refrescantes fisiológicos |
| PVP, sueros bovino y equino  | Forman una película al evaporarse el disolvente                      | Filmógenos                |
| Aceites polioxietilados, solubilizantes  | Permiten la dispersión de un producto oleoso en agua                 | Solubilizantes            |
| Glicerol, Sorbitol, glicoles en general  | Retienen humedad en la piel  | Humectantes               |

#### **1.4.3.1.4.2 Aditivos**

Son sustancias que, incorporadas a un cosmético, evitan su deterioro (conservantes) o mejoran su aspecto (colorantes, perfumes) y ayudan a conseguir un producto estable, atractivo y más fácil de comercializar.

#### **1.4.3.1.5 Preservantes o conservantes**

Son agentes antimicrobianos que se incluyen en los productos cosméticos para evitar la contaminación microbiana. De este modo es posible evitar la irritación cutánea o mucosa causada por metabolitos derivados de la actividad bacteriana.

#### **1.4.3.1.6 Fragancia**

La finalidad de la fragancia es enmascarar los olores propios de los productos para el cuidado de la piel y generar una sensación agradable para el consumidor. Estas se derivan de diversos tipos de sustancias químicas, principalmente alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres orgánicos.

### **1.4.3.2 Fase acuosa**

Esta compuesta por agua. A esta se agrega ingredientes solubles en la misma. Para lograr el objetivo el agua debe cumplir con alta calidad y pureza. Los elementos que se pueden agregar a esta fase son:

#### **1.4.3.2.1 Glicoles**

Son productos higroscópicos que absorben humedad y mantienen la hidratación de la superficie de la piel. Estos impiden la evaporación de la crema que se encuentra en la capa superior del tarro. Los más utilizados son la glicerina, el propilenglicol, etc.

#### **1.4.3.2.2 Polímeros hidrosolubles**

Son productos que ayudan a espesar y estabilizar las emulsiones. Mantienen la hidratación cutánea. Los más comunes son derivados de la celulosa y polímeros carboxivinílicos.

#### **1.4.3.2.3 Modificadores reológicos**

Son polímeros solubles en agua capaces de espesar y alterar el comportamiento de las emulsiones, aumentando su viscosidad.

#### **1.4.3.2.4 Compuestos solubles**

Como alquil sulfatos, ésteres de glicoles, extractos vegetales o bio complejos.

#### **1.4.3.2.5 Preservantes**

Son agentes antimicrobianos que se incluyen en los productos cosméticos para evitar la contaminación microbiana. De este modo es posible evitar la irritación cutánea o mucosa causada por metabolitos derivados de la actividad bacteriana.

## **1.5 Características para validación de las emulsiones cosméticas**

Control Químico: se utiliza cuando se desea conocer la composición del producto, conservadores y sustancias activas que contenga el cosmético para evaluar si cumplen con lo establecido en la reglamentación y evitar que el producto cosmético pueda contener materias primas tóxicas y/o irritantes.

Control Microbiológico: las emulsiones en especial las O/W (aceite en agua) tienen un importante riesgo de contaminación microbiológica. Esta contaminación puede provenir de las materias primas más susceptibles a contaminarse. El agua o algunos extractos vegetales o de los envases pueden favorecerla. Se debe tomar en cuenta las buenas prácticas de manufactura que el personal operativo debe cumplir. Debido a los factores de riesgo es importante que se lleven a cabo controles microbiológicos que aseguren que no se produzca ninguna contaminación ni que los preservantes puedan ser inhibidos.

Reacciones alérgicas: en los cosméticos existen sustancias que son inocuas para la mayoría de las personas, sin embargo pueden producir algún tipo de alergia. Los efectos que pueden producir son las irritaciones y sensibilización.

La irritación es la acción directa sobre la dermis de la sustancia irritante. Esta puede ser provocar picores, hinchazones y enrojecimientos de la zona afectada.

La sensibilización es un proceso más grave que la irritación, ya que se ve afectado el sistema inmunológico del organismo. Al momento que el cosmético entra en contacto con el organismo, este último se defiende generando anticuerpos como si se tratara de una enfermedad.

## **1.6 Descripción de los equipos utilizados en la fabricación de cosméticos**

Los equipos básicos para la fabricación de cosméticos en específico para emulsiones son: caldera, marmita, tanque mezclador / emulsionador, agitador, deposito de descarga y almacenamiento.

