

ES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO COMPARATIVO DE UNA EMULSION EN FRIO Y UNA EMULSION EN CALIENTE ASI COMO SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE UN MAQUILLAJE

T E S I S

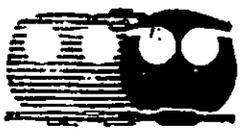
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA

P R E S E N T A :

MONICA IVETTE PALOMARES SILVA

28/2/92





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE  
VOCAL  
SECRETARIO  
1<sup>er</sup> SUPLENTE  
2<sup>o</sup> SUPLENTE**

**PROF. JOSE BENJAMIN ROBLES GARCIA  
PROF. JUAN MANUEL PEGUERO ZAMBRANO  
PROF. ANA INGRID KELLER WURTZ  
PROF. JOSE LUIS ORTEGA CERVANTES  
PROF. ERNESTINA HERNANDEZ GARCIA**

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: HOUSE OF FULLER S.A. DE C.V.  
Redención 17, Jardines del Sur, Xochimilco.**

**ASESOR DEL TEMA**



Q.F.B. Juan M. Peguero Z.

**SUPERVISOR TECNICO**



Ing. Verónica Moreno R.

**SUSTENTANTE**



Mónica Ivette Palomares S.

## DEDICATORIAS

### A MI AMIGO JESÚS.

*Desde que te conocí mi vida cambió.  
Eres mi luz, que ilumina mi camino.  
Eres mi amigo fiel, que lo da todo, sin esperar nada.  
Has estado conmigo en las buenas y en las malas.  
Has estado conmigo, en los triunfos y en los fracasos.  
Has reído y llorado conmigo, a mi lado.  
Me has alentado a seguir adelante.  
Me has ayudado a levantarme, cuando caigo.  
Has sembrado en mi corazón, la esperanza,  
la confianza y el amor.  
Me has enseñado, lo bello que es vivir y amar.  
Y que la vida y el amor, es Dios.*

## **A MIS PADRES**

*Les agradezco el apoyo, la confianza  
y paciencia, que me dieron, para que  
concluyera mis estudios.*

*Gracias por los valores que me inculcaron,  
por motivarme a ser mejor cada día.*

*Este trabajo, se los dedico con todo mi amor.*

*Dios los bendiga.*

## **A MIS HERMANAS.**

*Mara y Kari, gracias por apoyarme y confiar en mi.*

*Hemos estado juntas siempre, en las buenas y en las  
malas. Ahora, quiero compartir con ustedes este triunfo  
que significa, empezar una nueva etapa de mi vida.*

*Le doy gracias a Dios, por tenerlas conmigo.*

## **A ARI Y GABY**

*Por su amistad, confianza y  
compañía.*

## A HOUSE OF FULLER.

*Por la oportunidad y confianza, para realizar mi tesis profesional.  
En especial mi agradecimiento, al Gerente de I y D José Luis Molinar.*

## A MIS COMPAÑEROS DE LABORATORIO DE I Y D.

*Les agradezco el apoyo durante mi estancia en el laboratorio.  
Gracias, Loli, Silvia, Amalia, Eva, Gina, Paty, Claudia, y Juan Manuel.*

*En especial agradezco, a*

*Josune*

*Gracias, por tu apoyo desde un principio.*

*Vero.*

*Gracias, por el apoyo y tiempo que  
dedicaste, para realizar este trabajo.*

*José Luis*

*Gracias, por todo el apoyo y  
confianza, que me brindaste, para  
realizar mi tesis profesional.*

## **A MI ASESOR JUAN MANUEL PEGUERO**

*Por su apoyo, tiempo y sabia asesoria,  
que me brindaste para desarrollar este trabajo.  
Por compartir conmigo, tus conocimientos y  
experiencia, como profesionalista.*

## **A MI UNIVERSIDAD**

*Siempre estaré agradecida, por lo que me  
dio, para mi formación como profesionalista.*

## **A MIS PROFESORES**

*Por compartir sus conocimientos y experiencia.*

## **A LOS PROFESORES**

### **ANIBAL Y LUCIA BASCUÑAN**

*Gracias, por su amistad. Por compartir conmigo  
sus conocimientos y experiencias.*

## INDICE

CONTENIDO.....	PAG.
OBJETIVOS.....	3
INTRODUCCION.....	4
ANTECEDENTES.....	5
I. EMULSIONES.....	5
A. Definición.....	5
B. Tipos de emulsiones cosméticas.....	5
C. Teoría de emulsiones.....	6
D. Clasificación de emulsiones.....	10
E. Componentes de una emulsión.....	10
F. Selección de materias primas para emulsiones.....	11
G. Características de agentes tensoactivos.....	11
H. Agentes tensoactivos.....	11
I. Clasificación de agentes tensoactivos.....	12
J. Balance hidrofílico/lipofílico (HLB).....	14
K. Escala de HLB.....	16
L. Determinación de HLB de las sustancias emulsionantes de acuerdo al tipo de molécula.....	16
M. HLB requerido para una mezcla de componentes en una fórmula.....	17
N. Factores fisicoquímicos que afectan la estabilidad de emulsiones.....	18
O. Métodos de manufactura.....	19
P. Maquillajes.....	21
Q. Color.....	22
R. Pruebas de estabilidad.....	23
II. SUSPENSIONES.....	25
A. Definición.....	25
B. Dispersiones coloidales.....	25
C. Características de suspensiones.....	25
D. Tipos de suspensiones.....	27
E. Volumen de sedimentación.....	28
F. Velocidad de sedimentación.....	28
G. Potencial Z.....	29
III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	30

A. Definiciones.....	30
B. Experimentos 2 <sup>o</sup> .....	31
PARTE EXPERIMENTAL.....	34
I. DESARROLLO DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.....	34
A. Material y equipo.....	34
B. Formulaci3n.....	34
C. Diagrama de flujo de proceso de fabricaci3n.....	35
D. Determinaciones fisicoqu3micas.....	36
II. DESARROLLO DEL MAQUILLAJE EN FRIO.....	37
A. Material y equipo.....	37
B. Formulaci3n.....	37
C. Diagrama de flujo de proceso de fabricaci3n.....	38
C. Determinaciones fisicoqu3micas.....	39
III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS DEL PROCESO DE FABRICACION DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.....	40
IV. PRUEBA DE FUNCIONALIDAD PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	40
V. PRUEBA DE IRRITACION DERMICA Y SENSIBILIZACION PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	44
VI. PRUEBA DE RETO MICROBIOL3GICO PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	46
RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	47
I. DESARROLLO DE UN MAQUILLAJE EN CALIENTE.....	47
II. DESARROLLO DE UN MAQUILLAJE EN FRIO.....	50
III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL PROCESO DE FABRICACION DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.....	70
IV. PRUEBA DE FUNCIONALIDAD PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	75
V. PRUEBA DE IRRITACION DERMICA Y SENSIBILIZACION PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	79
VI. PRUEBA DE RETO MICROBIOL3GICO PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.....	80
VII. COSTOS.....	81
CONCLUSION.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	87

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL :**

- Desarrollar un maquillaje líquido, utilizando procesos de fabricación de emulsiones en caliente y en frío.

### **OBJETIVOS PARTICULARES :**

- Comparar las formulaciones resultantes de los procesos de fabricación de emulsiones en frío y emulsiones en caliente, en cuanto a su aspecto, propiedades fisicoquímicas, sensoriales y estabilidad física, en el desarrollo de un maquillaje líquido.
- Seleccionar las variables fisicoquímicas que influyen en los procesos de manufactura, como parte del desarrollo de un maquillaje líquido y compararlos en relación a costo de fabricación y facilidad de producción.

## INTRODUCCION

En el área de la cosmetología, se sabe que las emulsiones son mezclas relativamente estables de ceras, aceites y agua, se fabrican mezclando juntas sustancias solubles en aceites y solubles en agua en presencia de un agente emulsificante.

Las emulsiones constituyen una parte importante del mercado de los cosméticos. El punto de partida de este estudio es el recuerdo de que ciertas sustancias muestran afinidad mutuamente y otras no. Esta idea de afinidad desempeña una parte importante en la tecnología de la emulsión y esta relacionada con la manera en la que las moléculas individuales parecen atraer a sus vecinos en un medio dado.

La afinidad se manifiesta por si misma, no solo como solubilidad, sino también en el concepto de fase. Cuando dos o más sustancias en contacto coexisten en forma claramente diferentes y se separan en entidades, cada una de ellas se considera como una fase.

Por tanto, muchos de las características manifestadas por el sistema dependen fundamentalmente de la naturaleza química o física de las dos fases y la interacción entre ellas.<sup>1</sup>

Para la preparación de maquillajes, hay que considerar que es un sistema complejo. El problema básico en la preparación de maquillajes es prevenir la sedimentación de los pigmentos dispersándolos en una emulsión líquida. Al igual, hay que mantener estable la emulsión, para evitar la separación de fases.

Hay que tomar varios factores que pueden afectar este sistema de emulsión/suspensión, como la temperatura, el tamaño de partícula, tiempo de agitación, la velocidad de agitación etc., ya que de eso depende que el maquillaje sea estable.

Para preparar la emulsión, hay que seleccionar, las materias primas que nos proporcionen una buena funcionalidad, como textura, aplicación y emolencia, además de proporcionar un sistema de fases estable.

Para la preparación de emulsiones tradicionales, un factor a controlar es la temperatura durante el proceso. En este trabajo, se pretende preparar una emulsión en frío, con la finalidad de compararla con la emulsión en caliente, en cuanto a sus componentes, estabilidad fisicoquímica y propiedades organolépticas.

## ANTECEDENTE

### I. EMULSIONES

#### A. Definición.

Las emulsiones son sistemas heterogéneos compuestos de al menos dos fases inmiscibles entre sí, una de las cuales está dispersa uniformemente como finas gotas o glóbulos (fase interna) a través de la otra (fase externa o continua).<sup>9</sup>

#### B. Tipos de emulsiones cosméticas y su uso<sup>10</sup>.

1. Aceite en agua (Ac/Ag) : el agua es la fase continua

2. Agua en aceite (Ag/Ac) : el aceite es la fase continua

3. Múltiples :

- Aceite / Agua / Aceite.
- Agua/ Aceite / Agua.

Siliconas (dimeticona). Las siliconas son polímeros formados por átomos de oxígeno y silicio alternados, combinados con diversos grupos orgánicos ;disponibles en forma de aceite, grasa o plástico ; se caracterizan por su resistencia al agua, al calor y al paso de la electricidad.

- Agua en silicona o silicona en agua.
- Aceite / agua / silicona

Las emulsiones son la llave para la fabricación de:

- ◆ 98 % Cremas hidratantes.
- ◆ 95 % Mascaras
- ◆ 85 % Maquillajes
- ◆ 75 % Productos con factor de protección solar.
- ◆ 40 % Cremas de noche

### C. Teoría de emulsiones

Una mezcla de aceite y agua puede emulsificarse por agitación. Cuanto más enérgica es la agitación más pequeño es el tamaño de las gotas de la fase dispersa.

Sin embargo las gotas de la fase dispersa se hacen notablemente más grandes, ya que se reúnen hasta que se reconstituyen las dos capas iniciales y se observa una separación de fases.

Cuando una mezcla de aceite y agua en reposo formada por dos capas simples se agita, grandes volúmenes de una fase inevitablemente se quedan aislados y atrapados dentro de la otra fase.

El destino de estos glóbulos aislados dependen en parte de la turbulencia que encuentran en sus alrededores inmediatos. Si el tamaño de las corrientes de remolino locales es más pequeño que el de los glóbulos, éstos se romperán en varias gotas más pequeñas bajo la influencia de la fuerza de cizalla ejercida por el remolino.

Esta fuerza de cizalla está en oposición con la tensión superficial en la interfase entre la gota y el líquido. El tamaño de las gotas final depende casi exclusivamente de la tensión superficial en la interfase y del grado de turbulencia producido en la fase continua.

Disminuyendo la tensión superficial, disminuirá la "fuerza conductora" termodinámica para la coalescencia.

Es posible estabilizar emulsiones al proveer de una barrera física en la interfase que no sólo reduzca la probabilidad de su ruptura, sino que realmente prevenga que las gotas se toquen unas con otras, al mismo tiempo que se hace más fácil la emulsificación al reducir la tensión superficial interfacial.

La probabilidad de hallar sustancias que emigren y existan en una interfase aceite-agua se deriva de la idea de la afinidad química; todo lo que es necesario es que al menos parte de la sustancia debe mostrar una afinidad para el aceite y parte para el agua. Las sustancias que poseen estas características se han denominado "agentes tensoactivos" ( emulsificantes).<sup>1</sup>

Se ha demostrado que la barrera física proporcionada por la capa molecular condensada de los emulsionantes en la interfase de una emulsión puede

colaborar a evitar coalescencia y como esta misma capa puede, por repulsión eléctrica e impedimento estérico, evitar que las gotas se junten.<sup>1</sup>

En la siguiente representación (fig. 1) esquemática de una molécula del tipo convencional de tensoactivo, esta compuesta de dos partes, un grupo amante del agua o hidrófilo en un extremo (H) y un grupo amante del aceite o lipófilo en el otro extremo (L).

Puesto que el grupo lipófilo es generalmente una cadena de hidrocarburo, es frecuente representarla en el esquema como una cola.

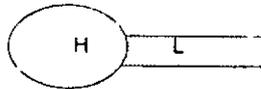


Fig. 1 Tensoactivo.

1 Si la molécula se dispersa en aceite. Se observaría lo siguiente (fig. 2) :

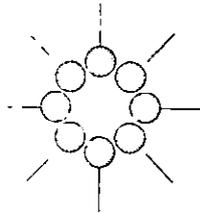


Fig. 2 Comportamiento de tensoactivo.

Puesto que las fuerzas de cohesión entre la porción hidrófila de la molécula y las moléculas del aceite son despreciables comparadas a, las de entre los extremos hidrófilos de las moléculas entre ellas, las moléculas se orientan, como racimos o micelas.

A las partes lipófilas de las moléculas del tensoactivo, experimentando grandes fuerzas de cohesión de las moléculas del aceite se les facilita la exposición hacia el medio oleoso<sup>1</sup>

2. Cuando la molécula se dispersa en agua o medio hidrófilo la orientación es opuesta observándose lo siguiente (fig. 3) :

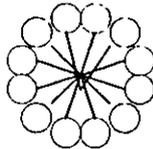


Figura. 3. Comportamiento de tensoactivo

3. Si el aceite es añadido al agua, el tensoactivo emigra a la interfase. Si se forma la emulsión, cada gota de la fase interna se cubrirá con moléculas orientadas de tensoactivo (fig. 4).

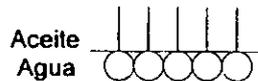


Figura. 4. Comportamiento de tensoactivo

Así se puede observar que la disminución relativa de la tensión superficial a cada lado de la interfase del tensoactivo colabora a determinar la naturaleza de la emulsión y la facilidad de la emulsificación.

Los factores esenciales que rigen la integridad de la película interfacial y su resistencia a la ruptura son su extensión, su carácter compacto y su carga eléctrica. Una disminución de la tensión interfacial no es esencial para la estabilidad de una emulsión.

Un fenómeno que tiende a interrumpir la continuidad de la monocapa interfacial es el simple impedimento estérico. Por lo que se recomienda usar una mezcla de emulsionantes.

Estas mezclas producen emulsiones más estables, solo con tal que los emulsionantes seleccionados sean compatibles química y físicamente unos con otros. Se logran mejores resultados con una asociación de moléculas tensoactivas que tengan muy diferentes valores de HLB, asociados en cantidades tales, como para producir un HLB resultante próximo al óptimo para el sistema a ser emulsificado y así se forma una película interfacial condensada mucho más compacta.

La presencia de una carga bien desarrollada sobre la superficie de las gotas es importante porque promueve la estabilidad causando repulsión entre las gotas cercanas.<sup>1</sup>

Este potencial puede aumentar cuando se emplea un agente emulsificante ionizado.<sup>1</sup>

Aunque la formación de cremación y la sedimentación son indeseables, no siempre dividen la emulsión porque las gotas dispersas contienen su individualidad y pueden volver a dispersarse agitando suavemente.

Son más serios para la estabilidad de una emulsión los procesos de agregación y coalescencia. En la primera, las gotas dispersas se acercan pero no se fusionan. La coalescencia, que es la fusión total de las gotas, disminuye el número de estas y finalmente separa las dos fases no miscibles.

La agregación precede a la coalescencia en las emulsiones, pero la segunda no siempre sigue a la primera. La agregación es reversible hasta cierto punto, y aunque no es tan seria como la coalescencia acelera la formación de cremación o la sedimentación porque el agregado se comporta como una sola gota.

Aunque la agregación se relaciona con el potencial eléctrico de las gotas, la coalescencia depende de las propiedades estructurales de la película interfacial.

En una emulsión estabilizada con emulsionantes de tipo tensoactivo que forman películas monomoleculares la coalescencia está resistida por la elasticidad y cohesividad de las películas oprimidas entre las dos gotas.

A pesar de que dos gotas pueden tocarse, no se fusionan hasta que las películas se adelgazan y finalmente se rompen. Las películas multicapa y de partículas sólidas confieren a la emulsión alto grado de resistencia a la coalescencia debida a su fuerza mecánica

La coalescencia es un proceso distinto de la floculación (agregación) que comúnmente la precede. La floculación es la formación de grupos o masas de partículas y la coalescencia es la fusión de los aglomerados en una o más gotas grandes.

La coalescencia es generalmente rápida cuando dos líquidos se agitan juntos porque no hay una gran barrera energética que impida la fusión de gotas y la nueva formación de las fases originales. Cuando se agrega al sistema un agente

emulsionante puede haber floculación pero la coalescencia se reduce a un grado que depende de la eficacia del agente emulsionante para formar una película interfacial coherente estable.<sup>3</sup>

Es posible entonces preparar emulsiones floculadas pero sin coalescencia. Además de la película interfacial que rodea a las gotitas y obra como barrera mecánica, la coalescencia de las gotas también es posible debido a la presencia de una capa delgada de la fase continua entre las partículas agrupadas.

