

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS.**

***“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL ESTEARATO DE
TRITANOLAMINA Y ALCOHOL CETILICO EN EMULSIONES
COSMETICAS”***

T E S I S

Que para obtener el Título de:
Ingeniero Químico Industrial

PRESENTAN:

ALMODOVAR LEYVA YESENIA

ALINA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ



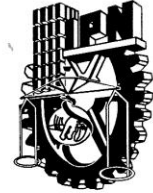
ASESOR DE TESIS: M. en C. JESÚS TORRES CALDERÓN

MEXICO, D.F

SEPTIEMBRE, 2013



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO



T-088-13

México, D. F., 28 de junio del 2013.

A las C. Pasantes:	Boleta:	Carrera:	Generación:
YESENIA ALMODOVAR LEYVA	2008320495	IQI	2008-2012
ALINA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ	2008320206	IQI	2008-2012

Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el **C. M. en C. Jesús Torres Calderón**, sea orientador en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Tesis Colectiva**, con el título y contenido siguiente:

"Evaluación del comportamiento de estearato de trietanolamina y alcohol cetílico en emulsiones cosméticas."

Resumen.
Introducción.
I.- Generalidades.
II.- Emulsiones cosméticas.
III.- Parámetros de calidad.
IV.- Desarrollo experimental.
V.- Discusión y resultados.
Conclusiones.
Referencias bibliográficas.
Anexos.

Se concede un plazo máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el Jurado asignado.

M. en C. María Elena Jiménez Vieyra
Presidente de la Academia de Química Analítica

M. en C. Jesús Torres Calderón
Director de Tesis
Ced. Prof. 1475896

Lic. Guillermo Alberto de la Torre Arteaga
Jefe del Departamento de Evaluación y
Seguimiento Académico

Dr. Ricardo Gerardo Sánchez Alvarado
Subdirector Académico Interino



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO ACADÉMICO



T-088-13

México, D. F., 20 de agosto del 2013.

A las C. Pasantes:

YESENIA ALMODOVAR LEYVA
ALINA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
PRESENTE

Boleta:
2008320495
2008320206

Carrera:
IQI
IQI

Generación:
2008-2012
2008-2012

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente denominado:

“Evaluación del comportamiento de estearato de trietanolamina y alcohol cetílico en emulsiones cosméticas”.

encontramos que el citado Trabajo de **Tesis Colectiva**, reúne los requisitos para autorizar el Examen Profesional y **PROCEDER A SU IMPRESIÓN** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Atentamente

JURADO

Ing. Andrea Marmol Salazar
Presidente

M. en C. Jesús Torres Calderón
Vocal

M. en C. Saúl Cardoso Sánchez
Secretario

c.c.p.- Expediente
GATA/rcr

AGRADECIMIENTOS.

A Dios:

Por permitirme llegar a este mundo y realizar mis sueños.

A mis padres, Esperanza y Pablo:

Mamá gracias por ser mi mejor amiga, por tus consejos, tu ejemplo y tus sacrificios por darme lo mejor posible. Papá gracias por estar conmigo, por tu amor y siempre procurar mis necesidades. A ustedes está dedicado este logro.

A mis hermanos, Yazmin, Paola, Karen, German y Rosa:

Un agradecimiento muy especial a ustedes, por su cariño y comprensión, sin sus sacrificios el mío no hubiese sido suficiente, gracias por ser el motivo que empuja a seguir adelante.

A mi abuela, Luisa:

Por enseñarme lo valioso de la vida, el amor a la familia, el valor del trabajo y por ese amor tan inmenso que siempre me has brindado.

A mi gran amiga y compañera, Alina:

Gracias por tu amistad, por estar conmigo en los momentos más difíciles, por escucharme y alentarme a seguir adelante; por tu comprensión y tu apoyo para la realización de ésta tesis, que sin duda no se hubiera realizado.

Al Ing. Jesús Torres Calderón:

Por su gran disponibilidad y la asesoría para la realización de este trabajo, gracias por otorgarnos todas las facilidades para que éste concluyera en lo mejor posible.

Al Instituto Politécnico Nacional, a la E.S.Q.I.E. y maestros, por permitirme formar parte de esta gran institución y otorgarme las enseñanzas necesarias para ver realizado este gran sueño, espero estar a la altura de los egresados que han puesto muy en alto el nombre de nuestra escuela.

YESENIA ALMODOVAR LEYVA

AGRADECIMIENTOS.

A Dios:

Por acompañarme todos los días y darme la fortaleza de seguir adelante.

A mis padres Ángeles y Carlos:

Por su apoyo, confianza y cariño; por su ejemplo, lucha y esfuerzo. De ustedes es este triunfo y para ustedes es todo mi agradecimiento.

Luis y Yaretzi:

Por compartir mi vida y mis logros a su lado, por ser mi motivo e impulso de seguir adelante. Este trabajo de tesis es también de ustedes.

Yesenia:

Por compartir esta experiencia y alcanzar la meta sin caer en el intento, hemos sido un excelente equipo, pero más que eso, hemos sido confidentes, compañeras y amigas.

Profesor y amigo Jesús Torres Calderón:

Por su apoyo, enseñanza y constante ayuda. Sin duda sin usted este trabajo de Tesis no hubiera sido posible.

Al **Instituto Politécnico Nacional** en especial la **Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas** por abrir sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Y a todas esas personas que directa e indirectamente estuvieron conmigo en este desarrollo profesional.

ALINA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ.

CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	vii
CAPITULO I. GENERALIDADES.....	1
1.1 Las cremas y ungüentos a través del tiempo.....	1
1.2 Las emulsiones y su influencia en la piel.....	2
1.3 Las cremas cosméticas.....	5
CAPITULO II. EMULSIONES COSMÉTICAS.....	13
2.1 Clasificación de los tipos de emulsión.....	13
2.1.1 Emulsiones oleoacuosas O/W (oil-water: aceite en agua).....	14
2.1.2 Emulsiones hidrooleosas W/O (water-oil: agua en aceite).....	15
2.1.3 Emulsiones múltiples.....	17
2.2 Funciones de los componentes de una emulsión.....	18
2.3 Sistemas emulsificantes.....	19
2.3.1 Emulsificantes Iónicos.....	20
2.3.2 Emulsificantes No Iónicos.....	22
2.4 Agentes estabilizadores.....	23
2.5 Balance hidrofílico-lipofílico (HLB).....	24
2.6 Métodos de elaboración de emulsiones.....	30
2.7 Procesos de elaboración industrial de las emulsiones cosméticas.....	33

CAPITULO III. PARÁMETROS DE CALIDAD.....	36
3.1 Propiedades de las emulsiones.....	36
3.2 Estabilidad de las emulsiones.....	39
3.2.1 Evaluación de las características del producto.....	39
CAPÍTULO IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL.....	41
4.1 Procedimiento.....	41
4.2 Análisis de las formulaciones realizadas.....	44
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.....	52
5.1 Resultados de las evaluaciones de las emulsiones cosméticas por el método HLB.....	52
5.2 Resultados de la evaluación por los posibles consumidores de las Emulsiones cosméticas propuestas.....	52
5.3 Resultados de la comparación de la formulación elegida con una crema Comercial.....	54
CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....	61
ANEXO A. Estandarización de las emulsiones.....	62
Compuestos oleosos.....	62
Compuestos acuosos.....	65
ANEXO B. Evaluación a las formulaciones cosméticas.....	68
ANEXO C. Glosario.....	77

INDICE DE ILUSTRACIONES.

Figura 1.1. Capas de la piel.....	2
Figura 1.2. Clasificación de cremas cosméticas.....	6
Figura 2.1. Principales componentes e una emulsión cosmética.	13
Figura 2.2. Emulsión oleoacuosa, fase acuosa externa y fase oleosa Interna.....	14
Figura 2.3. Imagen microscópica electrónica de una emulsión de aceite en agua (O/W).....	15
Figura 2.4. Emulsión hidrooleosa, fase oleosa externa y fase acuosa interna.....	16
Figura 2.5. Imagen de microscopia electrónica de una emulsión de agua en aceite (W/O).....	16
Figura 2.6. Emulsión múltiple del tipo W1/O/W2.	17
Figura 2.7. Emulsión múltiple del tipo O1/W/O2.	17
Figura 2.8. Representación de la clasificación de los emulsificantes.....	20
Figura 2.9 Estructura típica de una molécula de agente emulsificante.....	20
Figura 2.10. N-Cuaternario.	22
Figura 2.11. Representación de los valores de HLB.....	25
Figura 2.12. Los usos del HLB.....	29
Figura 2.13. Método de elaboración “Adición de un emulsificante en la fase acuosa”.	31
Figura 2.14. Método de elaboración “Adición de un emulsificante en la fase aceite”.....	32
Figura 2.15. Método de elaboración naciente.	32
Figura 2.16. Reactores de emulsiones cosméticas.	34

Figura 2.17. Mezclador de emulsión de cosméticos.	35
Figura 4.1. Balanza.	42
Figura 4.2. Fase oleosa (izquierda), fase acuosa (derecha).	42
Figura 4.3. Fase acuosa calentándose en la parrilla eléctrica.....	42
Figura 4.4. Agitación vigorosa en charola de agua fría.	43
Figura 4.5. Mezcla homogénea, emulsión oleoacuosa.	43
Figura 4.6. Envasado de emulsiones cosméticas propuestas.	44
Figura 4.7. Emulsión cosmética tipo A.....	45
Figura 4.8. Emulsión cosmética tipo B.....	46
Figura 4.9. Emulsión cosmética tipo C.....	47
Figura 4.10. Emulsión cosmética tipo D.....	48
Figura 4.11. Emulsión cosmética tipo E.....	49
Figura 4.12. Emulsión cosmética tipo F.....	51
Figura A.1. Estructura química del ácido esteárico.	62
Figura A.2. Estructura química del alcohol cetílico.....	63
Figura A.3. Estructura química de la Cutina MD.....	64
Figura A.4. Estructura química del Emulgin B1.....	64
Figura A.5. Estructura química del agua.....	65
Figura A.6. Estructura química de la glicerina.....	66
Figura A.7. Estructura química del metilparaben.....	66
Figura A.8. Estructura química del propilenglicol.....	67
Figura A.9. Estructura química de la trietanolamina.....	67

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 2.1. HLB para las sustancias más comunes para emulsiones oleoacuosas.....	27
Tabla 2.2. Representación numérica de los usos de HLB.	29
Tabla 3.1. Tamaño de glóbulos con respecto a su aspecto.	38
Tabla 4.1. Porcentajes de la formulación tipo A.....	45
Tabla 4.2. Porcentajes de la formulación tipo B.....	46
Tabla 4.3. Porcentajes de la formulación tipo C.....	47
Tabla 4.4. Porcentajes de la formulación tipo D.....	48
Tabla 4.5. Porcentajes de la formulación tipo E.....	49
Tabla 4.6. Porcentajes de la formulación tipo F.....	50
Tabla 5.1 Resultados de las evaluaciones por el método HLB.....	52
Tabla 5.2 Resultados de la evaluación por los posibles consumidores.....	53
Tabla B.1. Formulación tipo A.....	68
Tabla B.2. Formulación tipo B.....	68
Tabla B.3. Formulación tipo C.....	69
Tabla B.4. Formulación tipo D.....	69
Tabla B.5. Formulación tipo E.....	70
Tabla B.6. Formulación tipo F.....	70
Tabla B.7. Promedio de los resultados de las personas que evaluaron las emulsiones.....	71
Tabla B.8. Componentes de la formula tipo D y la de marca Lubriderm®...	76

RESUMEN.

La preocupación del hombre por su aspecto estético data de los inicios de la humanidad, debido a esto se han realizado extensos estudios sobre los cuidados de la piel, para ello se han creado infinidad de emulsiones cosméticas que ofrezcan al consumidor la satisfacción de sus necesidades.

Debido a que existen una gran cantidad de aspectos que influyen en las características que ofrece una formulación cosmética es necesario enfocarse al objetivo que se desea adquirir en de dicha formulación para poder cubrir un aspecto en particular del mercado.

Para ello el presente trabajo ofrece un estudio de los conceptos generales donde se describe un panorama amplio sobre los tipos de emulsiones, los componentes que la forman, sus sistemas emulsificantes que permiten estabilizarla, también se muestra el método del balance Hidrofílico-Lipofílico que nos sirvió para seleccionar los emulsificantes de acuerdo con el tipo de emulsión requerido, mencionando también los métodos de elaboración de las emulsiones; así como el objetivo general, en este caso la evaluación del comportamiento que tienen el estearato de trietanolamina y alcohol cetílico, sustancias claves que afectan el comportamiento de las emulsiones.

Para poder llevar a cabo éste estudio se definió los distintos tipos de productos, ya que suelen ser muy variados dependiendo de sus usos, en este caso se eligieron las emulsiones del tipo agua en aceite (O/W) pues estas suelen ser las más utilizadas en el mercado ya que cubren la mayoría de las necesidades, primero se dio a conocer las propiedades que influyen en una buena formulación; así como su estabilidad, mencionando la evaluación de las características del producto.

El trabajo experimental consistió en llevar a cabo la producción de 5 formulaciones adquiridas de la bibliografía para observar y analizar su comportamiento físico que producen en los diferentes tipos de dermis, pudiendo evaluar los resultados obtenidos de cada formulación realizada y dando así una alternativa de aprovechamiento de sus componentes.

INTRODUCCION.

La piel es mucho más que un envoltorio, ya que es el órgano más pesado (de 3 a 4 kg) y el más amplio del cuerpo humano (1.5 a 2 m²) en permanente relación con los demás órganos, la piel puede revelar las disfunciones o enfermedades que padezcan otros órganos de nuestro cuerpo. Por eso es importante tener un cuidado especial para cada tipo de piel.

Las emulsiones cosméticas se fabrican mezclando sustancias liposolubles y sustancias hidrosolubles en presencia de un agente emulsificante que permiten dar nutrición y humectación adecuada a la piel.

Las emulsiones son mezclas de dos líquidos inmiscibles relativamente estables los cuales están unidos por un emulsificante; los principales componentes son: medio dispersante (fase continua), glóbulos dispersos (fases discontinua) y el emulsificante (tensoactivo).

Las emulsiones, sobre todo las cosméticas, son una parte muy importante del nicho de mercado de consumidores lo cual representa en la actualidad una gran oportunidad a emprendedores de incursionar en la fabricación de este tipo de productos, por otra parte ningún especialista en cosmética puede considerarse competente hasta que comprende como formular las emulsiones por sí mismo, y como incorporar ciertas características que requiera un producto.

Debido a que existen una gran cantidad de agentes emulsificantes que resultaría poco práctico evaluarlos todos, se muestra la técnica denominada "El sistema HLB".

El presente proyecto de tesis tiene como propósito proporcionar información detallada acerca de los sistemas emulsificantes existentes y los parámetros de calidad que se evalúan en estas emulsiones, para experimentar y crear conceptos que puedan mejorar las formulaciones con los fundamentos teóricos mencionados en los primeros tres capítulos. Ya teniendo las formulaciones que se realizarán se evaluará por los posibles consumidores a personas de diferentes características y la emulsión con la mejor calificación se comparara con una crema comercial marca Lubriderm®.



CAPÍTULO I. GENERALIDADES.

Estudios antropológicos, etnológicos y arqueológicos muestran la evolución del cuidado de la piel desde la prehistoria. Todas las culturas se preocuparon por el aspecto físico y estético; desde los inicios de la humanidad, el hombre siempre ha cuidado su pelo y su piel.

1.1 Las cremas y ungüentos a través del tiempo.

Desde el Paleolítico existe conocimiento de usos de aceites perfumados, ungüentos, colorantes vegetales, arcillas, tierras pigmentadas, todo mezclado con grasa de animales.

Se cree que las primeras aplicaciones y fórmulas, fueron en su momento creadas en la búsqueda de protección contra los efectos del viento y del sol. Los antiguos romanos y griegos (tanto hombres como mujeres) conocían y hacían uso de cremas especialmente preparadas para tales fines.

La Italia del Renacimiento liderea la moda y la belleza en Europa. Surge el primer intento de eliminar arrugas con un "esmalado de la cara". Primero lavaban la cara con un líquido alcalino, después extendían una pasta para rellenar arrugas y encima colocaban una capa de esmalte de arsénico y plomo.

En 1951 la Universidad de Zürich y Hoffman, La Roche, en Basilea inician la producción industrial de productos estandarizados y clínicamente probados para la aplicación a la cosmética. La cosmética científica acompaña al mejor conocimiento de las funciones de la piel. Se revelan mecanismos moleculares facilitando el diseño de productos con una acción específica (manchas, arrugas, flaccidez).
Objetivo real: rejuvenecimiento.

Los cosméticos se destinan a influir la salud y la apariencia de la piel. Los antioxidantes liderean el anti envejecimiento. La acción destacada del ácido retinoico, vitamina C, E, idebenona, melatonina y muchos otros con su acción

tópica, favorecen la frescura de la piel. Los productos denominados neuropéptidos están destinados a combatir las arrugas.

Ahora la tecnología actual provee equipos láser para tratar patologías inestéticas como envejecimiento, manchas, tumores, cicatrices, la industria farmacológica brinda sustancias para tratar calvicies, celulitis, etc.¹; donde deja en rezago a la industria cosmética, aun así esta sigue siendo el método más accesible y económico para combatir los daños provocados por el tiempo y la contaminación.

1.2 Las emulsiones y su influencia en la piel

Para efectos de humectación, aunque no parezca correcto para el sentido común, mientras más grasosa sea una emulsión, mayor la capacidad de humectación, y además el aceite crea una barrera en la capa más superficial de la piel. Por este motivo es que las cremas para las manos suelen ser más grasosas, y vienen más que en crema en la forma de pomadas o ungüentos, que es la denominación para las emulsiones de agua en aceite (para los ungüentos es aproximadamente un 80% de aceite en un 20% de agua).

El pH de la piel está determinado por la emulsión epicutánea o manto hidrolipídico formado por una fase acuosa proveniente del agua de las glándulas sudoríparas ecrinas y "una fase oleosa formada por los lípidos de las glándulas sebáceas y los que provienen del proceso de queratinización epidérmica"² que se encuentran especialmente en el estrato córneo, mostrado en la figura 1.2.

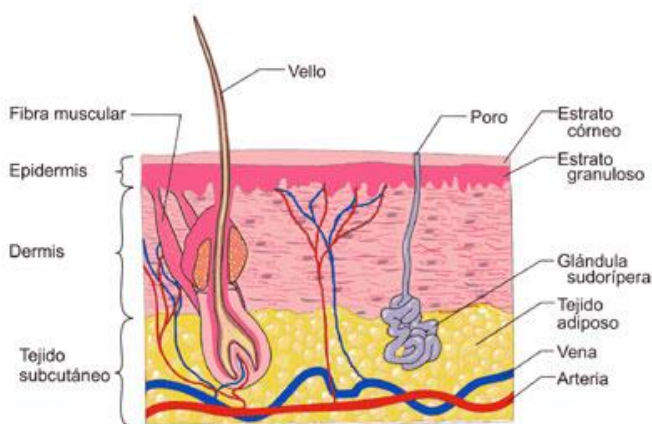


Figura 1.1. Capas de la piel.²



También depende en gran parte del contenido de ácido láctico y ácido uránico provenientes del sudor, "aminoácidos dicarboxílicos (glutámico-aspártico) y ácidos grasos libres de bajo peso molecular (propiónico, butírico y pentanoico); estos últimos son sólo un pequeño factor ya que son muy poco solubles en agua" ². La emulsión epicutánea junto con las células córneas son una crema natural que fabrica la piel, una protección, esta emulsión al igual que las emulsiones cosméticas puede ser agua en aceite (W/O): el agua es la fase dispersa en el aceite, que es la dispersante, o, aceite en agua (O/W): en este caso, es la fase oleosa la que se dispersa en el agua.

