



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

EMULSIONES COSMÉTICAS

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA

BERENICE PÉREZ DEL CASTILLO



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: **MARÍA DEL SOCORRO ALPIZAR RAMOS**

VOCAL: Profesor: **ENRIQUE AMADOR GONZÁLEZ**

SECRETARIO: Profesor: **MA. GUADALUPE LEMUS BARAJAS**

1er. SUPLENTE: Profesor: **ERNESTINA HERNÁNDEZ GARCÍA**

2° SUPLENTE: Profesor: **MARÍA JOSEFINA BERNAD BERNAD**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD QUÍMICA

ASESOR DEL TEMA: M. EN C. MA. GUADALUPE LEMUS BARAJAS

SUSTENTANTE: BERENICE PÉREZ DEL CASTILLO

Índice

Introducción.....	12
Objetivo.....	13
Capítulo 1 Emulsiones Cosméticas	
1.1 Definición de Cosmético.....	14
1.2 Historia de los Cosméticos.....	15
1.3 Usos de los cosméticos.....	22
1.4 Productos para el cuidado de la piel.....	23
1.5 Productos Limpiadores.....	23
1.5.1 Acción limpiadora de los detergentes.....	24
1.6 Emulsión cosmética.....	24
Capítulo 2 Piel	
2.1 La Piel.....	26
2.2 La estructura de la piel.....	26
2.3 La epidermis.....	27
2.3.1 Estrato basal.....	28
2.3.2 Estrato espinoso.....	28
2.3.3 Estrato granular.....	29
2.3.4 Estrato córneo.....	29
2.3.5 Células residentes y transitorias.....	30
2.3.6 La unión dermoepitelial	30

2.4 La Dermis.....	31
2.4.1 Tejido conjuntivo.....	31
2.4.2 Colágeno.....	32
2.4.3 Fibras elásticas.....	32
2.4.4 Glicosaminoglicanos y proteoglicanos.....	33
2.4.5 Irrigación sanguínea y drenaje linfático.....	33
2.4.6 Drenaje linfático.....	34
2.4.7 Nervios.....	34
2.5 Componentes celulares.....	35
2.5.1 Fibroblatos.....	35
2.5.2 Mastocitos.....	35
2.5.3 Células dentríticas.....	36
2.6 Glándulas de la piel.....	36
2.6.1 Las glándulas sudoríparas ecrinas.....	37
2.6.2 Las glándulas sudoríparas apocrinas.....	37
2.6.3 Las glándulas sebáceas.....	37
2.6.4 Los folículos pilosos.....	38
2.7 pH y flora de la piel.....	38
2.8 El color de la piel.....	41
2.9 Suciedad de la piel.....	42
 Capítulo 3 Emulsión	
3.1 Tensión Superficial.....	43
3.2 Definición de Emulsión.....	44

3.3 Tipos de Emulsiones.....	45
3.4 Tipos de Emulsionantes.....	47
3.5 Métodos de Obtención.....	55
3.5.1 Método de adición.....	55
3.5.2 Tipos de equipos para emulsificación.....	58
3.6 Métodos de Identificación.....	61
3.7 Propiedades Físicas de las Emulsiones.....	62
3.7.1 Tamaño de la partícula y distribución del tamaño.....	62
3.7.2 Concentración.....	65
3.7.3 Propiedades ópticas de las emulsiones.....	65
3.7.4 Viscosidad.....	66
3.7.4.1 Tipos de viscosidad.....	68
3.7.4.2 Tipos de fluidos.....	70
3.7.4.3 Definición de Fluidez.....	75
3.7.5 Estabilidad de Emulsiones.....	76
3.8 HLB.....	79
3.9 Usos.....	82
 Capítulo 4 Emulsión Limpiadora: Desmaquillante	
4.1 Introducción.....	83
4.2 Base tipo tensoactivo.....	84

4.3 Base tipo solvente	87
4.4 Desmaquillante.....	88
4.5 Cold creams.....	89
4.6 Leche desmaquillante.....	91
4.7 Limpiadores Bifásicos.....	92

Capítulo 5 Otras emulsiones en productos cosméticos

5.1 Introducción.....	95
5.2 Base del maquillaje.....	95
5.2.1 Base en crema.....	96
5.3 Protector solar.....	97
5.3.1. Tipos de filtros solares y mecanismo de acción.....	98
5.3.2. Composición de un protector solar.....	100
5.4 Máscara de Pestañas.....	102
5.4.1. Características de las pestañas.....	102
5.4.2. Composición de una máscara de pestañas.....	103

Capítulo 6 Composición de un cosmético

6.1 Introducción	105
6.1.1 Base en crema.....	105
6.1.2 Excipientes.....	106
6.1.3 Sustancias Correctoras.....	111
6.1.4 Conservadores.....	112
6.1.5 Colorantes.....	113