El análisis del tamaño de la partícula puede revelar la tendencia de una emulsión a la agregación y coalescencia mucho antes de que existan signos visibles de inestabilidad.<sup>3</sup>

Aunque todas las emulsiones perderán finalmente su exceso de energía rompiéndose, es importante que todo producto comercial debe retener su integridad a lo largo de su vida útil.

La importancia del envasado en la protección del producto nunca se sobrevalora en exceso, pues ninguna emulsión debe lanzarse al mercado hasta que se ha garantizado la completa compatibilidad de producto y envase.<sup>1</sup>

#### D. Clasificación de emulsiones<sup>9</sup>.

Denominación	Tipo	Tamaño	Apariencia
Normales o macroemulsiones	Aceite/Agua y Agua /Aceite	0.5 - 50µm	Opaca
Microemulsiones	Aceite/Agua y Agua /Aceite	10 - 100nm	Semi o transparente
Múltiples	Aceite/Agua/Aceite Agua/Aceite/Agua	0.5 - 5µm	Opaca

#### E. Componentes en las fases de una emulsión cosmética.

Fase oleosa	Emolientes Emulsificador soluble en lípidos Aditivos solubles en lípidos/agentes activos
Fase acuosa	Humectantes Emulsificador soluble en agua Aditivos solubles en agua / agentes activos

## F. Selección de materias primas de acuerdo al proceso de fabricación<sup>13</sup>

Ingrediente	Proceso en caliente	Proceso en frío
Componentes grasos/emolientes	Ilimitado	Ilimitado
Emulsificantes	Ilimitado	Limitado
Ceras	Ilimitado	No se usa

En este trabajo se empleara el término tensoactivo, agente tensoactivo, emulsificante, emulsionante indistintamente.

## G. Características generales de tensoactivo.<sup>10</sup>

Iónicos.	No iónicos.
◊ Estabilización por doble capa eléctrica	◊ Estabilización por impedimento estérico
◊ Es sensible a electrólitos.	◊ No es sensible a electrólitos
▶ Iones en agua	◊ Usualmente no es espumoso
▶ Polímeros iónicos	◊ Generalmente más costoso.
▶ Humectantes iónicos.	
◊ Costo moderadamente bajo	
◊ Resulta espumoso	

## H. Agentes tensoactivos.

Un agente tensoactivo es una sustancia que tiene la propiedad de alterar la energía de una superficie con la cual entra en contacto. Esta disminución de energía superficial puede observarse fácilmente en, por ejemplo, espumantes, incremento de extensibilidad de un líquido en un sólido, incremento de suspensión de partículas sólidas en un medio líquido y la formación de emulsiones.<sup>10</sup>

- 1) Los tensoactivos son agentes activos interfaciales.
  - ◆ Contienen tanto la porción hidrofílica como lipofílica
- 2) Los tensoactivos reducen la tensión superficial entre la fase acuosa y la fase oleosa.

## I. Clasificación de los agentes tensoactivos.

Como ya se mencionó anteriormente los tensoactivos están compuestos por dos partes, un grupo hidrófilo y un grupo lipófilo. Existe un número limitado de variaciones químicas que pueden actuar en el tensoactivo. Las referencias al extremo hidrófilo de la molécula son las siguientes :

1. Introducción de grupos terminales aniónicos ionizables.
2. Introducción de grupos terminales catiónicos ionizables.
3. introducción de grupos anfóteros.
4. Introducción de otros grupos hidrosolubles pero no ionizables, tales como hidroxilo o etoxilo.

Para el extremo lipófilo de la moléculas, son las siguientes :

1. Variación en la longitud de la cadena hidrocarburo.
2. Grado de insaturación de la cadena hidrocarburo.
3. Grado de ramificación de la cadena hidrocarburo
4. Introducción y yuxtaposición de grupos arilo en la cadena hidrocarburo<sup>1</sup>

Los **tensoactivos aniónicos** están caracterizados por una carga negativa en su porción hidrofílica, es ideal para productos de limpieza debido a su capacidad de dispersar la suciedad grasosa.

Los **tensoactivos catiónicos** se caracterizan por una carga positiva en su porción hidrofílica. Esta carga es atraída por las proteínas con carga negativa de la piel y del cabello, haciendo que estos productos sean útiles como agentes acondicionadores.

Los **tensoactivos anfotéricos** se caracteriza por la capacidad de reaccionar como un ácido o como una base, aportando iones  $\text{OH}^-$  o  $\text{H}^+$ , dependiendo de las características químicas del entorno, estos no son irritantes.

Los **tensoactivos no iónicos** se caracterizan por una carga neutra (carga neta cero)<sup>11</sup>. Tiene un pH estable . es estable en ácidos y álcalis, no reacciona con otros emulsificantes.<sup>14</sup> Es un buen agente solubilizante y confiere flexibilidad a la formulación.<sup>11</sup>

Uno de los tensoactivos no iónicos utilizados, son los ésteres de ácidos grasos de sorbitán. Estos tensoactivos son mezclas de ésteres de sorbitol, sus anhídridos y ácidos grasos tal como ácido laurico, palmítico, esteárico u oleico.

Por ejemplo tenemos: laurato de sorbitán (Span 20), palmitato de sorbitán (Span 40), estearato de sorbitán (Span 60), oleato de sorbitán (Span 80).

Estos tensoactivos son lipofílicos, son generalmente solubles o dispersables en aceite y tienden a formar emulsiones agua/aceite.

Estos tensoactivos son solubles en solventes orgánicos, e insolubles pero dispersables, en agua. Para emulsiones aceite/agua se utiliza junto con los polisorbatos con el mismo número, por ejemplo laurato de sorbitán con polisorbato 20.

Otro de los tensoactivos no iónicos, son los polioxietilenos, derivados de ésteres de ácidos grasos de sorbitán. Estos tensoactivos son hidrofílicos generalmente solubles o dispersables en agua y soluble en diversos grados en líquidos orgánicos. Por ejemplo tenemos: Polisorbato 20 (Tween 20), polisorbato 40 (Tween 40), polisorbato 60 (Tween 60), polisorbato 80 (Tween 80).<sup>14</sup>

Aniónicos	Sulfatos alcohol éter Alquil sulfatos Carboxilatos. Fosfatos.
Catiónico	Compuestos cuaternarios de amonio
Anfotéricos	Derivados de alquil betainas Lecitina Sulfatos grasos aminados
No iónicos	Alcoholes de lanolina Fenoles alquil polioxiétilados(POE) Amidas ácidas de POE Aminas grasas de POE Esteres grasos de POE

Tabla A. Clasificación de tensoactivo<sup>8</sup>.

## **J. Balance hidrofílico/lipofílico (HLB).**

El HLB es un número asignado de 1 - 20 basado sobre el porcentaje de la molécula que es hidrofílico y el porcentaje que es lipofílico.

El HLB es una excelente herramienta para comenzar la preformulación de una emulsión pero no es contundente.<sup>10</sup>

El valor de HLB óptimo del sistema emulsionante para una composición dada de fases aceite y agua proporciona un punto de partida útil en la selección de los emulsionantes que darán una emulsión de buena estabilidad.

El equilibrio hidrófilo-lipófilo es una propiedad importante del emulsionante, puesto que determina el tipo de emulsión que tiende a producir.

Si se requiere una emulsión aceite/agua, debe usarse emulsionantes con un HLB de 8 - 18. Cuando se requiere de una emulsión agua/aceite, el valor de HLB es de 4 - 6.

Otro factor es la presencia o ausencia de polaridad en el material emulsionante, que afecta la polaridad requerida en el emulsionante.

Es fundamental para la utilidad del concepto HLB el hecho de que sus valores son algebraicamente aditivos, por lo cual usando un tensoactivo de HLB bajo con otro de HLB alto es posible preparar mezclas de valores HLB intermedios entre los dos emulsionantes individuales.<sup>1</sup>

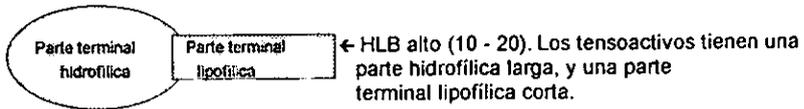
Para la selección de un agente tensoactivo no iónico, utilizando el sistema de HLB tenemos que:

- a) Los agentes tensoactivos, tienen una parte hidrofílica( amante de agua) y una parte lipofílica (amante de lípidos).
- b) Los valores de HLB, para tensoactivos no iónicos van desde 1 a 20.

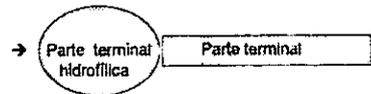
Lipofílicos = solubles en aceites/amante de lípidos, tiene valores de HLB de 1 a 10 (valores bajos).

Hidrofílico = solubles en agua/amante de agua, tiene valores de HLB de 10 a 20 (valores altos).

En las siguientes figuras se ilustra una molécula de tensoactivo, según su valor de HLB.



HLB bajo (1 - 10). Los tensoactivos tienen una parte terminal hidrofílica corta, y una parte terminal lipofílica larga.



Un tensoactivo que es lipofílico, se le asigna un valor de HLB bajo, y uno que es hidrofílico, se le asigna un valor de HLB alto.

**Nota: el sistema de HLB, fue designado en 1950 por W.C. Griffin de ICI Américas, y es solo para tensoactivos no iónicos.<sup>14</sup>**

Para usar el sistema de HLB, hay que seguir los siguientes pasos:

1. Determinar el HLB requerido de las sustancias grasas usadas en la fórmula.
2. Después de obtener este valor, se iguala el valor de HLB con el de un tensoactivo (o mezcla de dos tensoactivos).

**Nota: el sistema de HLB es fácil de usar, y está basado en un porcentaje en peso simple de los aceites y tensoactivos.<sup>14</sup>**

**K. Escala de HLB.**

	Solubilidad en agua	Escala HLB	Propiedades
Hidrofílico	Solución clara	18	Agentes solubilizante
		15	Detergentes
	Solución translúcida	12	Emulsificantes Ac/Ag
Lipófilo	Dispersión lechosa	9	
	Dispersión inestable	6	
	Dispersión pobre No dispersable	3 0	Emulsificantes Ag/Ac Antiespumantes

Tabla B. Escala de HLB<sup>9</sup>.

**HLB de emulsificantes.**

Emulsificantes hidrofílicos		Emulsificantes intermedios		Emulsificantes lipofílico		
18	15	12	9	6	3	0

Tabla C. Escala de HLB<sup>9</sup>.

**L. Determinación de HLB de las sustancias emulsionantes de acuerdo al tipo de molécula.**

A partir de datos analíticos. (ésteres polihídricos de ácidos grasos<sup>9</sup>.)

$$HLB = 20 ( 1 - S/A )$$

S= Índice de saponificación.  
A= Índice de acidez.

A partir de la aportación de grupos hidrofílicos<sup>9</sup>

$$HLB = E + P/5$$

E= % p/p del contenido oxietileno  
P= % p/p del contenido de alcohol polihídrico.

A partir de valores de grupos hidrofílicos y valores de grupos lipofílicos<sup>9</sup>.

$HLB = 7 + \sum \text{valores de grupos hidrofílicos} - \sum \text{valores de grupos lipofílicos}$ .

Valores de grupos hidrofílicos		Valores de grupos lipofílicos		Valores de grupos derivados	
-OH	0.5	-CH -	0.475	-(CH <sub>2</sub> -C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -O)-	0.15
-O-	1.3	-CH <sub>2</sub> -	0.475	-(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -O)-	0.33
-COOH	2.1	-CH <sub>3</sub> -	0.475		
-COO <sup>-</sup> (libre)	2.4	= CH-	0.475		
-COO <sup>-</sup> (anillo)	6.4				
-N (terciario)	9.4				
-COONa	19.1				
-SO <sub>4</sub> Na	38.7				

Tabla D. Valores de grupos hidrofílicos y lipofílicos<sup>9</sup>.

### M. HLB requerido para una mezcla de componentes en una fórmula.

Para calcular el HLB requerida para una mezcla de ingredientes de una formulación, tenemos el siguiente ejemplo :

Fórmula <sup>9</sup> :	% p/p	HLB
Aceite mineral .....	25.0 g	10.0
Petrolato .....	5.0 g.	7.0
Cera de abeja .....	12.0 g.	9.0
Emulsificantes.....	5.0 g	
Agua (cbp).....	100.0 g	

El HLB requerido de los componentes oleosos (lípidos de la fórmula que se emulsificaran) estará dada por :

	Fracción	HLB
Aceite mineral 25.0 g	(25.0/42.0) x	10.0 = 5.95
Petrolato 5.0 g	(5.0/42.0) x	7.0 = 0.83
Cera de abeja <u>12.0 g.</u>	(12.0/42.0) x	12.0 = 2.57
42.0 g		<b><u>9.35 HLB req.</u></b>

Ahora, hay que seleccionar los emulsificantes. Uno por abajo y otro por arriba del HLB req. del mismo tipo químico preferentemente y calcular el porcentaje de cada uno de ellos con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Emuls. A} = 100 \times (\text{HLB req.} - \text{HLB B}) / (\text{HLB A} - \text{HLB B})$$

$$\% \text{ Emuls. B} = 100 - \% \text{ Emuls. A}$$

Suponiendo que se utiliza monoestearato de sorbitán (MES, como tensoactivo A), (HLB = 4.7) y monoestearato de sorbitán polioxietileno (MESP, como tensoactivo B), (HLB = 14.9)

$$\% \text{ MES} = 100 \times (9.35 - 14.9) / (4.7 - 14.9) = 54.0$$

$$\% \text{ MESP} = 100 - 54 = 46.0$$

Si se requiere 5.0% de la mezcla de tensoactivos en la fórmula, suponiendo que preparamos 100 g de emulsión, de acuerdo al ejemplo:

$$\text{Gramos de MES} = [(5/100) \times 100] \times 0.54 = 2.70$$

$$\text{Gramos de MESP} = [(5/100) \times 100] \times 0.46 = 2.30$$

## **N. Factores que afectan a la estabilidad de las emulsiones.**

### **Viscosidad**

La viscosidad es un parámetro importante, debido a que puede variar con facilidad, generalmente por la adición de un agente espesante o gelificante.

El mecanismo de acción de muchos agentes espesantes es doble. Por un lado actúan formando geles consistentes de moléculas largas, interenlazadas, que obstaculizan físicamente el flujo de la fase continua y de las partículas de la fase interna en el interior de ella. Por otro lado, compiten químicamente con la fase interna por la fase externa disponible.<sup>1</sup>

### **Temperatura.**

Los emulsionantes seleccionados deben ser compatibles, de correcto valor HLB y tipo químico correcto. Estas dos características dependen de la solubilidad relativa de los terminales hidrófilo y lipófilo del tensoactivo en las fases acuosa y oleosa respectivamente. Sin embargo, la solubilidad depende mucho de la temperatura. El HLB es en cierto grado una propiedad en si misma dependiente de la temperatura. Por tanto, la variación de la temperatura disminuye la estabilidad de una emulsión.<sup>1</sup>

**Relación de la fase oleosa a la fase acuosa.**

A mayor proporción de fase interna, mayor cantidad de gotas. Por tanto, la probabilidad de colisión aumenta, y la distancia media que una gota recorre para colisionar con otra se reduce. Todo esto aumenta la probabilidad de la coalescencia.<sup>1</sup>

## **O. Métodos de manufactura**

1.- **Tradicional:** se calienta la fase oleosa y la fase acuosa a 75 °C , se adiciona la fase oleosa a la fase acuosa. Se enfría, se adicionan las materias primas sensibles a temperaturas altas y se envasa.

2.- **Energía baja:** se calienta la fase oleosa a 75 °C. y una tercera parte de la fase acuosa se calienta a 75 °C. Adicionar la fase oleosa a la fase acuosa a 75°C ; adicionar el resto de la fase acuosa . Se deja enfriar, se adicionan las materias primas sensibles a temperaturas altas y se envasa.

3.- **One pot:** todas las materias primas que no son sensibles a temperaturas altas se ponen en un solo recipiente y calentar a 75°C. Se deja enfriar y se adicionan las materias primas sensibles a altas temperaturas.

4.- **Shock:** se calienta la fase oleosa a 90° C. Añadir la fase oleosa caliente a la fase acuosa a temperatura ambiente. Se deja enfriar y se envasa.<sup>10</sup>

### **Proceso de emulsificación.**

Las dos fases mayoritarias que se denominan "aceite y agua", junto con el emulsionante, se llevan bajo condiciones turbulentas. Dependiendo de las condiciones prevalentes, una de las fases mayoritarias se divide en gotas (predominantemente por la acción de la fuerza de cizalla ocasionada por remolinos turbulentos) y se distribuye en la totalidad de la otra fase (continua) mayoritaria.

Mientras las gotas permanezcan de mayor tamaño que el remolino, continuarán dividiéndose en gotas aún más pequeñas. Finalmente se alcanza un punto en este proceso en que la energía aplicada para originar la turbulencia no puede suministrar la fuerza de cizalla necesaria para reducir aún más el tamaño de la partícula. En toda esta fase existe una emulsión que contiene gotas de un cierto diámetro medio, pero dentro de un intervalo diámetro mínimo y diámetro máximo.

Siempre que se haya seleccionado correctamente, el emulsionante previene la coalescencia rápida de estas gotas y se forma una emulsión estable.

Para obtener productos de la máxima estabilidad que se puedan elaborar uniformes de carga a carga, es deseable mantener el intervalo de tamaño de gota lo más pequeño posible. En un tanque de agitado, el tamaño de gota es inferior en las proximidades del agitador impelente, en la zona de turbulencia más grande, mientras que el tamaño máximo de gota se encuentra en la zona en reposo del tanque.<sup>1</sup>

**Temperatura de la emulsión.**

La primera razón para elevar la temperatura de las fases durante la fabricación de la emulsión es garantizar que ambas permanecen en estado líquido. En particular, la fase oleosa puede contener grasas y ceras que son sólidas a temperatura ambiente; tiene poca importancia elevar la temperaturas de la fase oleosa muy por encima de la que estas licúan.

El calentamiento excesivo de las fases durante la fabricación prolonga el tiempo de fabricación y desperdicia energía.