Según el tipo de emulsión epicutánea se clasifican las pieles como piel normal, piel seca, piel grasa o piel asfíctica.³

El pH cutáneo está entre 4.2 y 5.6, según las zonas corporales, siendo el de 5,5 el término medio para las mujeres y algo menor en los hombres, aproximadamente de 4.85, variando según el lugar de la piel donde se mida y de diversos factores externos. El que el pH cutáneo sea inferior a 7 significa que la piel dispone de una barrera de protección ácida con propiedades bactericidas y fungicidas de fundamental importancia para la salud.

Este pH es de mayor alcalinidad en las pieles desde recién nacidos hasta la adolescencia, sin embargo no presenta variaciones significativas según las pigmentaciones de la piel.

Un medio ácido es importante para la síntesis de los lípidos epidérmicos, que se componen fundamentalmente de ceramidas (40%), ácidos grasos libres (25%) y colesterol (25%). La síntesis de las especialmente relevantes ceramidas es catalizada por una enzima perteneciente al grupo de las hidrolasas ácidas. Un mecanismo esencial de protección es la capacidad de neutralización alcalina.

El equilibrio fisiológico de la piel puede ser alterado debido a un incremento del valor pH hacia la zona alcalina (por ejemplo por un empleo frecuente de jabones). Cuando el valor pH se sitúa por encima de la zona fisiológica durante un tiempo, se produce una disfunción del sistema de defensa de la piel que propicia las



infecciones, es por esto que el pH de los productos para la limpieza y el cuidado de la piel deben presentar un pH graduado en ámbito ácido alrededor del pH fisiológico (5.5), para conservar el grado de acidez natural de la piel. Estos motivos llevan a considerar que las emulsiones cosméticas deben presentar un pH entre 5.5 – 6.5, para que no perjudiquen las funciones naturales de la piel.⁴

Una piel sana confrontada con valores elevados de pH quedará relajada al cabo de poco tiempo (20-100 minutos), pero necesitará no menos de 5 horas para recuperar su pH original. Una piel sensible puede adaptarse a un pH más elevado durante un largo período de tiempo, lo cual modifica en gran medida sus funciones protectoras. Los cosméticos que permanecen sobre la piel sobrecargan a esta con un pH innecesariamente alto perjudicando sus características protectoras y destruyendo la barrera ácida que protege de gérmenes, polvo y contaminación.

Mediante la utilización de jabones no alcalinos (los denominados syndets) o emulsiones debidamente estandarizadas se puede limpiar bien sobre un estrato corneo con un producto neutro o ligeramente ácido, eliminando o reduciendo las influencias negativas del jabón sobre la piel. Los productos alcalinos pueden hacer subir el pH a niveles de 8 a 12 y reseca en demasía la piel, es el caso actual que presenta las emulsiones deliberadamente estandarizadas con trietanolamina, o bien pueden producir el efecto contrario si son demasiado ácidos.

Para contrarrestar la acción de los agentes alcalinos, "el manto ácido protector dispone de las llamadas sustancias tampón. Éstas neutralizan los agentes alcalinos, regenerando y estabilizando el medio cutáneo ácido. Esta propiedad se conoce como capacidad de neutralización alcalina".⁴

A pesar de todas las contraindicaciones de las emulsiones cosméticas sobre la piel, éstas son necesarias y muchas veces indispensables porque aportan a la piel activos para la regeneración de las células y elementos que permiten suavizar. Las emulsiones cosméticas también pueden hidratar y nutrir la piel, sin embargo hay que tomar en consideración que si una crema hidratante para la piel grasosa, es utilizada por alguien con piel seca, puede causar erupciones y escozor, pues



contiene principios activos, cuya función es secar y cicatrizar la dermis. Además no hay que olvidar la adecuada estandarización de las emulsiones con un pH adecuado.²

1.3 Las cremas cosméticas.

Las cremas cosméticas son una emulsión de sustancias oleosas y acuosas en forma sólida o líquida que tiene como función principal el cuidado de la piel.

Este tipo de productos son muy variados dependiendo de sus usos, pues existen las que ayudan a eliminar el acné, arrugas, estrías, reafirmantes, exfoliantes, las que ayudan a bajar de peso, rejuvenecedoras, aclaradoras, los bloqueadores solares, las que solo protegen la resequedad de la piel y una infinidad de ellas que se pueden usar para múltiples propósitos.

El mercado de las cremas cosméticas es muy amplio, y los lugares para adquirirlas son muchos, se pueden encontrar en supermercados, farmacias, tiendas comerciales, incluso, hay lugares en donde exclusivamente se venden estos productos. Pero lo que está de moda, son el uso de cremas de origen natural, que se usan también para los problemas de la piel promocionando que la sustancia que las compone provoca algunos efectos curativos.⁵

Las emulsiones cosméticas son usualmente clasificadas según la acción que cumplen en la piel. Las emulsiones comúnmente utilizadas son las cremas limpiadoras que remueven el exceso de impurezas o pigmentos en la piel, las cremas hidratantes o humectantes que brindan a la piel la elasticidad perdida, las cremas exfoliantes que estimulan a la renovación de la dermis y las cremas nutritivas, las cuales contienen distintos activos que regeneran la piel.

Siguiendo un criterio utilitario podemos realizar la siguiente clasificación como se muestra en la figura 1.1⁶



- Cremas de limpieza: Fundentes } Cold cream
- Emulsionadas } Otras de O/W o W/O
- Cremas emolientes
- Cremas bases o evanescentes.
- Cremas protectoras (Barreras): De manos, de cuerpo (bronceadoras).
- Cremas nutritivas
- Cremas especiales: Depilatorias } Con brocha
- de afeitar } Sin brocha
- De maquillaje } Bases de maquillaje
- } Coloretos en Cremas
- } Sombras en crema
- } Brillo para labios.

Desodorantes y antisudorales,

Shampoo en crema, pasta dentales.

Figura 1.2. Clasificación de cremas cosméticas.⁶

Cremas limpiadoras.

En general, los productos limpiadores con pH alcalino no se toleran tan bien como los limpiadores con un pH ácido.

Las cremas limpiadoras están específicamente formuladas para disolver o eliminar las impurezas que se adhieren a la piel o las partículas contaminadas sobre ésta. Muchos de estos materiales no son removidos fácilmente por lo que es necesario utilizar disolventes.



Una crema limpiadora balanceada deja una película emoliente residual en la piel que la protege para evitar la resequedad. Los materiales comúnmente utilizados para eliminar los productos de la excreción de las glándulas sebáceas, ecrinas y apocrinas son el aceite mineral, jabones, agentes surfactantes y los detergentes sintéticos. Algunas de las propiedades de este tipo de cremas son:

1. Deben ser estables y tener buena apariencia
2. Deben ser suaves en la aplicación en la piel (emoliente).
3. Durante la aplicación no se debe sentir grasosa
4. Después de la absorción en la piel esta no debe tornarse viscosa
5. Su acción física en la piel y en los poros abiertos se debe remover fácilmente después de la absorción
6. Debe dejar una capa fina emoliente en la piel después de su uso.

Dentro ellas tenemos las Cold cream que por sus antecedentes y características muy particulares merecen una consideración especial y estudio separado. La introducción del bórax en la fórmula original ayuda a estabilizar la emulsión por la formación de un jabón y la obtención de una crema más blanca.

La presencia de un alto porcentaje mineral asegura que la crema cumplirá su misión como agente de limpieza.

Parte del aceite mineral puede ser remplazado por sustancias como esteres de ácidos grasos de cadena corta que cambian la textura de la crema haciéndola más liviana menos grasosa. Parte del agua puede remplazarse por humectantes.

La cera puede sustituirse parcialmente por otras de origen sintético como el **alcohol cetílico y/o ácido esteárico** y otros agentes llegan hasta alejarnos por completo del cold cream inicial.

Otras cremas de limpieza emulsionadas son las que no contienen el sistema cera-bórax y se caracteriza por no depositar una película tan aceitosa y por ser



emulsiones del tipo agua en aceite (W/O) o aceite en agua (O/W) que más adelante serán descritas ampliamente.

Crema humectantes o emolientes.

La principal función de las emulsiones humectantes es prevenir o aliviar la piel seca y áspera, o para protegerla; condiciones que fácilmente se adquieren al estar en contacto con el agua o por la acción de soluciones con agentes detergentes.

La sequedad es una medida del contenido de agua de la piel y el fenómeno de emolencia está relacionado a la conservación de esta agua. Normalmente la epidermis tiene un contenido acuoso y presión de vapor superiores a los del medio. Por consiguiente el agua se evapora desde la superficie de la piel. Esta se torna seca, por excesiva pérdida de agua, como consecuencia de la exposición prolongada en un medio de menor humedad, por acción del aire y por una insuficiente rehidratación desde las capas subyacentes.⁴

La materia prima principal en un emulsión cosmética hidratante es el agente emoliente, que debe ser una sustancia que permita la hidratación del estrato corneo y regule la tasa y cantidad necesaria para la piel. El isopropilmiristato y el aceite mineral son las materias primas que actúan como agentes emolientes en las emulsiones cosméticas.

Las emulsiones generalmente utilizadas para la humectación de la piel son de tipo oleoacuosa (O/W), formadas por emolientes, agentes barrera, humectantes, espesantes, formadores de película, emulsificantes, conservadores, fragancia oleosa y agentes colorantes.

Crema bases y/o evanescentes.

Su característica principal es dejar sobre la piel una película mate sin sensación grasosa. Por su alto contenido en agua que se evapora rápidamente al extenderse la crema sobre la piel y el carácter ligeramente astringente que presentan, dan la sensación de una muy rápida penetración o desaparición y de ahí el nombre.



Son excelentes bases de maquillaje, ya que el polvo se adhiere sin dificultad sobre la película residual y, a su vez, resultan más fáciles de retirar con la crema de limpieza.

La tendencia moderna es de brindar con la emulsión evanescente de base un producto humectante.

Cremas protectoras (barreras).

Se emplean para restituir las características normales de la piel, después del baño o de la manipulación con detergentes que alteran el equilibrio natural de la piel.

Una buena preparación debe suavizar extendiéndose fácil y rápidamente no debe dejar una sensación grasosa y penetrar estabilidad a la luz, calor y humedad. Es importante que el aroma sea agradable pero sin interferir con el perfume utilizado por el usuario.

Son muy comunes las formulaciones a base de oleato y estearato de trietanolamina, raramente se emplean los hidróxidos de sodio y/o potasio, pues tienden a producir cremas duras. Se pueden formular emulsiones que presenten un brillo nacarado muy atractivo como consecuencia de cierto porcentaje de ácido esteárico libre de neutralización. Se emplea además monoesterato de glicerilo que produce emulsiones muy estables de pH neutro.

Con frecuencia se emplean emolientes como la lanolina y/o sus derivados y lecitina. También se incluye con este fin alcohol cetílico y aceites vegetales. Una mezcla de alcoholes cetílico y estearílico en concentraciones del orden del 0.2% de cada uno, imparte a las manos gran suavidad y tacto aterciopelado. Como humectantes, se usan los alcoholes polihídricos, glicerina que resulta más económica en nuestro medio, ya que posee una menor capacidad para retener agua, que el propilenglicol y el sorbitol.

Dentro de estas cremas están las bronceadoras y tienen la finalidad de protegernos de la acción perniciosa de las radiaciones solares. Para ello podemos utilizar agentes químicos como los derivados de la benzofenona. Amplio empleo



tienen los bronceadores (con y sin sol) donde a la acción protectora de un filtro se le incorpora la reacción de coloración amarronada, similar al bronceado, que da la dihidroxiacetona con las aminas primarias (aminoácidos de la piel).

Cremas nutritivas.

Grupo de cremas particularmente ricas en sustancias grasas de fácil penetración, adicionadas de una muy amplia gama de sustancias, con la finalidad de mantener el equilibrio y el buen cuidado del cutis o bien de restituir caracteres de hinchazón, elasticidad y suavidad o prevenir y/o retardar la aparición de arrugas, incrementando la regeneración de las células de la piel, escamaciones y demás caracteres propios del "envejecimiento", por lo general suelen aplicarse de noche, ya que es cuando tenemos la piel más relajada y apta para este proceso.⁷

Cremas especiales.

Este grupo comprende cremas con funciones muy específicas y perfectamente delimitadas, por ejemplo, depilación, afeitado, maquillaje y también funciones higiénicas como las ejercidas por las cremas desodorantes y antisudorales, el shampoo en cremas y las pastas dentales. A continuación se presenta una breve descripción de los diferentes ejemplos de este tipo de cremas.

- a) Depilatorias. El uso de una crema depilatoria se encarga de eliminar el vello superficial, hoy en día se cuentan con múltiples opciones, pero similar al uso del método de afeitado los efectos no son muy duraderos. Las cremas depilatorias son preparadas a base de ácido tioglicólico. Generalmente los resultados pueden durar entre 2 a 5 semanas debido a que el vello es eliminado desde la raíz debido a que humecta el pelo y destruye su estructura.

- b) De afeitar. Se utiliza principalmente con el objetivo de abrir los poros y ablandar la barba. Se suele preparar con la ayuda de una brocha o sin ella pues, ya que existe presentación en espumas Si bien las características varían de un producto a otro, las más comunes son: ablandar la barba (lo



que facilita el afeitado), permitir un deslizamiento de la rasuradora más suave, humectar la piel dejándola lisa y con buen aspecto, desinfectantes y cicatrizantes (para las heridas que puedan producirse)

c) De maquillaje. Constituyen un grupo de cremas ampliamente utilizadas como:

- Cremas bases. Están elaboradas sobre las cremas evanescentes para lo cual se le incorporan un pigmento blanco, generalmente dióxido de titanio, que le da poder cubriente y luego diferentes pigmentos derivados del óxido de hierro que le confieren tonalidades diversas.
- Coloretos en crema. Se conoce como colorete a todo cosmético que sea capaz de brindar al rostro una tonalidad roja, como las cremas anhídridas.
- Sombras en crema. Se pueden lograr hermosos colores nacarados empleando pigmentos nacarantes del tipo de oxiclورو de bismuto, mica revestida por dióxido de titanio depositado sobre laminas muy finas de mica.
- Brillos para labios. Ampliamente utilizados en la actualidad. Se forman en base a lanolina o sus derivados.

d) Desodorantes y antisudorales. Desodorantes. Se definen como sustancias destinadas a reducir el mal olor corporal: Por la acción antimicrobiana, que impide la propagación de microorganismos y del mecanismo por el cual éstos metabolizan el sudor en moléculas volátiles de olor desagradable. Por neutralización del olor con formación de sales o secuestrando las moléculas que lo poseen.

Antisudorales o antitranspirantes. Sustancias destinadas a limitar la secreción sudoral molesta de las axilas, pies y manos, por medio de mecanismos que provoquen la obstrucción parcial o temporal del orificio de



los conductos excretores de las glándulas sudoríparas. Esta obstrucción se lleva a cabo por precipitación de las proteínas de la superficie de la piel. Las sustancias con actividad antisudoral más utilizadas son:

- Sales de zirconio y aluminio y los complejos de estos con glicina.
- Sales de zinc (fenolsulfonato).
- Glutasaldehido.
- Sulfato de 8-hidroxiqúoleína.

e) Shampoo en cremas. Últimamente un tanto relegados a segundo plano, dominaron el mercado años atrás. Se distinguen dos formulaciones típicas: las resultantes de mezcla de tensoactivo y jabón, y las que no tienen jabón.

f) Pastas dentífricas. Está demostrado que la higiene dental (aplicación de pastas dentales y enjuagues) reduce sensiblemente la aparición de caries y parodontopatías. Están formuladas sobre la base de: Abrasivos, espumantes y detergentes, humectantes, edulcorantes, aglutinantes, saborizantes, ingredientes diversos, aditivos, conservadores, inhibidores de la corrosión para tubos de aluminio y lubricantes.⁶

CAPÍTULO II. EMULSIONES COSMÉTICAS.

Una emulsión es una mezcla de dos líquidos inmiscibles de manera homogénea los cuales están unidos por un emulsificante o emulgente. Un líquido (fase discontinua o fase dispersa) es dispersado en otro liquido (fase continua o fase dispersante) en forma de gotitas pequeñas.⁸

Las emulsiones cosméticas tienen sus principales componentes, y estos son; el medio dispersante (fase continua); glóbulos dispersos (fase discontinua), y el emulsificante como se muestra en la figura 2.1.

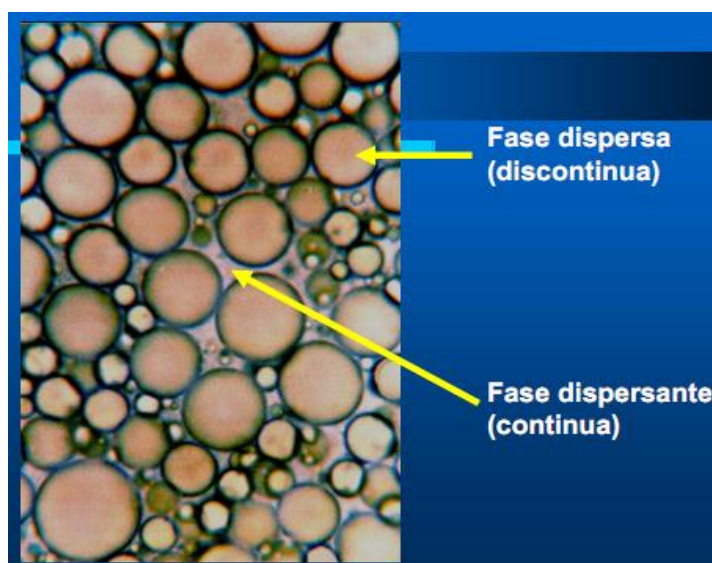


Figura 2.1. Principales componentes de una emulsión cosmética.⁸

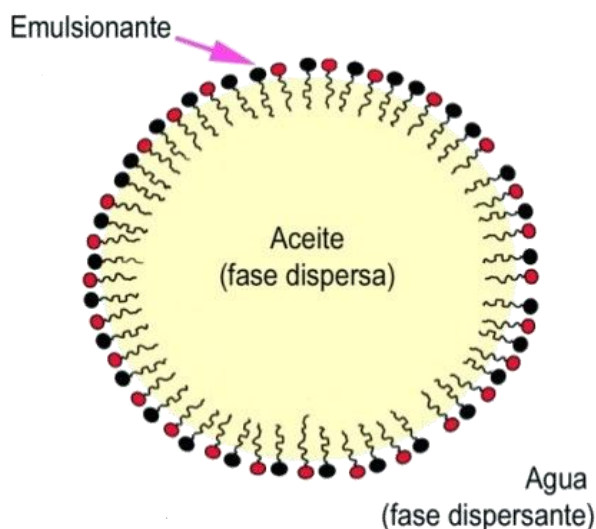
2.1 Clasificación de los tipos de emulsiones.