6.1.6 Perfumes.....	113
Conclusiones.....	115
Anexos	
Anexo I Tamaño de partículas de ácido esteárico obtenidas diluyendo 40:40 con agua fría.....	116
Anexo II Marco Legal de los Cosméticos.....	117
Bibliografía.....	119

Índice de Tablas

Tabla	Página
Tabla 1. Funciones de la piel	26
Tabla 2. Origen y función de las células que se encuentran en la dermis y en la epidermis	36
Tabla 3. Valores de pH en varias partes del cuerpo	39
Tabla 4. Microflora normal de la piel en áreas con alta densidad	40
Tabla 5. Clasificación de los agentes emulsionantes	54
Tabla 6. Agentes emulsionantes auxiliares	55
Tabla 7. Efecto del tamaño de partícula en la apariencia de la emulsión	62
Tabla 8. Relación entre los límites HLB y aplicación de tensoactivos	80
Tabla 9. Valores de HLB requeridos para algunos componentes comunes de emulsionantes	80
Tabla 10. Tipos de Productos limpiadores de piel comerciales.	84
Tabla 11. Principales tensoactivos utilizados para productos de limpieza	85
Tabla 12. Ingredientes activos aprobados por la FDA para protectores solares	100
Tabla 13. Excipientes utilizados en formulaciones de productos dirigidos al cuidado de la piel	109
Tabla 14. Excipientes utilizados en formulaciones de cosméticos con color	110

Formulación y Gráficas.

Fórmula y Gráfica	Página
Gráfica 1: Distribución del tamaño de gota para una emulsión presentada en forma de histograma	64
Fórmula 1: Limpiador Facial líquido a base de jabón (excelente haciendo espuma y refrescante)	86
Fórmula 2: Limpiador Facial líquido a base de laurilstersulfato (LES)	86
Fórmula 3: Limpiador Facial en pasta a base de acilglicinato (pH neutral, Refrescante)	86
Fórmula 4: Loción limpiador facial basado en jabón (emulsión jabón)	87
Fórmula 5: Crema limpiadora facial (con arginina para neutralizar carbómero)	88
Fórmula 6: Desmaquillante tipo gel	88
Fórmula 7 y 8: Base de maquillaje W/O	96
Fórmula 9: Base de maquillaje O/W	97
Fórmula 10: Emulsión agua-aceite con ún filtro solar liposoluble	101
Fórmula 11: Emulsión aceite-agua con bajo contenido en aceite de carácter no graso	101

Índice de Figuras

Figura		Pág.
1	Maquillaje del Antiguo Egipto	16
2	Mujer del Renacimiento	17
3	María Antonieta	17
4	Reina Victoria I	18
5	Audrey Hepburn	20
6	Scarlett Johansson. Publicidad Dolce & Gabbana	21
7	Cosméticos	22
8	Emulsión cosmética	24
9	Representación esquemática de la piel	27
10	Estructura de la dermis	31
11	Color de la piel	41
12	Tensión Superficial	43
13	Tipo de Emulsión O/W y W/O	45
14	Tipos de emulsiones	46
15	Método de inversión de fases	57
16	Mezcladores de paletas	58
17	Molino Coloidal	59
18	Homogeneizador	60
19	Emulsionante Ultrasónico	60
20	Esfuerzo de corte	67
21	Curva de fluidez para representar la viscosidad dinámica y aparente	69
22	Tipos de fluidos	70
23	Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido newtoniano	71
24	Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido pseudo-plástico	72
25	Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido dilatante	73
26	Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido plástico	73
27	Curvas de fluidez y de viscosidad de un fluido tixotropía	74
28	Curvas de comportamiento reopectico	75
29	Sedimentación	77
30	Cremado	77
31	Floculación	78

32	Coalescencia	78
33	Cold cream	90
34	Leche limpiadora	91
35	Limpiador bifásico	92
36	Diferente tipo de bases de maquillaje	95
37	Protectores solares	97
38	Aplicación de protector solar	98
39	Máscara de pestañas	102
40	Pestañas	102
41	Sombras para párpados	113
42	Perfume The One Promoción de Dolce & Gabanna con Scarlett Johansson	113
43	Aceite esencial	114

Introducción

Hoy en día la belleza y su efecto son un tema fascinante. Pero existe demasiada información que puede confundir al consumidor y que no se ha enfocado desde un punto de vista científico.

Desde la antigüedad los productos para el cuidado personal han sido relevantes para la vida diaria del ser humano, entre ellos los cosméticos; los cosméticos son productos que se utilizan para preservar la belleza e higiene, corregir y/o prevenir enfermedades e imperfecciones en la piel, cabello y uñas.

La emulsión es la presentación de producto más utilizada en la industria cosmética, donde se pueden encontrar productos como cremas humectantes, protectores solares, desmaquillantes, tratamientos anti acné, mascarillas, rímel, bases, tintes, etc. Es por lo cual en éste trabajo hace un especial énfasis a las emulsiones desmaquillantes, y en algunos otros ejemplos de productos que mejoran la apariencia de la piel, la base de maquillaje mejorándola al ocultar algunas imperfecciones y el protector solar que evita el envejecimiento prematuro, así como prevenir y disminuir el riesgo de desarrollar cáncer de piel.