Cualquiera que sea el proceso para la fabricación de cosméticos es necesario contar con un recipiente donde pueda darse la operación de mezclado. Hay parámetros que deben ser controlados como lo son la temperatura y la velocidad de agitación.

### **1.6.1 Caldera**

Dispositivo industrial que está destinado a la producción de vapor. El vapor generado se conduce a través de tuberías, las cuales deben encontrarse aisladas para evitar perdidas de calor. Este vapor puede ser aprovechado en diferentes secciones de un proceso.

### **1.6.2 Marmita**

Es un recipiente construido de acero inoxidable cuya función principal es la de 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.

Este equipo debe ser seguro para evitar quemaduras, por lo que debe ir cubierto con un material aislante térmico.

Generalmente, los materiales de la fase grasosa suelen estar en forma sólida ya sea en escamas o en pasta. Estos se introducen en la parte superior de la marmita para que puedan modificar su estado físico y lleguen a la fase líquida para formar la emulsión. Durante este proceso se debe evitar la agitación para que las materias primas sólidas no queden adheridas a las espas del agitador.

### **1.6.3 Agitador**

Este 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 agitadores que son utilizados se encuentran:

#### **1.6.3.1 Agitadores con rodete de paleta**

Consiste en una hoja plana sujeta a un eje rotatorio. Con frecuencia se utilizan contrapalas para reducir la formación de molinos y vórtices. Los agitadores de paletas más corrientes son los de 2 ó 4 hojas. También se utilizan agitadores de paletas con forma de reja para líquidos algo más viscosos, agitadores de ancla, con paletas diseñadas para limpiar las paredes del tanque y agitadores de múltiples palas rotando unas en sentido opuesto a las otras.

### **1.6.3.2 Agitadores con rodete de hélice**

Son elementos impulsadores de hojas cortas, girando a gran velocidad. Producen corrientes longitudinales y rotatorias muy intensas. Son efectivos en tanques grandes. Para evitar remolinos se monta descentrada respecto al centro del depósito y el eje formando ángulo con la vertical. En depósitos grandes se puede montar a través de las paredes laterales en plano horizontal y no de forma centrado. Se utilizan para líquidos inmiscibles, preparación de soluciones muy concentradas y emulsiones.

### **1.6.4 Mezclador / emulsionador**

Recipiente construido de acero inoxidable cuya misión principal es llevar a cabo la emulsificación en la mezcla de las dos fases. También se utiliza para la mezcla de los componentes de la fase acuosa.

Similar a la marmita, ya que es un depósito de doble cámara en la que a diferencia de la anterior, además de circular vapor por la camisa, circula agua para enfriar la emulsión. El mezclador estará diseñado para aguantar la presión exterior (la de la camisa de vapor) como presión interior y vacío.

La velocidad de agitación ha de ser variable ya que al principio cuando aún no se ha formado la emulsión, la viscosidad es menor y se debe actuar a mayor velocidad favoreciendo la difusión de la materia.

La esencia de un tanque de mezclado reside en los elementos mezcladores y homogenizadores. Máquinas modernas de mezclado vienen equipadas con agitadores planetarios o agitadores de áncora más un homogenizador formado por un molino dentado o dentado-cruzado, para lograr una intensa dispersión que opera según el principio rotor – estator.

#### **1.6.4.1 Mezclador planetario**

En el interior de un tanque de mezclado planetario suele haber uno o más elementos con sus respectivos ejes que describen movimientos circulares y que a su vez estos elementos rotan sobre ellos mismos. Los bordes externos de los elementos mezcladores describen un camino epicloidal en su recorrido próximo a la pared del tanque. La transmisión planetaria consigue que los elementos mezcladores se muevan en una órbita y que roten, a mayor velocidad, sobre sus ejes.

**Figura 1. Mezclador Planetario**



#### **1.6.4.2 Mezclador de Ancora**

Consta de una pala adaptada a la forma de las paredes del tanque, de forma que rasca la superficie y pasa sobre ella con una muy pequeña holgura. Las áncoras resultan útiles para prevenir que se depositen sólidos sobre una superficie de transmisión de calor, tal como un tanque encamisado, sin embargo no son buenos mezcladores. Operan conjuntamente con un agitador de alta velocidad que generalmente gira en sentido contrario. Presenta la posibilidad de acoplar homogeneizadores al igual que los mezcladores planetarios. Los más empleados son los mezcladores con doble encamisado y tanque volcador.