Si la fase acuosa es líquida a temperatura ambiente se acostumbra calentar a aproximadamente 5°C por encima de la temperatura seleccionada para la fase oleosa. Sin embargo, existe una alternativa interesante: emulsificación entre la fase oleosa caliente y la fase acuosa fría. Ventaja: ahorro de tiempo y energía en la fase acuosa.

Tres factores se combinan para determinar cuál de las fases será continua y cuál de ellas estará dispersa en una emulsión cosmética.

1. El tipo de sistema emulsionante.

La fase que tiene la mayor tensión superficial interfacial tiende a producir una especie cóncava, de modo que, independientemente de otros factores, se convierte en la fase interna de la emulsión.

2. La relación de volumen de fase ligera a pesada las emulsiones pueden prepararse con fases internas que alcanzan hasta el 99% del volumen total líquido

3. Método de fabricación.

Parece ser que la orientación de la emulsión está afectada por el tipo de agitador utilizado y su velocidad.<sup>1</sup>

## P. Maquillajes

Un maquillaje es una mezcla de ceras, aceites y pigmentos formulados especialmente para adaptarse a la piel, emparejando la tonalidad con la de la piel, con un acabado mate, disimulando las imperfecciones.

Las emulsiones aceite/agua son el sistema preferente para formulación de maquillajes porque presentan menos problemas que emulsiones agua/aceite.

Las primitivas preparaciones de maquillaje líquido eran suspensiones de pigmentos en una solución hidroalcohólica, que requería agitación energética antes de usarse para garantizar la distribución uniforme del producto durante la aplicación.<sup>1</sup>

Actualmente, para desarrollar un maquillaje, se prepara una emulsión. Las emulsiones cosméticas son formulaciones complejas de fases múltiples.

Las variaciones de los lotes en los componentes individuales y el procesamiento de emulsiones puede causar variaciones en la estructura que afectan la reología y la estabilidad de los productos. En estos productos se debe prevenir la sedimentación de los pigmentos. Los pigmentos utilizados en preparación de maquillajes líquido son: talco, caolín, óxido de zinc, dióxido de titanio, carbonato de calcio o carbonato de magnesio.

Los desarrollos recientes de la tecnología de emulsiones se han producido a raíz de los avances en el entendimiento de la microestructura de las emulsiones de fases múltiples.

En estos productos emulsificados, las materias primas utilizadas incluyen monoestearato de propilenglicol, monoestearato de glicerilo, alcoholes grasos como miristato de isopropilo, polietilenglicol, humectantes, etc.<sup>1</sup>

Con la introducción de dióxido de titanio, que dio un mayor alcance que el óxido de zinc, la industria cosmética empezó a hacer preparaciones que imparten fondo y una intensidad de color mayor a la piel.<sup>6</sup>

El hecho de que los colores y tonos no cumplan con las especificaciones en productos de maquillaje puede deberse a una correspondencia deficiente entre lotes de colorantes o a una composición incorrecta de los colores.

Cuando las concentraciones de pigmentos son inferiores a las concentraciones formuladas para el producto, el color resultante final será demasiado claro para ser comercialmente aceptable. El maquillaje líquido puede dar una sensación oleosa o cerosa cuando hay muy poco pigmento en el lote.<sup>16</sup>

## Q. Color.

Tanto los pigmentos inorgánicos y orgánicos, como lacas orgánicas, se han utilizado para conferir color a los polvos faciales.

Los pigmentos inorgánicos incluyen óxidos de hierro naturales y sintéticos que dan amarillos, rojos, marrones y negro; ultramarinos que dan verde y azul, e hidratos de cromo y óxido de cromo que dan verde.<sup>1</sup>

El efecto de color producido por un polvo aplicado a la piel depende de la opacidad tanto de los pigmentos coloreados como blancos, su tamaño de partícula, grado de dispersión, espesor de la película aplicada y color de la piel.<sup>1</sup>

La mejor eficiencia del pigmento es obtenida cuando la mezcla de pigmento - talco es homogeneizada y micropulverizada adecuadamente.

El blend es una mezcla prefabricada usada para dar color a los maquillajes, ésta es una combinación de 60% de base para maquillaje y 40 % de pigmento óxido de hierro; su característica física es generalmente una masa semisólida usada en la mayoría de las industrias cosméticas. Un extender es una mezcla en proporción 50% de talco con 50% de pigmento, usado para dar tonalidades a productos en polvo y correctores.<sup>17</sup>

El número de molienda es variable ya que la dureza del pigmento determinará las veces que será tamizado. El tamaño de partícula se analizará mediante un razado en una hoja de papel contraste, esto para evaluar si el blend está libre de pigmentos sin dispersar.<sup>12</sup>

Uso de papel contraste para la evaluación del color<sup>12</sup>.



El área blanca funciona para observar :

- Composición del color
- Destellos nacarados.
- Poder cubriente, textura, aplicación.

El área obscura determinará :

- Fondo
- Presencia de dióxido de titanio
- Brillo, textura, poder cubriente.

**Pigmentos básicos para dar tonalidades a maquillajes.**

Descripción CTFA® Ident.	Amarillo Oxidos de Fierro	Rojo Oxidos de Fierro	Café Oxidos de Fierro	TiO2 Dióxido de titanio
Gravedad especifica	4.05	5.18	5.34	5.97
Metales pesados	Plomo < 10ppm Arsénico < 3 ppm Mercurio < 1 ppm			
Recomendaciones	Labiales Polvos Maquillajes Esmaltes			
Propiedades	Brillo Flexible a la combinación	Brillo Permanece en la combinación	Opaca Permanece en la combinación	Brillo Da poder cubriente a la combinación
Dureza a la molienda	Minima	Regular	Alta	Alta

CTFA: Cosmetic, Toiletory and Fragrance Association (Asociación para productos cosméticos, de tocador y perfumería)

**R. Pruebas de estabilidad.**

A la emulsión estable se la puede redispersar homogéneamente a su estado original, agitando con moderación y verter con facilidad en cualquier momento de su vida de almacenamiento.

Para hacer el ensayo preliminar de las emulsiones se emplean dos pruebas sencillas.

Primero, se puede determinar la estabilidad de una emulsión calentándola a 50°C-70°C y observando su estabilidad física a simple vista o con mediciones turbidimétricas. En general, la emulsión más estable en caliente es la más estable a temperatura ambiente, aunque esto no sucede siempre porque a 60°C una emulsión puede no ser la misma a temperatura ambiente.

Segundo, la estabilidad de la emulsión puede estimarse con la prueba del "tiempo de coalescencia". Aunque ésta solo es una prueba cuantitativa aproximada, es útil

para detectar diferencias importantes en la estabilidad de la emulsión a temperatura ambiente.

A las emulsiones también hay que someterlas a temperaturas de refrigeración.

Se comprobó que una emulsión que era estable a temperatura ambiente, era inestable a 4°C. se razonó que un emulsificante liposoluble precipita a la temperatura más baja y alteraba el sistema.

Si una emulsión se enfría tanto que la base acuosa cristaliza, el daño es irreversible.

Para determinar la estabilidad de las emulsiones también se hace ultracentrifugación.<sup>4</sup>

La duración de la prueba en cada condición depende del tipo y añejamiento, el cual debe estar sujeta a las variaciones encontradas durante el proceso de la prueba, se sugiere el siguiente periodo de duración en las diferentes condiciones<sup>19</sup>:

Temperatura 4° C	Para proyectar la vida de anaquel del producto.
Temperatura ambiente.	Para proyectar la vida de anaquel del producto.
37 °C	De tres a seis meses máximo
45 °C	De uno a tres meses máximo
37 °C/80%	Un mes máximo. Humedad

## **II SUSPENSIONES.**

### **A. Definición.**

Las suspensiones son sistemas heterogéneos compuesto de dos fases, una de las cuales está dispersada un sólido (fase interna) a través de un líquido o una emulsión. (fase externa o continua.)

### **B. Dispersiones coloidales.**

Las dispersiones coloidales constan por lo menos de dos fases separadas.

Las siguientes características distinguen a las dispersiones coloidales de las suspensiones. Primero, las partículas dispersas en los límites coloidales son generalmente demasiado finas para ser visibles con el microscopio óptico, por que por lo menos una dimensión mide una micra o menos.

Las partículas suspendidas son frecuentemente visibles a simple vista y siempre con el microscopio óptico. Las partículas coloidales, al contrario de las partículas gruesas, pasan a través de papel filtro común pero son retenidas por membranas de diálisis o ultrafiltración.

Por su pequeñez, las dispersiones coloidales presentan poca o ninguna sedimentación, ni formación de crema; el movimiento browniano mantiene las partículas dispersas en suspensión.

### **C. Características de suspensiones.**

Una suspensión de fórmula correcta debe satisfacer ciertos criterios. Las partículas dispersas deben tener un tamaño tal que no las haga sedimentar rápidamente en el recipiente, pero si hay sedimentación, este sedimento no debe formar una pasta dura sino que debe ser capaz de redispersarse con un esfuerzo mínimo.

Los tres principales problemas propios de las suspensiones son :

Primero : dispersión adecuada de las partículas en el vehículo.

Segundo : sedimentación de las partículas dispersas.

Tercero : empastamiento de estas partículas en el sedimento con resistencia a la redispersión.<sup>3</sup>

Si la suspensión es viscosa y/o si las partículas son grandes y pesadas, su movimiento browniano es demasiado lento para establecer "inmediatamente" las uniones rotas entre partículas. Asimismo, la maraña de las cadenas de polímero se restablece lentamente por movimiento browniano si su solución es viscosa.<sup>3</sup>

Si la velocidad de restablecimiento de las uniones por movimiento browniano es menor que la velocidad de ruptura por deslizamiento, la viscosidad aparente disminuye aun cuando el sistema se encuentre bajo agitación constante, ya que el tamaño de los agregados de partículas o la extensión de los enredos macromoleculares se reduce progresivamente.

Además, la viscosidad aparente a una velocidad de deslizamiento determinada es menor si el sistema se ha agitado recientemente a altas velocidades que si esa velocidad de deslizamiento se ha alcanzado con bajas velocidades de agitación o a partir del reposo.

El comportamiento extremo es una transformación sol ↔ gel reversible isotérmica producida por la agitación y el reposo, respectivamente. Por ejemplo, una dispersión acuosa con bentonita sódica al 8% p/p forma un gel al cabo de una o dos horas de su preparación si se deja en reposo, pero fluye y puede volcarse dentro de los pocos minutos de haber sido agitada por encima de su límite plástico aparente.

Después de un reposo prolongado revierte a gel a medida que el movimiento browniano reconstruye la estructura en castillo de naipes en todo el material.

Se dice que estos materiales, cuya consistencia depende de la duración de la agitación así como de la velocidad de deslizamiento, son **tixotrópicos** o muestran **tixotropía**. Su viscosidad aparente depende no solo de la temperatura, la composición y la velocidad o tensión de deslizamiento sino también de sus antecedentes de agitación y del tiempo que han estado sometidos a ésta.

Tixotropía es el término utilizado para los líquidos que fluyen libremente si se han agitado hace poco, pero forman geles si se dejan reposar. Los sólidos también fluyen, pero más lentamente, aun bajo estrés menor como el producido por su propio peso.<sup>5</sup>

Cuando se consideran las propiedades interfaciales de partículas dispersas deben tenerse en cuenta dos factores, ya sea que se trate de una fase dispersa sólida o líquida. El primero se relaciona con un aumento de la energía libre de superficie cuando se reduce el tamaño de las partículas y aumenta su superficie

específica. El segundo es la presencia de una carga eléctrica sobre la superficie de las partículas dispersas.

### **Energía libre superficial.**

Cuando materiales sólidos y líquidos disminuyen de tamaño tienden a aglomerarse o adherirse entre sí. Este fenómeno, que puede ocurrir en medio líquido o aire, es un intento de las partículas de reducir el exceso de energía libre superficial del sistema. El aumento de dicha energía tiene relación con el aumento de superficie que se produce cuando disminuye el tamaño de la partícula.

Como ya sabemos existen fuerzas de atracción y repulsión entre las partículas en un medio líquido. El equilibrio logrado entre estas fuerzas opuestas determina si dos partículas que se acercan se ponen realmente en contacto o si por repulsión mantienen cierta distancia de separación.

### **Humectación.**

La humectación o humedecimiento de un sólido por un líquido se ilustra en la figura 6, el comportamiento de una gota de líquido colocada sobre la superficie plana de un sólido. Si la gota se extiende se dice que el líquido moja, humecta o humedece por completo al sólido, y el ángulo de contacto,  $\theta$ , medido a través del líquido, es cero<sup>3</sup>.

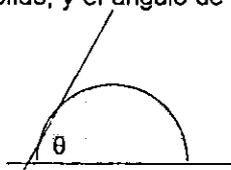


Figura 6. Angulo de contacto

### **D. Tipos de suspensiones.**

Tenemos que hay dos tipos de suspensiones, floculadas y defloculadas. El potencial zeta  $\psi$  es una indicación medible del potencial existente en la superficie de una partícula. Cuando es relativamente alto (25 mV o más) las fuerzas de repulsión entre dos partículas son mayores que las fuerzas de atracción de London. Por lo tanto, las partículas se dispersan y se dice que están defloculadas.

Incluso cuando se acercan por movimiento arbitrario o agitación, las partículas defloculadas resisten a la colisión debida a su gran potencial superficial.

Las fuerzas de dispersión de London se consideran generalmente como de corto alcance y relativamente débiles, pero considerando el gran número de moléculas en una partícula en suspensión o en una gota en emulsión se comprobó que la

atracción de agregación entre dos partículas puede ser significativo, incluso a distancias de separación superficial del orden de 100 Å.

La adición de un ión adsorbido preferentemente cuya carga es de signo contrario a la carga de la partícula reduce progresivamente el potencial zeta. A alguna concentración del ion añadido las fuerzas eléctricas de repulsión disminuyen lo suficiente para que predominen las fuerzas de atracción. En estas condiciones, las partículas pueden acercarse más y formar agregados no compactos llamados floculos. Se dice que este sistema está floculado<sup>3</sup>.

### **E. Volumen de sedimentación.**

El volumen de sedimentación,  $F$ , es la relación entre el volumen de equilibrio del sedimento  $V_u$ , y el volumen total de la suspensión,  $V_0$ .

Entonces tenemos que  $F = V_u / V_0$ . Cuando aumenta el volumen de suspensión que aparece ocupado por el sedimento, también aumenta el valor de  $F$ , que normalmente es de casi 0 a 1.

En el sistema donde  $F = 0.75$ , por ejemplo, el 75 % del volumen total en el recipiente está aparentemente ocupado por los floculos porosos que forman el sedimento. Si es posible hacer que  $F$  se acerque más a la unidad el producto se hace más aceptable porque el volumen de sobrenadante se reduce progresivamente. Cuando  $F = 1$  no hay sedimento visible aunque el sistema está floculado. Esta es la suspensión ideal porque en estas condiciones no hay sedimentación ni empastamiento (caking) y la suspensión tiene un aspecto estético porque no presenta sobrenadante claro visible<sup>3</sup>.

### **F. Velocidad de sedimentación.**

La velocidad a la cual sedimentan las partículas en una suspensión tiene relación con su tamaño y densidad y con la viscosidad del medio de suspensión. El movimiento browniano puede ejercer un efecto significativo, lo mismo que la ausencia o presencia de floculación en el sistema.

Ley de Stokes : la velocidad de sedimentación de una colección uniforme de partículas esféricas está regida por la ley de Stokes, expresada así :

$v = \frac{2r^2(\rho_1 - \rho_2)g}{9\eta}$  donde :  $v$  = es la velocidad terminal en cm/seg.,  $r$  es el radio de las partículas en cm.,  $\rho_1$  y  $\rho_2$  son las densidades ( $g/cm^2$ ) de la fase dispersa y del medio de dispersión,  $g$  es la aceleración debida a

la gravedad (  $980.1\text{cm/seg}$  ) y  $\eta$  es la viscosidad newtoniana del medio de dispersión en poises (  $\text{g/cm.seg.}$  ).<sup>3</sup>

Cuando el tamaño de las partículas en proceso de sedimentación se reduce aproximadamente a  $2\ \mu\text{m}$  se observa un movimiento browniano arbitrario y el índice de sedimentación se aparta marcadamente de las predicciones teóricas de la Ley de Stokes.

El tamaño real al cual el movimiento browniano se hace significativo depende de la densidad de la partícula y de la viscosidad del medio de dispersión , pero en el límite inferior de la gama de tamaños gruesos las partículas dispersas pueden permanecer suspendidas durante mucho tiempo debido a este fenómeno.

En un sistema defloculado que contiene una distribución de tamaños de partículas, las más grandes sedimentan más pronto que las más pequeñas. Las partículas muy pequeñas permanecen suspendidas durante mucho tiempo y no se forma un límite definido entre el sobrenadante y el sedimento. Incluso cuando se sedimenta se hace discernible, el sobrenadante sigue siendo turbio.

En el sistema floculado hay dos efectos visibles. Primero, los floculos tienden a caer juntos y se observa fácilmente un límite definido entre el sedimento y el sobrenadante es claro y esto demuestra que las partículas muy finas se han incorporado a los floculos. El índice inicial de sedimentación en sistemas floculados esta determinado por el tamaño de los floculos y la porosidad de la masa agregada.

En estas circunstancias, quizá sea mejor usar el término de asentamiento en lugar de sedimentación<sup>3</sup>.

## **G. Potencial Z.**

Cuando una partícula cargada suspendida en un líquido se coloca en un campo eléctrico migra hacia el electrodo de carga opuesta. Los iones de la capa de Stern y las moléculas de solvente ligadas también son arrastrados junto con la partícula.

Así, el plano de corte esta muy cerca de la capa Stern, pero un poco mas lejos de la superficie de las partículas. Aunque la relación exacta entre el potencial zeta ( $\psi$ ) no esta aclarada, se supone generalmente que ambos valores son del mismo orden de magnitud y el último es un poco mas pequeño.

Si además  $\psi_0$  es pequeño (  $\leq 50\ \text{mV}$  ) y hay poca tendencia especial a la fijación de contraiones en la interfase, el potencial zeta refleja también el valor  $\psi$  y sus cambios.