Objetivos

Objetivo General

Dar a conocer a los lectores la perspectiva tecnológica y fisicoquímica del desarrollo de productos cosméticos presentados como emulsiones.

Objetivos Específicos

Identificar y describir las diferentes formas cosméticas en presentación de emulsión producidas actualmente.

Presentar un breve resumen acerca de la historia de los cosméticos.

Definir las propiedades y características fisicoquímicas de una emulsión, así como los diferentes tipos.

Identificar los excipientes que se utilizan en las emulsiones cosméticas.

Capítulo 1 Emulsiones Cosméticas

1.1 Definición de Cosmético

A lo largo de la historia del hombre, los cosméticos se han utilizado esencialmente con tres objetivos:

- a) para mejorar el atractivo personal a través de la decoración del cuerpo.
- b) para enmascarar defectos en la piel.
- c) para modificar o mejorar el aspecto sobre la naturaleza dada.

La palabra “cosmético” es derivado del griego *Kosm tikos; kosmein,*” para adornar” y *kosmos*, “orden, armonía”, significando “adornar en armonía”. (1)

- En México la Secretaría de Salud en la segunda sección del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, 2012, indica:

...”Cosméticos, a los productos de perfumería y belleza que a través de medios técnicos adecuados pueden modificar el olor natural del cuerpo, mantener y perfeccionar su estética. Producto de tratamiento cosmético, al producto de perfumería y belleza que intenta mitigar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel o que modifica la estructura de ésta”. (2)

La Norma Oficial Mexicana NOM-141-SSA/SCFI-2012, Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial. 2012, indica: Productos Cosméticos: las sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos, o con los dientes y mucosas bucales con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, ayudar a modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado, corregir los olores corporales o atenuar, prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel sana. (3)

- En los Estados Unidos, la *Federal Food, Drug and Cosmetic*, la definición legal de cosmético es de un alcance mayor que la definición laica, e implícitamente se refiere al uso como al atributo embellecedor. El término “cosmético” es definida en la sección 201 de *Federal Food, Drug and Cosmetic* 2010 como:

... “artículos destinados a ser frotados, vertidos, rociados, o aplicados en aerosol, para limpiar, embellecer, promover la atracción, o alterar la apariencia. Entre los productos incluidos en esta definición se encuentran las cremas hidratantes de la piel, perfumes, lápices labiales, esmaltes para las uñas, preparaciones para el maquillaje de los ojos y facial, champú de limpieza, las ondas permanentes, los colores de pelo y desodorantes, así como cualquier sustancia destinada a su uso como componente de un cosmético”. (4)
- De acuerdo con la Comunidad Europea en la Nueva Regulación de Cosméticos, 2009, un producto cosmético es cualquier sustancia o mezcla destinada a tener contacto con las partes externas del cuerpo humano (epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos) o con los dientes y las membranas mucosas de la cavidad oral con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos, modificar su aspecto, protegerlos, mantenerlos en buen estado o corregir los olores corporales. (5)

1.2 Historia de los Cosméticos

El primer registro histórico, proviene de la primera dinastía de Egipto (3100-2907 a.C.); se encontraron en las grandes tumbas, frascos de ungüentos. En ésta época el ungüento era una sustancia ampliamente utilizada por los hombres y mujeres para mantener su piel hidratada, flexible, y para evitar las



Figura 1. Vasijas para maquillaje de ojos del Antiguo Egipto.
Neue Museum tomada el 04062013.

arrugas debido al calor seco del desierto, también decoraban sus ojos aplicando uno de los dos tipos de maquillaje, que se conocían: Uno era el *udju*, que se preparaba con malaquita verde del Sinaí y se utilizaba como sombra, y una pintura negra *mesdemet*, derivada de la galena (sulfuro de plomo), o de la

antimonita (sulfuro de antimonio) que se utilizaba para delinear los ojos, también lo utilizaban como desinfectante y evitaba el deslumbramiento. (Figura 1). Todavía hoy se utiliza en Egipto con el mismo propósito bajo el nombre de *kohl*. Adicionalmente, las egipcias utilizaban color rojo ocre para las mejillas y los labios; hena para las uñas y las manos, tinte para el cabello y tatuajes para aumentar los encantos femeninos, y también cremas para tratar arrugas y pecas. (6)

Se cree que los judíos adoptaron el uso de maquillaje de los egipcios, ya que las referencias del maquillaje aparecen en la sección del Nuevo Testamento. (7, 8)

En la sociedad greco-romana, las mujeres utilizaban el blanco de plomo y tiza sobre sus rostros. Las mujeres persas también usaron tintes de hena para teñir el cabello y la cara con la creencia de que estos tintes les permitían convocar a un ser superior. (8)