**Figura 2. Mezclador Ancora**



Tanto en la marmita como en el mezclador / emulsionador se requiere un sistema de regulación de temperatura para asegurarnos que la emulsión se produce a la temperatura adecuada.

La emulsión se produce a unos 75 – 80 °C, temperatura a la que previamente se ha calentado la fase acuosa. Posteriormente se agrega la fase oleosa mientras que se forma la emulsión. Una vez formada, se reduce la velocidad de los agitadores ya que se necesitará enfriamiento hasta unos 40 °C para así poder descargar el depósito. El enfriamiento se produce haciendo circular agua en la chaqueta del mezclador a 17 – 18 °C.

Es posible acelerar el enfriamiento de la crema mediante agua a baja temperatura (7 – 10 °C) sin embargo no conviene descender a 5 °C para evitar problemas de estabilidad en la emulsión. Este enfriamiento acelerado puede ocasionar problemas de ruptura de la emulsión y además puede ocasionar problemas al momento de estar envasado el producto.

Entre los cuidados que se deben tener al momento de realizar este tipo de productos es evitar la formación de burbujas de aire, si se consigue que la crema no contenga aire, mejorará el brillo y textura, en caso contrario la emulsión quedará una superficie rugosa debido al aire que se pierde una vez envasada, dando lugar a una nata en la superficie.

### **1.6.5 Homogenizador**

Estos son encargados del proceso de homogenización. Reducen el tamaño de las gotas de la fase interna, para ello se hace atravesar la emulsión bruta a gran velocidad a través de una abertura estrecha.

### **1.6.5.1 Homogeneizadora de presión**

Esta compuesta por una válvula de homogeneización y una bomba de alta presión. La válvula proporciona una abertura ajustable por la que se bombea la emulsión a presiones elevadas. Al entrar en el estrecho del conducto, aumenta la velocidad y las gotas se cizallan unas con otras deformándose y rompiéndose. En muchas válvulas a medida que el líquido sale de la ranura choca contra una superficie dura perpendicular a la dirección del flujo provocando más rotura. El tamaño corriente es de 0.1 a 0.2 micras.

### **1.6.6 Tanque de descarga**

La función es recoger 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. 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 generalmente discontinuo.

### **2.1 Primera fase (formulación)**

En esta fase se formula la crema que se va a fabricar (el tipo de emulsión que deseamos 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.

### **2.2 Segunda fase (fabricación a escala de laboratorio)**

En esta fase se fabrica la crema cosmética a escala de laboratorio. En la fabricación a esta escala no se obtiene más que unos pocos kilos de crema. El equipo de fabricación en un laboratorio consta de materiales muy diversos, desde equipos de compactos muy modernos hasta pequeños agitadores. Además, equipo para calentamiento, separación y mezclado de fases.

### **2.3 Tercera fase (fabricación lote piloto)**

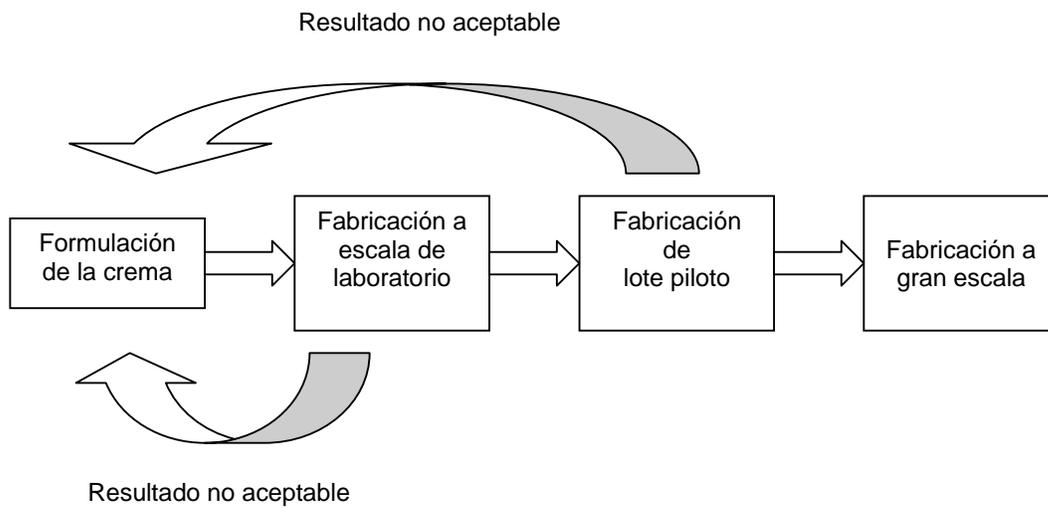
Posteriormente a ajustar y obtener la fórmula deseada con los resultados esperados se continúa con la fabricación de un lote piloto de pequeña escala (aproximadamente 50 kg). Con este lote se verifica el comportamiento exacto del escalonamiento.