De acuerdo a la Convención de Farmacopea de los Estados Unidos (USP, que por sus siglas en Inglés significa United States Pharmacopeial Convention), la siguiente clasificación son sistemas bifásicos en lo que un líquido está disperso en otro en forma de pequeñas gotas.

2.1.1 Emulsiones oleoacuosas O/W (oil-water/ aceite en agua).

Las **emulsiones o/w** son las más utilizadas en la industria. En las emulsiones de aceite en agua, las gotitas oleosas (fase dispersa) de la preparación se sitúan dentro de la fase acuosa (fase continua o dispersante). Este tipo de emulsiones forman un compuesto que se extiende con facilidad y se absorbe de forma rápida sin dejar brillos. Se trata de una composición ligera, de efecto refrescante, que no es en general oclusiva pues no taponera los poros.

Cuando se aplican, la parte acuosa se evapora generando un efecto refrescante. La fase oleosa interna hidrata y engrasa la piel, este tipo de emulsión está indicada en casos de pieles normales y con funciones limpiadoras. A continuación se muestra la figura 2.2 de una emulsión oleoacuosa, y en la figura 2.3 observamos una imagen de microscopia electrónica.



*Figura 2.2. Emulsión oleoacuosa, fase acuosa externa y fase oleosa interna.*⁸

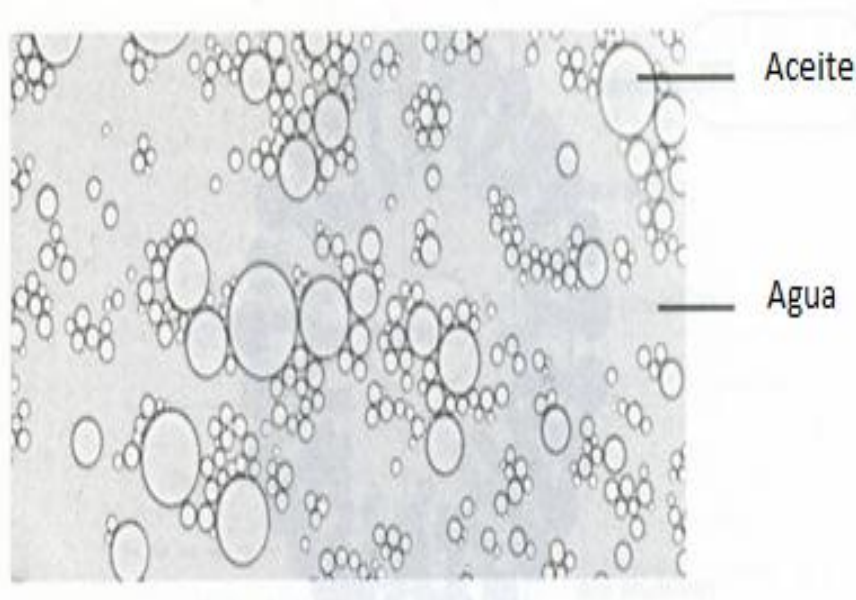


Figura 2.3. Imagen de microscopia electrónica de una emulsión de aceite en agua (O/W)

Dentro de esta clasificación también encontramos las emulsiones oleoacuosas con incremento de la parte oleosa, estas se absorben más rápido y se extienden con gran facilidad, conteniendo una elevada proporción de lípidos nutritivos.

2.1.2 Emulsiones hidrooleosas W/O (Water-Oil/ Agua en aceite).

En este tipo de emulsiones las gotitas de agua (fase dispersa) de la preparación se sitúan dentro del aceite (fase dispersante). Este tipo de emulsiones w/o no se absorben con facilidad en la piel y forman una película oleosa protectora que puede taponar los poros (efecto oclusivo) que reduce la pérdida transepidérmica de agua (TEWL, que por sus siglas en Ingles significa TransEpidermal Water Loss). Esta combinación está indicada para pieles más secas que la anterior, garantizando una intensa hidratación a la piel. Por sus características son eficaces en el tratamiento de epidermis de baja hidratación o secas. A continuación se muestra la figura 2.4 de una emulsión hidrooleosa, y en la figura 2.5 observamos una imagen de microscopia electrónica de emulsión agua en aceite.

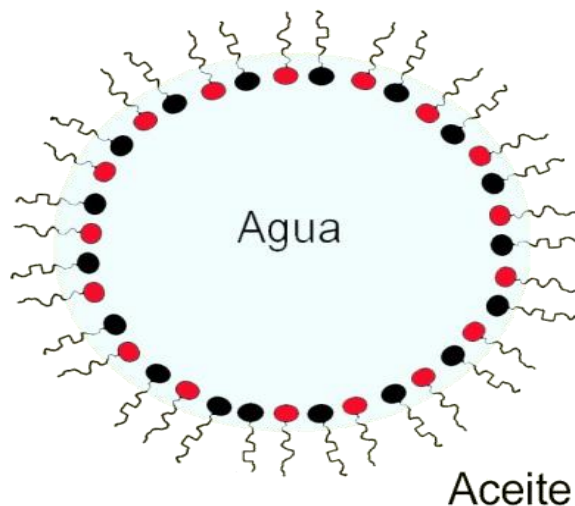


Figura 2.4. Emulsión hidrooleosa, fase oleosa externa y fase acuosa interna.⁸

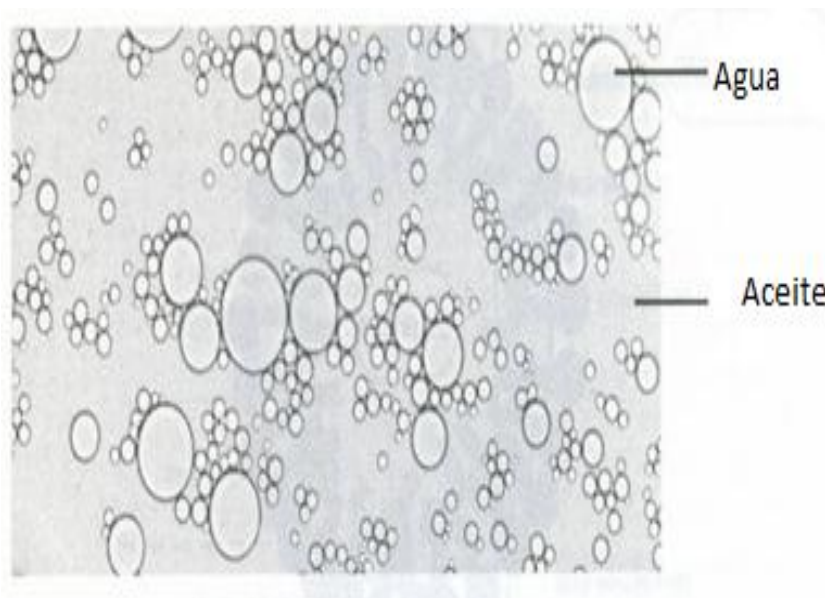


Figura 2.5. Imagen de microscopía electrónica de una emulsión de agua en aceite (W/O)

Existe el tipo de emulsión W/O impermeable, en donde como sus abreviaturas lo señala; es de agua en aceite producida mediante una tecnología determinada y utilizando un aceite especial. Este tipo de preparado se utiliza en productos para la protección solar” y evita que los principios activos (filtros UV) se eliminen con agua.

2.1.3 Emulsiones múltiples.

Se pueden considerar como la emulsión de una emulsión, en otras palabras, la fase interna es una emulsión, y la fase externa puede ser dependiendo de la emulsión, de naturaleza acuosa u oleosa, de tal forma que tenemos las emulsiones w/o/w (agua/aceite/agua) y o/w/o (aceite/agua/aceite). A continuación se muestran las imágenes de los dos diferentes tipos de emulsión múltiple.

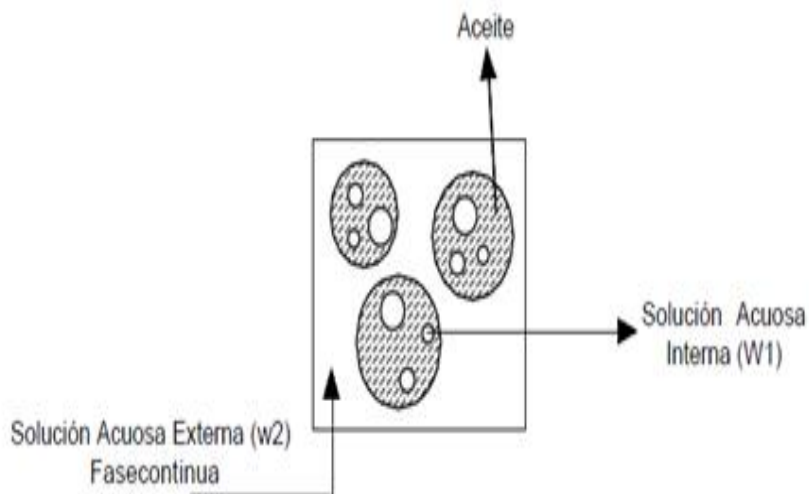


Figura 2.6. Emulsión múltiple del tipo W1/O/W2.⁹

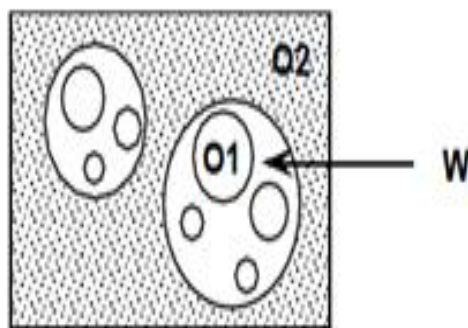


Figura 2.7. Emulsión múltiple del tipo O1/W/O2.⁹



2.2 Funciones de los componentes de una emulsión.

A continuación se menciona la función de cada componente para ofrecer al lector un panorama amplio de cómo podemos formular una crema teniendo en cuenta que función queremos aplicar y la importancia de que cuente con los componentes necesarios para obtener el resultado deseado.¹⁰

- **Agua destilada o desmineralizada.** Principal componente para preparados como cremas cosméticas, el porcentaje dependerá de cada emulsión.
- **Oclusivos:** Actúan bloqueando la pérdida de agua de la piel, además restauran la barrera lipídica de esta, favoreciendo la penetración del extracto por ejemplo; vaselina líquida, vaselina sólida, aceites vegetales, cera de abeja, lanolina, petrolatum.¹¹
- **Emolientes:** Son ingredientes que "rellenan" los espacios entre las células de la piel y ayudan a reemplazar los lípidos. Suavizan y lubrican la piel, por ejemplo: lanolina, miristato de isopropilo, palmitato de cetilo (esperma de ballena), aceite mineral.¹¹
- **Opacificantes:** Impiden que penetre la luz, por ejemplo; Alcohol cetílico, monoestearato de glicerilo.
- **Emulsionantes:** Facilitan el proceso de emulsión, por ejemplo; ácido esteárico y trietanolamina, lauril sulfato de sodio, cera de abeja, bórax, cetrimida, alcoholes polioxietilenados, ésteres del sorbitán, polioxietilenado, ceras autoemulsionables aniónica, catiónica y no iónica, monoestearato de glicerilo.
- **Humectantes:** sustancias que absorben el agua del medio ambiente y retienen la humedad en la piel, son útiles para suavizar la piel, por ejemplo; Glicerina, propilenglicol, y el sorbitol.¹¹
- **Conservantes antimicrobianos:** por ejemplo; ácidos benzoicos, sórbico, propiónico, salicílico y parabenos; la mezcla de diversos parabenos permite disminuir la cantidad de este componente e incrementar su actividad conservante.¹¹



- **Conservantes antioxidantes:** Butilhidroxitolueno (BHT), ácido ascórbico, tocoferol, bisulfito de sodio, palmitato de ascorbilo.
- **Espesantes:** Sustancias que aumentan la viscosidad de la mezcla sin modificar sus propiedades, por ejemplo: Carbómeros, hidroxietil celulosa.
- **Potenciadores de la penetración dérmica:** Miristato de isopropilo.
- **Disolventes:** Sustancias que permiten la dispersión de otra sustancia, por ejemplo: Propilenglicol.
- **Blanqueadores de la piel:** Hidroquinona.
- **Pantallas solares:** Derivados de la benzofenona.

2.3 Sistemas emulsificantes.

Los emulsificantes son unas sustancias que estabilizan las emulsiones, ya que reduce la tensión superficial de las dos fases. Se trata de compuestos orgánicos que constan de una parte hidrófila (polar) que es la que puede llevar una carga positiva o negativa, y es esta parte la que define el agente emulsificante como catiónico o aniónico respectivamente, otros emulsificantes en cambio, no muestran carga iónica (no- iónicos). La parte hidrófoba (no polar) generalmente suele ser una cadena longitudinal de hidrocarburos, que al mezclarse las dos partes (polar y no polar) actúan de forma que se solubilizan ya que tienen cierta afinidad al agua o al aceite y es totalmente soluble en uno de ellos, permitiendo que sea una mezcla homogénea.¹²

Los emulsificantes son los que, producida la emulsión, se sitúan en su mayor parte en la interface.

Los emulsificantes se pueden clasificar en función de la naturaleza iónica de la cabeza (ver figura 2.9): pueden ser iónicos, que a su vez se clasifican en catiónicos y aniónicos; y los No iónicos, como se muestra en la figura 2.8.

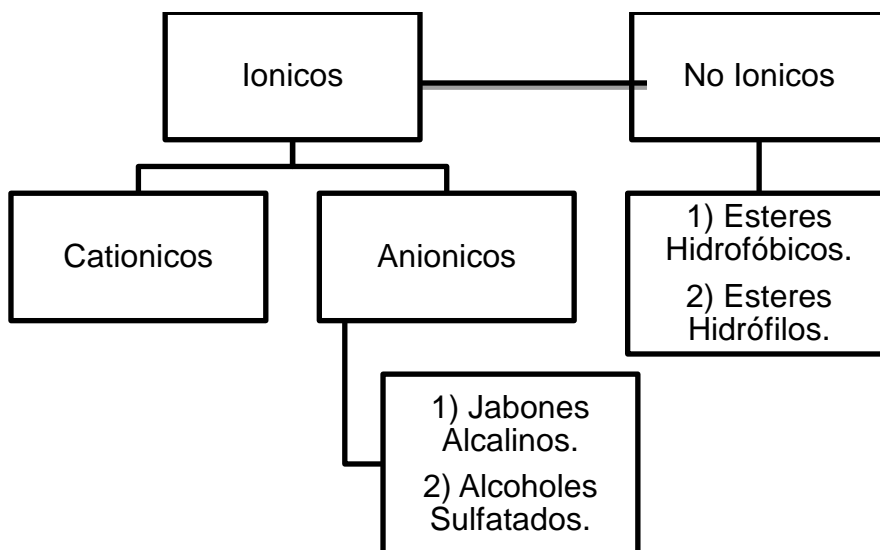


Figura 2.8. Representación de la clasificación de los emulsificantes.

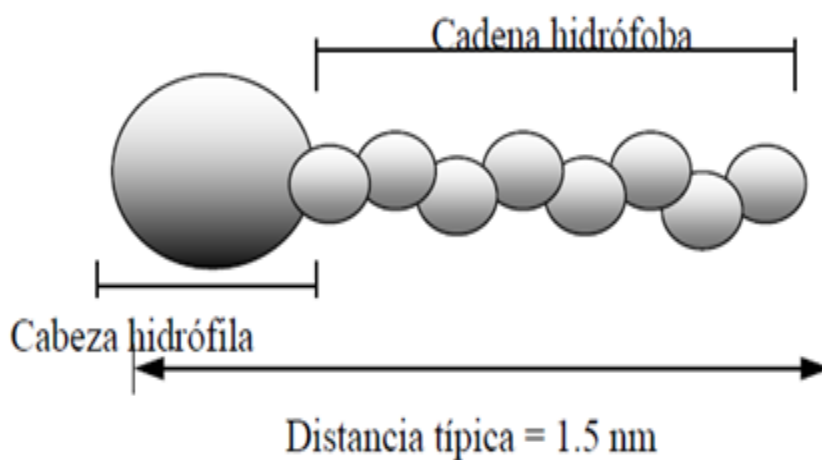


Figura 2.9. Estructura típica de una molécula de agente emulsificante.¹³

2.3.1 Emulsificantes Iónicos.

Los emulsificantes iónicos, tienen fuerte afinidad por el agua, a causa de su atracción electrostática hacia los dipolos del agua. A estos pertenecen:¹⁴



➤ **Aniónicos:**

Son aquellos que presentan la cabeza hidrófila con carga negativa. Todos ellos poseen un contra-ion positivo que suele ser el Na^+ , estos en solución se ionizan, por ejemplo:

- Jabones Alcalinos: "Se caracterizan por la existencia en su molécula de cationes orgánicos e inorgánicos como el Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Ba^{++} , Mg^{++} , NH_4^+ , (su fuerte acción es dominante en la molécula de agua) y una parte hidrofílica que contiene los grupos aniónicos como el COO^- , -SO_3^- , $\text{-O}^-\text{PO}_3^{2-}$, unido a la fracción orgánica. Están constituidos por una cadena alquílica lineal o ramificada que va de 10 a 14 átomos de carbono y en su extremo polar de la molécula se encuentra un anión. Este tipo promueve emulsiones de aceite en agua." Son de importancia por su empleo en la formulación de detergentes de uso doméstico e industrial.¹⁵

Probablemente los más antiguos y ciertamente mejor conocidos agentes emulsionantes aniónicos son los jabones. Los jabones son las sales de los ácidos grasos de largas cadenas. Los jabones empleados en la emulsificación se obtienen de aceites naturales, como aceite de coco, de palma. Los ejemplos más típicos son: Mono etanol amina, dietanolamina, trietanolamina, etc.

- Alcoholes sulfatados: Los miembros de este grupo están representados por ésteres sulfúricos de cadenas largas, o bien de ésteres sulfúricos de alcoholes de cadenas cortas, que a su vez están ligadas a cadenas larga. Por ejemplo: $\text{R-COOROSO}_2\text{H}$, donde R es glicol o glicerol.

En su acción como emulsificantes son similares a los jabones, son sustancias hidrofílicas y dan emulsiones aceite en agua.

➤ Catiónicos

En solución forman iones, resultando cargado positivamente el grupo hidrófobo de la molécula. La mayoría están constituidos por una cadena larga de sales de amonio cuaternarias o sales alquil-aminas, compuestos de por lo menos una cadena de 8 a 25 átomos de carbono, derivada de ácidos grasos o de un derivado petroquímico y un nitrógeno cargado positivamente, el anión suele ser un Cl^- , Br^- , OH^- , SO_4^{2-} , etc.

La cadena larga es el grupo hidrófobo y el grupo hidrófilo pequeño y altamente ionizado lo constituye el N-cuaternario.