El potencial de superficie  $\psi_0$  tiene relación con la densidad de carga superficial, que es el número de carga por unidad de superficie, según la teoría de doble capa eléctrica difusa de Gouy-Chapman<sup>5</sup>. ( figura 5)

Este potencial Z esta gobernado por la naturaleza química, el tamaño de las partículas, el potencial superficial y el espesor de la doble capa. El potencial Z es indicador de la repulsión entre partículas y ha sido correlacionado con la estabilidad de dispersiones<sup>3</sup>

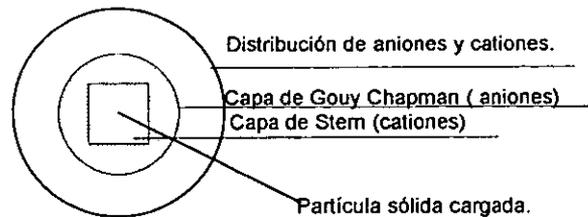


Figura 5. Potencial Z

### III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

#### A. Definiciones :

Variable de respuesta (variable dependiente) : es la variable de interés primario en una investigación.

Factores (variable independiente) : son las variables que se creen afectan las variables de respuesta, son controlables por el investigador.

Variables latentes (variables de ruido acechantes) : son las variables que no se pueden controlar, y pueden afectar los resultados de las variables de respuesta.

Niveles de los factores : distintas categorías ( para variables cualitativas) o intensidades (para variables cuantitativas).

Tratamiento : es un nivel de un factor.

Unidad experimental : es la unidad básica que recibe un tratamiento.

Error experimental : si dos o más unidades experimentales reciben un tratamiento, la variación del experimento es el error experimental.

Replica : más de una unidad experimental recibiendo el mismo tratamiento.

## **B. Experimentos 2<sup>n</sup> factoriales.**

Los experimentos factoriales son una poderosa herramienta para comprender los fenómenos físicos complejos. Los diseños factoriales se adecuan al estudio de la influencia de varios factores sobre una respuesta. Existen varias razones que explican porque los experimentos factoriales son efectuados tan a menudo con cada factor tomado solo en dos niveles.

En primer lugar, el número de condiciones experimentales en un experimento factorial se incrementa multiplicativamente con el número de niveles de cada factor de esta manera si una gran cantidad de factores son investigados a la vez, puede ser materialmente imposible incluir más de dos niveles en cada factor. Otra razón importante por la que los experimentos 2<sup>k</sup> factoriales se manejan por separado es que se simplifica el análisis. Además, para  $k = 2$  o  $3$  las gráficas fáciles de comprender, pueden ayudar a la comunicación de las principales características de los datos.

Un inconveniente es, que cada factor se mide solo en dos niveles, es imposible juzgar si los efectos producidos por variaciones en un factor son lineales o, quizás, parabólicos o exponenciales. Por esta razón los experimentos 2<sup>k</sup> factoriales suelen utilizarse en "experimentos de simulación" que son seguidos por experimentos que requieren menos factores tomados en más de dos niveles.<sup>8</sup>

Ventajas de usar el diseño de experimentos.

- Identifica los factores críticos que afectan el proceso.
- Reduce y soluciona los problemas de manufactura.
- Reduce la variabilidad del proceso y lo acerca a los requerimientos nominales.
- Disminuye el tiempo de diseño y desarrollo.
- Disminuye el costo de operación.
- Optimiza recursos.

Desventajas de utilizar la estrategia de un factor a la vez. :

- No garantiza encontrar las condiciones óptimas.
- Puede concluir incorrectamente, cuando exista interacción entre variables.
- Es ineficiente, ya que requiere de más pruebas y ensayos

Pasos a seguir :

1. Definir el objetivo del experimento.
2. Definir los factores y sus niveles.
3. Definir la(s) variable(s) de respuesta.<sup>8</sup>
4. Realización de la tabla de experimentos.
5. Aleatorizar las corridas.
6. Recolección de los datos.
7. Cálculo de los coeficientes y efectos.
8. Cálculo de interacciones.

En el análisis de un experimento  $2^k$  factorial conviene denotar los dos niveles de cada factor por 0 y 1 (en lugar de 1 y 2).

Un experimento  $2^k$  factorial requiere  $2^k$  condiciones experimentales ; puesto que su número puede ser bastante grande, conviene representar las condiciones experimentales por medio de una notación especial y listarlas en un orden estándar.

La notación consiste en representar cada condición experimental como el producto de letras minúsculas correspondientes a los factores que se toman al nivel 1, denominado " nivel alto". Si se omite una letra minúscula correspondiente a un factor, esto significa que asumió el nivel 0, denominado " nivel bajo". Así, en un experimento con tres factores, ac representa la condición experimental en que los factores A y C se toman en el nivel más alto y B en el nivel más bajo, c indica la condición experimental en que el factor C tiene el nivel más alto y los factores A y B el nivel más bajo, etc.

El símbolo "1" indica que la condición experimental en donde todos los factores asumen el nivel más bajo Y el 1 dentro de los niveles de factor indican el nivel alto para ese nivel.

Si bien las condiciones experimentales se aplican en un orden aleatorio durante el experimento mismo, si se desea analizar los resultados conviene arreglarlos en un orden estándar. Si  $n = 2$ , este orden es 1, a, b, ab, y para  $n = 3$  el orden es el que aparece en la siguiente tabla<sup>9</sup>

condición experimental	Nivel de factor		
	A	B	C
1	0	0	0
a	1	0	0
b	0	1	0
ab	1	1	0
c	0	0	1
ac	1	0	1
bc	0	1	1
abc	1	1	1

La fórmula  $Y_0 = b_0 + b_1A + b_2B + b_3C + b_{1,2}AB + b_{1,3}AC + b_{2,3}BC + b_{1,2,3}ABC$ , consiste en expresar los diversos efectos principales e interacciones.

Hay que calcular la suma de cuadrados, en términos de combinaciones lineales de los tratamientos totales. Así, con ésta fórmula, se puede llegar a las condiciones óptimas del experimento. Para calcular los efectos totales así como los coeficientes se puede utilizar el método de Yates.

Y se obtiene sumando pares sucesivos de tratamientos totales, y la mitad inferior restando pares sucesivos.

## PARTE EXPERIMENTAL

### I. DESARROLLO DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.

#### A. Material

- 1 Vaso de precipitados de vidrio de 2000 ml.
- 2 Vasos de precipitados de vidrio de 500 ml.
- 2 Espátulas de acero inoxidable.
- 1 Termómetro

#### Equipo.

- 1 Balanza analítica (Modelo Ohaus, serie 1297).<sup>†</sup>
- 1 Parrilla con agitador magnético
- 1 Homogenizador Rayneri
- 1 Agitador Mecánico ( Caframo ).
- 1 Potenciometro Conductronic Mod. 20.<sup>†</sup>
- 1 Viscosímetro de Brookfield (Modelo RVF, serie 15857 ).<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Fecha de calibración : 2º Calib. Agosto-99. 3º Calib. Dic. -99. 4º Calib. Abril-00.

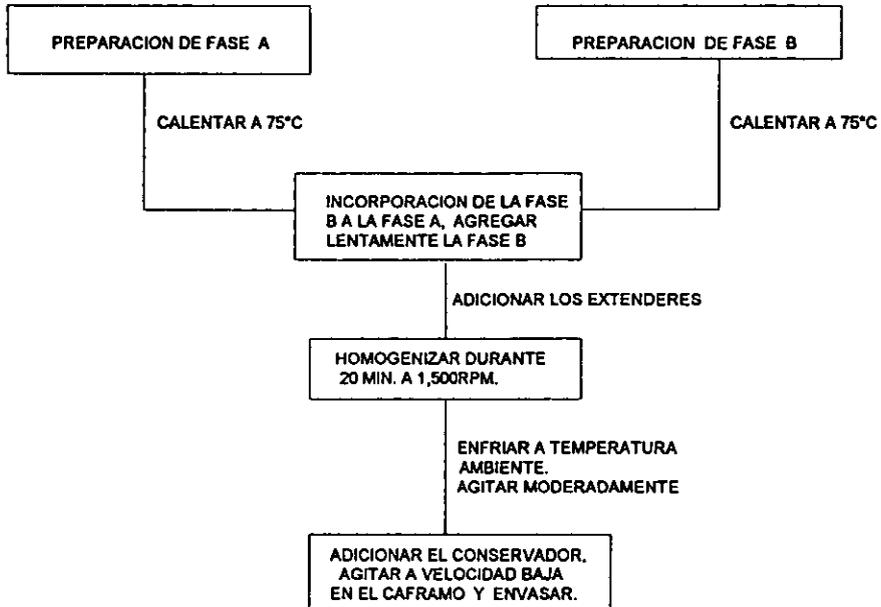
#### B. Formulación :

Ingrediente	W %	1500 g
Agua desmineralizada	cbp	cbp
Silicato de Al/Mg	0.55	8.25
HEC	0.2	3.0
Propilenglicol	4.36	65.4
Lecitina	0.55	8.25
Formador de película*	3.27	49.05
Tridecil trimelitato	1.09	16.35
Trietanolamina	0.49	7.35
Emoliente 70	11.0	165.0
Estearato de glicerilo	1.8	27.0
ácido esteárico	4.36	65.4
Conservador	1.0	15.0
Extender blanco	3.7	55.5
Extender amarillo	5.89	88.35
Extender café	2.29	34.35
Extender rojo	0.73	10.95

\*Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrollo la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

Nota : Los materiales usados están aprobados por control de calidad.

### C. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del maquillaje en caliente.



#### *Preparación de la fase acuosa (A) :*

1. Calentar la mitad de agua a 40°C agitando, e ir adicionando poco a poco HEC hasta quedar bien dispersado. (A 1)
2. Calentar la otra mitad de agua a 40°C agitando, e ir adicionando, el silicato de aluminio y magnesio, hasta quedar bien dispersado. (A 2)
3. Adicionar (A 1) a (A 2) y agitar.
4. Adicionar el propilenglicol e ir aumentando la temperatura hasta 75°C.

#### *Preparación de la fase oleosa(B) :*

1. En un solo recipiente, pesar las ceras, la lecitina y la trietanolamina. Calentar hasta una temperatura de 75°C.

#### D. Determinaciones Fisicoquímicas

- Descripción :**
- Maquillaje de color beige.
  - Olor característico.
  - Aspecto homogéneo.

- pH :**
- 6.8 - 7.7

- Viscosidad :**
- 6,500 - 7,500 cps.

**Nota :** Se midió la viscosidad, utilizando la aguja No. 5, a 20 r.p.m. 1min.  
La medición de la viscosidad se hizo con viscosímetro con calibración vigente.

## II. DESARROLLO DEL MAQUILLAJE EN FRIO

### A. Material

- 1 Vaso de precipitados de vidrio de 2000 ml.
- 2 Vasos de precipitados de vidrio de 500 ml.
- 2 Espátulas de acero inoxidable.

### Equipo.

- 1 Balanza analítica Ohaus (Modelo Galaxy, serie 5884)\*
- 1 Parrilla con agitador magnético
- 1 Homogenizador Rayneri
- 1 Agitador Mecánico ( Caframo ).
- 1 Potenciómetro Conductronic Modelo 20\*
- 1 Viscosímetro de Brookfield (Modelo RVF, serie 15857 )\*
- \*Fecha de calibración : 2ª Calib. Agosto-99. 3ª Calib. Dic. -99. 4ª Calib. Abril-00.

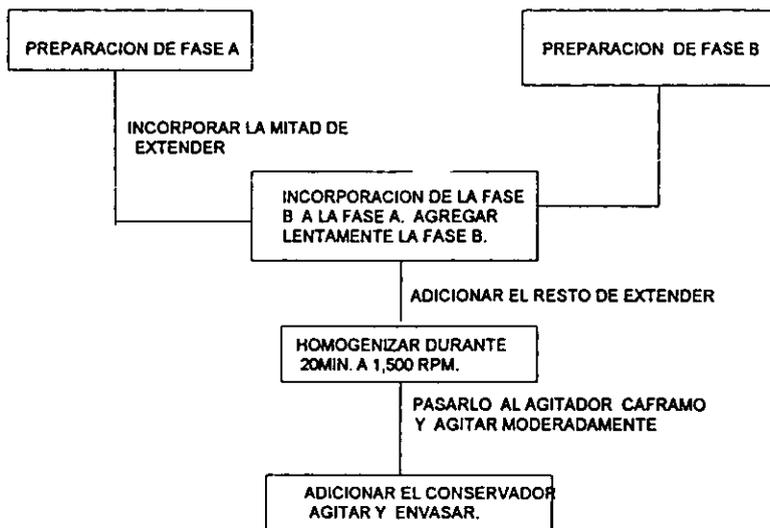
### B. Formulación :

Ingrediente	W %	1500 g
Agua desmineralizada	cbp	cbp
Agente espesante*	0.8	12.0
Polisorbato 80	7.2	108.0
Palmitato de isopropilo	4.5	67.5
Miristato de isopropilo	10.5	157.5
Oleato de sorbitán	2.8	42.0
Trietanolamina	0.15	2.25
Conservador	0.7	10.5
Extender blanco	5.5	82.5
Extender amarillo	2.5	37.5
Extender café	1.5	22.5
Extender rojo	0.5	7.5
Perfume	0.03	0.45

\* Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrollo la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Está materia prima es un polímero.

Note : los materiales usados están aprobados por control de calidad.

### C. Diagrama de flujo de proceso de fabricación del maquillaje en frío.



#### *Preparación de la fase acuosa (A) :*

1. En un recipiente se pesa el polisorbato 80 y los extenders, mezclar hasta quedar homogéneo.
2. Con agitación moderada, adicionar al agua el agente espesante, agitar durante 10 min. , y adicionar la mitad de la mezcla de extenders.

#### *Preparación de la fase oleosa(B) :*

1. En un solo recipiente, pesar los emolientes, el tensoactivo y la trietanolamina.

#### D. Determinaciones fisicoquímicas.

- Descripción :**
- Maquillaje de color beige.
  - Olor característico.
  - Aspecto homogéneo.

- pH:**
- 6.4 - 7.4

- Viscosidad :**
- 7,000 - 10,000 cps.

**Nota :** Se midió la viscosidad, utilizando la aguja No. 6, a 20 r.p.m. 1min.  
(Se cambio la aguja, debido a que no se obtenía respuesta del viscosímetro, con está fórmula)  
La medición de la viscosidad se hizo con viscosímetro con calibración vigente.

### III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL PROCESO DE FABRICACION DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.

Para el diseño de experimentos, se tomaron tres factores críticos, durante de proceso como son: el tiempo de agitación, la temperatura, y la velocidad de agitación.

Diseño de experimentos :  $2^k$ .    A : Tiempo de agitación  
 (-) 10 min.  
 (+) 20 min.  
 B : Temperatura  
 (-) 60 C  
 (+) 75 C  
 C : Velocidad de agitación  
 (-) 1,200 r.p.m.  
 (+) 1,500 r.p.m.

Tabla 3.1 Diseño de experimentos  $2^3$

No. Exper.	No. alea.		A	B	AB	C	AC	BC	ABC	Y *
1	6	1	-1	-1	+1	-1	1+	+1	-1	5,000
2	2	a	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	7,800
3	7	b	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	6,200
4	5	ab	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	4,800
5	8	c	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	5,200
6	3	ac	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	7,200
7	4	bc	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	5,400
8	1	abc	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9,800

\*Y= es la variable de respuesta (Viscosidad en cps).

### IV. PRUEBA DE FUNCIONALIDAD PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO

La finalidad de realizar, la prueba de funcionalidad, es el evaluar el producto terminado. Para fines prácticos para el cuestionario, se denominó al producto el nombre de Velvet Face.

Para la prueba de funcionalidad se realiza una solicitud de paneles. En ésta solicitud de paneles, se describe el producto a probar. Se solicita un determinado

número de personas, que cumplan con las características que se requieren para probar el producto. Y se dan las indicaciones para aplicar el producto.

Después de tener el número de personas para la prueba, se les proporciona las muestras, dándoles las indicaciones para aplicar el producto.

Además se les entrega un cuestionario, para evaluar la funcionalidad del producto.

### SOLICITUD DE PANELES

**Producto :** Maquillaje líquido **VELVET FACE**

**Presentación del Producto :** Envase de vidrio con atomizador, contenido 30 ml.

**Beneficios :** Proporcionar una sensación suave, proporcionar emoliencia.

**Propiedades Físicas :**

No. de Lote	Apariencia	Color	Olor	pH	Viscosidad	No. de Mts.	Contenido de la Mta.
000320	Homogénea	Beige	Perfume	7.13	7,500 cps.	9	30 ml
000321	Homogénea	Beige	Perfume	6.88	13,000 cps.	9	30 ml
000322	Homogénea	Beige	Perfume	7.04	9,000 cps.	9	30 ml

**Tamaño del Panel :**

**No. de Personas :** 9 **Sexo :** Femenino **Edad :** Mayores de 18 años

**Duración :** 6 días

**Características de las Personas:** Piel normal - seca

## CUESTIONARIO DE FUNCIONALIDAD

Nombre del Producto	MAQUILLAJE LIQUIDO <b>VELVET FACE</b>
Número de Lote:	000320, 000321, 000322.
Nombre del Panelista:	
Edad:	
Fecha de aplicación:	

Los maquillajes que a continuación se te presentan, están fabricados con una nueva tecnología, es un maquillaje ligero, con emolientes.

### FORMA DE APLICACIÓN.

1. Aplicar un maquillaje diario con la secuencia indicada : primer día muestra 1, segundo día muestra 2 y tercer día muestra 3, repetir la secuencia nuevamente.
2. Agite el producto, antes de su aplicación.
3. Aplique cinco puntos,( frente, nariz, mentón, pómulos ) y extienda con movimientos circulares hacia fuera.