## 2.4 Cuarta fase (fabricación a gran escala)

Cuando los resultados son favorables en la fabricación del lote piloto, se procede a fabricar a gran escala en la planta de producción con lotes discontinuos de 500 – 1000 kg.

El resumen del proceso se puede observar en la Figura 3

**Figura 3. Proceso de fabricación cremas cosméticas**



### **3. MODO DE FABRICACIÓN DE LAS EMULSIONES**

#### **3.1 Emulsión Fabricada en Caliente**

El procedimiento que se realiza para la fabricación de un lote de una emulsión de este tipo se describe a continuación:

##### **3.1.1 Fase acuosa**

Inicialmente se limpia y desinfecta el tanque mezclador. Se pesa la cantidad de agua deseada para iniciar a calentarla. Una vez cargada en el tanque, se introducen las materias primas que son solubles en agua y que no presentan problemas de descomposición con el calor, por ejemplo la glicerina, el propileno glicol y algunos preservantes como los parabenos (específicamente el metil parabeno).

Posteriormente, se procede a agitar a velocidad moderada de 20 rpm ancora, mientras se logra controlar la temperatura hasta llegar a 75 - 80 °C.

##### **3.1.2 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 el aspecto amarillento de la grasa que se esta fundiendo.

Este proceso tiene una duración de aproximadamente 20 minutos. A continuación se disminuye la velocidad de agitación superior a unos 20 rpm.

Se agrega la fase grasa al mezclador / emulsionador abriendo lentamente la llave de forma gradual para la descarga. La entrada de la materia grasa ha de ser progresiva para lo cual no es necesaria la abertura total de la válvula de la marmita. Se observa como la grasa va entrando al ser succionada por el mezclador y se va emulsionando formando un compuesto viscoso y blanquecino similar a la nata. Este proceso debe realizarse entre 75 – 80 °C. Ya realizado el proceso de emulsión se circula agua en la red del encamisado y se disminuye la velocidad de agitación a 10 rpm del áncora 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 que difícilmente podrá incorporarse aire. 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 por la boca de carga y se analiza que la mezcla de los ingredientes de la emulsión se encuentre uniformes y que presente las propiedades previamente consideradas antes de su fabricación.

Se procede a la descarga en el depósito que se mantendrá en cuarentena a la espera de la validación del laboratorio de Control de

Calidad, donde se realiza un cultivo microbiológico, cuyo resultado suele tardar 48 horas, además también la aprobación del área fisicoquímica donde se evalúan parámetros como la viscosidad, pH, color, olor y textura.

### **3.2 Emulsión fabricada en frío**

El procedimiento que se realiza para la fabricación de un lote de una emulsión de este tipo se describe a continuación:

Se pesan las materias primas que se utilizaran y se clasifican, según la fase en que se deben incorporar.

#### **3.2.1 Fase acuosa**

Se limpia y desinfecta el tanque mezclador. Se pesa la cantidad de agua deseada.

#### **3.2.2 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. Posteriormente se agrega la base de la emulsión que generalmente es un acrilato, este material necesita hidratación y agitación para poder brindar viscosidad y lograr su completa disolución.

Ya realizada la emulsión se descarga en el depósito, en el cual se mantendrá en cuarentena a la espera de la validación del laboratorio de Control de Calidad, en donde se realiza un cultivo microbiológico, cuyo resultado suele tardar 48 horas, además también la aprobación del área fisicoquímica donde se evalúan parámetros como la viscosidad, pH, color, olor y textura.