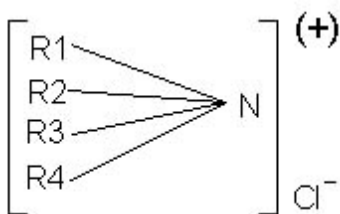


Figura 2.10. N-cuaternario

Son importantes en la industria por su eficiencia bactericida, germicida, alguicida. Su efectividad a pH bajo, han inducido su empleo en formuladores de emulsiones cosméticas, en especial en las que permanecen largo contacto con la piel.¹⁴

2.3.2 Emulsificantes No Iónicos.

Son muy estables en las formulaciones cosméticas, carecen de grupos polares cargados, pero poseen grupos como los etoxilados obtenidos de alcoholes y ácidos grasos, "que muestran gran afinidad hacia las moléculas de agua debido a la fuerte interacción dipolo-dipolo en los enlaces de hidrogeno. La parte hidrófoba del agente tensoactivo generalmente es una cadena simple de hidrocarburo la cual contiene principalmente grupos olefínicos".⁹ Tienen muy buenas propiedades emulsificantes pueden producir emulsiones aceite en agua (o/w), también son usados como estabilizantes, agentes espumantes y de limpieza. Se aplican en



todo tipo de emulsiones cosméticas para el cuidado de la piel, del cabello y el cuerpo.

Dentro de este grupo existen alcoholes de fuertes propiedades polares que tienen dos o más oxidrilos y que reciben el nombre de alcoholes polihídricos o polialcoholes, como glicerol, exitol (sorbitan o manitol) y pentaeritrol, y cuyos esterres son polietilenglicol y dietilenglicol. Los esterres más usados son de clases:

- Esteres hidrofóbicos. Resultan de la combinación de un ácido graso con un ácido graso, con alcoholes o esterres alcohólicos de dos o más grupos OH y resultan emulsificantes del tipo agua en aceite y estables. Agregados en pequeñas cantidades a emulsiones de aceite en agua incrementan la estabilidad e imparten fina textura. Por ejemplo: Mono- laurato de dietilenglicol, Mono- oleato de sorbitan.
- Esteres hidrófilos. Son el resultados de la esterificación de un ácido graso, con un alcohol poli hídrico, como en el caso del mono etilenglicol o dodeca etilenglicol, o bien, haciendo reaccionar un ácido graso con óxido de etileno. Son emulsificantes del tipo aceite en agua.

2.4 Agentes Estabilizadores.

Hay que distinguir entre emulsificantes y estabilizadores de emulsión: un emulsificante facilita la formación de gotas pequeñas al reducir la tensión interfacial de los dos líquidos, mientras que un estabilizador evita la coalescencia (agregación) de estas gotas pequeñas. Muchos emulsificantes son también estabilizadores pero un estabilizador no necesariamente sirve como emulsificante.

Para estabilizar emulsiones también se pueden usar aditivos poliméricos, sales y la bien conocida doble capa eléctrica en la forma de iones adsorbidos. Los aditivos poliméricos pueden poseer en ciertos casos actividad superficial, pero más frecuentemente actúan como agentes protectores, al igual que las sales, formando una barrera física al contacto y coalescencia de las gotas pequeñas. La



doble capa eléctrica tiene una influencia estabilizadora, aunque el tamaño tan grande de las gotas pequeñas disminuye la importancia de la estabilización electrostática comparada con el caso de biomoléculas.

Casi todos los compuestos estudiados en la sección puede ser usados como emulsificantes o como estabilizadores de emulsiones, sin embargo, como cada industria tiene sus propias exigencias, existe un mercado gigante de emulsificantes y estabilizadores de emulsiones. Algunos de los más empleados (y vendidos) son los diversos tipos de PEMULEN® (BFGoodrich) el cual estabiliza cremas faciales, emulsiones con liposomas, bálsamos para después de afeitarse y agua de colonia libre de alcohol. Otros emulsificantes muy comunes son los llamados SPAN® (lipófilos) y TWEEN® (hidrófilos). Ambos son productos de la compañía Atlas.

2.5 Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB).

Cuando se preparara una emulsión, se tiene el problema de cuál será el mejor emulsificante para ésta, para la cual se escoge entre cientos de agentes emulsificantes. De esta confusión de productos se tiene la no envidiable tarea de seleccionar uno o dos, los cuales "emulsificarán satisfactoriamente" los ingredientes escogidos.¹⁶

El método de la fuerza bruta dice que se trate todos los emulsificantes disponibles en el mercado para encontrar el que produzca la mejor emulsión. El método "práctico" dice: "trata hasta que encuentres uno que funcione razonablemente bien". Pero, no se dispone de tiempo, dinero ni esfuerzo como se requiere en dichos métodos.

Para resolver este problema en 1949, Griffin notó que existía una relación entre la naturaleza de un surfactante y sus propiedades como agente tensoactivo y emulsionante. Introdujo el concepto de HLB (Balance Hidrofílico-Lipofílico) que, en esta época, revolucionó los métodos de formulación de las emulsiones y el manejo de los surfactantes.¹⁷

El balance hidrofílico-lipofílico o HLB, por sus siglas en inglés, es un método experimental que consiste en atribuir un cierto número HLB a los agentes emulsionantes a partir de datos relativos a la estabilidad de una emulsión, en el cual se elimina un gran número de emulsificantes antes de comenzar con los ensayos experimentales.

El HLB es una expresión de balance Hidrófilo – Lipófilo, es decir, el balance del tamaño y fuerza de los grupos hidrofílicos (afín al agua o polar) y lipofílicos (no afín al agua o no polar) de un emulsificante. Es una medida relativa de la contribución de cada región de la molécula que se mide en una escala arbitraria de 0 a 20 (a valor más alto es un compuesto más hidrofílico y a valor más bajo es un compuesto más lipofílico, como se observa en la figura 2.11).

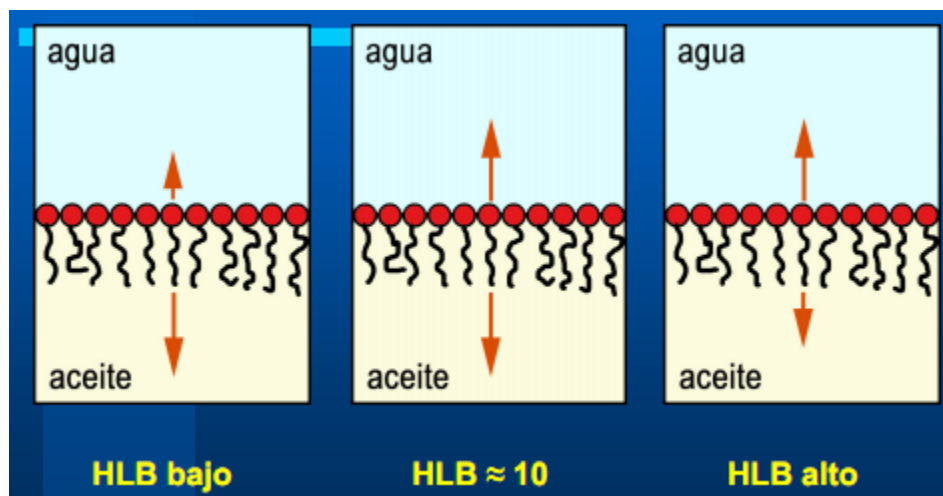


Figura 2.11. Representación de los valores HLB.¹⁷

De este modo, cuando se mezcla un aceite (el cual puede poseer algún grado de polaridad) con agua, para estabilizar la emulsión se necesita que haya un "balance" entre las polaridades del emulsificante, del aceite y del agua.

La primera parte del trabajo del sistema HLB es asignar un número a cada emulsificante ("su HLB"). El carácter lipófilo aumenta a medida que aumenta el



valor de HLB. La segunda parte consiste en asignar un número a las sustancias emulsificables, esto es, las ceras o aceites esenciales que son de interés a dispersar. A este valor de HLB se le llama el "HLB requerido" por un ingrediente. Afortunadamente, los valores de HLB requerido y de HLB para las sustancias más comunes están reportados en tablas. Así, por ejemplo, la lanolina anhidra tiene un HLB requerido de 12. Con esta información en mano, podemos eliminar familias enteras de emulsificantes que tienen valores de HLB muy por arriba o muy por debajo de 12.

Desafortunadamente, la vida no es tan bella como el párrafo anterior parece implicar. No ha resuelto nuestro problema de cuál emulsificante seleccionar, solamente nos ha indicado que ciertos emulsificantes muy probablemente significarían una pérdida de tiempo.

Ahora debemos considerar que en el mundo real, rara vez pretendemos hacer una emulsión sólo con un aceite y agua. Lo normal es tener una mezcla de ingredientes porque ningún ingrediente por sí solo puede proporcionar todas las propiedades que buscamos en un producto. Así, en el caso de una crema para las manos necesitamos ingredientes que humecten la piel, que la reconstituyan con sus propiedades nutritivas, que controlen la cantidad de grasa presente, etc., y esto significa que siempre trabajamos con mezclas de ingredientes, cada uno con un HLB requerido.

Una limitación del HLB es que sus valores sólo son confiables para producir emulsiones fluidas, no funcionan de manera tan simple para la formulación de cremas semisólidas (por el estilo de "cold cream") o para lociones pesadas.

A continuación se muestra una tabla de las sustancias más comunes para emulsiones oleoacuosas con su valor de HLB.

Tabla 2.1. HLB para las sustancias más comunes para emulsiones oleoacuosas.^{16, 17,18}

COMPONENTE	HLB	COMPONENTE	HLB
Aceite de sem. algodón	6	Acetona	14
Ácido dimérico	14	Ácido laúrico	16
Ácido linólico	16	Ácido oléico	17
Ácido recinoleico	16	Alcohol cetílico	15
Alcohol decílico	15	Alcohol isodecílico	14
Alcohol laúrico	14	Alcohol tridecílico	14
Benceno	15	Benzonitrilo	14
Bromobenceno	13	Carbono, tetracloruro de	16
Castor, aceite de	14	Cera carnauba	12
Cera de abeja	9	Ciclohexano	15
Cloruro benceno	13	Decahidro naftaleno	15
Decil acetato	11	Dietil anilina	14
Disoctil ftalato	13	Diisopropil benceno	15
Fenclonia	12	Kerosene	14
Lanolina anhidrida	12	Lauril amina	12
Menhaden, aceite de	12	Metil fenil silicona	11
Metil silicona	11	Mineral, aceite aromático	12
Mineral, aceite parafina	10	Mineral espíritus	14
Nitrobenceno	13	Nonil fenol	14
Ortodiclorobenceno	13	Parafina cera	10
Petrolato nafta	14	Pino, aceite de	16
Propeno tetramero	14	Triclorotrifluoroetano	14
Tricresil fosfato	17	Xileno	14
Vaselina líquida	10-12	Aceite de Ricino	14
Ácido estearico	17	Emulgin B1	13
Cutina MD	10	Emulgin B2	15
Parafina clorinada	8	Petrolato	7-8

Aplicación del HLB

Hay que hacer notar que, antes de hacer las pruebas de emulsificación, necesitamos definir con todo cuidado las cualidades que buscamos en nuestro producto final, tales como estabilidad, viscosidad, consistencia y fluidez o resistencia a ciclos de congelación-descongelación, entre otras. De esto dependerá en buena parte la selección del sistema emulsificante y no sólo de la estabilidad que imparta. Recordemos que el sistema HLB sólo funciona bien para formulaciones de emulsiones fluidas.



La aplicación del sistema HLB es sencilla, aunque puede ser muy tediosa. Una vez que conocemos el HLB requerido por nuestra mezcla de ingredientes, tenemos que encontrar un emulsificante que proporcione la estabilidad necesaria. En el más común de los casos, es más conveniente utilizar una mezcla de emulsificantes. Por lo general las mezclas funcionan mejor que los emulsificantes individuales. Los proveedores de emulsificantes por lo general proporcionan tablas con las compatibilidades entre sus productos, de modo que uno tenga una guía a la hora de mezclar los productos.

Si somos lo suficientemente afortunados como para encontrar que conocemos el HLB de todos los ingredientes de nuestro producto, solamente necesitamos preparar mezclas con el HLB requerido pero diferentes familias químicas de modo que podamos encontrar el tipo químico adecuado.

Valor HLB.¹⁶

Un emulsificante que tenga grupo lipofílicos relativamente polares y grupos hidrófilos relativamente débiles y que por tanto sea soluble predominantemente en aceite, estabilizara una emulsión W/O. A partir de esta observación se ha desarrollado una magnitud que permita evaluar la fortaleza o la efectividad de los grupos hidrófilos de los emulgentes: es el valor HLB. Se calcula entre otros a partir de las constantes dieléctricas o del comportamiento cromatográfico de la sustancia emulsificante. En el caso de los esteres de ácidos grasos y polihidroalcoholes el valor HLB se calcula también a partir de (I_S : índice de saponificación del emulgente, I_A : índice de acides del ácido separado):

$$HLB=20(1-I_S/I_A)$$

El valor HLB se puede calcular a partir de índices de grupos experimentales mediante la fórmula:

$$HLB = \sum(\text{indice de grupo hidrófilo}) - \sum(\text{indice de grupo lipófilo}).$$

Tanto los valores de HLB de una mezcla de tensoactivos o del HLB requerido de una mezcla de componentes de la fase oleosa son propiedades aditivas que dependen de la fracción en masa (f) de cada componente:

$$HLB = (HLB_A * f_A) + (HLB_B * f_B)$$

En estos cálculos intervienen los valores del HLB de emulsionantes patrones, valores que se fijan según un cierto criterio¹⁷. Ver figura 2.12 y 2.13 representado en tabla.

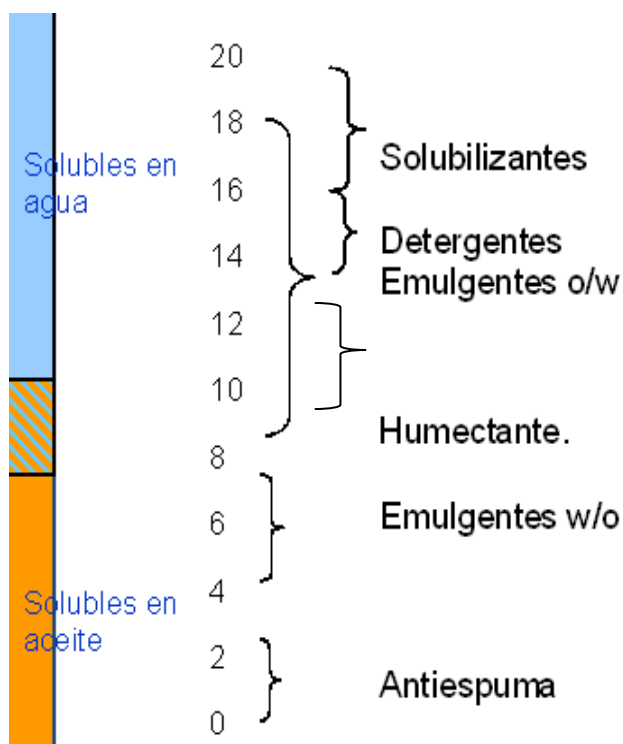


Figura 2.12. Los usos del HLB.¹⁷

Tabla 2.2 Representación numérica de los usos del HLB.⁸

HLB	USOS
0-2	Antiespuma.
4-6	Emulsificante (agua en aceite)
7-9	Humectante.
8-18	Emulsificante (aceite en agua)
13-15	Detergente.
15-18	Solubilizante.



2.6 Métodos de elaboración de emulsiones.

Existen 2 métodos de elaborar emulsiones, los cuales son totalmente diferentes uno del otro, ya que uno es por condensación y el otro por dispersión.¹⁹

1) Método por condensación.

No es tan usado en la industria y se describe de la siguiente forma: Un líquido A es disuelto en un líquido B en un estado sobresaturado, y la emulsión se obtiene si la sobre saturación comienza a romperse. Por ejemplo cuando es disminuida la temperatura de la solución que contiene al soluto A y el solvente B, una emulsión nebulosa se forma a medida que la solubilidad del soluto A decrece y finalmente se separa el exceso de las moléculas de A.

2) Método por dispersión.

Para preparar emulsiones se dividen dos tipo: Uno es la emulsificación espontanea la cual ocurre con aceite emulsificable o solubilizado y la otra es la emulsificación forzada en la cual la emulsión es formada por medios mecánicos.

Según la solubilidad del emulsificante y el tipo de emulsión se determinarán el método de mezcla y en qué fase será adicionado. Los cuatro métodos siguientes son principalmente usados para la adición:

a) Adición de un emulsificante en la fase acuosa (Método directo).

Un emulsificante con gran propiedad hidrofílica, no soluble fácilmente en aceite, es disuelto en agua directamente agregado lentamente y agitando rápidamente, se continua la agitación y después es adicionada la fase oleosa con agente neutralizante (si es necesario) y agitar rápidamente para obtener un producto brillante como en la figura 2.13. En este caso es formada directamente una emulsión de tipo aceite en agua, pero puede ser invertida del tipo agua en aceite incrementando la cantidad de la fase aceitosa.

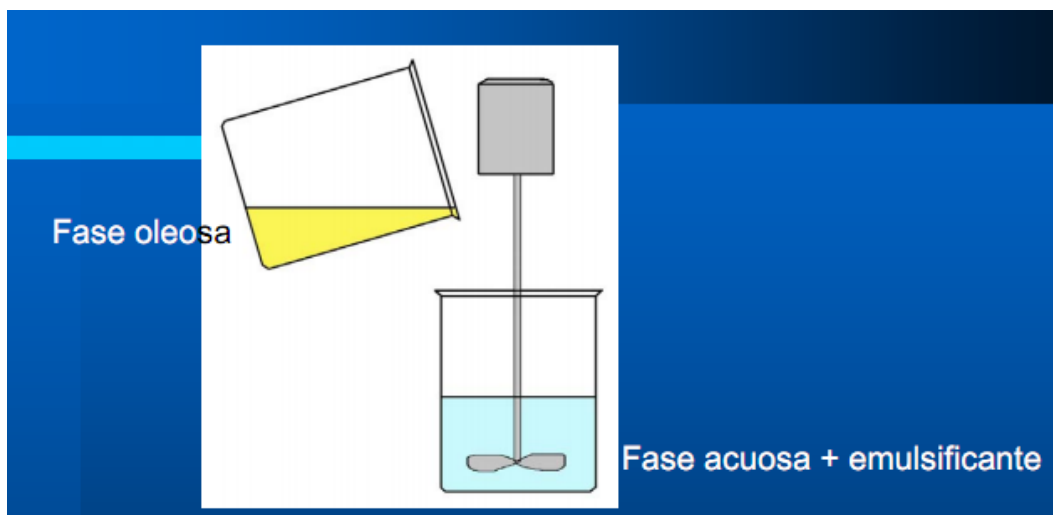


Figura 2.13. Método de elaboración "Adición de un emulsificante en la fase acuosa".⁸

El método directo es más utilizado cuando la fase oleosa es parcialmente polar, lo cual puede provocar un hinchamiento (solvatación) prematuro del emulsificante. En el caso de los estabilizadores de que forman gel alrededor de las gotas, hay que evitar el uso de tanques homogenizadores dado que pueden producir una variación en la viscosidad. Estos tanques producen fuerzas de corte muy grandes, por lo que pueden arrancar la envoltura de gel, con lo cual las gotas quedan listas para coalescer.

b) Adición de un emulsificante en la fase aceite.

Ocurre cuando se añade el agente emulsificante a la fase oleosa (el aceite) y mezclarlo hasta que el surfactante esté bien humectado en la fase oleosa, después se añade a la fase acuosa con el agente neutralizante, si es necesario, como en la figura 2.14.

Continuar agitando vigorosamente para provocar un aumento en la viscosidad y la formación de una emulsión cremosa (reducir el tamaño de gota). Es una emulsión de tipo agua en aceite y es obtenida en forma estable, algunas veces una emulsión del tipo aceite en agua es obtenida a través de la inversión de fases.