### 1. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TIENE MEJOR CONSISTENCIA ?

a) 000320    b) 000321    c) 000322

	L : 000320 (M 1)	L : 000321 (M 2)	L : 000322 (M 3)
Líquido			
Normal			
Espeso			

### 2. ¿CUÁL MAQUILLAJE, SE APLICA MEJOR ?

a) 000320    b) 000321    c) 000322

### 3. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TIENE MAYOR PODER CUBRIENTE ?

a) 000320    b) 000321    c) 000322

### 4. ¿QUÉ AROMA TE AGRADO MÁS ?

a) 000320    b) 000321    c) 000322

5. LAS MUESTRAS TE CAUSARON ALGUNA MOLESTIA ?

NO \_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_

	ARDOR	NINGUNO	COMEZON	IRRITACION	SALPULLIDO	OTRA
M 1						
M 2						
M 3						

6. ¿CUÁL MUESTRA SE PERCIBE MÁS GRASOSO ?

a) 000320 b) 000321 c) 000322

7. ¿QUÉ CALIFICACION LE DARIAS A CADA MAQUILLAJE DE ACUERDO A SU FUNCIONALIDAD ?

a) 000320 \_\_\_\_\_

b) 000321 \_\_\_\_\_

c) 000322 \_\_\_\_\_

8. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TE AGRADO MÁS ? ¿POR QUÉ ?

a) 000320 b) 000321 c) 000322

PORQUE \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

COMENTARIOS \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

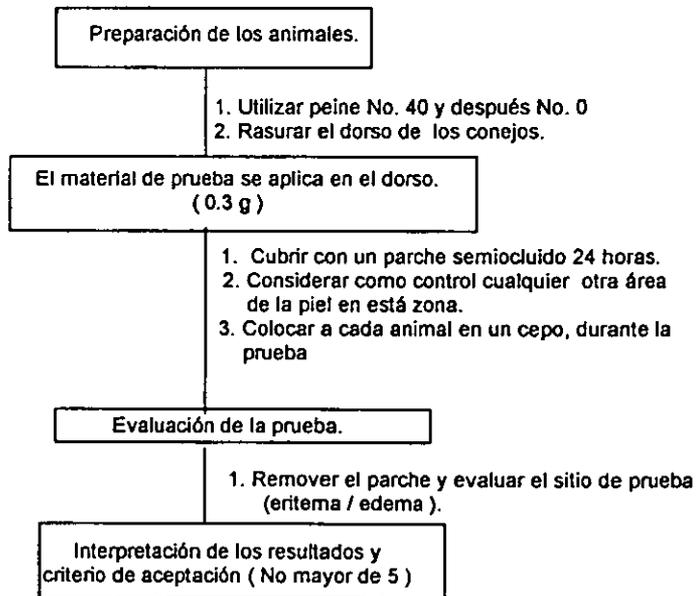
## V. PRUEBA DE IRRITACION DERMICA Y SENSIBILIZACION PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO<sup>16</sup>.

Se entiende como **irritación dérmica**, a la alteración fisiológica de la piel provocada por algún agente físico, químico o biológico.

Criterio de aceptación : el producto que tenga una calificación no mayor de 0.3 será aceptado como producto apto para uso humano. En el caso de productos destinados a bebés la calificación máxima deberá ser 0.1.

La prueba de irritabilidad dérmica se realiza en una población de 6 conejos. De acuerdo con la. NOM-039-SSA1-1993.

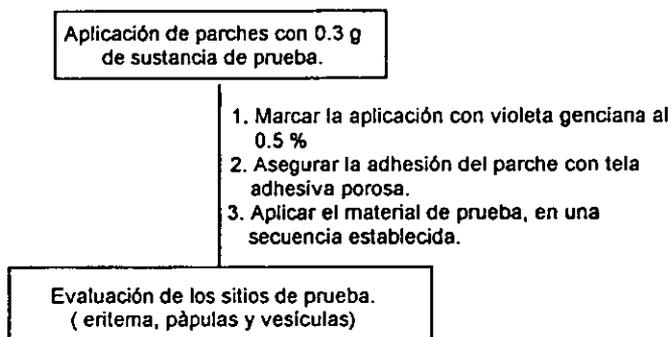
Procedimiento.



**Sensibilización** es el proceso por el que las células se hacen más sensibles a la acción de un agente.

La prueba de sensibilización en humanos, tiene por objeto proporcionar información con respecto al potencial de sensibilización (desarrollo de reacciones alérgicas) como consecuencia de exposiciones repetidas del material de prueba en piel intacta. Esto se evalúa en voluntarios, mediante contacto externo del material de prueba con la piel, utilizando un procedimiento de aplicaciones repetidas con parche ocluidos.

Procedimiento:

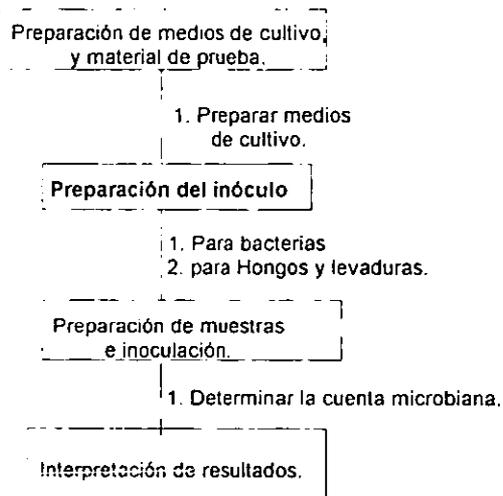


## VI PRUEBA DE RETO MICROBIOLÓGICO PARA EL MAQUILLAJE EN FRÍO

La finalidad de realizar esta prueba, es evaluar la efectividad de los conservadores en el producto.

Los conservadores son sustancias químicas que se adicionan a los productos para reducir o eliminar el crecimiento microbiano.

Procedimiento :



## RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS.

### I. MAQUILLAJE EN CALIENTE

Tabla 1.1 Comparativa de los diferentes lotes de maquillaje en caliente, modificando las concentraciones de hidroxietilcelulosa, TEA y A. esteárico

Ingrediente Lote	9909117 1	991004 2	991023 3
Silicato Al/Mg	0.55%	0.55%	0.55%
Hidroxietilcelulosa (agente espesante)	0.2 %	0.4	0.4 %
Trietanolamina (ajusta pH)	0.98%	0.98%	0.49%
Estearato de glic.	1.64	1.64	1.64
A. estearico (espesante)	2.18	2.18	4.36
pH	8.18	7.92	7.05
Viscosidad	2,500	8,200	9,800

#### Análisis de resultados.

De la tabla 1.1 se observa que al comparar el lote 1, con el lote 2, en la formulación se modificó la concentración de la HEC, dando como resultado una viscosidad en el lote 1 de 2,500cps y una viscosidad de 8,200 cps en el lote 2. Por tanto, al aumentar la concentración del agente espesante, la viscosidad incrementa significativamente.

Comparando el lote 2 con el lote 3 de la tabla 1.1, se observa que en ambos la concentración de la HEC es de 0.4%; en el lote 3, se disminuye a la mitad la concentración de la trietanolamina, así mismo se aumenta al doble la concentración del ácido esteárico.

Como resultado se observa que en el lote 2, la viscosidad es de 8,200 cps y en el lote 3, se obtiene una viscosidad de 9,800 cps. Por tanto, nos indica una relación directa la viscosidad con la adición de HEC y ácido esteárico.

**Tabla 1.2** Comparativa de los diferentes lotes de maquillaje en caliente, modificando las concentraciones de A. esteárico.

	1	2	3
Silicato Al/Mg	0.55	0.55	0.55
Hidroxietilcelulosa	0.2	0.2	0.4
TEA	0.98	0.98	0.49
Estearato de glicerilo	1.70	1.7	1.64
A. estearico	2.45	4.42	4.36
pH	7.93	7.8	7.4
Viscosidad	7,000	9,900	11,200

### **Análisis de resultados.**

En la tabla 1.2, al comparar el lote 1 y el lote 2, se observa que al modificar la concentración del ácido esteárico, la viscosidad incrementa. Por tanto, hay una correlación entre la concentración del ácido esteárico y la variable de respuesta, viscosidad.

Comparando el lote 2, con el lote 3 de la tabla 1.2, se observa en este último lote, que se modificó al doble la concentración de HEC, se disminuyó a la mitad la concentración de TEA, dando como resultado una viscosidad de 11,200 cps.

Del mismo modo el lote 2, solo se modificó la concentración del ácido esteárico, dando como resultado una viscosidad de 9,900 cps.

Aunque se incrementa la viscosidad, al aumentar la concentración de ácido esteárico, se observa que con la HEC, el incremento de la viscosidad es mayor.

**Tabla 1.3** Prueba de Estabilidad para el maquillaje en caliente.

Lote : 991235

Fecha	Temperatura	pH	Viscosidad
4 01 00	T.A	7.45	9,800
11 01 00	T.A	7.64	8,200
01 02 00	T.A	7.64	6,700
11 01 00	4	7.44	7,400
01 02 00	4	7.43	4,600
11 01 00	45	7.40	7,800
01 02 00	45	7.38	10,000
11 01 00	65	7.63	10,000
01 02 00	65	7.60	10,000

**Análisis de resultados.**

En esta prueba de estabilidad, se observó que el valor de pH es casi constante, es decir, no hay un cambio significativo en cada temperatura.

Sin embargo, a temperaturas de 45°C y 65°C , aumento la viscosidad, hasta un 4%

La funcionalidad del producto no se ve afectada. Además no se observó una separación de fases, por lo tanto, el maquillaje en caliente con número de lote 991235 es aprobado.

## II. MAQUILLAJE EN FRIO

En el desarrollo de la fórmula del maquillaje en frío, se manejaron diferentes concentraciones de el agente espesante, que tiene como función principal: incrementar la viscosidad de la mezcla.

Otra materia prima que se manejó a diferentes concentraciones son los extenderes es decir los pigmentos.

Para las pruebas de estabilidad se trabajó con cuatro temperaturas (4°C, 45°C, 65°C, y temperatura ambiente), para observar el comportamiento de la emulsión a temperaturas bajas y altas.

Tabla 2.1 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío

	Fórmula 01	Fórmula 03
Agua desmineralizada	cbp 100 g	cbp 100 g
Agentes espesante <sup>†</sup>	0.8	0.3
Polisorbato 20	1.5	1.5
Aceite de jojoba	3.0	3.0
Palmitato isopropilo	5.0	7.0
Emulsificante R-400	1.4	1.0
Emoliente	-	9.0
TEA	0.3	0.2
Conservador	1.0	1.0
Extenderes	8.0	10.0
pH	7.74	7.73
Viscosidad	11,000	1,400

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

**Tabla 2.2** Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío.

Fórmula 01. Fecha de inicio : 01 02 00.

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A(cps)
01-02-00	Ambiente	7.74	11,000	
15 02 00	4	7.64	12,000	
23 02 00	4	7.47	11,500	10,500
28 02 00	4	7.45	9,00	9,500
15 02 00	45	7.35	5,000	
23 02 00	45	7.21	4,500	4,250
28 02 00	45	7.06	4,000	4,000
15 02 00	65	7.43	3,500	
23 02 00	65	7.28	3,000	2,750
28 02 00	65	7.19	2,750	2,250

Nota A.A : antes de agitar / A D después de agitar (tiempo de agitación 30seg.)  
Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

**Tabla 2.3** Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío

Fórmula 03. Fecha de inicio : 01-02-00.

Fecha	Temperatura	pH	Viscos.(cps)
01-02-00	Ambiente	6.81	7,500
	4,45,65		

### Análisis de resultados

En la fórmula 01 de la tabla 2.1, la concentración de el agente espesante es de 0.8 % y la concentración de extender es de 8.0 %, dando como resultado una viscosidad de 11,000cps. Tiene buen aspecto y al aplicarse se siente bien.

En la fórmula 03 de la tabla 2.1, la concentración de agente espesante es de 0.3% y la concentración de extender es de 10.0 %, dando como resultado una viscosidad de 1,400 cps.

Por lo tanto, se observa claramente que la diferencia de concentración del agente espesante se refleja, dando un valor mayor cuando se aumenta la concentración de agente espesante, es decir incrementa la viscosidad.

En cuanto a las otras materias primas involucradas en la fórmula, como el aceite de jojoba y el palmitato de isopropilo , tienen la función de emolientes. El tween 20 y el emulsificante R- 400, actúan como tensoactivos. La TEA tiene como función el ajustar el pH.

En la fórmula 03 de la tabla 2.1, debido a la baja concentración de agente espesante y a un alto contenido de extender, hay una separación de fases, por lo tanto esta fórmula se descarta para su análisis.

En la tabla 2.2 de la fórmula 01, los resultados de estabilidad, se observó que a temperatura de 4°C, va disminuyendo en el tiempo la viscosidad, aunque no hay cambio de tono, y no hay separación de fases.

A una temperatura de 45°C, se observó que disminuyó la viscosidad casi a la mitad, en comparación con el valor inicial de 11,000 cps. Aunque, la variación entre una semana y otra no es muy grande.

Sin embargo, a 65°C, se observa que disminuyó la viscosidad, más que a la temperatura anterior, y aunque en cada semana disminuye, no es mucho la diferencia.

En los resultados de estabilidad para la fórmula 03 de la tabla 2.3, se observó que después de una semana, hay separación de fases, con presencia de tres fases y diferente tono cada fase. Por lo tanto no se prosiguió la prueba de estabilidad.

Se realizaron dos mediciones de viscosidad, para observar si el resultado de la prueba de viscosidad se modificaba.

Dando como resultado que si hay una pequeña variación de viscosidad. Por lo tanto, se puede inferir que al sedimentar los pigmentos, hace que disminuya la viscosidad de la mezcla.

**Tabla 2.4 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío.**

	Fórmula 02
Agua desmineralizada	cbp 100 g
Agente espesante <sup>†</sup>	0.675
Polisorbato 20	1.3
Aceite de jojoba	3.0
Palmitato isopropilo	5.0
Emulsificante R-400	1.0
Aceite de ricino	10.0
TEA	0.2
Conservador	1.0
Extenderes	10.0
pH	7.5
Viscosidad	15,500

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Está materia prima es un polímero.

**Tabla 2.5 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**  
Fórmula 02. Fecha de inicio : 01-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A.(cps)
01-02-00	Ambiente	7.5	15,500	
15-02-00	T.A	7.28	14,000	
23-02-00	T.A	7.26	10,000	10,000
03-03-00	T.A	7.15	7,500	7,500
15-02-00	4	7.42	15,000	
23-02-00	4	7.44	13,750	14,000
03-03-00	4	7.44	12,500	12,000
15-02-00	45	7.56	8,500	
23-02-00	45	7.4	7,000	6,750
03-03-00	45	7.36	6,000	6,250
15-02-00	65	7.39	7,000	
23-02-00	65	7.5	7,000	6,000
03-03-00	65	7.18	4,750	5,250

Nota. A.A : antes de agitar / A.D : después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)  
Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

### **Análisis de resultados.**

En la fórmula de la tabla 2.4 , se manejó una concentración de agente espesante de 0.675 % y una concentración de 10 % de extenderes, dando como resultado una viscosidad de 15,500 cps.

Aunque tiene buen aspecto, al aplicarse se siente muy grasoso, esto debido a que tiene un 10% de aceite de ricino.

Aunque no hay problemas de separación de fases, se descarta esta fórmula por ser muy grasosa.

En la tabla 2.5, los resultados de estabilidad, para esta fórmula se observó que, a temperatura ambiente la viscosidad se mantuvo similar, a la viscosidad inicial de 15,500 cps.

Además, no hay separación de fases. A temperatura de 4°C, se observó que, la viscosidad disminuyó muy poco, en comparación de la viscosidad inicial de 15,500 cps.

Esto es, porque los extenderes se van sedimentando con el tiempo. Entonces hay que agitar antes de medir la viscosidad.

No es mucho la diferencia, entre cada semana, tampoco se observó separación de fases.

Sin embargo, a temperatura de 45°C, se observó que disminuyó la viscosidad casi a la mitad, en comparación con el valor inicial de 15,500 cps.

Del mismo modo se observó, que se mantiene estable esta viscosidad en las dos siguientes semanas.

En los resultados de 65°C, se observó que, disminuyó la viscosidad casi a la mitad, y va disminuyendo, durante las siguientes dos semanas.

Aquí al hacer la medición antes y después de agitar, se observa que disminuyó la viscosidad después de agitarse. Esto puede deberse a la proporción de aceite de ricino y a que el palmitato de isopropilo aunque se solidifica a 15 °C, se solubiliza en el aceite, lo que hace fluida la mezcla y se abata su viscosidad.

**Tabla 2.6 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío**

	Fórmula 04	Fórmula 05
Agua desmineralizada	cbp 100g	cbp 100g
Agente espesante <sup>†</sup>	0.3	0.4
Polisorbato 80	1.5	2.0
Aceite de jojoba	3.0	
Palmitato isopropilo	8.0	5.0
Miristato isopropilo		5.0
Abil WE 09		5.0
Emulsificante R-400	1.0	
Emoliente	8.0	
Oleato de sorbitán		1.5
TEA	0.1	0.1
Conservador.	1.0	1.0
Extenderes	11.0	10.0
pH		6.8
Viscosidad		

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

### **Análisis de resultados.**

En la fórmula 04 de la tabla 2.6, la concentración del agente espesante es de 0.3% y la concentración de extender es de 11.0 %; en el desarrollo de esta fórmula, se observó que los extenderes no se dispersaron bien, y por lo tanto no se midió la viscosidad ni el pH. Esto se debió a la concentración baja de agente espesante y alta concentración de extender.

En la fórmula 05 de la tabla 2.6, se utilizó una concentración de 0.4 % de agente espesante y una concentración de 10 % de extender; al igual que la fórmula anterior, no se dispersaron los extenderes. Por lo tanto se descartaron ambas fórmulas.

Para estas fórmulas, no se hicieron pruebas de estabilidad por los problemas antes mencionados.