#### 4. RESULTADOS

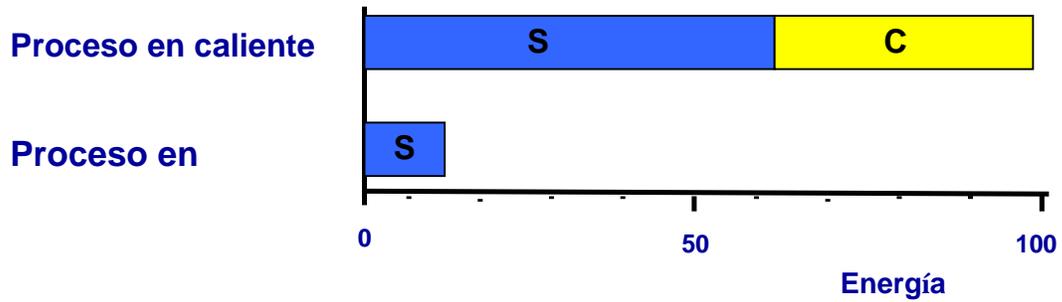
Los resultados obtenidos a partir de la experimentación y cálculos realizados son los que se presentan a continuación. La cantidad fabricada de crema fue de 600 kg, tanto para proceso en caliente como proceso en frío.

**Tabla IV. Costos de fabricación de emulsiones**

| <b>Rubro</b>  | <b>Emulsión en Caliente</b> | <b>Emulsión en Frío</b> |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| Tiempo de fabricación                                   | 7.75 h                      | 2.25 h                  |
| Costo uso de equipos para Fabricación (costo del vapor) | Q 130.86                    | No se utiliza vapor     |
| Costo Mano de Obra                                      | Q 61.31                     | Q 17.80                 |
| Costo Materia Prima (600 kilos fabricados)              | Q 2,871.60                  | Q 2,993.04              |
| Costo Total de Fabricación                              | <b>Q 3,063.77</b>           | <b>Q 3,010.84</b>       |
| Costo de fabricación por kilogramo de crema             | Q 5.11                      | Q 5.01                  |

Fuente: Apéndice Págs. 45 - 48

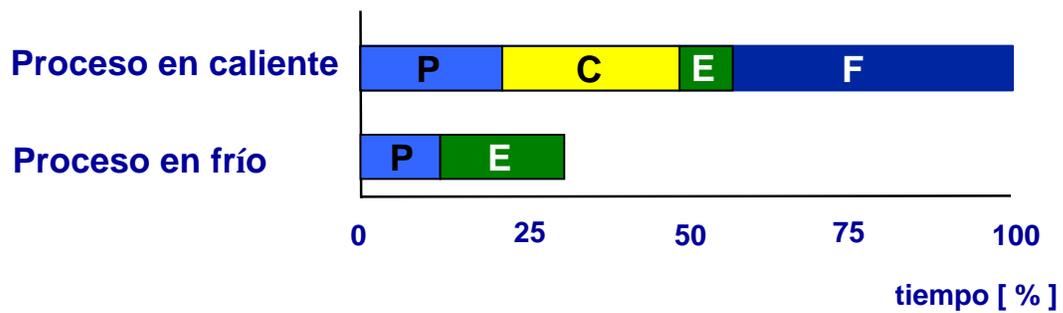
Figura 4. Energía requerida para emulsificar



S : Agitación, homogenización

C : Calentamiento

Figura 5. Tiempo requerido para emulsificación



P : Preparación

C : Calentamiento

E : Emulsificación / homogenización

F : Enfriamiento

**Tabla V. Cuantificación de tiempos para la fabricación de emulsión en caliente**

| <b>Proceso</b>                                   | <b>Tiempo para la actividad (min)</b> |
|--|---------------------------------------|
| Preparación de Materias Primas                   | 90                                    |
| Pesado de Fase Acuosa                            | 15                                    |
| Llenado del Mezclador                            | 15                                    |
| Calentamiento de Fase Oleosa (marmita)           | 20                                    |
| Calentamiento de Fase Acuosa (mezclador)         | 75                                    |
| Emulsión   | 25                                    |
| Agitación y Homogeneización (Enfriamiento)       | 180                                   |
| Descarga e Identificación del Lote de producción | 45                                    |