Claudio Galeno (Galeno de Pérgamo 130-200 D.C.), una de las mentes más grandes, médico de la antigüedad, creó la primera crema eficaz para la piel “*ceratum refrigerans*” (cera de fría). Se preparaba mezclando una parte de cera de abejas en tres o cuatro partes de aceite de oliva y agua de rosas tanto como fuera posible. No era elegante y estable, pero fue la técnica de cuidado de la piel predilecta por más de mil años. (8)

Durante la Edad Media europea, la piel pálida era un signo de riqueza que se lograba a través de cualquiera de las pastas de plomo, que se conocían como “*cerusa*”, yeso o harina, o desangrándose, aunque por el contrario, las



Figura 2. Mujer del renacimiento. Alte Nationalgalerie Museum tomada 04062013

prostitutas españolas usaban maquillaje rosa. Las mujeres del siglo XIII llegaban a utilizar un lápiz labial rosa como prueba que podían darse el lujo de comprar maquillaje sintético. (9)

Durante el Renacimiento italiano, se utilizó el plomo para iluminar la cara, aunque era muy perjudicial, porque es tóxico para la salud del portador. De “Aqua Toffana” fue un polvo facial muy popular llamado así por su creador, elaborado con arsénico,

Figura 2. Las venecianas gustaban de los perfumes traídos de Asia, el azmicle, ámbar, sándalo, incienso, mirra y clavo de especias. (8)

Pero en la Inglaterra Isabelina los cosméticos fueron vistos como una amenaza para la salud, aunque las mujeres usaban las claras de huevo en sus rostros para aparentar luminosidad. (9)

Durante el reinado de Carlos II, se utilizaba un maquillaje pesado para contrarrestar la palidez causada por las enfermedades debidas a diversas epidemias. (9)

En el siglo XVIII, en la época de la restauración francesa, por ejemplo en la Figura 3, el rojo en las mejillas y labial rojo se utilizaban para dar la impresión de estar sano. Con el tiempo, la gente en otros países rechazó el maquillaje excesivo. (9)



Figura 3. María Antonieta. Schönbruun Palace 07062013

El elemento más importante era el colorete (mejillas enrojecidas), que fue utilizado por casi todo el mundo. A finales del siglo XVIII, la mayoría de las recetas de belleza hacían uso de hierbas, flores, aguardiente, grasa, vegetales, agua de manantial y por supuesto frutas trituradas. Durante esta época, la piel blanca significaba una vida de ocio, a fin de mantener una tez blanca las mujeres optaron por utilizar sombreros, sombrillas y cubriendo todas las partes

visibles de sus cuerpos; y a su vez utilizaban removedores de manchas y blanqueadores. Desafortunadamente, más de uno de estos remedios fueron letales. (9)

Los productos de belleza más peligrosos durante este tiempo fueron el blanco de plomo y mercurio. No sólo con el tiempo arruinó la piel, hubo pérdida del cabello, temblores e incluso la muerte. (9)

Durante el 1800, las mujeres utilizaban la belladona para aparentar que eran mujeres frágiles haciendo que sus ojos parezcan más vidriosos y luminosos, a pesar de que era venenoso. Muchos cosméticos fueron realizados por los farmacéuticos locales, conocidos como boticarios, los ingredientes más comunes incluían el mercurio y ácido nítrico, así como el alquitrán para los tintes de cabello. (9)

En el siglo XIX, la Reina Victoria declaró públicamente que el maquillaje era inapropiado, vulgar; se asociaba su uso con prostitutas, sólo aceptable para su uso por actores. En ese momento, una mujer respetable usaba preparados en el hogar como máscaras faciales, la mayoría de los cuales se basaban en alimentos como la avena, la miel y yema de huevo. Para la limpieza, agua de rosas, aceites minerales y no minerales, o de vinagres aromatizados. Como régimen de belleza se utilizaba aceite de ricino en las pestañas, polvo de arroz en la nariz, una pomada clara para agregar brillo en los labios, y para un aspecto saludable se utilizaba el jugo de betabel (remolacha) en las mejillas. (9)



Figura 4. Reina Victoria I
Castle Museum Schloss
Friedenstein.