Tabla 2.7 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío

	Fórmula 06	Fórmula 09
Agua desmineralizada	cbp100g	cbp 100g
Agentes espesante <sup>1</sup>	0.6	0.6
Polisorbato 80	2.0	2.88
Palmitato isopropilo	4.0	4.0
Miristato isopropilo	4.0	4.0
Abil WE 09	4.0	5.0
Oleato de sorbitán	2.0	1.12
TEA	0.1	0.15
Conservador	0.9	0.85
Extenderes	10.0	9.0
pH	6.81	7.16
Viscosidad	7,500	5,000

<sup>1</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

Tabla 2.8 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío  
Fórmula 06 Fecha de inicio : 08-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A(cps)
08 02 00	T.±	6.81	7,500	
16 02 00	T.±	6.81	7,800	
25 02 00	T.±	6.88	6,000	5,750
03 03 00	T.±	6.97	5,500	5,500
16 02 00	±	6.76	10,500	
25 02 00	±	6.88	16,500	10,000
03 03 00	±	6.95	6,500	7,500
16 02 00	±	6.87	4,800	
25 02 00	±	6.85	3,750	4,000
03 00	±	6.94	3,500	4,000
16 02 00	±	6.71	4,800	
25 02 00	±	6.83	5,000	4,500
03 00	±	6.84	4,000	4,500

Nota: A.A antes de agitar / A.D después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)  
Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

**Tabla 2.9 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**  
**Fórmula 09. Fecha de inicio : 09-02-00**

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A(cps)	Viscos. D.A(cps)
09 02 00	T.A	7.16	5,000	
16 02 00	T.A	7.15	3,000	
25 02 00	T.A	7.17	2,000	2,500
16 02 00	4	7.31	4,000	
25 02 00	4	7.3	3,500	3,250
16 02 00	45	7.15	2,600	
25 02 00	45	7.17	1,500	2,000
16 02 00	65	7.08	2,000	
25 02 00	65	7.08	1,500	2,000

Nota. A.A : antes de agitar / A.D : después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)  
 Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

### **Análisis de resultados.**

En las fórmulas 06 y 09 tienen una concentración de 0.6 % de agente espesante. En la fórmula 06 de la tabla 2.7, tiene una concentración de 50% de polisorbato 80 y 50% de oleato de sorbitán, en la fórmula 09 la concentración de emulsificadores es de 72% polisorbato 80 y 28 % oleato de sorbitán. Sin embargo, no se calculó para estas fórmulas el HLB requerido.

Se observa como resultado en la fórmula 06 una viscosidad de 7,500cps y en la fórmula 09 una viscosidad de 5,000 cps.

Para la fórmula 06, dio un pH de 6.81 y en la fórmula 09, dio un pH de 7.16. esto es debido a que la fórmula 09 tiene una concentración mayor de TEA.

En los resultados de estabilidad de la tabla 2.8, se observó en la fórmula 06, que a temperatura ambiente se mantiene estable la viscosidad, con respecto al valor inicial de 7,500 cps.

Sin embargo, a temperatura de 4°C, se observó que aumento la viscosidad, aunque no hay separación de fases. A temperatura de 45°C y 65°C, se observó que disminuyó un poco la viscosidad, pero se mantiene estable en las siguientes dos semanas. No se observó mucha variación en las mediciones de viscosidad, al agitar antes y después la muestra.

Con el tiempo, al mantenerse en reposo la muestra los extenderes se van sedimentando, por lo tanto, al medir la viscosidad, el valor es bajo, en comparación con el valor inicial (5,000cps) , después de agitar la muestra.

En la tabla 2.9 de la fórmula 09, se observó que a temperatura ambiente que disminuyó la viscosidad durante las dos primeras semanas, y en la tercera semana hubo separación de fases, por lo tanto, no se siguió con la prueba.

A temperatura de 4°C, se mantuvo estable durante las dos primeras semanas, y en la tercera semana, se observó separación de fases.

Sin embargo, a temperatura de 45°C y 65°C, se observó que disminuyó la viscosidad, casi a la mitad, con respecto a la viscosidad inicial de 5,000 cps. En la tercera semana hubo separación de fases, por lo tanto no se prosiguió con la prueba.

Tabla 2.10 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío

	Fórmula 10	Fórmula 14
Agua desmineralizada	cbp 100g	cbp 100g
Agente espesante <sup>1</sup>	0.6	0.8
Polisorbato 80	10.08	7.2
Palmitato isopropilo	4.0	6.0
Miristato isopropilo	4.0	9.0
Abil WE 09	4.0	
Oleato de sorbitán	3.92	2.8
TEA	0.15	0.15
Conservador	0.85	0.85
Extendores	10.0	8.0
pH	7.11	7.0
Viscosidad	7,000	9,000

<sup>1</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrollo la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

**Tabla 2.11 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**  
**Fórmula 10. Fecha de inicio : 11 02 00**

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A(cps)
11 02 00	T.A	7.11	7,000	
23 02 00	T.A	7.19	5,500	5,000
03 00	T.A	7.15	4,500	5,000
23 02 00	4	7.23		9,500
03 03 00	4	7.34	7,500	8,000
23 02 00	45	7.14	7,000	6,000
03 00	45	7.14	6,000	6,000
23 02 00	65	7.17		7,500
03 00	65	7.15	6,500	7,000

Nota. A.A : antes de agitar / A.D : después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)  
 Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

**Tabla 2.12 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**  
**Fórmula 14. Fecha de inicio : 21-02-00**

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A.(cps)
21 02 00	T.A	7.0	9,000	
28 02 00	T.A	6.94	6,250	6,000
06 03 00	T.A	6.94	5,000	5,000
10 03 00	T.A	6.92	5,000	5,000
20 03 00	T.A	6.8	4,500	4,500
28 02 00	4	6.92	16,500	14,000
06 03 00	4	6.91	11,500	10,500
10 03 00	4	6.96	10,000	9,500
28 02 00	45	6.92	4,750	4,500
06 03 00	45	6.91	4,250	4,250
10 03 00	45	6.92	4,250	4,250
28 02 00	65	6.85	7,500	5,250
06 03 00	65	6.72	5,750	4,250
10 03 00	65	6.75	4,500	4,500

Nota. A.A : antes de agitar / A.D : después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)  
 Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

## **Análisis de resultados.**

En la fórmula 10 de la tabla 2.10, se hicieron varias modificaciones, en la concentración de las materias primas.

Primero, la concentración de agente espesante es de 0.6%, y 10% de extenders. En esta fórmula se calculó el HLB requerido, tomando en cuenta el HLB de la fase oleosa que tiene un valor de HLB. Así, tenemos que el HLB requerido es de 12, por lo tanto hay que tener una concentración de 72% de polisorbato 80, y 28 % de oleato de sorbitán (emulsificadores).

Como resultado dio una viscosidad de 7,000 cps y un pH de 7.11 con buen aspecto. No hay separación de fases y los extenders se incorporan bien. Por tanto, nos se vio afectada la estabilidad del maquillaje, ya que se calculó el HLB requerido.

En la fórmula 14 de la tabla 2.10, se aumentó la concentración de agentes espesante a 0.8%. se disminuyó la concentración de extenders a 8%, la concentración de emolientes total es de 15% (6.0 g de palmitato de isopropilo y 9.0 g de miristato de isopropilo).

Para esta fórmula se calculó el HLB requerido, por lo tanto se requiere una concentración de 72% de polisorbato 80 y 28% de oleato de sorbitán. La cantidad total de emulsificadores es de 10.0g/100g. Como resultado dio una viscosidad de 9,000cps y de pH 7.0

En comparación con la fórmula 10, dio un mejor resultado, en su aspecto, textura y aplicación.

En los resultados de estabilidad de la tabla 2.11, se observó en la fórmula 10, que a temperatura ambiente la viscosidad disminuyó, pero se mantuvo estable en la siguiente semana. Sin embargo, a 4°C, se observó que la viscosidad aumentó un poco, debido posiblemente al punto de congelación del palmitato.

A las temperaturas de 45°C y 65°C se observó que disminuyó muy poco la viscosidad, pero se mantienen estables en la siguiente semana.

Se observa, que no hay separación de fases, y tiene buen aspecto al agitarlo. Al hacer la medición de viscosidad antes y después de agitar, no se observó mucha variación en los resultados.

En los resultados de estabilidad de la tabla 2.12, la fórmula 14, se observa que a temperatura ambiente disminuyó un poco la viscosidad, en la primera semana.

En la segunda y tercera semana la viscosidad disminuyó, pero se mantuvo casi sin cambio. Se observó que no hay separación de fases y con un buen aspecto.

Sin embargo a temperatura de 4°C, aumentó la viscosidad en la primera semana, posiblemente debido al palmitato solidificado a partir de 15 °C.

En la segunda y tercera semana, la viscosidad disminuyó un poco. Con respecto, a la temperatura de 45°C, se observó que la viscosidad disminuyó casi a la mitad, aunque se mantuvo este valor estable durante las siguientes semanas, se piensa que se debió a la solubilización del palmitato en el miristato de isopropilo de la formulación.

Tampoco, se observa separación de fases y tiene buen aspecto el maquillaje.

A temperatura de 65°C, se observó que la viscosidad disminuyó en cada semana. En la última semana, se observa que el valor de la viscosidad es la mitad, del valor de la viscosidad inicial. No hay separación de fases y al agitarlo tiene buen aspecto.

Al medir la viscosidad antes y después de agitar, se observó una variedad considerable a la temperatura de 4°C. Esto puede deberse a que el palmitato de isopropilo tiene un punto de congelación de 15°C.

**Tabla 2.13** Comparación de fórmulas de maquillaje en frío.

	Fórmula 11	Fórmula 12
Agua desmineralizada	cbp 100g	cbp 100g
Agentes espesante <sup>†</sup>	0.6	0.7
Polisorbato 80	8.64	8.64
Palmitato isopropilo	15.0	14.0
Oleato de Sorbitán	3.36	3.36
TEA	0.15	0.15
Conservador	0.85	0.85
Extendores	8.0	10.0
pH	7.04	7.04
Viscosidad	4,000	7,000

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrollo la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esto materia prima es un polímero.

**Tabla 2.14 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**

Fórmula 11. Fecha de inicio : 11-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A(cps).	Viscos. D.A(cps)
14 02 00	T.A	7.04	4,000	
23 02 00	T.A	7.04	3,250	3,250
02 03 00	T.A	7.11	3,000	3,000
13 03 00	T.A	7.01	3,000	3,000
20 03 00	T.A	7.02	2,750	3,000
23 02 00	4	7.1	4,500	8,250
29 02 00	4	7.2	6,000	7,000
13 03 00	4	7.1	6,250	7,500
23 02 00	45	7.07	3,500	3,000
03 00	45	7.08	2,750	2,750
13 03 00	45	6.99	2,750	2,750
20 03 00	45	6.99	2,500	2,750
23 02 00	65	7.17	4,500	3,250
29 02 00	65	7.1	2,750	3,000
13 03 00	65	6.92	2,500	2,750
20 03 00	65	6.8	2,500	2,500

Nota: A.A: antes de agitar / A.D: después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)

Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

**Tabla 2.15 Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío**

Fórmula 12. Fecha de inicio : 14-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos. A.A.(cps)	Viscos. D.A(cps)
14 02 00	T.A	7.04	7,000	
23 02 00	T.A	7.05	5,500	5,500
03 03 00	T.A	7.18	5,500	5,500
23 02 00	4	7.14	9,000	11,500
03 03 00	4	7.15	10,000	11,000
13 03 00	4	7.11	9,500	9,750
23 02 00	45	7.02	6,500	5,500
03 03 00	45	7.12	5,000	5,000
13 03 00	45	7.04	4,500	4,500
20 03 00	45	6.96	4,750	4,750
23 02 00	65	6.88	11,500	8,000
03 03 00	65	6.95	5,750	5,500
13 03 00	65	6.83	4,750	5,250
20 03 00	65	6.83	6,000	5,000

Nota: A.A: antes de agitar / A.D: después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)

Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

## **Análisis de resultados.**

En la fórmula 11 de la tabla 2.13, la concentración de agente espesante es de 0.6%, de extenderes 8%, y de un solo emoliente 15%. Una de las propiedades físicas, de este emoliente es que tiene un punto de congelación de 13 -15°C. Como resultado dio una viscosidad de 4,000cps. Además, tiene buen aspecto y textura.

En la fórmula 12 de la tabla 2.13, la concentración de agente espesante es de 0.7%, de extender 10% y del palmitato de isopropilo(emoliente) 14%. Como resultado dio una viscosidad de 7,000 cps y un pH de 7.04. tiene buen aspecto, textura y aplicación.

En comparación con la fórmula anterior , la viscosidad de la fórmula 14 es mayor, ya que la concentración de agente espesante y extender es mayor.

En los resultados de estabilidad de la tabla 2.14, se observó que en la fórmula 11, a temperatura ambiente disminuyó un poco la viscosidad, en comparación con el dato inicial de viscosidad, y el valor de pH no hay un cambio considerable.

A la temperatura de 4°C, se observó que fue aumentando la viscosidad en cada semana, aunque el valor de pH no vario mucho. Esto es debido a que a esa temperatura el palmitato de isopropilo se solidifica.

Sin embargo, a la temperatura de 45°C , se observó que no hubo un cambio drástico en la viscosidad, aunque bajo un poco.

A la temperatura de 65°C, se observó que disminuyó la viscosidad, aunque no fue mucha la variación.

Al estar en reposo la muestra, los extenderes van sedimentandose poco a poco. Por ello, al hacer la medición de la viscosidad, sin agitarlo previamente, el resultado da un valor bajo, en comparación con el valor obtenido después de agitar.

En la fórmula 12 de la tabla 2.15, tenemos que los resultados de estabilidad, a temperatura ambiente la viscosidad disminuyó.

Sin embargo, a 4°C, se observo que la viscosidad aumentó. Aquí el problema, que se presenta, es que el palmitato de isopropilo se solidifica.

A la temperatura de 45°C y 65°C, se observa que disminuyó la viscosidad un poco.

La viscosidad a estas temperaturas, se ve afectada, ya que se hace más fluida la muestra.

Se realizó dos mediciones de viscosidad, antes y después de agitar para observar, si los extenderes sedimentan, provocando que disminuya la viscosidad.

Al agitar la muestra, quedan nuevamente suspendidos los extenderes. Por lo tanto, regresa a su valor inicial, esto es un indicio de comportamiento pseudoplástico de la suspensión de extenderes.

**Tabla 2.16** Comparación de fórmulas de maquillaje en frío

	Fórmula 13
Agua desmineralizada	63.3
Agente espesante <sup>†</sup>	0.7
Polisorbato 80	8.64
Miristato isotropilo	15.0
Oleato de sorbitán	3.36
TEA	0.15
Conservador	0.85
Extenderes	8.0
pH	7.00
Viscosidad	5,000

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

**Tabla 2.17** Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío  
Fórmula 13. Fecha de inicio : 16-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos A.A.(cps)	Viscos D.A.(cps)
16 02 00	T.A	7.0	5,000	
23 02 00	4	7.37	4,500	4,500
29 02 00	4	7.22	9,500	9,500
10 03 00	4	7.20	7,000	7,000
23 02 00	45	7.4	3,500	3,500
29 02 00	45	7.08	3,250	3,500
10 03 00	45	7.10	3,000	3,000
23 02 00	65	7.3	5,000	3,500
29 02 00	65	7.08	3,500	3,500
10 03 00	65	6.9	3,000	3,000

Nota. A.A : antes de agitar / A.D : después de agitar. (tiempo de agitación 30seg.)

Los espacios vacíos, es porque no se pudo hacer la medición. La muestra no cubre la aguja.

### **Análisis de resultados.**

En la tabla 2.16 en la fórmula 13, se uso solo un emoliente, en una concentración de 15%. La razón, por la cual se utilizó solo este emoliente (miristato de isopropilo), es que una de sus propiedades físicas, es que tiene un punto de congelación de 3°C.

Como resultado nos da un maquillaje muy ligero, aunque no tiene un buen poder cubriente.

Para está fórmula se calculó el HLB requerido, para ver si había alguna mejora en la estabilidad de la emulsión.

La cantidad total de emulsificadores es de 12g/100g. la concentración, es de 72% de polisorbato 80 y 28% de oleato de sorbitán.

La concentración de agentes espesante es de 0.7%. como resultado dio una viscosidad de 5,000cps y un pH de 7.0.

En los resultados de estabilidad de la tabla 2.17, se observó que a la temperatura de 4°C, la viscosidad aumentó en cada semana. Sin embargo a 45°C y 65°C, disminuyó la viscosidad, esto debido a que a temperaturas altas las posibles redes entre los materiales no se forman lo que abate su viscosidad.

Aunque está variación no es muy grande. También se observó que al hacer la medición antes y después de agitar, no hubo una variación significativa.

La razón de que a 4°C, aumentó la viscosidad, puede ser a que el miristato de isopropilo tiene un punto de congelación a los 3°C y a temperaturas bajas, los aceites se solidifican.

**Tabla 2.18** Comparación de fórmulas de maquillaje en frío

	Fórmula 15
Agua desmineralizada	cbp 100g
Agente espesante <sup>†</sup>	0.8
Polisorbato 80	7.2
Palmitato de isopropilo	4.5
Miristato isopropilo	10.5
oleato de sorbitán	2.8
TEA	0.15
Conservador	0.85
Extenderes	10.0
pH	6.8
Viscosidad	12,750

<sup>†</sup> Por cuestiones éticas para con la empresa donde se desarrolló la fórmula, se omite el nombre comercial de la materia prima. Esta materia prima es un polímero.

**Tabla 2.19** Prueba de estabilidad de fórmulas de maquillaje en frío

Fórmula 15. Fecha de inicio : 24-02-00

Fecha	Temperatura	pH	Viscos (cps)
24 02 00	T.A	6.8	12,750
02 03 00	T.A	7.15	10,250
09 03 00	T.A	7.03	10,250
16 03 00	T.A	7.20	9,750
23 03 00	T.A	7.18	9,500
02 03 00	4	7.09	16,000
09 03 00	4	6.95	15,000
16 03 00	4	7.42	20,250
23 03 00	4	7.15	18,500
02 03 00	45	7.19	8,500
09 03 00	45	7.03	8,750
16 03 00	45	7.17	8,500
23 03 00	45	7.13	8,500
02 03 00	65	7.18	8,750
09 03 00	65	7.05	10,000
16 03 00	65	7.19	8,500
23 03 00	65	7.18	9,250

## **Análisis de resultados.**

En la tabla 2.18, la fórmula 15 es el resultado final del maquillaje en frío. Es decir, en base a las preformulaciones antes mencionadas, se hizo una selección de las materias primas.