Fuente: Apéndice pág. 44

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

| <b>Proceso</b>                                   | <b>Tiempo para la actividad (min)</b> |
|--|---------------------------------------|
| Preparación de Materias Primas                   | 30                                    |
| Pesado de Fase Acuosa                            | 20                                    |
| Llenado del Mezclador con fase acuosa            | 15                                    |
| Incorporación de fase oleosa                     | 10                                    |
| Emulsión   | 15                                    |
| Agitación y Homogeneización                      | 20                                    |
| Descarga e Identificación del Lote de Producción | 25                                    |

**Tabla VII. Costo de mano de obra emulsión en caliente**

| Descripción                              | Tiempo | Costo      | Total   |
|--|--------|------------|---------|
| Tiempo de preparación de materias primas | 1.5 h  | Q 7.91 / h | Q 11.87 |
| Tiempo de fabricación                    | 6.25 h | Q 7.91 / h | Q 49.44 |
| Total                                    | 7.75 h |            | Q 61.31 |

**Tabla VIII. Costo de mano de obra emulsión en frío**

| Descripción                              | Tiempo | Costo      | Total   |
|--|--------|------------|---------|
| Tiempo de preparación de materias primas | 0.5 h  | Q 7.91 / h | Q 3.95  |
| Tiempo de fabricación                    | 1.75 h | Q 7.91 / h | Q 13.84 |
| Total                                    | 2.25 h |            | Q 17.80 |

**Tabla IX. Costo de materias primas para emulsión en caliente**

| <b>Materia Prima</b>         | <b>% de uso</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo MP</b> | <b>Costo de</b>    |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
|                              |                 | <b>Kilos</b>    | <b>Q/kilo</b>   | <b>Fabricación</b> |
| <b>FASE A</b>                |                 |                 |                 |                    |
| ACEITE MINERAL               | 2.600           | 15.60           | Q15.61          | Q0.41              |
| ACEITE DE SILICONA           | 0.400           | 2.40            | Q59.01          | Q0.24              |
| ACIDO ESTEARICO              | 1.700           | 10.20           | Q14.04          | Q0.24              |
| ALCOHOL CETÍLICO             | 2.000           | 12.00           | Q27.24          | Q0.54              |
| MONOESTEARATO DE GLICERILO   | 4.200           | 25.20           | Q24.43          | Q1.03              |
| ISOPROPIL PALMITATO          | 2.000           | 12.00           | Q23.58          | Q0.47              |
| PROPILPARABENO               | 0.100           | 0.60            | Q77.25          | Q0.08              |
| <b>FASE B</b>                |                 |                 |                 |                    |
| AGUA                         | 81.950          | 491.70          | Q0.05           | Q0.04              |
| METILPARABENO                | 0.150           | 0.90            | Q61.10          | Q0.09              |
| PROPILEN GLICOL              | 4.000           | 24.00           | Q21.42          | Q0.86              |
| LAURIL ETER SULFATO DE SODIO | 0.400           | 2.40            | Q13.68          | Q0.05              |
| <b>FASE C</b>                |                 |                 |                 |                    |
| FRAGANCIA                    | 0.500           | 3.00            | Q148.31         | Q0.74              |
| <b>Total Costo / Kg</b>      | 100.0000        | 600.00          |                 | <b>4.7860</b>      |

Fuente: Programa Visual Enterprise

**Tabla X. Costo de materias primas para emulsión en frío**

| <b>Materia Prima</b> | <b>%</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo MP</b> | <b>Costo de</b>    |
|----------------------|----------|-----------------|-----------------|--------------------|
|                      |          | <b>Kilos</b>    | <b>Q/kilo</b>   | <b>Fabricación</b> |
| <b>FASE A</b>        |          |                 |                 |                    |
| AGUA                 | 91.700   | 550.20          | Q0.05           | Q0.05              |
| <b>FASE B</b>        |          |                 |                 |                    |
| RHEOCARE             | 2.000    | 12.00           | Q130.75         | Q2.62              |
| ACEITE MINERAL       | 3.500    | 21.00           | Q15.61          | Q0.55              |
| CICLOMETICONA        | 0.500    | 3.00            | Q55.54          | Q0.28              |
| GERMALL PLUS         | 0.200    | 1.20            | Q185.70         | Q0.37              |
| LONZASERVE           | 0.100    | 0.60            | Q69.25          | Q0.07              |
| PROPILEN GLICOL      | 1.500    | 9.00            | Q21.42          | Q0.32              |
| <b>FASE C</b>        |          |                 |                 |                    |
| FRAGANCIA            | 0.500    | 3.00            | Q148.31         | Q0.74              |
| Total Costo / Kg     | 100.0000 | 600.00          |                 | <b>4.9884</b>      |