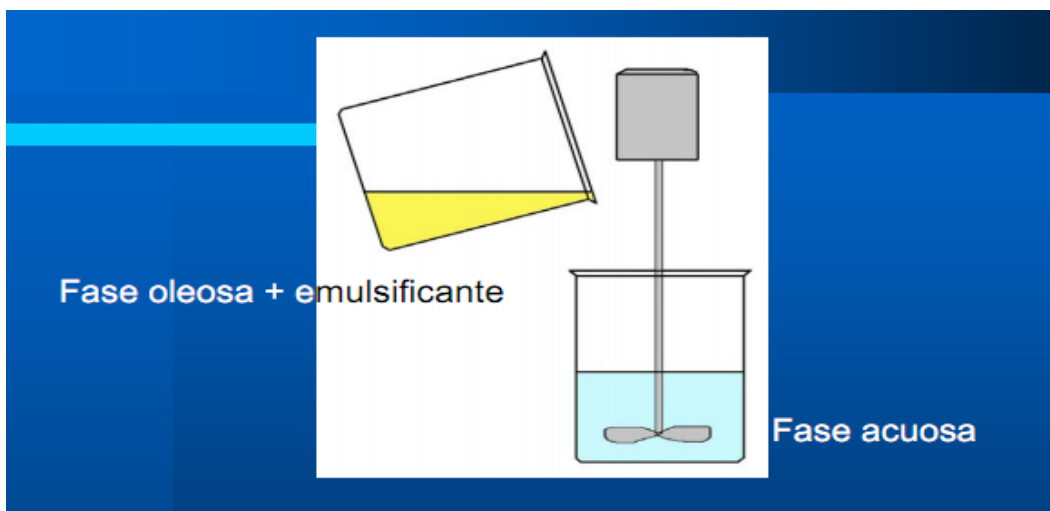


Figura 2.14. Método de elaboración "Adición de un emulsificante en la fase aceite".⁸

c) Método naciente.

Cuando es usado jabón como un emulsificante, la emulsión se forma normalmente en la interfase entre el aceite (ácido graso) y la solución acuosa (sustancias alcalinas). Se disuelve el ácido graso, (por ejemplo esteárico) en la fase oleosa y se mezcla con la fase acuosa en la que se disolvió una base (como la trietanolamina), como en la figura 2.15.

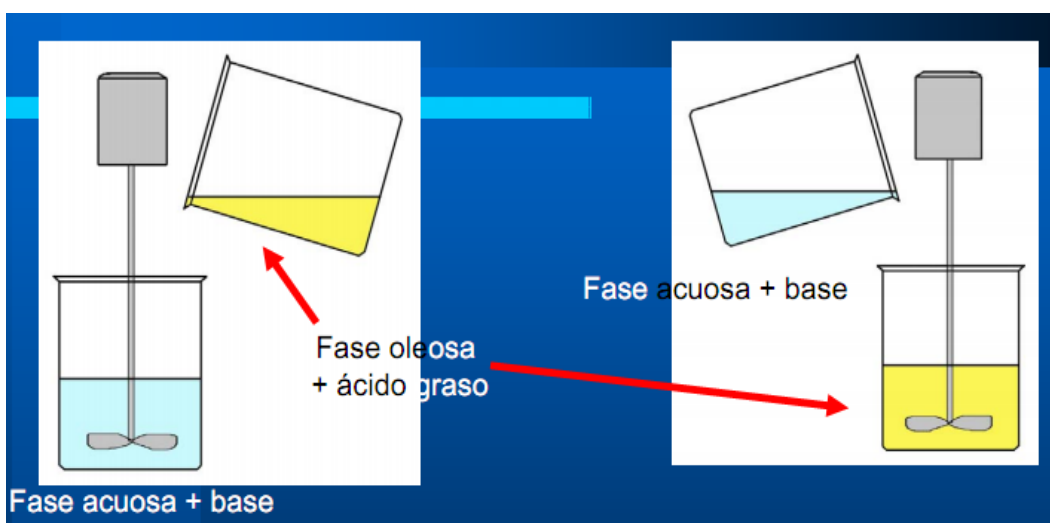


Figura 2.15. Método de elaboración naciente.⁸



2.7 Proceso de elaboración industrial de las emulsiones cosméticas.

Es interesante conocer cómo se elabora a nivel industrial una emulsión cosmética para comparar las diferencias y similitudes que existen entre dicho proceso y el que se realiza a nivel del laboratorio.²⁰

Como similitud se puede señalar las distintas fases en el protocolo de elaboración referente a los procesos de pesada de los ingredientes, control de la temperatura, envasado y etiquetado del producto, etc.

A la hora de describir las diferencias, es más complicado, ya que, sus controles de calidad son más exhaustivos, trabajan con cantidades grandes, su aparatología es distinta y más rigurosa, por ejemplo; cuando realizamos una emulsión en el laboratorio utilizamos una parrilla eléctrica para fundir los componentes y después realizamos el proceso de mezclado, esto es sustituido en la industria por un reactor que ha sido diseñado específicamente para el proceso.

La elaboración de cremas implica una gran dificultad pues las moléculas de agua y aceite no son solubles debido a sus momentos polares, sin embargo puede suspenderse un compuesto en el otro por medio de un incremento de la temperatura o por medio de agitación, en donde se aumenta el área superficial de los líquidos, para favorecer la transferencia de masa, sin embargo, esto no garantiza que las emulsiones sean estables, es por eso la necesidad de un emulsificante. La correcta elaboración de las emulsiones aumenta la estabilidad en condiciones particulares de almacenamiento, transporte y manipulación.

El proceso de elaboración de emulsiones inicia con el incremento de la temperatura de los elementos polares en un tanque de agitación y los elementos apolares en una marmita de calentamiento. Cuando ambos líquidos están a la misma temperatura, usualmente entre 75 y 80°C, La fase oleosa se vierte sobre la fase acuosa, la agitación contribuye a lograr el tamaño de gota lo suficientemente pequeño para que la emulsión sea estable. Las principales propiedades de las emulsiones son el tamaño de gota y su mejor distribución estadística que

contribuyen con la estabilidad. El ajuste de estas variables es complicado porque no son independientes y producen efectos opuestos.

Un procedimiento más adecuado es verter lentamente la fase acuosa a la fase oleosa, mientras existe una agitación adecuada, en el caso de una emulsión O/W porque las gotas de agua rodean a las gotas oleosas hasta saturarlas mejorando la dispersión y el ordenamiento de las partículas optimizando la transferencia de masa.

Dentro del tanque de agitación, el aspa del impulsor ejerce una fuerza de cizallamiento que depende de la forma y de la velocidad de rotación del impulsor. El resultado del cizallamiento puede ser un estiramiento más o menos pronunciado provocando la ruptura de las partículas dependiendo de la tensión interfacial, la cual depende de la adsorción de surfactante y por lo tanto de la formulación en general, también depende de la viscosidad de los fluidos y de la composición. Al alejarse de las espas la gota está libre viajando cerca de sus vecinas con una velocidad relativa muy pequeña, y puede por tanto producirse la coalescencia.

En la figura 2.16 se muestra la fotografía de reactores de emulsiones cosméticas.



Figura 2.16. Reactores de emulsiones cosméticas.²¹

Para evitar la coalescencia se debe tomar en cuenta la facilidad con la cual se puede desplazar, es decir la viscosidad del medio, la repulsión al acercarse, la temperatura, la velocidad de flujo y el tamaño de las gotas que dependen del equilibrio dinámico entre la ruptura y la coalescencia. La emulsión llega a ser estable con respecto a la temperatura a los 40°C, es a esta temperatura pueden agregarse los materiales activos que pueden descomponerse con el incremento de ésta. A continuación se muestra la imagen de los mezcladores de emulsiones.



Figura 2.17. Mezclador de emulsión de cosméticos.²¹



CAPÍTULO III. PARÁMETROS DE CALIDAD.

Para evaluar los parámetros de calidad debemos identificar las propiedades de una emulsión, la estabilidad y su estandarización; para ello es importante averiguar en primer término el tipo de emulsión, es decir, si la emulsión es oleoacuosa o hidrooleosa para así poder analizarla.²²

3.1 Propiedades de las emulsiones.

Entre los aspectos generales de una emulsión sus propiedades más importantes son su utilidad y su imagen, pues el consumidor estará atraído por estas cualidades. Las propiedades que son más evidentes y por lo general de mayor importancia son:

- Facilidad de dilución o solubilidad.
- Viscosidad.
- pH
- Tamaño y distribución.
- Aspecto y Color.
- Conductividad eléctrica.
- Brillo

El tipo de emulsión que resulte va a depender del tipo, cantidad y calidad del emulsivo; de la razón entre ingredientes y el orden en que se añaden los ingredientes al mezclarlos. A continuación se detallan ampliamente.

1) Facilidad de dilución o solubilidad.

La solubilidad de una emulsión es determinada por la fase continua; si la fase continua es hidrosoluble, la emulsión puede ser diluida con agua, si la fase continua es oleosoluble, la emulsión se puede disolver en aceite.



La facilidad con que se puede disolver una emulsión se puede aumentar si se reduce la viscosidad de la emulsión.

2) Viscosidad.

La viscosidad de una emulsión cuando hay exceso de fase continua actúa como si produjera un efecto aparente a la viscosidad de dicha fase. Al aumentar la proporción de la fase interna aumenta la viscosidad de la emulsión hasta un punto en que la emulsión deja de ser líquida. Cuando el volumen de la fase interna sobrepasa el de la externa, se aglomeran las partículas de la emulsión y la viscosidad aparente es parcialmente viscosidad estructural.

Teóricamente el volumen máximo, que puede ser ocupado por partículas esféricas uniformes en la fase dispersa de una emulsión es 74% del volumen total. Se pueden preparar emulsiones que tengan hasta 99% de la fase interna. En estos casos hay considerable deformación en comparación con la forma ordinaria de partículas de la fase dispersa.

Se puede regular la viscosidad de una emulsión de la siguiente manera:

a) Para reducir la viscosidad:

- Se aumente la proporción de la fase continua.
- Se reduce la viscosidad de la fase continua.
- En las suspensiones, se agregan agentes de actividad superficial para aumentar la lubricación.

b) Para aumentar la viscosidad:

- Se agregan espesores, como geles de jabones, gomas y gel de alúmina a la fase continua.
- Se aumenta la proporción de la fase interna.
- Se reduce el tamaño de partícula de la emulsión o se reduce la aglomeración de las partículas existentes.



- Se incorpora aire en estado de división fina como tercera fase. Una dificultad más importante con que se tropieza en estas formulaciones es que en las variables condiciones de almacenamiento varia la estructura del gel y con frecuencia fragua el producto y se vuelve semi solido de manera que no puede fluir.

3) pH

El pH de las emulsiones cosméticas depende del alquil utilizado para neutralizar los ácidos grasos, así como de la concentración de jabones formados. Las formulaciones de las emulsiones cosméticas humectantes, de limpieza y especiales contienen dos compuestos orgánicos básicos que influyen en el pH, el ácido esteárico y el alcohol cetílico.

4) Tamaño y distribución.

Los tamaños de las partículas de una emulsión son gobernados por la cantidad y la eficacia del emulsivo, el orden de la mezcla y la clase de agitación que se haga. Si se reduce poco a poco el tamaño de las partículas de la emulsión, varia el color y el aspecto de esta como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Tamaño de glóbulos con respecto a su aspecto.⁸

TAMAÑO DE LOS GLÓBULOS.	ASPECTO.
>1 μ m	Emulsión blanca lechosa.
0.1 μ m a 1 μ m	Emulsión blanca azulada
0.05 μ m a 1 μ m	Emulsión gris semitransparente.
<0.05 μ m	Emulsión transparente.

5) Aspecto y color.

Estas propiedades de color están relacionadas con el índice de refracción y las del aspecto se definen según la textura, producción de gas, degradación de activos y



la presentación del producto, según las especificaciones determinadas por el fabricante.

6) Conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica de una emulsión depende de la conductividad de la fase continua. Las emulsiones O/W son mejores conductoras que las W/O.

3.2 Estabilidad de las emulsiones.

Decimos que una emulsión es estable cuando mantiene sus propiedades durante un tiempo; es decir, que los glóbulos conservan su carácter inicial y permanecerán distribuidas uniformemente durante toda la fase continúa. Visualmente es uniforme, o mejor dicho heterogéneo.¹⁰

Los parámetros que se consideran a evaluar en la estabilidad son organolépticos, físico-químicos y microbiológicos.

3.2.1 Evaluación de las características del producto.

Los parámetros a ser evaluados en los productos sometidos a pruebas de estabilidad dependen de las características del producto en estudio y de los componentes utilizados en la formulación.²³

- ♣ Evaluación organoléptica: Las características organolépticas determinan los parámetros de aceptación del producto por el consumidor. De un modo general, se evalúan aspecto, color, olor, sabor (si aplica), sensación al tacto
- ♣ Evaluación físico-química. Es importante para estudiar alteraciones en la estructura de la formulación que no son comúnmente perceptibles a simple vista. Estos análisis pueden indicar problemas de estabilidad entre los ingredientes o resultado del proceso de fabricación. Los análisis físico-químicos sugeridos son; valor de pH, materiales volátiles, contenido de



agua, viscosidad, tamaño de partícula, centrifugación, densidad, granulometría, conductividad eléctrica, humedad, contenido de activo (cuando sea el caso). Cuando se considere necesario, hay diferentes técnicas analíticas que pueden ser utilizadas en la determinación cuantitativa de los componentes de la formulación.

- ♣ *Evaluación microbiológica.* La evaluación microbiológica permite verificar si la elección del sistema conservante es adecuada, o si la incidencia de interacciones entre los componentes de la formulación podrá afectar la eficacia. Las pruebas normalmente utilizadas son la Challenge Test (prueba de desafío del sistema conservante y conteo microbiano).



CAPÍTULO IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

Con la finalidad de poder evaluar el comportamiento de los componentes de una emulsión cosmética, en este caso particular del estearato de trietanolamina y alcohol cetílico, se llevó a cabo la experimentación en el laboratorio de química analítica de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas (E.S.I.Q.I.E.) para ello se procedió a realizar una investigación previa acerca de los conceptos de las emulsiones cosméticas, en particular del tipo oleocuosas (O/W) ya que estas representan el mayor uso.

Una vez elegida el tipo de emulsión, el procedimiento de experimentación consistió en elaborar las formulaciones extraídas de la bibliografía y propuestas por el asesor, con ello se observó el comportamiento de éstas, hasta llegar a un peso óptimo variando el porcentaje de los componentes antes mencionados, para poder así analizar qué propiedades se ven afectadas y proponer una alternativa de fabricación que ofrezca a la formulación la mejora de éstas propiedades.

Para finalizar se hace la comparación con una crema de marca reconocida para comprobar que nuestra crema elegida a través de una encuesta que ofrezca al usuario una mayor satisfacción en cuanto su uso e imagen.

4.1 Procedimiento.

1. Se pesan en una balanza analítica (Figura 4.1) las cantidades correspondientes de materia prima en las diversas fases: la acuosa y oleosa como se muestra en la Figura 4.2. Va a depender de la formulación los componentes y las cantidades que se pesaran.



Figura 4.1. Balanza



Figura 4.2. Fase oleosa (izquierda), fase acuosa (derecha).

2. Las dos fases son calentadas en la parrilla eléctrica hasta que la fase oleosa quede totalmente líquida y homogénea pues la mayoría de sus componentes son sólidos, aproximadamente a unos 80 °C, hasta que cada una de las fases empiece a ebullición. (Ver Figura 4.3)



Figura 4.3. Fase acuosa calentándose en la parrilla eléctrica.

3. Con las precauciones debidas, la fase oleosa se agrega lentamente a la fase acuosa, con agitación vigorosa, como se muestra en la Figura 4.4. Es recomendable continuar la agitación en una charola de agua fría y si es posible con hielos; esto nos permitirá que se tenga el brillo adecuado.



Figura 4.4. Agitación vigorosa en charola de agua fría.

4. Se continúa con la agitación hasta que la mezcla sea homogénea y consistente, tiene una temperatura de 40°C aproximadamente, produciendo una emulsión oleoacuosa O/W. (Ver Figura 4.5)



Figura 4.5. Mezcla homogénea, emulsión oleoacuosa.

5. Por último se le agrega unas gotas de colorante, dependiendo del color que se quiera dar, y unos mililitros de aceite de esencia aromática; la cantidad de aroma dependerá de que tan fuerte o suave sea, al final la emulsión no debe oler a materia prima y por último se continuara con el envasado como se muestra en la Figura 4.6.



Figura 4.6. Envasado de emulsiones cosméticas propuestas.

4.2 Análisis de las formulaciones realizadas.

Después de haber mencionado la metodología de trabajo y desarrollo experimental, a continuación se muestran las formulaciones propuestas y su correspondiente análisis. En las tablas se puede observar los componentes que corresponden a la fase oleosa y acuosa respectivamente, colocando al lado derecho el porcentaje en peso de cada ingrediente que se utilizó.

Es importante mencionar que para todas las emulsiones se tomó primero, una base de cálculo de 100 gr sin agregar conservador, aroma y color, para observar de primera instancia si la emulsión quedaba muy líquida o muy viscosa e ir analizando el comportamiento de esta conforme va pasando el tiempo; para que después se puedan hacer en cantidades mayores o inclusive menores.

1) Formulación tipo A.

Tomando los porcentajes de la primera columna (referente a la Tabla 4.1), nos da una emulsión demasiado líquida, así que se procede a ajustar la solución agregando la materia prima de manera al "tanteo" hasta obtener una emulsión menos líquida y con un brillo adecuado colocado en la siguiente columna y calculados por medio de "la regla de tres" que no es más que un ajuste de los porcentajes.

Tabla 4.1. Porcentajes de la formulación tipo A.

COMPONENTE.	%W	% W AJUSTADO
Aceite mineral.	5.0	12.1
Cera de abeja pura.	0.5	1.5
Lanolina Anhídrida.	0.5	1.5
Cutina MD.	3.0	4.55
Acido Esteárico.	5.0	4.55
Trietanolamina.	3.0	3.0
Propilenglicol.	2.0	1.5
Glicerina.	0.5	7.56
Agua	80.5	60.6

Se utilizó pigmento vegetal color amarillo con la esencia flower kenso, teniendo un olor característico a petróleo, debido a la lanolina anhídrida. (Ver Figura 4.7)

Al aplicar sobre la piel se queda un aspecto grasoso sobre las manos humectando las áreas de mayor sequedad, se tiene un buen aspecto pero su olor no le favorece mucho.



Figura 4.7. Emulsión cosmética tipo A

2) Formulación tipo B.

Esta formulación, es una variante de la "formulación A", solo que no se le agrego cera de abeja, lanolina anhídrida y Glicerina, por lo que no es recomendable para pieles secas, sino para pieles normales.

En la Tabla 4.2 observamos que se ajustó el porcentaje ya que estaba demasiado liquida con los porcentajes de la segunda columna; y a pesar de este ajuste, esta crema se considera liquida.

Tabla 4.2. Porcentajes de la formulación tipo B.