Para mejorar la estabilidad del maquillaje se hizo una mezcla de los emolientes; los emolientes seleccionados son el palmitato de isopropilo y el miristato de isopropilo. La proporción de la mezcla es 30/70 respectivamente a 15% de emoliente.

Esta mezcla se hizo, ya que el palmitato de isopropilo tiene un punto de congelación de 13 – 15°C. Sin embargo el punto de congelación del miristato de isopropilo es de 3°C.

Así podemos observar que en los resultados de estabilidad de la tabla 2.19, la viscosidad disminuye muy poco en cada temperatura.

En la tabla 2.19, se observa que a temperatura ambiente, disminuye la viscosidad, en cada semana. La diferencia en cada semana es muy poca, en comparación con los demás resultados de las anteriores fórmulas.

Los resultados de estabilidad de la tabla 2.19 a 4°C, se observa, que la viscosidad casi se mantiene estable. Es decir no hay una disminución considerable, de la viscosidad.

Cuando la muestra se somete a 45°C y 65°C, la viscosidad disminuye casi a la mitad, en comparación con el valor inicial de 12,500 cps.

La muestra se hace más fluida, al someterlas a altas temperaturas. Por ello, la viscosidad disminuye.

### **NOTA:**

Para esta fórmula final se realizó pruebas de reto microbiológico, prueba de funcionalidad, prueba de irritación dérmica y sensibilización. Los resultados son presentados mas adelante.(inciso IV ,V y VI)

**Tabla 2.20 Comparación de fórmulas de maquillaje en frío**

	01	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	14
Agua desmin.	77.0	58.0	58.0	58.1	60.0	62.4	64.4	62.4	63.3	62.3	63.3	65.17
Agente espesante	0.8	0.675	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
Tween 80				1.5	2.0	2.0	2.88	10.08	8.64	8.64	8.64	7.2
Tween 20	1.5	1.3	1.5									
Aceite de jjoba	3.0	3.0	3.0	3.0								
Palmitato isopr.	5.0	5.0	7.0	8.0	5.0	4.0	4.0	4.0	15.0	14.0		6.0
Miristato isopr.					5.0	4.0	4.0	4.0			15.0	9.0
Abil WE 09					5.0	4.0	5.0	4.0				
Emulsificante R-400	1.4	1.0	1.0	1.0								
Aceite de ricino		10.0										
Emoliente 70			9.0	8.0								
Oleato de sorb.				1.0	1.5	2.0	1.12	3.92	3.36	3.36	3.36	2.8
TEA	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Conservador	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Extenderes	8.0	10.0	10.0	11.0	10.0	10.0	9.0	10.0	8.0	10.0	8.0	8.0
pH	7.74	7.5	7.73		6.8	6.81	7.16	7.11	7.04	7.04	7.0	7.0
Viscosidad	11,000	15,500	1,400			7,500	5,000	7,000	4,000	7,000	5,000	9,000

### **Análisis de resultados.**

En el desarrollo de la fórmula del maquillaje en frío, se utilizó un agente espesante en frío, es decir que se usará a temperatura ambiente.

En las diferentes fórmulas se usó diferentes concentraciones de este agente espesante. Y como resultado se obtuvo que la concentración efectiva para la emulsión fue de 0.7 a 0.8 %.

Se utilizó varios emolientes, que se pudieran trabajar a temperatura ambiente. Es decir, para fabricar la emulsión en frío, se eliminan el uso de ceras que se tengan que fundir con calor.

Los emolientes que proporcionaron una emulsión aceptable fueron el palmitato y miristato de isopropilo. Además, para ajustar el pH, se utilizó trietanolamina a diferentes concentraciones, hasta obtener el pH óptimo.

Para incorporar los extenderes a la emulsión, se humectaron previamente con un surfactante. Si se adicionan directamente, estos no se integran a la emulsión.

En alguna fórmula no presentada en el trabajo, se intentó incorporar el pigmento solo, pero no se incorporó bien aun siendo humectados. Esto puede deberse a que el tamaño de partícula es mayor, que el de los extenders.

Se obtuvo un mejor resultado en las fórmulas, en donde se calculó el HLB requerido. Esto se reflejó, en la estabilidad y apariencia de la muestra.

Para ayudar a que la emulsión fuera más estable, se utilizó un par de emulsificantes. Esto, para disminuir la tensión superficial que hay entre las gotas de la emulsión y la superficie de las partículas sólidas en la suspensión.

Se utilizó un conservador que protegiera tanto la fase acuosa como la fase oleosa de microorganismos.

De todas estas fórmulas, se seleccionaron las mejores. Es decir, la que tenía mejor aspecto, mejor aplicación, buen poder cubriente y más estable.

Hay que mencionar que las emulsiones se realizaron en el agitador mecánico caframo. Posteriormente se pasó a un homogenizador, lo cual favoreció mucho el aspecto de la emulsión al adicionarle mayor energía cinética al sistema.

### III. DISEÑO DE EXPERIMENTOS PARA EL PROCESO DE FABRICACION DEL MAQUILLAJE EN CALIENTE.

Diseño de experimentos :  $2^k$ . A : Tiempo de agitación  
 ( - ) 10 min.  
 ( + ) 20 min.

B : Temperatura  
 ( - ) 60 °C  
 ( + ) 75 °C

C : Velocidad de agitación  
 ( - ) 1,200 r.p.m.  
 ( + ) 1,500 r.p.m.

Tabla 3.1 Diseño de experimentos  $2^3$

No. Exper.	No. alea.		A	B	AB	C	AC	BC	ABC	* Y
1	6	1	-1	-1	+1	-1	1+	+1	-1	5,000
2	2	a	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	7,800
3	7	b	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	6,200
4	5	ab	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	4,800
5	8	c	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	5,200
6	3	ac	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	7,200
7	4	bc	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	5,400
8	1	abc	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	9,800

\* Y = es la variable de respuesta (Viscosidad en cps).

En el desarrollo del diseño de experimentos, se utilizó un Homogenizador Rayneri. En el cual se programo el tiempo y velocidad de agitación, para el proceso de emulsiones.

Se hizo un sorteo, para aleatorizar los experimentos (tabla 3.1)

Nota: no se realizó replicas en este diseño, por falta de tiempo. Por lo tanto, se considerará como diseño de experimentos empírico.

**Tabla 3.2** Diseño de experimentos tipo 2<sup>n</sup> empírico, de maquillaje en caliente.

	1 abc	2 a	3 ac	4 bc	5 ab	6 1	7 b	8 c
pH	7.45	7.48	7.5	7.56	7.56	7.55	7.52	7.42
Viscosid.	9 800	7 800	7 200	5 400	4 800	5 000	6 200	5 200
Temper.	75	75	75	60	75	60	60	60
Vel. Agit.	1,500	1,200	1,200	1,500	1,500	1,200	1,500	1,200
θ agit.	20min	10min	20min	20min	10min	10min	10min	20min
Silicato Al/Mg	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Hidroxietilcelulosa	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
TEA	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
Estearato de glic.	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
A. esteárico	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36	4.36

### **Análisis de resultados.**

Se realizó este diseño de experimentos, para el proceso de fabricación del maquillaje en caliente. Por tanto, se consideró tres factores críticos en este proceso, como lo es la temperatura, el tiempo y velocidad de agitación.

Durante el desarrollo del diseño de experimentos, se hizo cada experimento, como lo indica la tabla 3.1, aleatoriamente. En los resultados obtenidos, como variable de respuesta tenemos la viscosidad y el pH.

Sin embargo, como no hubo cambios significativos de pH. Sólo se considerará como variable de respuesta, la viscosidad.

De los resultados obtenidos de la tabla 3.1 se observa que los factores antes mencionados si afectan a la viscosidad. Sobretudo, al haber interacción entre los factores.

Con este diseño, se observa que al interaccionar el factor a y el factor b, es decir el tiempo de agitación y la temperatura, la variable de respuesta viscosidad, disminuye.

Se observó que al trabajar a temperaturas de 60 °C, el tono del maquillaje varia, en comparación con el maquillaje que se fabrica a 75 °C.

Así mismo, a 60 °C, quedan algunos grumos, sin embargo a 75 °C, no hay ese problema.

Cuando se trabaja con niveles bajos, se observó que dio una viscosidad de 5,000cps. Además varía el tono del maquillaje, hay grumos y no tiene buen aspecto.

Al trabajar con los niveles altos, se observó que no hay grumos, el tono es similar al estándar, y tiene buen aspecto.

Es importante mencionar, que hay que controlar la temperatura de la emulsión. En el homogenizador Rayneri, se programó el tiempo y velocidad de agitación de la emulsión.

Durante este diseño, se intento hacer las replicas, pero por falta de tiempo, no se pudo concretar este diseño. Sin embargo se hizo el análisis de varianza.

En este análisis, se observa, la importancia de realizar las replicas, para cada experimento

**Tabla 3.2** Análisis estadístico de diseño de experimentos. (ANOVA)

FV	Y	1	2	3	Efecto	SC	Gl	SCM	F
1	5,000	12800	23800	51400	12850	-	1	-	
a	7800	11000	27600	7800	1950	7,605,000	1	475312.5	1.39
b	6222	12400	1400	1000	250	125,000	1	7812.5	0.02
ab	4800	15200	6400	-1800	-450	405,000	1	25312.5	0.07
c	5200	2800	-1800	3800	950	185,000	1	112812.5	0.33
ac	7200	-1400	2800	5000	1250	3,125,000	1	195312.5	0.57
bc	5400	2000	-4200	4600	1150	2,645,000	1	165312.5	0.48
abc	9800	4400	2400	6600	1650	-	-	-	-
Error						5,445,000	1	5,445,000	
Total	51,400					21,155,000	7		

**Tabla 3.3** Método de Yates

	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
$\Sigma^-$	21,800	25,200	23,800	26,600	23,200	23,400	22,400
$\Sigma^+$	29,600	26,200	27,600	24,800	28,200	28,000	29,000
CONTRASTE	7,800	1,000	3,800	-1,800	5,000	4,800	6,600
EFFECTO	1,950	250	950	-450	1,250	1,150	1,650
COEFICIENTE	975	125	475	-225	625	575	825
Sc.	7,605,000	125,000	185,000	405,000	3,125,000	2,645,000	5,445,000

### **Análisis de resultados.**

Para el análisis estadístico de este diseño de experimentos, se calculó el efecto de cada experimento, así como su coeficiente.

En los resultados estadísticos de la tabla 3.2, se observa, que al interaccionar el factor A y el factor B, da como resultado un efecto negativo.

Por lo tanto al interaccionar el tiempo de agitación y la temperatura, la viscosidad disminuye.

Esta interacción entre los factores a y b, es significativo, ya que se ve afectado el valor de la viscosidad. Ya que con el tiempo de agitación y la temperatura las redes formadas por el agente espesante, se rompen, abatiéndose así la viscosidad.

En las otras interacciones, el efecto da un valor positivo, esto indica que si se aumenta, el tiempo o velocidad de agitación, aumenta la viscosidad.

Después de obtener el efecto de cada experimento, se calculó la suma de cuadrados y la suma de cuadrados medio.

En este análisis, al no tener replicas, se tomó como error total, el valor de la interacción de abc (5,445,000). La prueba F sobre los efectos principales y las interacciones se obtiene directamente de las medias de cuadrados. Así, obteniendo el valor de F experimental, se compara con el valor de F teórico, de tablas estadísticas.

El valor de F experimental debe ser menor, que el valor de F teórico.

Como resultado, se tiene que el valor de F experimental si es menor que el valor de F teórico.

Con los resultados obtenidos de la tabla 3.3, se puede optimizar el proceso de fabricación, sustituyendo los valores en la siguiente fórmula.

$$Y_3 = b_0 + b_1A + b_2B + b_3C + b_{1,2}AB + b_{1,3}AC + b_{2,3}BC + b_{1,2,3}ABC$$

donde :  $Y_0$  = variable de respuesta.

$b_0$  = constante de proporcionalidad

$b_1, b_2, b_3, b_{1,2}, b_{1,3}, b_{2,3}, b_{1,2,3}$  = coeficientes.

A, B, C, AB, AC, BC, ABC = Factores.

$$b_0 = \Sigma (Y_1 \dots Y_8) / 8$$

Por ejemplo, si queremos modificar la velocidad de agitación, y obtener una viscosidad de 8,500 cps tenemos lo siguiente :

$$Y_0 = 8,500 \text{cps. } A = 20 \text{min } (+1) . B = 75^\circ\text{C } (+1) \quad C = ?$$

$$b_0 = 6425 . b_1 = 975 \quad b_2 = 125 \quad b_3 = 475 \quad b_{1,2} = -225 \quad b_{1,3} = 625 \quad b_{2,3} = 575$$

$$b_{1,2,3} = 825.$$

Sustituyendo en la fórmula los valores y despejando C:

$$Y_3 = b_0 + b_1A + b_2B + b_3C + b_{1,2}AB + b_{1,3}AC + b_{2,3}BC + b_{1,2,3}ABC$$

$$C = 0.48$$

Con la formula :  $X - X_p / i * 0.5$  en donde: X es el valor del nivel

$X_p$  es el promedio de los valores de los niveles.

i es el intervalo entre los niveles

$$X - 1350 / 300 * 0.5 = 0.48$$

$$\underline{C = 1422 \text{ r.p.m}}$$

Por tanto, si trabajamos a una temperatura de 75°C, durante 20 min, la velocidad de agitación a la cual hay que trabajar es de 1422rpm. Así, la viscosidad que obtendremos como respuesta será de 8,500 cps.

IV PRUEBA DE FUNCIONALIDAD PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.

RESULTADOS DEL CUESTIONARIO.

1. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TIENE MEJOR CONSISTENCIA ?

	L : 000320 (M 1)	L : 000321 (M 2)	L : 000322 (M 3)
Líquido	66.67%	33.33%	22.22
Normal	22.22%	55.56%	77.78
Espeso	11.11%	11.11%	0 %

2. ¿CUÁL MAQUILLAJE, SE APLICA MEJOR ?

a) 000320	b) 000321	c) 000322
44.45%	11.11%	44.44%

3. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TIENE MAYOR PODER CUBRIENTE ?

a) 000320	b) 000321	c) 000322
55.56%	0%	44.44%

4. ¿QUÉ AROMA TE AGRADO MÁS ?

a) 000320	b) 000321	c) 000322
55.56%	11.11%	33.33%

5. LAS MUESTRAS TE CAUSARON ALGUNA MOLESTIA ?

NO : 88.89% SI : 11.11%

	ARDOR	NINGUNO	COMEZON	IRRITACION	SALPULLIDO
M 1					
M 2	1				
M 3					

6. ¿CUÁL MUESTRA SE PERCIBE MÁS GRASOSO ?

a) 000320	b) 000321	c) 000322
33.33%	11.11%	55.56%

7. ¿QUÉ CALIFICACION LE DARIAS A CADA MAQUILLAJE DE ACUERDO A SU FUNCIONALIDAD ?

a) 000320 : 9, 7, 6, 7, 9, 10, 8, 6, 10 = 8.0

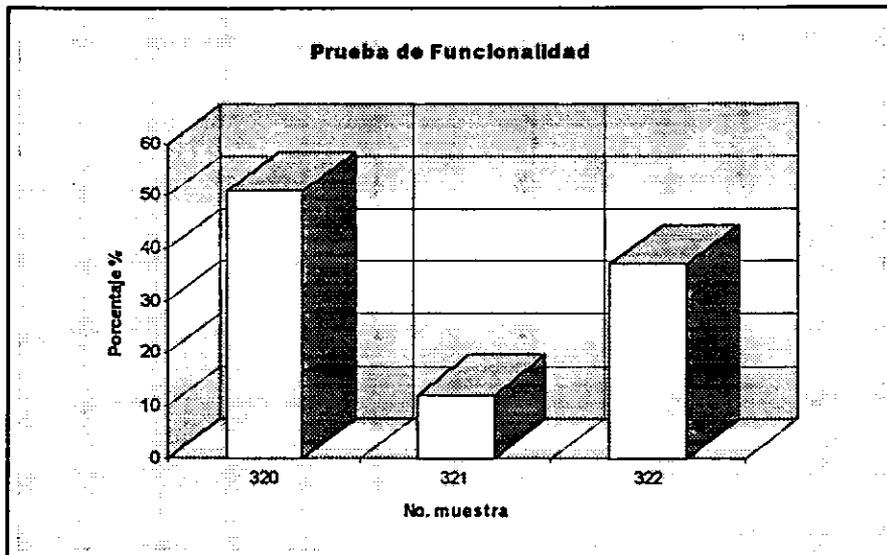
b) 000321 : 7, 7, 8, 7, 7, 7, 6, 6, 9 = 7.1

c) 000322 : 8, 8, 9, 6, 8, 8, 9, 8, 8 = 8.0

8. ¿CUÁL DE LOS MAQUILLAJES TE AGRADO MÁS ? ¿POR QUÉ ?

a) 000320	b) 000321	c) 000322
44.45%	11.11%	44.44%

La siguiente gráfica de prueba de funcionalidad, se realizó en base al porcentaje obtenidos de las preguntas 1,2,3,4 y 8.



Gráfica 4.1 Prueba de funcionalidad.

## **Análisis de resultados.**

En esta prueba de funcionalidad, participaron personas de sexo femenino, entre 26 y 44 años y los resultados están basados en las respuestas del cuestionario.

Primero, hay que mencionar, que en la muestra uno, tenemos una mezcla de palmitato y miristato de isopropilo, en la muestra dos, tenemos solo el palmitato de isopropilo( emoliente) y en la muestra tres, tenemos solo miristato de isopropilo.

En la pregunta uno, se evaluó la consistencia de las muestras. En la muestra uno, la mayoría de las personas lo sintieron líquido. En la muestra dos y tres se sintió normal, para la mayoría de las personas.

La respuesta fue favorable para la muestra uno, ya que la consistencia del maquillaje debe ser líquido.

Se observó que las muestras que mejor se aplicaron, son la muestra uno y tres. La muestra de maquillaje que tiene mayor poder cubriente es la uno y le sigue la tres. Para la muestra dos, se observó que no tiene poder cubriente.

Hay que mencionar que, por tratarse de un maquillaje muy ligero, el poder cubriente, no es igual al de un maquillaje en caliente.