Fuente: Programa Visual Enterprise

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El motivo del presente estudio es obtener el costo y el beneficio en la fabricación de las emulsiones cosméticas, utilizando el proceso de fabricación en caliente como en frío.

Para ello se evalúan varios aspectos. Se determinó el 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 600 kg de cada tipo de emulsión.

El principal factor a analizar fue el consumo energético. Para ello fue necesario calcular el consumo de diesel durante un período de 5 días, durante este tiempo se llevó el control de uso de vapor en los equipos a través del formato 001 (ver apéndice página 43). 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 en un determinado momento sobrepasara la capacidad de vapor generada por la caldera.

Ya calculado el consumo de vapor diario se realizó la operación para obtener el consumo por cada equipo de fabricación, tomando como estudio una marmita de 700 kg, en donde se fabricaron 600 kg de una emulsión procesada en caliente. Para el caso de la emulsión en frío se utilizó un tanque de 700 kg 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, esto logra disminuir los costos de fabricación ya que el período de tiempo promedio que se utiliza de vapor por cada equipo para fabricar una crema procesada en caliente es de 1.5 horas aproximadamente.

Las emulsiones en caliente presentan mayor tiempo de fabricación ya que poseen tiempos prolongados para el calentamiento de las materias primas como el tiempo de enfriamiento (Ver Tabla V y VI página 33). 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 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 (Tablas IX y X páginas 36, 37) 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 lo más similar posible. 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 sufre un aumento en su precio debido a la tecnología que presenta el material base para lograr la emulsión (acrilamida y copolímero de acrilato de sodio y parafina líquida y tridecet - 6) y 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 fabricar, debido a que una emulsión en caliente necesita mayor tiempo de fabricación, el costo de mano de obra también es mayor (Ver Tablas VII y VIII página 34).

Se obtuvo que la fabricación de emulsiones en frío presenta menor costo que la fabricación de emulsiones en caliente.

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 al tiempo de fabricación, se podrían realizar tres lotes de 600 kg de crema procesada en frío diariamente, sin embargo, solamente se puede fabricar un lote de 600 kg de crema procesada en caliente, ya que como lo muestra la Tabla VII (página 34) el tiempo necesario para la fabricación es de 7.75 horas, lo que representa el 97 % 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 para el proceso.



## CONCLUSIONES

1. Las emulsiones procesadas en frío presentan un menor costo de fabricación.
2. Se pueden fabricar tres lotes diarios de una emulsión procesada en frío, ya que el tiempo necesario es 2.25 horas para cada lote.
3. El costo de fabricar emulsiones en caliente es mayor que una emulsión en frío, por el tiempo de calentamiento y enfriamiento.
4. El costo de mano de obra para ambos tipos de emulsiones es directamente proporcional al tiempo utilizado para la fabricación.



## RECOMENDACIONES

1. Alternar los dos procesos de fabricación, para mejorar la productividad de la planta.
2. Para no afectar al consumidor final y cambiar las formulaciones antiguas que están posicionadas en el mercado, los nuevos desarrollos deben ser trabajados con materias primas que puedan ser procesadas en frío.
3. Cuidar el proceso de fabricación en frío, colocando el porcentaje de preservante adecuado y cumplir a cabalidad las buenas prácticas de manufactura.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria **Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos**. Brasil: Editora Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, 2004. 11 – 31 pp.
2. Bermejo, Marital. **Preparación Emulsiones**. Depto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universitat id València. 2003 – 2004. 1 – 7 pp.
3. Chang, Raymond. **Química**. Sexta Edición. México: Editorial McGraw-Hill, 1998. 48-49, 110, 425, 956-958 pp.
4. De Navarre, Maison G. **The Chemistry and Manufacture of Cosmetics**. Estados Unidos: Allured Publishing Corporation, 1975. 607-610 pp.
5. Real Decreto 1599/1997, de 17 de octubre, **Regulación de los Productos Cosméticos**. España: Editorial Aranzandi S.A.
6. Sistema de computación Visual Enterprise
7. [www.textoscientificos.com/emulsiones](http://www.textoscientificos.com/emulsiones), junio 2008.
8. [www.revik.com/cosmetologia/enciclopedia.htm](http://www.revik.com/cosmetologia/enciclopedia.htm), junio 2008.
9. [www.mundobelleza.com](http://www.mundobelleza.com), junio 2008.
10. [www.personalcarepolymers.com](http://www.personalcarepolymers.com), julio 2008.