COMPONENTE.	%W	% W Ajustado
Aceite mineral.	2.0	11.0
Cutina MD.	1.0	3.5
Acido Esteárico.	5.0	8
Trietanolamina.	4.0	7
Propilenglicol.	2.0	3
Agua.	86	67.5

No se usó colorante, sin embargo tienen una apariencia amarillenta debido al color de los componentes; la marca de esencia que se utilizó fue Paris Hilton, persistiendo su olor después de que transcurre el tiempo. (Ver Figura 4.8)

Al aplicarla sobre la piel, por lo mismo de que es muy líquida, su facilidad de aplicación es muy rápida dejando una sensación grasosa humectando la piel adecuadamente.



Figura 4.8. Emulsión cosmética tipo B.

3) Formulación tipo C.

Esta crema se caracteriza por ser muy sólida, así que al primer porcentaje se procedió a ajustarlo agregando hasta un 50% más de agua.

Primero se procede a calentar 60 mililitros de agua, hasta que la emulsión toma un aspecto más líquido, agitando verazmente para que mantenga su brillo. Se ajustó el porcentaje quedando la columna tres de la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Porcentajes de la formulación tipo C.

COMPONENTE	% W Ajustado	% W Ajustado 2
Cutina MD.	6.0	3.97
Alcohol Cetílico.	7.5	3.52
Emulgin B1.	0.75	0.47
Emulgin B2.	0.75	0.47
Aceite Mineral.	8.0	3.52
Agua.	71.8	85.62
Glicerina.	5.0	2.20
Conservador.	0.2	0.23

Esta emulsión es más sólida que las dos anteriores es por eso que su facilidad de aplicación suele ser menos rápida, no dejando grasosa la piel pero sintiéndose una capa protectora. Se utilizó la esencia 212 de Carolina Herrera y unas cuantas gotas de una mezcla del azul y amarillo de pigmentos vegetales que le resulto el color verde mente. Ya con el segundo ajuste a la formulación se usó la misma loción pero ahora sin usar colorante. (Ver figura 4.9)



Figura 4.9. Emulsión cosmética tipo C.

4) Formulación tipo D.

Esta fórmula a comparación de las otras, fue otorgada por el asesor de acuerdo a su experiencia laboral, y se puede observar que no hubo necesidad de realizar ningún ajuste de porcentaje, así que se conservó la formulación original que se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Porcentajes de la formulación tipo D.

COMPONENTE.	%W
Aceite mineral.	5.0
Cera de abeja pura.	1.0
Cutina MD.	0.4
Acido Esteárico.	4.2
Alcohol Cetílico.	0.6
Trietanolamina.	0.9
Glicerina.	0.5
Agua	87.3
Conservador.	0.1

Se considera, de acuerdo con la encuesta realizada, por el personal que la elaboro y el asesor, la más adecuada, ya que cumple al 100% con las propiedades organolépticas manteniéndolas, mientras transcurre el tiempo. Se utilizaron unas gotas de pigmento vegetal rojo que le dio una tonalidad rosa, con esencia Ralph se muestra en la Figura 4.10.



Figura 4.10. Emulsión cosmética tipo D.

5) Formulación tipo E.

Con el primer porcentaje que se tiene la emulsión es muy líquida, así que se procede a aumentarle el 60% de todos los componentes excepto el agua, ajustándola, obteniendo los porcentajes de la columna tres, dando resultados favorables. (Ver Tabla 4.5)

Tabla 4.5. Porcentajes de la formulación tipo E.

COMPONENTES	%W	% W Ajustado.
Aceite mineral.	8.0	12.8
Cutina MD.	2.0	3.2
Alcohol Cetílico.	1.5	2.4
Emulgin B1.	0.75	1.2
Emulgin B2.	0.75	1.2
Glicerina.	0.8	1.28
Agua.	86.1	77.76
Conservador.	0.1	0.16

Se utilizó la misma coloración que la formulación tipo D, pero ahora con la esencia Paris Hilton. (Ver Figura.11)

Tiene buena facilidad de aplicación, humectando la piel no dejando una sensación grasosa, su único inconveniente es que no se puede ocultar el olor característico del alcohol cetílico.



Figura 4.11. Emulsión cosmética tipo E.



6) Formulación tipo F.

La fórmula original fue obtenida del libro "Farmacotécnica Teórica y Práctica, Tomo IV, de José Helman, editorial Compañía Editorial Continental S.A" la cual es la fórmula 076 (catálogo I.C.I American inc.), que se encuentra dentro de la clasificación para manos y cuerpo; como no se tenía la materia prima de Amerchol H9, Amerlate P, Arlancel 165 (tabla 4.6), se cambiaron por Emulgin B1 y B2 obteniendo una emulsión sin buena consistencia. Se procede a subir el porcentaje al doble del aceite mineral y ácido esteárico obteniendo una mejor emulsión, pero que aún se encuentra líquida para una buena aplicación; así que se decide, como última opción, a subir una tercera parte del porcentaje (referente a la columna 3) de todos los componentes, ya sea en fase oleosa y acuosa obteniendo una emulsión adecuada. (Ver Tabla 4.6)

Tabla 4.6. Porcentajes de la formulación tipo F.

COMPONENTES.	% ORIGINAL	%W	% W Ajustado.
Aceite mineral.	3.5	7.0	9.33
Ácido Esteárico.	3	6.0	8.0
Alcohol Cetílico.	3	3.0	4.0
Cera de abeja pura.	2.5	2.5	3.33
Emulgin B1	-	1.0	1.33
Emulgin B2	-	1.0	1.33
Amerchol H9	4.0	-	-
Amerlate P	1.5	-	-
Arlancel 165	6	-	-
Trietanolamina.	1	1.0	1.33
Propilenglicol.	2.5	2.5	3.33
Agua	73	75.8	68
Conservador.	CS	0.1	0.1

Se utilizó unas gotas de pigmento vegetal azul muy resultando muy tenue y con buena apariencia, además de la esencia 212 de Carolina Herrera que le da un aroma muy agradable, se muestra en la Figura 4.12.

Al aplicarla sobre la piel cuesta trabajo, ya que resultó una emulsión con mayor viscosidad, quedando sensación grasosa sobre las manos, podríamos considerarla para piel muy seca.



Figura 4.12. Emulsión cosmética tipo F.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Se realizaron dos evaluaciones a las formulaciones propuestas; y una evaluación a la mejor formulación, en el anexo B se detalla ampliamente llegando a los siguientes resultados:

5.1 Resultados de las evaluaciones de las emulsiones cosméticas oleoacuosas por el método del HLB.

De acuerdo a la evaluación realizada con respecto al método HLB según Griffin, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5.1. Resultados de las evaluaciones por el método HLB

FORMULACIONES.	HLB _{REQ.}
A	11.4
B	12.5
C	11.7
D	12.8
E	13.54
F	13.04

Si se observa la figura 2.12 "los usos del HLB" que se encuentra en el capítulo 2.5 "Balance Hidrofílico-Lipofílico HLB"; los valores que se obtienen están dentro del uso de emulsificantes aceite en agua, y detallando los valores en tabla 2.2 se observa que los valores se acercan más a detergente como lo son las formulaciones E y F.

5.2 Resultados de la evaluación por los posibles consumidores de las emulsiones cosméticas propuestas.

De acuerdo a la evaluación que se encuentra en el anexo B9; se obtuvo como primer lugar la formulación "D", en segundo la "E", como tercer lugar la "C", cuarto la "A", en quinto lugar la "B" y como la menos preferida en sexto lugar la "F":

A continuación se muestra una tabla donde detalla la preferencia por los posibles consumidores y las cantidades de los componentes que se utilizó en cada formulación.

Tabla 5.2. Tabla de resultados de la evaluación por los posibles consumidores.

POSICION DE PREFERENCIA	1°	2°	3°	4°	5°	6°
COMPONENTES	D	E	C	A	B	F
ACEITE MINERAL	5.0%	12.8%	3.52%	12.1%	11%	9.33%
CERA DE ABEJA	1.0%	-	-	1.5%	-	3.33%
CUTINA MD	0.4%	3.2%	3.97%	4.55%	3.5%	-
ACIDO ESTEARICO	4.2%	-	-	4.55%	8%	8%
ALCOHOL CETILICO	0.6%	2.4%	3.52%	-	-	4%
TRIETANOLAMINA	0.9%	-	-	3.0%	7%	1.33%
GLICERINA	0.5%	1.28%	2.20%	7.56%	-	-
EMULGIN B1	-	1.2%	0.47%	-	-	1.33%
EMULGIN B2	-	1.2%	0.47%	-	-	1.33%
LANOLINA	-	-	-	1.5%	-	-
PROPILENGLICOL	-	-	-	1.5%	3%	3.33%
AGUA	87.3%	87.3%	85.62%	60.6%	67.5%	68%

♣ Con respecto a la tabla anterior se dice que:

En la formulación A, se le agrego el 50% más del ácido esteárico en comparación a la trietanolamina, mezclándolos con otros co-emulsificantes como la cera de abeja y la Cutina MD, dándonos una emulsión líquida, a pesar de que solo se usó el 60.6% de agua, lo que significa que estos dos emulsificantes no son los adecuados para el estearato de trietanolamina. Además de que se considera una crema muy grasosa debido a los componentes emolientes como el aceite mineral y lanolina.

El comportamiento del estearato de trietanolamina en la formulación B en proporciones casi equimolares nos brinda una emulsión más líquida que la anterior, aquí solo se usó como co-emulsificante la Cutina MD. También se tiene una sensación grasosa a pesar de que se quitaron ingredientes, esto es por el alto contenido de aceite mineral.



El comportamiento del alcohol cetílico en la formulación "C" y "E" junto con sus co-emulsificantes Cutina MD y Emulgin B1 y B2, nos proporcionan unas cremas sólidas, a pesar de su alto contenido de agua (85.62% y 77.76% respectivamente); solo que la formulación "E" es menos sólida, esto es debido a que la "E", tiene la triple cantidad de aceite mineral que la "C" y como el aceite mineral está dentro de la clasificación de humectantes o emolientes, permite que retenga la humedad suavizando la piel.

En la formulación "D" el alcohol cetílico es un excelente co-emulsificante con el estearato de trietanolamina en proporciones bajas, a pesar de que su porcentaje en peso del agua es el más alto (87.3%) esta crema no es líquida, tiene la densidad adecuada para una buena aplicación sin dejar sensación grasosa.; y que el alcohol cetílico es mejor co-emulsionante con el ácido esteárico que con otro emulsificante a cantidades mayores.

Probablemente la formulación "F" sería buena, si se hubiera empleado los ingredientes que realmente eran en un principio, pero a falta de estos se tuvieron que hacer ajustes no quedando una buena emulsión.

5.3 Resultados de la comparación de la formulación elegida con una crema comercial.²⁷

Se hizo un análisis de la materia prima de cada una de las emulsiones (ver anexo B, tabla B8), y se investigó la función de los componentes de las dos cremas para comparar aspectos como; textura, viscosidad y sensación de humectación en la piel, y se llegó a los siguientes resultados.

Los parabenos actúan como conservante en este tipo de productos (metilparabeno, etilparabeno, propilparabeno) se hace notar que en la formulación tipo D le hace falta agregar estos productos.

La glicerina es un ingrediente que se utiliza para el cuidado de la piel manteniendo la humedad, ya que es capaz de absorber el agua del aire, proporcionando



suavidad; es recomendable para piel seca o sensible; el aceite mineral al igual que la glicerina cumplen con funciones humectantes.

El carbómero es el encargado de emulsificar la dispersión y actúa como agente modificador de la viscosidad, al igual que el alcohol cetílico y la Cutina MD® que mejoran la estabilidad de la crema.

La dimeticona y la cera de abeja actúan como agente oclusivo ayudando a restaurar y mantener la función de la barrera cutánea.

Tanto el hidróxido de sodio como la trietanolamina, con una base para saponificar, como lo es el ácido esteárico, forma jabones solubles.

En la crema comercial se mencionan dos componentes importantes que nuestra crema no tienen, los cuales son; el fenoxietanol y la fragancia Pantenol: el primero actúa como bactericida y el segundo perteneciente a las vitaminas del complejo B brindando un aumento en el nivel de humedad de la piel.



CONCLUSIONES

- El sistema HLB no proporciona la cantidad de emulsificante necesaria para obtener una emulsión estable; si la cantidad de emulsificante es insuficiente la emulsión será inestable, por el contrario, si la cantidad de emulsificante es excesiva, se formarán micelas, las cuales incrementan la permeabilidad de la piel a los componentes de la fórmula.
- El HLB ayuda a la formulación de emulsiones pero debe ser utilizado con precaución, ya que la naturaleza del tensoactivo, influye en el sistema particular que se considera.
- Dos tensoactivos pueden tener el mismo HLB, pero actúan de forma diferente en un sistema particular.
- El estearato de trietanolamina por si solo es un emulsificante que propicia emulsiones oleoacuosas, debido a que es un jabón suave, si queremos obtener emulsiones liquidas es un buen agente ya que resulta económico pues representa del 8 al 10% de la emulsión y se complementa con la mayoría de las materias primas dependiendo que propiedades deseamos darle.
- En cambio el alcohol cetilico en combinación con otro emulsionante da mayor estabilidad y emoliencia, además de que es utilizado en proporciones bajas y nos permite utilizar hasta un 90% de agua lo que resulta económico, esto nos da una crema con buena consistencia con una adecuada aplicación y sin dejar sensación grasosa.
- Los niveles recomendables de alcohol cetilico son del 0.6%; acido esteárico del 4.2% y la trietanolamina del 0.9%
- En comparación de la formulación tipo "D" con la de marca Lubriderm® nos dieron resultados muy similares, con respecto a humectación, sensación al tacto, humectación, viscosidad, suavidad y sensación grasosa; sin necesidad de utilizar más componentes que suelen ser más caros comparados con el estearato de trietanolamina y el alcohol cetílico.



- La influencia de estos resultados podría abarcar campos más extensos ampliando el mercado, como por ejemplo, se podría probar con productos naturales que tengan las mismas características que algunos de los componentes utilizados en este trabajo, sin modificar los porcentajes de ácido esteárico y trietanolamina; así obtener una crema más natural que es lo que actualmente se está impulsando en el mercado.
- Se recomienda:

Realizar un estudio detallado de las formulaciones realizadas para comprobar si tiene el pH adecuado para la estandarización de las emulsiones cosméticas o debe ser ajustado entre los valores de 5.5 a 6.5 para no alterar la función protectora del manto lipídico y perjudicar la piel.

Realizar un estudio de económico para analizar si los componentes utilizados realmente resultan beneficiosos y nos generen mayores ganancias sin alterar las propiedades y ofrecer al consumidor un buen producto.

Realizar un estudio de estabilidad acelerada para observar el comportamiento futuro del producto, sin embargo es necesario validar el estudio de estabilidad acelerado con un estudio de estabilidad real, en el tiempo de vida estimado para las emulsiones cosméticas el cual es de aproximadamente de 365 días.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. L. C. LÓPEZ Agüero y A. M. Stella. *La Dermatología Estética a Través del Tiempo* (en línea) (ref. el 27 de agosto del 2011). Disponible en Web: <http://www.macroestetica.com/articulos/la-dermatologia-estetica-a-traves-del-tiempo/>
2. OLANDI, María Celia. *Dermatología cosmética, Piel Sana y Manto ácido*, (ref. el 09 de noviembre del 2011). Disponible en la web: <http://www.scielo.org.pe/pdf/fdp/v15n2/a10v15n2.pdf>
3. Portal de Salud LaPiel.com. *La Piel*. (ref. el 13 de diciembre del 2011). Disponible en la web: <http://www.lapiel.comia>.
4. Salud y Medicinas.com.mx. *Clasificación de las cremas cosméticas, ¿Qué significa pH?*, (ref. 25 de septiembre del 2012), Disponible en la página web: <http://www.saludymedicinas.com.mx/nota.asp?id=852>
5. *¿Qué es una crema cosmética?* (ref. el 20 de septiembre del 2012). Disponible en web: <http://tuspreguntas.misrespuestas.com/preg.php?idPregunta=11430>
6. HELMAN, José (1981). *Farmacotécnica Teórica y Práctica. Tomo VII*. México: MCompañía Editorial Continental, S.A. (pág.: 2300-2315)
7. *Las mejores cremas*, (ref. 12 de noviembre del 2012). Disponible en la web: www.buenacrema.com/nutritiva.html
8. VEGA, Abraham Faustino y MIRANDA CALDERÓN, Jorge E. (semestre 2009-1). *Emulsiones Farmacéuticas*. Universidad Nacional Autónoma de México, facultad de química (ref. 13 de marzo del 2013). Disponible en web: ebookbrowse.com/emulsiones-5452-pdf-d303417420
9. SALAGER, Jean Louis. *Emulsiones, propiedades y formulación*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Química presenta cuaderno Firp #231 (ref. 19 de agosto del 2012). Disponible en la web: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10577/Capitulo3.pdf>
10. VALDÉS PINAL, Sofía Carolina (julio 2012). *Emulsiones* (ref. el 11 de octubre del 2012). Disponible en la web: www.cneq.unam.mx/cursos_diplomados/cursos/anteriores/medio_superior/d_gapa_tere/material/04_cosmeto/archivos/emulsiones-enp.pdf



11. GALDERMA (Committed to the future of dermatology), Cetaphil. *Preguntas Frecuentes*, (ref. 25 de mayo del 2013). Disponible en la web: <http://www.cetaphilargentina.com.ar/faqs.php>
12. SALAGER, Jean Louis (2002). *Surfactantes, tipos y usos*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Química, presenta Cuaderno FIRP S300-A (Modulo de enseñanza en fenómenos Interfaciales), Laboratorio de formulación, interfaces, reología y Procesos, Mérida-Venezuela Version#2 (ref. 20 de marzo del 2013). Disponible en la web: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S300A.pdf>
13. B.P. Binks, J.H & Clint, P.D.I Fletcher (agosto 2006). *Emulsiones estabilizadas "Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polímeros y agentes tensoactivos"*. Revista Iberoamericana de Polímeros Arranberri et al; vol. 7(3) (ref. 14 de marzo del 2012). Disponible en la web: www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/aranberri.pdf
14. *Agentes tensoactivos "ATA" o surfactantes "S" y su aplicación industrial*. Universidad Autónoma de México, Facultad de Química. (ref: 13 de marzo del 2013). Disponible en la web: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ata_10205.pdf
15. JC y Sandra. *Tensoactivos*. Universidad Autónoma de México, Facultad de Química (ref. 11 de octubre del 2012). Disponible en la web: <http://depa.fquim.unam.mx/fina/presenta/tensoactivos.pdf>.
16. SALAGER, Jean-Louis (1998). *Formulación HLB, PIT, R de Winsor*. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Química, presenta Cuaderno FIRP S210-A (Modulo de enseñanza en fenómenos Interfaciales) Laboratorio de formulación, interfaces, reología y Procesos, Mérida-Venezuela Version#2. (ref. el 2 de mayo del 2013). Disponible en la web: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S210A.pdf>
17. PASCUALI, Ricardo C. *El sistema del balance Hidrofílico-Lipofílico: Historia y aplicaciones*. Universidad de Buenos Aires Argentina, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Farmacotécnica I (ref. 30 de mayo del 2013), disponible en la web: <http://es.scribd.com/doc/14073925/5/Publicacion-de-Griffin-de-1949>
18. ALEGRIA MEDINA, Giovanny Godofreso y AMAYA RIVERA, Claudia Lisbeth (febrero 2007) *"Recopilación de monografías de excipientes y vehículos utilizados en la fabricación de medicamentos y cosméticos en la cátedra de tecnología farmacéutica"*. Universidad del Salvador, Facultad de Química y farmacia (ref. 03 de junio del 2013). Disponible en la web: <http://ri.ues.edu.sv/3146/1/Tesis%20de%20Alegria%20Medina.pdf>



19. ROEHL, Ernst-Ludwing (June 1972). *Stability Test for Emulsions*. Laboratory test and Factory control methods (pag: 343-349)
20. PALENCIA JUAREZ, Lucy Margarita (abril 2008). "Estandarización del pH en la manufactura de emulsiones cosméticas con Hidróxido de Sodio" (pág. 60-61) Directora: Lic. Norma Leticia Duarte Quijada. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Química (ref. 12 de septiembre del 2012). Disponible en la web: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1089_Q.pdf
21. CUEVA VARGAS, Carlos Napoleón y FLORES ARIAS, Carlos Javier (junio 2008). "Diseño de una dosificadora de cremas cosméticas." Director: Ing. VELASTEGUI, Tito. Escuela Politécnica Nacional, facultad de ingeniería mecánica. Quito (ref. el 19 de agosto del 2012). Disponible en la web: [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/614/1/CD-1576\(2008-07-09-11-21-43\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/614/1/CD-1576(2008-07-09-11-21-43).pdf)
22. TextosCientificos.com, *Definición y propiedades de las emulsiones*. (ref: 31 de noviembre del 2012). Disponible en la web: <http://www.textoscientificos.com/emulsiones/introduccion>
23. ANVISA (Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria, vol1, mayo 2005); serie calidad de cosméticos. *Cosméticos*. Guía de estabilidad de productos cosméticos (ref. noviembre del 2012). Disponible en la web: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/4e066f804863da3e8dd68d2bd5b3ccf0/guia_serie_tematica_cosmeticos_espanhol.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0.
24. MORRISON, R. T. Y BOYD, R, (1987). *Química Orgánica*; Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana (5º Edición).
25. BURTON, D. J. Y ROUTH, J. I. (1992). *Química Orgánica y Bioquímica*; México D.F: McGraw-Hill (1º Edición).
26. *Vaselina sólida* (ref. 22 de noviembre del 2012). Disponible en la web: <http://www.arqhys.com/general/vaselina-solida.html>
27. HERNÁNDEZ, Nydia Roxana (2011). *Evaluación de cremas humectantes disponibles en México*. México: Gaceta médica (pag. 147-270)



ANEXOS

ANEXO A. ESTANDARIZACIÓN DE LAS EMULSIONES COSMÉTICAS.