A finales del siglo XIX, el maquillaje comenzó a resurgir, los tonos naturales fueron los mejores aceptados. (9)

La evolución real en realidad comenzó durante la década de 1910. La crema Nivea hizo su aparición en Alemania en 1911, el Dr. Oscar Troplowitz, Profesor Paul Gerson Unna y el Dr. Issac Lifschütz, desarrollaron “Nivea Creme” con un

emulsionante llamado Eucerit que hizo que fuera posible una emulsión de consistencia estable. Y con el fin de competir, otras empresas comenzaron a crear cremas que consistían en vaselina mezclada con perfume. (8)

El más cercano descendiente de la invención de Galeno es la crema tipo “Cold Cream” de Pond’s. Unilever oficialmente remonta a 1846. Theron T. Pond, un farmacéutico de Utica, Nueva York, que presentó “Pond’s Golden Treasure, pero no se comercializó la crema hasta 1920. (9)

El primer rizador de pestañas fue llamado Kurlash, a pesar de que era caro y difícil de usar, esto no afectó a su popularidad, el rimel en forma de crema estaba de moda. Para entonces, las mujeres hicieron su propia versión de rimel, mediante la adición de granos calientes de cera en las puntas de sus pestañas, algunas mujeres usaron vaselina también para este propósito. El primer rimel patentado lleva el nombre de Mabel, nombre de la hermana de su creador, TL Williams (1913), esta máscara en nuestros días se conoce como Maybelline. (9)

En 1914, Max Factor presenta su maquillaje compacto. Durante esta década, los polvos compactos que se comercializaron incluían un espejo y puff para los retoques. El rubor en polvo compacto siguió un poco después. La caja de metal de lápiz de labios, inventado por Maurice Levy, llegó a ser popular. (9)

Para conservar la piel con apariencia joven, se llegó a utilizar la primera versión de un peeling de ácido, que consistía en una combinación de ácidos y corriente eléctrica aplicados a la piel. Además, se utilizaba una aguja para insertar parafina a la zona de los ojos y las mejillas, aunque esto, tampoco, fue muy exitoso. (9)

Sin embargo, el estilo victoriano se mantuvo en boga hasta la comercialización masiva de maquillaje que se produjo durante la década de 1920. La mujer recién emancipada de América comenzó a mostrar su independencia por el libre uso de lápiz labial rojo, que a menudo tenía una fragancia a cereza. A finales de los 20 's, el maquillaje visible se considera una necesidad de las mujeres, pero todavía estaba mal visto para las niñas. Durante esta década, el



Figura 5. Audrey Hepburn
www.vougue.com

lápiz de labios fue introducido al mercado por Max Factor, con diferentes tonos de labial rojo que se desarrollaron, con base de sólida grasosa. (9)

Durante el periodo de 1930 a 1950, varias estrellas de cine resultaron ser modelos de las tendencias en maquillaje, por ejemplo Audrey Hepburn con sus ojos profundamente delineados, también llamados ojos de gato (Figura 5). (9)

Antes de 1938, los cosméticos no fueron regulados como medicamentos, y la cosmetología era considerada como una vía de vender sueños y no con el objetivo de la eficacia; la seguridad de los consumidores era precaria. Posteriormente la *Food and Drug Association*, a través de la *Federal Food Drug and Cosmetic Act*, empezaron a regular los cosméticos para la seguridad del consumidor. (9)

Con la industrialización, muchos ingredientes nuevos de diferentes industrias (óleo y petroquímica, de alimentos, etc.) se utilizaron en la preparación de nuevos cosméticos. (9)

Durante los años 60 's y con el movimiento hippie se utilizaba un maquillaje más liberado, los ojos delineados como los egipcios, no se utiliza labial y algunos se pintaban imágenes en sus rostros; como por ejemplo, el símbolo de amor y paz, o consignas políticas. (9)

Los ojos muy delineados continuaron a través de los años 70 's y '80' s, con una amplia gama de colores de sombra de ojos. La tendencia de hoy parece haber vuelto a la mirada más natural con una mezcla de estilos del pasado. (9)

En el mundo actual, una mujer tiene literalmente cientos de cosméticos para elegir, con una amplia variedad de colores y usos (Figura 6). Para un “look” más joven, las opciones disponibles son tan simples como hidratantes de la piel y regeneración, avanzando a las exfoliaciones químicas de la piel, las inyecciones de colágeno, inyecciones de botox y terminando con el estiramiento facial quirúrgico. (9)



Figura 6. Scarlett Johansson,
Publicidad Dolce & Gabbana

Finalmente, la última innovación en el campo de la cosmética es el desarrollo de los cosméticos con ingredientes activos llamados cosmeceúticos. En la actualidad, los cosméticos no solamente mejoran el aspecto del consumidor, sino también benefician a la salud del consumidor. Con este enfoque funcional, los productos se diversifican y se empieza a tener múltiples enfoques de acciones biológicas. (1)

El mercado de cosméticos se ha extendido con millones de consumidores alrededor del mundo. Hoy en día muchos cosméticos tienen como objetivo hidratar a piel, reducir o retrasar los signos de la piel envejecida, o proteger la piel contra la multitud de diarias agresiones del medio ambiente. Para que los productos cosméticos mantengan éstos objetivos, necesitan materias primas más eficaces, seguras, biodisponibles e innovadores, sin dejar de ser accesibles. Con la mejora continua de las ciencias básicas y el desarrollo de nuevas ciencias, se han optimizado y obtenido nuevas versiones de materia prima. Las materias primas no sólo se producen a partir de fuentes naturales y altamente purificadas, si no también pueden ser sintetizados o producidos específicamente, incluso a partir de microorganismos manipulados genéticamente. Como siempre, la disponibilidad y uso de es de estos ingredientes activos no siempre son suficientes para tener una liberación óptima y mantener su actividad. Los vehículos son cruciales para obtener este efecto y el papel del formulador es combinar el ingrediente correcto y el vehículo apropiado. (1)