El aroma más aceptado, es el de la muestra uno. Aunque se utilizó el mismo perfume para la muestra uno y dos, el aroma es diferente en ambas muestras. Esto se debe a los componentes de las fórmulas.

La muestra que se percibe más grasosa es la muestra tres que tiene miristato de isopropilo.

Aunque a la mayoría de las personas no les causó molestias, hubo un caso en donde causó irritación en la piel la muestra 2. Esto puede deberse a que la persona presentaba problemas de acné, y al aplicarse el maquillaje, le causó el ardor.

La muestra uno y tres obtuvieron una calificación promedio de 8. Para la muestra dos, se obtuvo una calificación promedio de 7. Se calificó en una escala de cero a diez.

Las muestras de maquillajes, que más agradaron fueron la muestra uno y tres.

Para la muestra uno, se recibieron comentarios de que les agrado la textura. Con una sensación de terciopelo.

La gráfica 4.1 que se realizó, en base a el promedio de los porcentajes obtenidos de las preguntas uno, dos tres, cuatro y ocho. Se tomaron en cuenta estos resultados, pues se espera de este maquillaje. que sea de consistencia líquida, que se aplique bien, con un poder cubriente aceptable, con un aroma aceptable. Y con estas características, que al cliente le agrade el producto.

En la gráfica 4.1, se observa que la muestra uno. tiene un 50.91%, en la muestra dos el resultado fue de 12.12% y en la muestra 3. el resultado es de 36.37%.

La muestra uno obtuvo el 50.91%., en esta muestra al mezclar el palmitato y el miristato de isopropilo se tiene un producto con una sensación aterciopelada, no muy grasosa, y buen poder cubriente.

En la muestra dos, se recibieron comentarios. de que no les agrado, por ser grasosa, y con muy poco poder cubriente.

En la muestra tres, resultó un poco grasoso, aunque con buen poder cubriente. Aunque tiene un porcentaje menor al 50% de aceptación, se le podrian hacer algunas modificaciones para mejorar su textura.

**V. PRUEBA DE IRRITACION DERMICA Y SENSIBILIZACION PARA EL MAQUILLAJE EN FRIO.**

**Tabla 5.1 Resultados de irritación dérmica y sensibilización**

Lote :0002137  
Fecha : 24 02 00

Fecha de toma de muestra	01 03 00		
Determinaciones	Resultados	Valores limite	Método
1. Irritabilidad dérmica primaria	0.00 (Ausente)	0.0 - 0.10 (Ausente)	Nom-39-SSA1-1993.
2. Prueba de sensibilización en humanos	Piel libre de sensibilización	0.00 (Ausente)	FEUM 6ª edición, 1994.
Observaciones : Muestra de producto no irritante, probablemente inocuo en contacto con la piel. Prueba de irritabilidad dérmica realizada en una población de 6 conejos.			

**Análisis de resultados.**

En la prueba de irritación dérmica, realizada en una población de conejos, dio como resultado que la muestra de maquillaje en frío con número de lote de 0002137, no causa irritación. Por lo tanto, aunque la concentración de emulsificantes es de 10 % en la fórmula, no causa irritación en la piel normal.

En la prueba de sensibilización en humanos, dio como resultado que no es alérgico la muestra de maquillaje en frío con número de lote de 0002137.

Se hizo estas pruebas, para confirmar, que la concentración de emulsificantes usado en la fórmula no causa irritación y/o sensibilidad en la piel.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## VI. PRUEBA DE RETO MICROBIOLÓGICO PARA EL MAQUILLAJE EN FRÍO.

En la prueba de reto microbiológico, los microorganismos que fueron inoculados, en la muestra de prueba son : Escherichia coli, Bacillus subtilis, Pseudomona aeruginosa, Staphylococcus aureus, Cándida albicans, Aspergillus niger y mezcla bacteriana.

**Tabla 6.1 Resultados de reto microbiológico**

Lote : 0002137  
Fecha : 24 02 00

Semana	E. coli UFC	B. subtilis UFC	P. aeruginosa UFC	S. aureus UFC	Mezcla bact.	C. albicans UFC	A. niger UFC
25 02 00 (0)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
3 0 3 00 (1)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
10 03 00 (2)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
17 03 00 (3)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
24 03 00 (4)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10

UFC : unidades formadoras de colonias.

La prueba cumple con los parámetros, indicados en la FEUM 6ª edición, 1994.

### **Análisis de resultados.**

Está prueba, realizó con la finalidad de ver la efectividad del conservador y sobretodo para verificar que los emulsificadores utilizados, no inhibieran la función del conservador utilizado.

Ya que en la literatura nos indica que los emulsificantes no iónicos , inhiben la actividad de los parabenos.

En los resultados obtenidos nos indica que tenemos menor de 10 unidades formadores de colonias(UFC). La muestra del maquillaje en frío pasa la prueba de reto microbiológico.

Hay que mencionar que el conservador utilizado es una mezcla de diazolidinil uréa, propilenglicol y parabenos.

Es posible, que si haya inhibición de parabenos, por los emulsificantes, cuando se encuentren como tal solos.

## VII. COSTOS

### Maquillaje en caliente

Contenido: 31.5ml

Lote :100 Kgs

3175 Piezas

Materia	Fórmula %	Cantidad (Kgs.)	Costo unit. M.P	Importe M.P	Costo unitario
Agua desmin.	CBP	CBP	0	0	
Silicato Al/Mg	0.55	0.55	66.7	36.69	
Hidroxiethylcelulosa	0.2	0.2	106	21.2	
Propilenglicol	4.36	4.36	13.5	58.86	
Formador de película	3.27	3.27	250	817.5	
Lecitina	0.55	0.55	170.6	93.83	
Emoliente 70	11.0	11.0	79.5	874.5	
Estearato de glicerilo	1.8	1.8	17.8	32.04	
Acido esteárico	4.36	4.36	12.0	52.32	
Tridecil trimelitato	1.09	1.09	97.3	106.06	
TEA	0.49	0.49	11.65	5.71	
Conservador	1.0	1.0	170.0	170	
E. blanco	3.7	3.7	21.06	77.92	
E. amarillo	5.89	5.89	42.85	252.39	
E. café	2.29	2.29	42.68	97.74	
E. rojo	0.73	0.73	42.85	31.28	
<b>Costo de fórmula</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>1144.49</b>	<b>2728.03</b>	<b>\$0.8593</b>
	<b>Tiempo de</b>	<b>proceso</b>		<b>Costo total</b>	
<b>Producción</b>	<b>cuotas</b>	<b>Granel x</b>	<b>pieza</b>	<b>Granel x</b>	<b>Pieza</b>
Mano de obra	28.63	13.44	0.004235	384.9144	\$0.1212
Gastos ind.	39.38	13.44	0.004235	529.4422	\$0.1668
		<b>Tiempo</b>	<b>envasado</b>	<b>Costo total</b>	
<b>Envasado</b>			<b>x pieza</b>	<b>x pieza</b>	
Mano de obra		17.23	0.00992	0.1709	
Gastos ind.		39.38	0.00992	0.3906	
<b>Costo total</b>					<b>\$1.7089</b>
<b>Precio de venta</b>					<b>\$2.0165</b>

### Maquillaje frío

Contenido: 31.5ml

Lote : 100 Kgs.

3175 piezas

Materia	Fórmula %	Cantidad (Kgs.)	Costo unit. M.P	Importe M.P	Costo unitario
Agua desmin.	CBP	CBP	0	0	
Agentes espesante	0.8	0.8	304.0	243.2	
Polisorbato 80	7.2	7.2	22.40	161.28	
Oleato de sorbitán	2.8	2.8	26.29	73.6	
Palmitato de isopropilo	4.5	4.5	20.50	161.28	
Ministato isopr.	10.5	10.5	34.0	357	
TEA	0.15	0.15	11.65	1.75	
Conservador	0.7	0.7	170.0	119.0	
E. blanco	5.5	5.5	21.06	11583	
E. amarillo	2.5	2.5	42.85	107.13	
E. café	1.5	1.5	42.68	64.02	
e : rojo	0.5	0.5	42.85	21.43	
Perfume	0.03	0.03	271.0	8.13	
<b>Costo de fórmula</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>1009.28</b>	<b>1364.61</b>	<b>\$0.4299</b>
	<b>Tiempo de</b>	<b>proceso</b>		<b>Costo total</b>	
<b>Producción</b>	<b>cuotas</b>	<b>Granel x</b>	<b>pieza</b>	<b>Granel x</b>	<b>pieza</b>
Mano obra	28.63	13.44	0.004235	384.9144	\$0.1212
Gastos ind.	39.38	13.44	0.004235	529.4422	\$0.1668
		<b>Tiempo</b>	<b>envasado</b>	<b>Costo total</b>	
<b>Envasado</b>			<b>x pieza</b>	<b>x pieza</b>	
Mano de obra		17.23	0.00992	0.1709	
Gastos ind.		39.38	0.00992	0.3906	
<b>Costo total</b>					<b>\$1.2794</b>
<b>Precio de venta</b>					<b>\$1.5097</b>

Costo de cada maquillaje, suponiendo que hay que fabricar 17,000 piezas/año

Maquillaje en caliente	\$34,275.4 pesos
Maquillaje en frío	\$25,664.9 pesos.

La diferencia entre el maquillaje en caliente y el maquillaje en frío es de \$8,610.5 pesos/año.

### **Análisis de resultados.**

El costo de la fórmula del maquillaje en caliente, es de \$0.8593 pesos. El costo de la fórmula del maquillaje en frío es de \$0.4299 pesos. la diferencia es significativa. El costo de la fórmula en frío, sale casi a la mitad del costo del maquillaje en caliente.

Tomando en cuenta la mano de obra, los gastos indirectos (agua, luz, renta de terreno etc.) y el envasado del producto, tenemos que el precio de venta para el maquillaje en caliente es de \$2.0162 pesos, para el maquillaje en frío tenemos que el precio de venta, es de \$1.5097 pesos.

El ahorro del maquillaje en frío, es de un 25%, en comparación con el maquillaje en caliente.

De las ventajas que tiene el proceso de fabricación de la emulsión en frío, es que no hay que controlar la temperatura, por tanto hay un ahorro de energía. El tiempo de fabricación del maquillaje en frío es menor, que la fabricación del maquillaje en caliente.

## CONCLUSIONES.

En el desarrollo de este proyecto, se comparó el proceso de fabricación de emulsiones en caliente y emulsiones en frío.

En las emulsiones tradicionales, se trabaja a una temperatura de 75°C. En el proceso de fabricación de emulsiones, tenemos dos fases, una llamada fase acuosa y la fase oleosa. En esta última, como se trabaja con ceras, hay que calentarlas hasta fundirse. Es por ello que hay que calentar. Por lo tanto, en la formación de la emulsión, hay que controlar esta temperatura.

En el proceso de fabricación de la emulsión en frío, se trabajó a temperatura ambiente. Por lo tanto, en la fase oleosa, hay que seleccionar los aceites que sean líquidos a temperatura ambiente.

Comparando el proceso de ambas emulsiones, resulta más simple, hacer la emulsión en frío. Las ventajas que tiene el proceso de fabricación de emulsiones en frío, son el ahorro de energía, y tiempo de fabricación.

Para el proceso de fabricación del maquillaje en caliente se hizo un diseño de experimentos. Se utilizó la fórmula del maquillaje en caliente, y se consideró como factores críticos del proceso de fabricación, la temperatura, la velocidad y tiempo de agitación. Y como variable de respuesta se tomó solo en cuenta la viscosidad.

Con este diseño, vemos que si hay un efecto significativo, al interaccionar el tiempo de agitación y la temperatura. Por tanto, si se deja agitar la emulsión por un tiempo prolongado y a una temperatura alta, la viscosidad disminuye.

Esto puede ser a que la red que forma el agente espesante, se va rompiendo al estar a temperaturas altas y al tiempo prolongado de agitación. Por lo que se recomienda, no dejar mucho tiempo agitando y quizás aumentar la concentración del agente espesante.

En cuanto a su estabilidad, el maquillaje en caliente y el maquillaje en frío, resultaron estables, es decir no hubo separación de fases, no hubo coalescencia y el pH se mantuvo estable.

En el desarrollo del maquillaje , se tiene que es un sistema muy complejo. Pues, tenemos dos sistemas, uno es la emulsión dentro de un sistema que, es la suspensión de los extenderes.

Para la fabricación del maquillaje en caliente, hay que controlar la temperatura. Esto es, porque, se trabaja con ceras, y estas deben estar totalmente fundidas. Al seleccionar estas ceras, hay que tomar en cuenta el punto de fusión.

Después que tenemos la emulsión, hay que adicionar los extenderes. Aquí, hay que cuidar que los extenderes, se incorporen bien.

Para la emulsión en caliente hay que tomar en cuenta el tamaño de partícula de la fase oleosa.

Para evitar que haya agregación, el tamaño de partícula debe ser menos densa, que las partículas de la fase acuosa. Para la suspensión de extenderes, es importante el tamaño de partícula, ya que el porcentaje de estos es alto en la fórmula.

En cuanto a su aspecto, tiene buen poder cubriente, se aplica bien. Se realizaron pruebas de estabilidad, para este maquillaje y resultó estable.

En el desarrollo del maquillaje en frío, después de seleccionar las materias primas adecuadas, para trabajar a temperatura ambiente, obtuvimos las concentraciones óptimas.

En la fabricación del maquillaje en frío, resulto sencillo, en cuanto al proceso, ya que el tiempo de proceso, el número de materias primas y el costo se redujeron considerablemente.

Después de probar diferentes concentraciones del agente espesante, diferentes emolientes y diferentes concentraciones de extenderes, así como el tensoactivo para humectar los extenderes, se desarrolló una fórmula tentativa.

A la fórmula tentativa se le hicieron pruebas de funcionalidad, pruebas de estabilidad, prueba de reto microbiológico, prueba de irritación dérmica y sensibilización, para garantizar la calidad del producto.

Para evitar la separación de fase, se utiliza una mezcla de emulsificantes, que ayude a disminuir la tensión superficial entre las gotas.

En algunas fórmulas se calculó el HLB requerido y en otras no. Sin embargo, este sistema resultó una herramienta importante para comenzar la preformulación.

Para el desarrollo del maquillaje en frío, la incorporación de los extenders no fue fácil. Si se adiciona directamente, no se integra. Quedando grumos y puntos en la emulsión. Para resolver este problema, previamente se humectan con los tensoactivos.

El conservador utilizado, es una mezcla de diazolidinil urea, propilenglicol y parabenos. Con está mezcla, las dos fases de la emulsión quedan protegidas de los microorganismos como bacterias y hongos.

Con la prueba de reto microbiológico aprobado, se comprueba la efectividad del conservador.

Con la prueba de irritación dérmica y sensibilización aprobado, nos indica que el producto no causa molestias en la piel.

Con el agente espesante y los emolientes utilizados, manejado a diferentes concentraciones, se obtuvo la textura deseada.

En la prueba de funcionalidad, las personas que se aplicaron el maquillaje en frío, prefirieron la muestra de maquillaje, que contiene la mezcla de emolientes, palmitato y miristato de isopropilo. Ya que se aplica bien, y deja una sensación aterciopelada en el cutis.

En cuanto a su aspecto, resultó muy ligero, el poder cubriente, en comparación con el maquillaje en caliente.

En cuanto al costo, resultó más bajo el precio del maquillaje en frío, y si tomamos en cuenta el ahorro de energía y tiempo, sería más bajo este precio. Se maneja un menor número de materias primas. En conclusión sería una buena inversión el fabricar el maquillaje en frío.

## BIBLIOGRAFIA

1. J. B. Wilkinson. R.J. Moore, Cosmetología de Harry, 1990, De. Díaz de Santos, S.A.
2. Lachman León, Lierberman Herbert A., The theory and practice of industrial pharmacy, Editorial LEA & Febiger, 1929.
3. Gennaro Alfonso R., Remington Farmacia, Vol. 1, 17ª 1987, edición, Editorial Medica Panamericana.
4. Gennaro Alfonso R., Remington Farmacia, Vol. 2, 17ª edición 1987, Editorial Medica Panamericana
5. Gennaro Alfonso R., Remington Farmacia, Vol. 1, 19ª edición 1998, Editorial Medica Panamericana
6. M.S. Balsam , Edward Sagarin, Cosmetic, science and technology, 2ª edición 1972, Editorial Wiley-Interscience.
7. Temple L. Patton, Pigment Handbook, Properties and economics, Editorial Wiley-Interscience publication, 1984.
8. Miller Irwin, Freund John E. Johnson Richard A. 4ª edición, editorial Prentice-Hall, Hispanoamericana, S.A.
9. Dr. Quintanar G. David, Taller de emulsiones 1. Desarrollo y estabilización, SQCM 1999.
10. Mike Corti, Taller teórico – práctico de protección solar, SQCM 1999.
11. Cosméticos nuevos, Tomo 3, Julio - septiembre 1997.
12. Q.F.B. Jaime Carranza, Gerardo Otero, Taller teórico-práctico de igualación de color para maquillajes y correctores, SQCM 1999
13. FEUM, 6ª edición, 1994.
14. Information Cosmetics, No. XV/94, December 1994 Henkel.
15. ICI Surfacts basic
16. Norma Oficial, NOM-039-SSA1-1993
17. Cosméticos nuevos, tomo3, octubre- diciembre 1997.
18. Q. Jaime Carranza, Gerardo Otero, taller teórico – práctico de igualación de color para labiales.
19. Q.F.B. Ma. Antonieta Heredia, Taller de pruebas de estabilidad en productos cosméticos, Febrero, 2000. S.Q.C.M.
20. Diccionario enciclopédico de ciencia y tecnología tomo IV, Christopher Morris, 1ª edición. De. Prentice -Hall Hispanoamericana S.A.
21. Handbook of pharmaceutical excipients, 2ª edición, editado por Ainley Wade, Paul J. Weller, 1994.
22. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Vol. 2, Editor James Swarbrick ; James C. Boylan, Ed. Marcel Dekker.
23. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Vol. 3, Editor James Swarbrick ; James C. Boylan, Ed. Marcel Dekker.
24. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, Vol. 4, Editor James Swarbrick ; James C. Boylan, Ed. Marcel Dekker.