Se habla de estandarización pues es importante conocer las funciones de cada reactivo utilizado en la formulación de las emulsiones e identificar las necesidades del producto deseado.

Las emulsiones cosméticas iónicas deben ser estandarizadas para evitar radicales libres que puedan perjudicar la piel. La estandarización se realiza según los compuestos de la fórmula que reaccionan parcialmente, como los emulsificantes que forman la barrera iónica generadora de la estabilidad característica de este tipo de emulsiones.

Propiedades de los principales compuestos de las emulsiones cosméticas

Como hemos venido mencionando en una emulsión cosmética existe la fase oleosa y la fase acuosa; en donde cada fase tiene diversos compuestos los cuales se mencionaran a continuación.

✘ Compuestos Oleosos.

Los compuestos oleosos son los materiales apolares; es decir las grasas, los esteroides, los aceites y alcoholes que son miscibles entre sí formando la fase oleosa de la emulsión.

Los siguientes son ejemplos de compuestos oleosos que se utilizaron en el laboratorio principalmente.

- **Ácido Esteárico (C₁₈H₃₆O₂)**

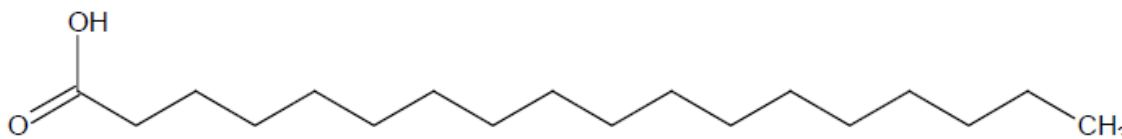


Figura A.1: estructura química del ácido esteárico.^{24, 25}

Es un ácido graso saturado proveniente de aceites y grasas animales y vegetales, parecido a la cera. Es un ácido emulsificante de cadena lineal. Es un tensoactivo por lo que presenta propiedades de surfactante y agente limpiador en las emulsiones. En cremas cosméticas se usa como base para saponificar entre el 1-20%. Este ácido graso es ampliamente utilizado en cosmética porque sus saturaciones no permiten la fácil oxidación del producto.

- **Aceite Mineral**

Se usa como emoliente a los 25% en cremas limpiadoras no acuosas, en leches limpiadoras al 10%, y en aceites infantiles de 20-30% protector de película sobre la piel. Es ampliamente utilizado como agente acondicionador, emoliente, solvente y agente limpiador.

- **Alcohol Cetílico (C₁₆H₃₄O)**



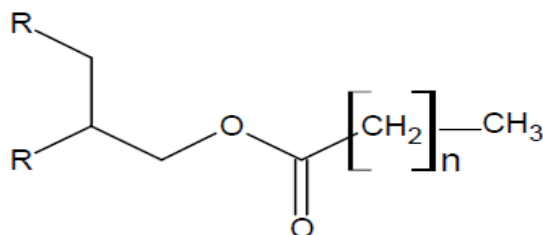
Figura A.2: estructura química del alcohol cetílico.^{24, 25}

Alcohol graso derivado de aceites vegetales. Es un agente estabilizador no iónico de espuma, opacificante, surfactante, espumante e incrementador de viscosidad, se utiliza como agente co-emulsionante para dar consistencia, emolencia y estabilidad; permite espesar las cremas y proporciona una sensación suave y nutritiva. Se utiliza entre un 2-5% en combinación con otro emulsionante y su ventaja es que está indicado especialmente para pieles secas, ya que previene la deshidratación. Forma emulsiones de tipo O/W.

- **Cera amarilla de abeja.**

Aumenta la viscosidad de preparados cosméticos proporcionando también brillo y consistencia; en cremas cosméticas su concentración debe mantenerse por debajo del 60%. La base oleosa para ungüentos y cremas va del 15-75 % y para cremas antisudorales deben utilizarse en proporciones del 15-20%

- **Cutina MD.**



n = varia entre 12 y 18 átomos de carbono
 R = puede ser un grupo -OH o un ácido graso de coco.

Figura A.3: estructura química de la Cutina MD.

Es una mezcla de glicérido, es una masa cerosa en forma de gránulos blancos y hasta ligeramente amarillentos. Se emplea en proporciones menores al 10% como factor de consistencia en ungüentos, cremas y emulsiones, cosméticos y farmacéuticos de tipo O/W y W/O, así como en preparaciones anhidra y productos en forma de base.²⁵ Es una materia prima básica, neutra con buenas propiedades de almacenamiento. Es apropiado como factor de consistencia para sistema de emulsiones

- **Emulgin B1 (C₂₀H₄₂O) y B2.**

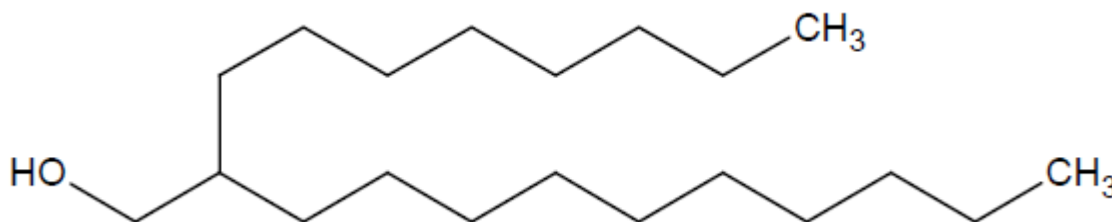


Figura A.4: estructura química del Emulgin B1.²⁶

Alcohol celoesteárico con 12 moles óxido etileno. Tiene aspecto de masa cerosa, ligeramente amarillenta. Es un emulsionante no iónico apropiado para la elaboración de emulsión del tipo aceite en agua. Se usa en proporciones del 1-10%

En emulsiones elaborada con este emulsionante se caracteriza por su grado de fisura, además son apropiados para preparados difíciles de emulsionar o para

sustancias nocivas a la emulsión. Se emplea como disolvente en aceites esenciales, en emulsiones fluidas y hasta semi-fluidas, como lo son las grasas y ceras.

- **Gliceril Monoestearato**

Ester glicólico, con valores de HLB entre 3 y 5. Este éster genera estabilidad, viscosidad y emolencia al producto terminado. Su principal función es como factor de consistencia. Forma emulsiones de tipo O/W.²⁶

- **Isopropil Palmitato**

Ester emoliente de cadena lineal. Su acción es como agente acondicionador y emoliente de alta extensibilidad. Tiene una alta tensión superficial y baja tensión interfacial que permite la formación de una pequeña película sobre la piel.

- **Lanolina Anhídrida.**

No contiene más de 0.25% de agua, es la diferencia con la lanolina común, tiene un ligero olor a petróleo, tiene características emulsificantes y emolientes debido a los alcoholes que se encuentran en la fracción no saponificable de la lanolina. En cosmética se utiliza como estabilizador de emulsiones w/o, se usa en cremas como emoliente en porcentaje de 2-10%.

✘ **Compuestos Acuosos**

Son compuestos polares, afines al agua. En las emulsiones cosméticas, usualmente estos compuestos acuosos tienen propiedades de humectación.

- **Agua destilada. H₂O**

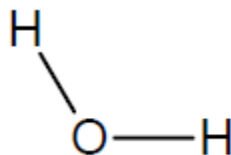


Figura A.5: estructura química del agua.^{24, 25}

Es el principal vehículo para preparados cosméticos como es el caso de las emulsiones, pomadas, ungüentos, cremas, lociones, jabones, desodorantes. El porcentaje dependerá del tipo de formulación que se requiera.

- **Glicerina (C₂H₅NO₂)**

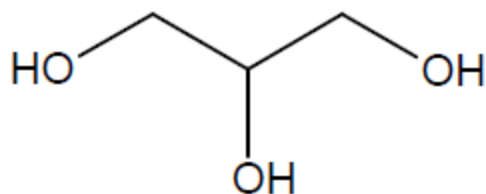


Figura A.6: estructura química de la glicerina.²⁶

Es un alcohol con tres grupos hidroxilos. Su función principal es como desnaturalizante, humectante, acondicionador y decrementador de viscosidad. Se usa como humectante al 3% en cremas protectoras, de 5-10% en cremas teatrales, y hasta el 10% en cremas antisudorales. Se utiliza en emulsiones del 10-20%

- **Metil Parabeno (C₈H₈O₃)**

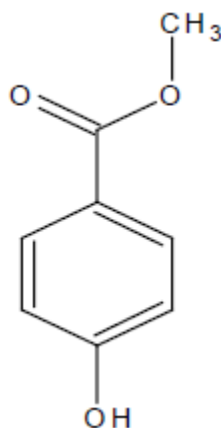


Figura A.7: estructura química del metilparaben

Son cristales o polvo cristalino blanco, tiene débil olor característico y ligero sabor, se funde a 125° y 128 °. En cremas y emulsiones el poder germicida se ve disminuido hasta un 80% cuando se adicionan tensoactivos. Se utiliza para la

preparación que contengan grasas y aceites, vegetales y animales, y que son susceptibles de descomposición.

- **Propilenglicol ($C_3H_8O_2$)**

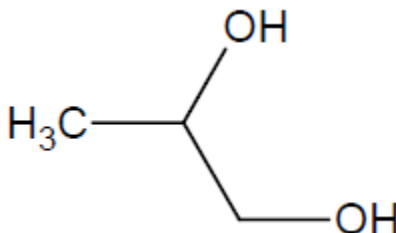


Figura A.8: estructura química del propilenglicol.

Compuesto orgánico proveniente de un Diol alcohol. Su función principal en las emulsiones cosméticas es como agente humectante, agente acondicionador de la piel y solvente. Absorbe la humedad del aire

- **Trietanolamina ($C_6H_{15}NO_3$)**

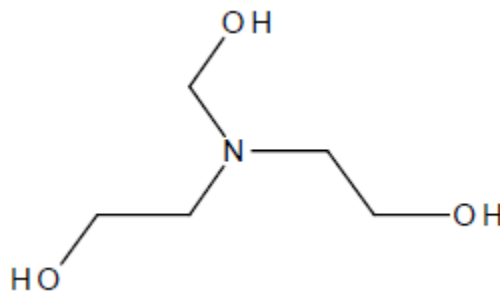


Figura A.9: estructura química de la trietanolamina.

La trietanolamina se usa principalmente combinada con ácidos grasos tales como el ácido esteárico y el oleico. "Combinada con éstos en proporciones equimoleculares forma un jabón que puede ser usado como agente emulsionante para preparar emulsiones estables O/W con un pH aproximado de 8". La dosis usual como agente emulsionante es del 2-4%.

Se usa como agente emulgente en la preparación de cosméticos de tocador como cremas de 1-2%.^{24, 25}

ANEXO B. EVALUACIONES.

1 Evaluación de las emulsiones cosméticas oleoacuosas por el método del HLB.

Se determinó el HLB requerido de la mezclas de tensoactivos, según el método de Griffin en 1949.

Tabla B.1 Formulación tipo A.

COMPONENTE.	% W	% EN LA FASE OLEOSA
Aceite mineral.	12.1	50
Cera de abeja pura.	1.5	6.2
Lanolina Anhidrida.	1.5	6.2
Cutina MD.	4.55	18.8
Acido Esteárico.	4.55	18.8
Trietanolamina.	3.0	Fase acuosa
Propilenglicol.	1.5	Fase acuosa
Glicerina.	7.56	Fase acuosa
Agua	60.6	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 50) + (9 * 6.2) + (12 * 6.2) + (10 * 18.8) + (17 * 18.8)}{100} = 11.4$$

Tabla B.2. Formulación tipo B.

COMPONENTE.	% W	% EN LA FASE OLEOSA
Aceite mineral.	11.0	48.9
Cutina MD.	3.5	15.55
Acido Esteárico.	8	35.55
Trietanolamina.	7	Fase acuosa
Propilenglicol.	3	Fase acuosa
Agua.	67.5	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 48.9) + (10 * 15.55) + (17 * 35.55)}{100} = 12.5$$

Tabla B.3 Formulación tipo C.

COMPONENTE	% W	% EN LA FASE OLEOSA
Cutina MD.	6.5	33.85
Alcohol Cetílico.	5.5	28.7
Emulgin B1.	0.6	3.125
Emulgin B2.	0.6	3.125
Aceite Mineral.	6.0	31.25
Agua.	76.6	Fase acuosa
Glicerina.	4	Fase acuosa
Conservador.	0.2	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 33.85) + (15 * 28.7) + (13 * 3.125) + (15 * 3.125) + (10 * 31.25)}{100} = 11.7$$

Tabla B.4. Formulación tipo D.

COMPONENTE.	%W	% EN LA FASE OLEOSA
Aceite mineral.	5.0	44.64
Cera de abeja pura.	1.0	8.9
Cutina MD.	0.4	3.6
Acido Esteárico.	4.2	37.5
Alcohol Cetílico.	0.6	5.36
Trietanolamina.	0.9	Fase acuosa
Glicerina.	0.5	Fase acuosa
Agua	87.3	Fase acuosa
Conservador (metilparabeno).	0.1	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 44.64) + (9 * 8.9) + (10 * 3.6) + (17 * 37.5) + (15 * 5.36)}{100} = 12.8$$

Tabla B.5. Formulación tipo E

COMPONENTES	% W Ajustado.	% EN LA FASE OLEOSA
Aceite mineral.	3.13	15.39
Cutina MD.	2.35	11.55
Alcohol Cetílico.	1.17	5.75
Emulgin B1.	1.17	5.75
Emulgin B2.	12.52	61.55
Glicerina.	1.25	Fase acuosa
Agua.	78.25	Fase acuosa
Conservador.	0.156	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 15.39) + (10 * 11.55) + (15 * 5.75) + (13 * 5.75) + (15 * 61.55)}{100}$$

$$= 13.54$$

Tabla B.6. Formulación tipo F

COMPONENTES	% W Ajustado.	% EN LA FASE OLEOSA
Aceite mineral.	9.33	34.15
Ácido Esteárico.	8.0	29.28
Alcohol Cetílico.	4.0	14.64
Cera de abeja pura.	3.33	12.19
Emulgin B1	1.33	4.87
Emulgin B2	1.33	4.87
Amerchol H9	-	-
Amerlate P	-	-
Arlacel 165	-	-
Trietanolamina.	1.33	Fase acuosa
Propilenglicol.	3.33	Fase acuosa
Agua	(c.s) 68	Fase acuosa
Conservador.	0.1	Fase acuosa

$$HLB_{req} = \frac{(10 * 34.15) + (17 * 29.28) + (15 * 14.64) + (9 * 12.19) + (13 * 4.87) + (15 * 4.87)}{100}$$

$$= 13.04$$

2 Evaluación por los posibles consumidores de las emulsiones cosméticas propuestas.

El comportamiento del consumidor es un tema importante para tener éxito en un producto, y hay que tener en cuenta muchos factores y variables que a la hora de tomar la decisión de comprar un producto nos pueda afectar en la venta.