La cosmetología se ha convertido en una ciencia basada en la combinación de varios dominios de la química, física, bioingeniería, dermatología, microbiológica, toxicológica, estadística, y varios más. (1)

1.3 Usos de los cosméticos

De acuerdo con “*The New Cosmetic Regulation*” de la Comisión Europea, los tipos de productos cosméticos (Figura 7), pueden incluir cremas, emulsiones, lociones, geles y aceites para la piel, mascarillas, maquillajes de base (líquidos, pastas, polvos) el maquillaje en polvo, polvos después del baño, polvos de higiene, jabones de tocador, jabones desodorantes, perfumes, aguas de tocador y agua de colonia, preparaciones de ducha y bañera,(sales, espumas, aceites, geles), depilatorios, desodorantes y los antitranspirates, colorantes para el cabello, productos para la ondulación, alisado y fijación del cabello, el establecimiento de productos capilares, productos para la limpieza del cabello (lociones, polvos, champús)

productos para el acondicionamiento (lociones, cremas, aceites), productos estilizadores de cabello (lociones, lacas, brillantinas), productos para el afeitado (cremas, lociones, espumas), maquillaje y productos de la eliminación de maquillaje, los productos destinados a aplicarse en los labios, productos para el



Figura 7. Cosméticos
www.maquilladas.com

cuidado de los dientes y la boca, productos para el cuidado de las uñas y el maquillaje, productos para el exterior íntima de higiene, productos para tomar el sol y productos para el bronceado sin sol, blanqueo de la piel y anti-arrugas. (5)

Existen diferentes tipos de productos cosméticos que se distinguen por ser dirigidos a una zona concreta del cuerpo y tener un objetivo específico. (5) Por ejemplo, para el cuidado de la piel se incluyen aquellos que evitan la aparición de arrugas, aclaramiento de la piel, de bronceado, productos y tratamientos para la celulitis, para la limpieza de la piel. Para el cabello existen productos

para mantenerlo saludable, limpio y para moldearlo. Los productos para la higiene oral, la protección, mantener saludable así como para su apariencia estética. (1)

1.4 Productos para el cuidado de la piel

Existen tres categorías básicas de productos para el cuidado de la piel, que son: limpiadores, astringentes y humectantes. Los productos limpieza están diseñados para eliminar el sebo, corneocitos descamados, bacterias, hongos y suciedad del medio ambiente de la cara y el cuerpo, dejando la barrera lipídicas intracelular intacta. Los astringentes son en realidad un subconjunto de productos para complementar la limpieza para llevar a cabo su función. Por último, los productos hidratantes están diseñados para minimizar el daño de la barrera inducida por el producto de limpieza. Por lo tanto, estos tres productos trabajan juntos para balancear la necesidad de limpieza que necesita la piel con la importante tarea de preservar la función de barrera. (11)

1.5 Productos Limpiadores

El desarrollo de jabones destinados a limpiar la piel ha sido un avance importante en la disminución de enfermedades a nivel mundial. El jabón generalmente es el resultado de la reacción química entre un álcali, generalmente hidróxido de sodio o de potasio y algún ácido graso; esta reacción se denomina reacción de saponificación. El jabón solubiliza el sebo y suciedad, que puede ser posteriormente enjuagado con agua. La mecánica de frotamiento del jabón sobre la piel, con la mano o con algún accesorio de baño, resulta en la remoción física de células muertas de la piel, bacterias y hongos. El uso excesivo de éste puede resultar en condiciones dermatológicas como eczema xerótico. Esto ha llevado al desarrollo de productos limpiadores con beneficios para la piel que químicamente no son jabones, nombrados como detergentes. (11)

1.5.1 Acción limpiadora de los detergentes

Sin un detergente, el agua no resulta efectiva como limpiadora de superficies grasas. Si el agua se deposita sobre una superficie grasa, es repelida por la superficie de modo que se escurre, o forma gotas. La superficie ni siquiera llega a mojarse, pero con el uso de un detergente, el agua se extendería sobre la superficie grasa mojándola. El detergente está actuando como un agente humectante. Esto permite explicar el hecho de que el agua con el detergente forme una emulsión con la grasa; se elimina de la superficie. (11)