## CÁLCULOS

### A. Consumo económico de los Equipos por cada Fabricación

- Cálculo consumo de diesel en caldera

Para realizar el cálculo del consumo de diesel se utiliza el volumen de un cilindro, ya que el recipiente que contiene este combustible es de forma cilíndrica. Ver Ec. 1

$$Volumen_{Inicial} = \pi hr^2 \quad \text{Ec. 1}$$

$h$  = altura cilindro

$r$  = radio cilindro

$\pi$  = pi

$$Volumen_{Inicial} = \pi(0.24)(0.55)^2 = 0.2280m^3$$

$$Volumen_{Final} = \pi(0)(0.55)^2 = 0m^3$$

Tiempo total uso de vapor = 29 horas

Para obtener el valor del consumo de diesel diario se utiliza el siguiente cálculo:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Volumen}_{\text{Consumido}}}{\text{Tiempo}} \quad \text{Ec. 2}$$

*Volumen consumido* = volumen de diesel que se utilizó en un tiempo determinado

*Tiempo* = uso de vapor en el tiempo en que se realizó el estudio (5 días).

$$\text{Consumo} = \frac{0.2280 \text{m}^3}{29 \text{h}} = 0.007864 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Realizando la conversión equivale a:

$$\text{Consumo} = 0.007864 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * \frac{1000 \text{lt}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{gal}}{3.8 \text{lt}} * \frac{11 \text{h}}{1 \text{día}} = 22.76 \frac{\text{gal}}{\text{diarios}}$$

## B. Cálculo del costo de fabricación de cremas (Q / kg)

Para obtener el costo de cada kilogramo de fabricación para una emulsión en caliente se utiliza la Ec. 3:

$$\text{Costo} = \frac{\text{galones}}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{h} * \frac{h}{\text{marmita}} * \frac{\text{marmita}}{\text{capacidad}(\text{kg})_{\text{marmita}}} * \frac{Q}{\text{gal}} \quad \text{Ec. 3}$$

Para el caso de nuestro estudio, se utiliza la Ecuación 3, tomando los siguientes datos :

- ✓ una marmita de 700 kg de capacidad donde se calienta el agua y posteriormente se funden los materiales grasos.
- ✓ El costo del Diesel corresponde a Q 36.90 cada galón

$$\text{Costo}_{\text{marmita}700\text{kg}} = 22.76 \frac{\text{gal}}{\text{día}} * \frac{1\text{día}}{11h} * \frac{2h}{1\text{marmita}} * \frac{\text{marmita}}{700\text{kg}_{\text{marmita}}} * 36.90 \frac{Q}{\text{gal}} = 0.2181 \frac{Q}{\text{kg}}$$

El costo de fabricación de 600 kg de crema en caliente asciende a = Q 130.86

### C. Costo de mano de obra

Para la fabricación de los dos tipos de emulsiones se toma en cuenta el siguiente personal operativo:

- 1 operarios en el área de mezclado por cada tipo de emulsión
- 1 operario en el área de preparación de materias primas

El salario de estos operarios corresponde a Q 1,900 cada uno. Para obtener el costo de mano de obra por cada hora laborada se realiza el siguiente cálculo:

$$\frac{\text{Salario}}{30\text{díaslaborados} * 8\text{horas}}$$
$$\frac{Q1,900}{30\text{díaslaborados} * 8\text{horas}} = Q7.91/h$$

### D. Costo de Materia Prima

- Costo de Materias Primas para la fabricación de 600 kg de crema en caliente = Q 4.7860\*600 = Q 2,871.60
- Costo de Materias Primas para la fabricación de 600 kg de crema en frío = Q 4.9884 \* 600 = Q 2,993.04