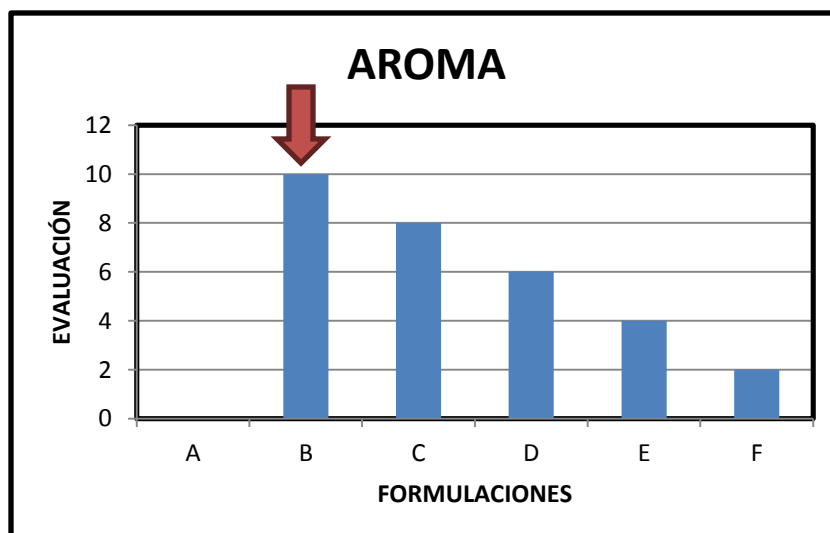
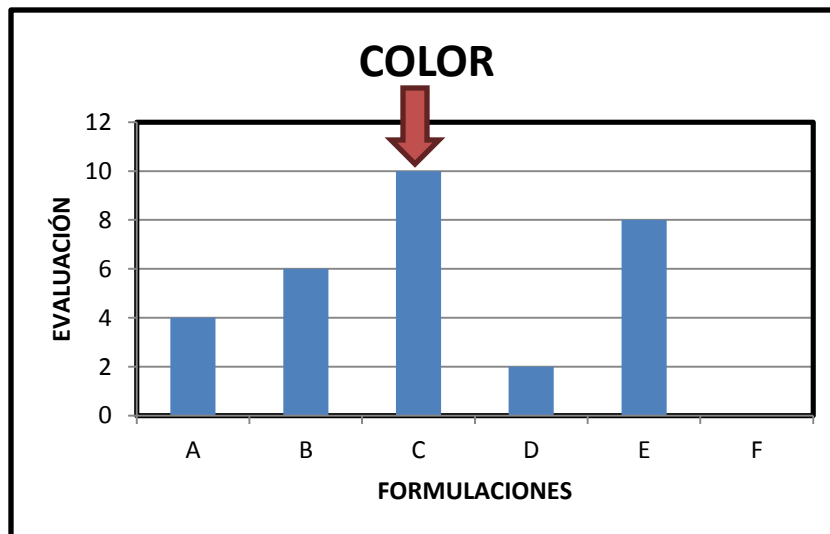
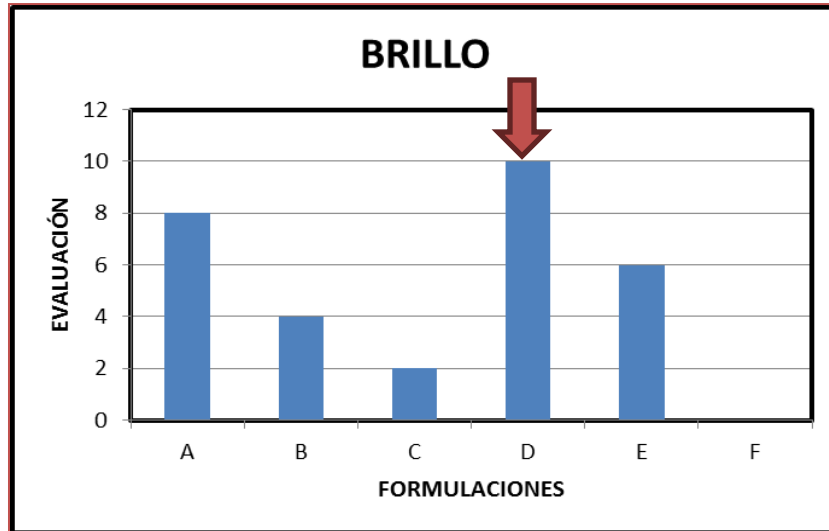
Se realizó una serie de entrevistas a personas de diferentes edades, géneros, y tipos de piel; así como, en diferentes climas como lo son: Ixcateopan, Guerrero; Yautepec, Morelos y Distrito Federal.

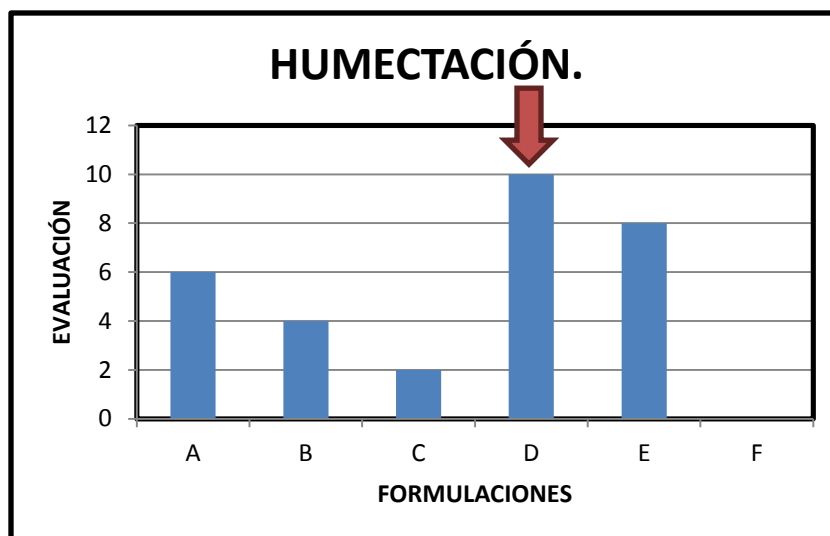
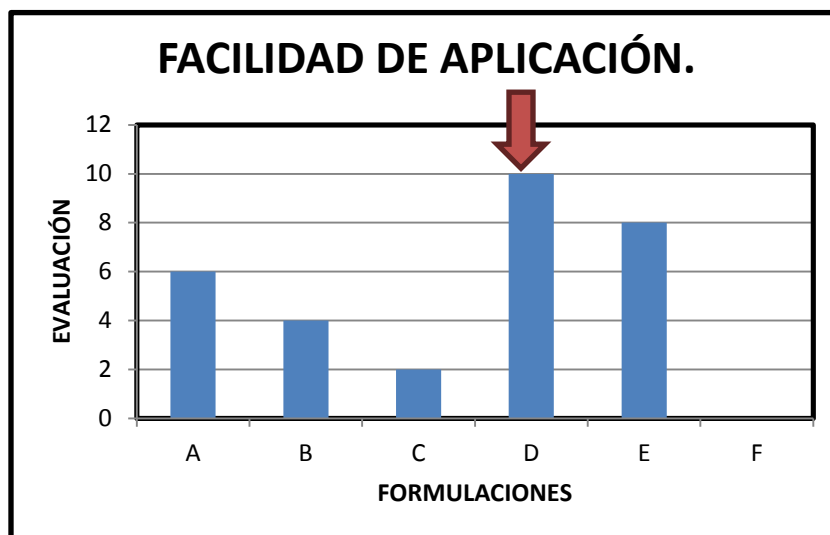
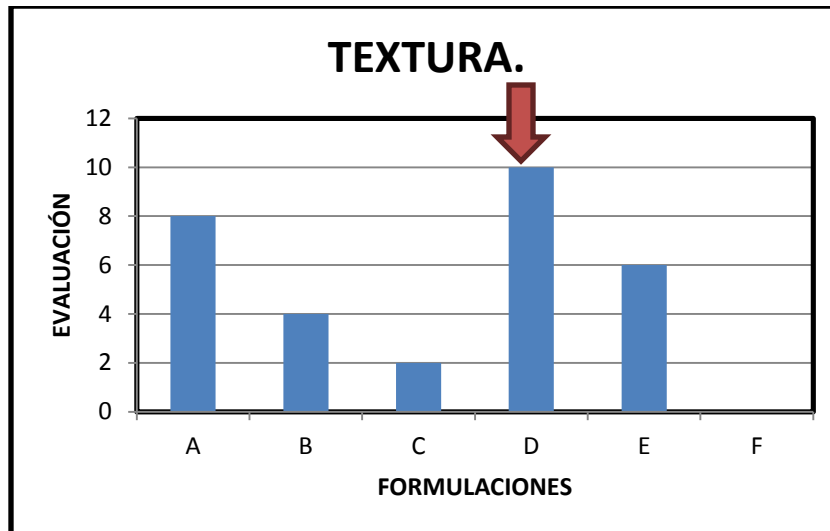
Se decidió que es recomendable que una sola persona probara al mismo tiempo las 6 distintas cremas colocándolas en los brazos, antebrazos y las piernas, con la precaución de que antes de que tomara una muestra nueva, se lavarían las manos para que así, no quedara residuos de la muestra anterior; esto permitiera que por persona, pueda elegir la que le pareció la mejor, o le agrado más; se utilizó una escala de 0 a 10 con un rango de dos en dos. La siguiente tabla nos muestra los resultados obtenidos

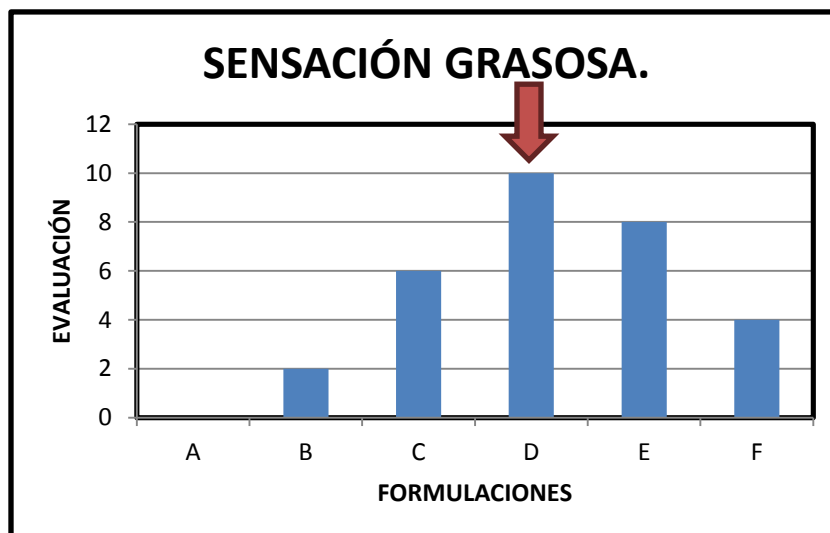
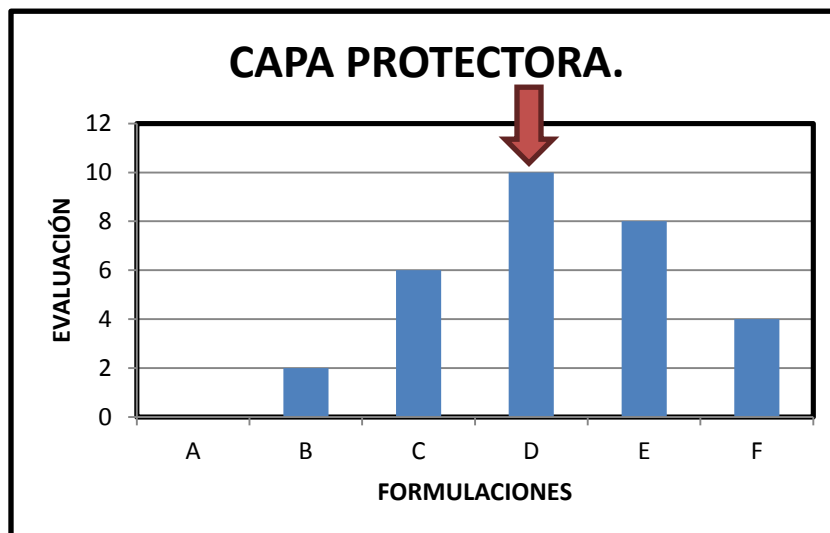
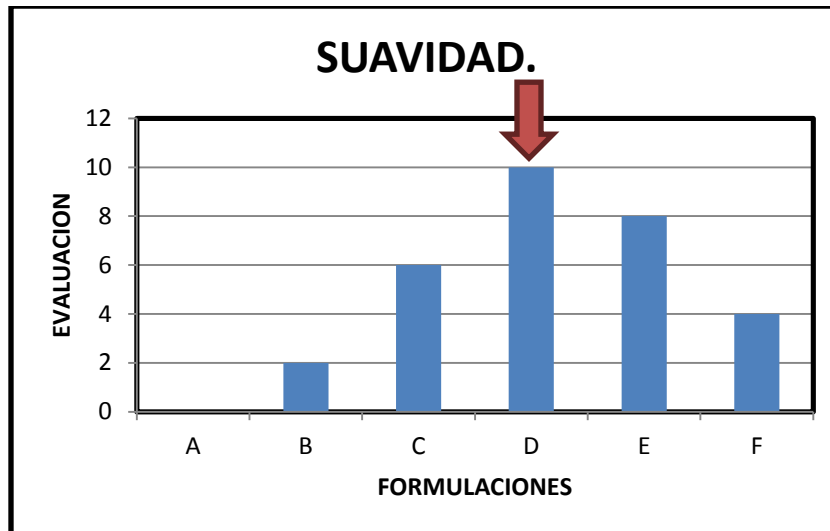
Tabla B.7. Promedio de los resultados de las personas que evaluaron las emulsiones

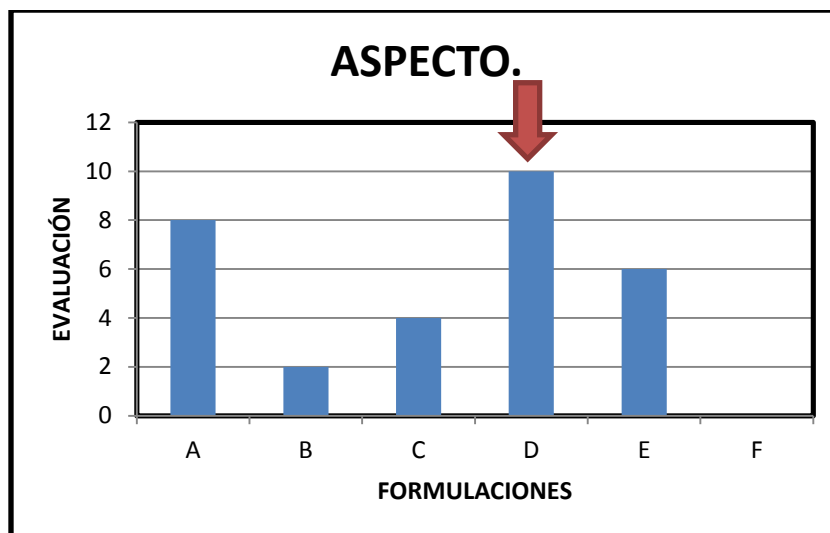
	A	B	C	D	E	F
Brillo	8	4	2	10	6	0
Color	4	6	10	2	8	0
Aroma	0	10	8	6	4	2
Textura	8	4	2	10	6	0
Facilidad de aplicación.	6	4	2	10	8	0
Humectación.	6	4	2	10	8	0
Suavidad.	0	2	6	10	8	4
Capa protectora.	0	2	6	10	8	4
Sensación grasosa.	Si(0)	2	6	No(10)	8	4
Aspecto.	8	2	4	10	6	0

Se coloca los resultados en forma gráfica, para observar la mejor formulación.









3 Comparación de la formulación elegida con una crema comercial.²⁷

En cuanto se tuvo la elegida por los posibles consumidores se comparó con una emulsión de marca reconocida, como lo es la crema Lubriderm®

En la tabla B8 se muestran los componentes de cada emulsión a evaluar, colocándolos en horizontal para fijarnos en los que son iguales y en los que no, se puso el componente equivalente dependiendo de cómo actúan cada activo, dejando un espacio en los que no se colocaron en la formulación tipo D.

Tabla B.8 componentes de la formula tipo D y la de marca Lubriderm®.

COMPONENTE FORMULA TIPO D	COMPONENTES DE LA MARCA LUBRIDERM®
Aceite mineral.	Aceite mineral
Cera de abeja pura.	Dimeticona.
Cutina MD.	Carbomero
Ácido Esteárico.	Acido esteárico.
Alcohol Cetílico.	Alcohol cetílico.
Trietanolamina	Hidroxido de Sodio.
Glicerina	Glicerina.
Agua	Agua
Metilparabeno.	Metilparabeno
-	Propilparabeno.
-	Etilparabeno
-	Fenoxietanol
Fragancia Ralph	Fragancia Pantenol



ANEXO C. GLOSARIO.

- **AGLUTINANTES:** sustancia que alberga el pigmento y lo mantiene fijo al soporte, se usa para disolver las sustancias que componen los pigmentos.
- **ALGUICIDA:** compuesto formulado a base de cloruro de Benzalconio para la eficacia contra las algas, así como sobre la mayoría de las bacterias y demás tipos de gérmenes patógenos.
- **ATRACCION ELECTROSTATICA:** atracción entre los átomos de carga opuesta que mantiene unidos a los átomos en los enlaces iónicos.
- **BARRERA LIPIDICA DE LA PIEL:** se encuentra debajo del estrato corneo, protege a las células de piel de la pérdida de humedad y el suministro de una nueva fuente de lípidos de la barrera de lípidos en el estrato corneo.
- **BORAX:** compuesto importante del boro, borato de sodio o tetraborato de sodio.
- **COALESCENCIA:** propiedad o capacidad de ciertas sustancias y cosas para unirse o fundirse con otras en una sola.
- **CONDENSACION:** cambio de estado de la materia que se encuentra en forma gaseosa a forma líquida. Proceso inverso a la vaporización.
- **CREMAS ANHIDRIDAS:** que no contiene agua, ungüentos, pomadas.
- **EMULSION EPICUTANEA:** mezcla de secreciones sebáceas, sudoración, células de la capa cornea y agua que se deposita en forma de una fina película.
- **ESTADO SOBRESATURADO:** refiriéndose a una disolución es la que contiene más material disuelto que podría admitir el disolvente en esas condiciones; refiriéndose a un vapor, es el que tiene mayor presión parcial que la presión de vapor de ese compuesto.
- **ESTRATO CORNEO:** es aquel que separa la piel interna de la piel externa, aquella que sufre todas las agresiones y su función es ser una barrera de protección.



- **ETNOLOGIA:** ciencia social que estudia y compara los diferentes pueblos y culturas del mundo antiguo y actual.
- **FUERZA DE CIZALLAMIENTO:** fuerza interna que desarrolla un cuerpo como respuesta a una fuerza cortante y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.
- **GLANDULAS ECRINAS Y APOCRINAS:** tipos de glándulas sudoríparas.
- **GRANULOMETRIA:** medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, con fines de análisis.
- **GRUPO OLEFINICO:** grupo de compuestos de hidrocarburos que tiene uno o más dobles o triples entre los átomos de carbono en la cadena lineal.
- **HIDROSOLUBLES:** sustancia que se disuelve en agua.
- **HIDROFILICO:** comportamiento de la molécula que tiene afinidad por el agua.
- **INMISCIBLE:** sustancia que no se disuelve, quedando en fases separadas o en suspensión.
- **JABONOS SYNETS:** presentan las mismas propiedades que un jabón común, solo que mantienen el pH fisiológico de la piel sin alterarlo, no alterando la flora bacteriana cutánea; por eso se dice que limpian de forma suave y respetuosa.
- **LIPOSOLUBLES:** sustancias solubles en grasas, aceites y/o solventes orgánicos no polares.
- **LIPOFILICO:** comportamiento de la molécula que tiene afinidad por los lípidos.
- **PARADONTOPATIAS:** enfermedad del diente y encías.
- **PERDIDA TRANSEPIDERMICA DE AGUA (TEWL):** es el índice de pérdida de agua de la superficie de la piel (el agua se evapora continuamente de la superficie de la piel y se reemplaza desde el interior). La TEWL aumenta en la piel dañada (piel seca) y puede aumentar antes de que el daño sea evidente.



- **PROCESO DE QUERATINIZACION EPIDERMICA:** supone el envejecimiento de las células de la epidermis; los gránulos de queratina que aparecen en el citoplasma son consecuencia del propio metabolismo celular.
- **PRODUCTO NEUROPEPTIDO:** la aplicación de los neuropéptidos a la piel puede aportarnos una rápida mejoría visible en hidratación y elasticidad, dando más firmeza que resulta una apariencia juvenil y fresca al rostro.
- **SOLVATACION:** interacción de un soluto con un solvente que conduce a la estabilización de las especies del soluto en la solución.
- **TENSOACTIVO:** sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases.
- **TENSION SUPERFICIAL:** fuerza que actúa tangencialmente por unidad de longitud en el borde de una superficie libre de un líquido en equilibrio y que tiende a contraer dicha superficie.