1.6 Emulsión cosmética

Una emulsión es una mezcla física inestable de dos o más sustancias que



Figura 8. Emulsión cosmética
www.naturestic.net

normalmente no se mantienen juntas sin un ingrediente especial que se denomina emulsionante (Figura 8). Un emulsionante hace que dos materiales, que normalmente son incompatibles, se incorporen en una mezcla termodinámicamente estable. Finalmente, las emulsiones se separarán, pero generalmente lo harán a un ritmo lento. Una emulsión correctamente formulada y almacenada

en condiciones ideales puede permanecer estable hasta por tres años. Dado que este no suele pasar en la mayoría de los casos, se recomienda utilizar todos los productos cosméticos de este tipo antes de un año a contar de su fecha de compra. (12)

Las emulsiones –cremas y lociones– constituyen una parte muy importante del mercado de los cosméticos; toma mucho tiempo a las compañías farmacéuticas en el desarrollo de nuevos productos y lanzamiento al mercado. (13)

Los ungüentos, las pastas, las pomadas y las ceras para peinar son mezclas semisólidas compuestas de cualquier combinación de petrolato (vaselina), aceite y cera. Los polvos son una mezcla física de uno o más tipos de sólidos. Los polímeros en polvo, blancos o de color, son ejemplos de mezclas de polvos y pigmentos. (13)

A continuación se describen algunos de los ingredientes que se llegan a utilizar en la mayoría de los productos cosméticos.

La mayoría de las personas conocen los alcoholes, como el alcohol isopropílico y el alcohol etílico, Sin embargo, existen muchos otros tipos de alcoholes, desde líquidos hasta los sólidos duros y cerosos. Los alcoholes grasos, como el alcohol cetílico y el alcohol estearílico, son ceras de alcohol no volátiles que se utilizan como acondicionadores para la piel. (13)

La glicerina es una sustancia miscible con agua, incolora y dulce. Se emplea como solvente y humectante en cremas para el cuerpo y la piel. (13)

Las siliconas son un tipo especial de aceite utilizando en secadores de esmaltes para uñas y como lubricante para la piel. Las siliconas son menos grasas que otros aceites y forman una película “transpirable” que no produce comedones (espinillas). También brindan una sensación de suavidad sedosa a la piel y gran brillo al cabello. (13)

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son compuestos que contienen carbono (orgánico) y se evaporan muy rápidamente (volátiles). Por ejemplo, los solventes orgánicos volátiles como el acetato de etilo y el alcohol isopropílico se usan en el esmalte para uñas, capas base y protectoras y en quita esmaltes. (12)

Capítulo 2 Piel

2.1 La Piel

La piel es el órgano más grande del organismo y realiza una gran variedad de funciones vitales para el mantenimiento de la homeostasis corporal. Además, existen diferentes regiones de la piel como los oídos, los párpados, el prepucio, las almohadillas y las uñas, con funciones específicas y que difieren estructuralmente de la piel que recubre el cuerpo en general. Ver tabla 1. (14)

Tabla 1. Funciones de la piel.

Función	Serie de actividades
Barrera	Control de las pérdidas de agua, electrolitos, etc. Protección frente a los agentes físicos, químicos y biológicos.
Sensibilidad	Calor, frío, dolor, picor y presión.
Regulación de la temperatura	Aislamiento, variación del flujo sanguíneo, sudoración.
Control hemodinámico	Cambios vasculares periféricos.
Secreción, excreción	Función glandular, crecimiento del pelo y de la epidermis. Pérdida percutánea de gases, solutos y líquidos.
Síntesis	Vitamina D.
Función inmunológica	Vigilancia, respuesta.

Freedberg, Irwing, et al., 2009, Dermatología en Medicina General, Buenos Aires, Editorial Panamericana.

2.2 La estructura de la piel

Las dos capas principales de la piel son la epidermis y la dermis. En la parte de abajo una capa subyacente de tejido graso separa la piel del conjunto de la musculatura corporal. (Figura 9) (11)

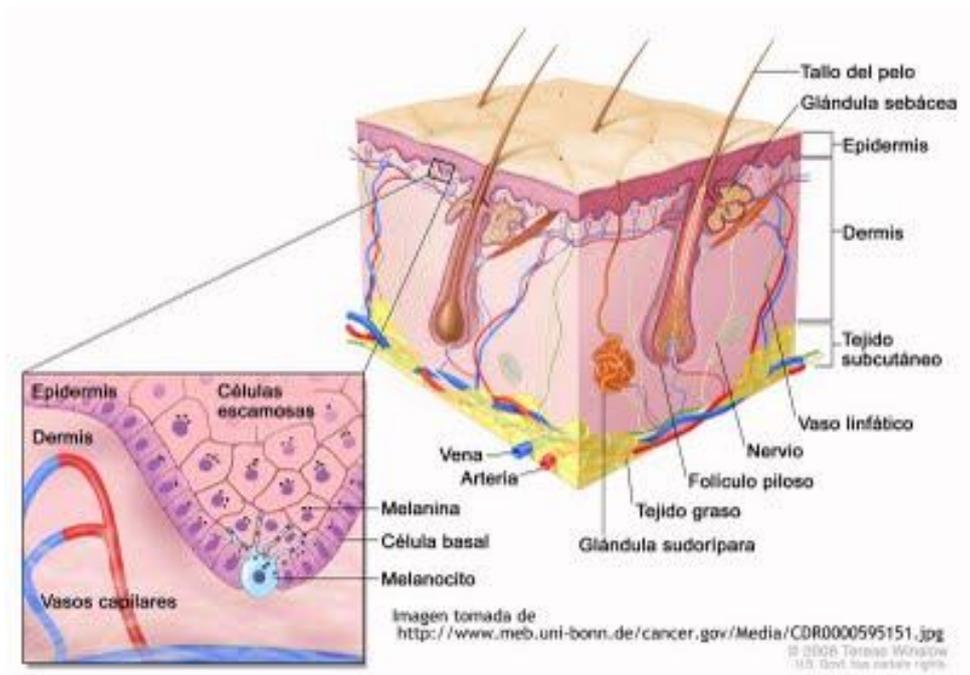


Figura 9. Representación esquemática de un corte vertical de la piel
<http://www.med.uni-bonn.de/cancer.gov/Media/CDRD0000595151.jpg>

2.3 La epidermis

La epidermis es un epitelio estratificado y se compone normalmente de cuatro capas, que son:

- Estrato basal.
- Estrato espinoso.
- Estrato granular.
- Estrato córneo.

Cada estrato se compone de una a varias células de grosor en función de la localización anatómica. Los queratinocitos son las principales células de la epidermis (~85%), el resto son células dentríticas epidermales residentes: células de Langerhans (~5-8%), melanocitos (~5%) y células de Merkel (~3-5%). Otras células como linfocitos, eosinófilos y neutrófilos pueden encontrarse en la epidermis pero no son células residentes. El origen y la función de las células de la piel, ver Tabla 2. (14)

Una epidermis normal es una fracción de solamente un milímetro de grosor. Las capas no están claramente definidas. La capa externa, la *capa córnea*, es

la epidermis en estadio terminal, que desempeña la función de barrera. Las capas interiores representan estadios intermedios en el desarrollo de nuevas células el estrato córneo, según un proceso de migración desde la capa basal, donde son producidas, hasta ocupar su lugar como componentes de la capa córnea. (14)

2.3.1 Estrato basal

Esta capa también es conocida como capa germinativa. Es la capa más profunda de la epidermis, que se asienta sobre la dermis subyacente. Esta capa se acopla y engrana sobre pliegues en forma de dedos. La epidermis no tiene un aporte directo de sangre, sino que es irrigada por los grupos de vasos sanguíneos de la parte superior de la dermis. Estas agrupaciones de capilares constituyen las papilas dérmicas, se encuentran también en la base de los folículos pilosos, encargadas de garantizar el suministro de sangre para el crecimiento del pelo. (14)

En la piel el ciclo de crecimiento y división dura de 5 a 12 días. La rapidez de este proceso está supeditada a la velocidad de la pérdida de escamas de la capa córnea, de manera que el grosor de la capa córnea permanece constante. (14)

2.3.2 Estrato espinoso

Está compuesto por células epidérmicas de reciente formación. Estas células se denominan queratinocitos. Mientras los queratinocitos están en esta capa, se encuentran unidos intercelularmente confieren a su superficie un aspecto espinoso. A los puentes intercelulares o uniones de cohesión se les denomina desmosomas. Si se tiene en cuenta que la epidermis no tiene un aporte directo de sangre, los desmosomas estarían para facilitar la transferencia rápida de material entre células. (14)

2.3.3 Estrato granular

Esta capa se denomina así precisamente por su apariencia granulosa, esto se debe a que la proteína queratina se va configurando en forma de gránulos. Posteriormente cada célula se llenará prácticamente con queratina. Su núcleo y otros componentes celulares desaparecerán. La célula se irá aplanando hasta transformarse en una lámina de queratina, y ocupará su lugar en la nueva capa interna del estrato córneo en forma de escama madura. (15)

2.3.4 Estrato córneo

Las células de la capa córnea son más que varias capas de láminas aplanadas de una proteína llamada queratina. Cada placa (escama) es un disco de un diámetro aproximado de 0,03 mm y una milésima de milímetro de espesor. La adhesión entre las escamas aumenta por la deposición entre ellas de una sustancia cementante constituida por glicoproteínas y glicolípidos. (15)

Las moléculas de queratina en las escamas del estrato córneo se disponen paralelamente a la superficie de la piel y también en paralelo unas con otras, generando una estructura compacta y relativamente impermeable. Existen dos clases de uniones cruzadas, los puentes disulfuro, que son estables y duraderos; y las uniones salinas que se forman solamente cuando la piel está fría y su pH es ligeramente ácido (a pH 4,5-6). La acidez de la piel se conserva mediante el sebo. (11). Esta capa está constituida por una mezcla grasa que las glándulas sebáceas excretan a la superficie de la piel. El sebo previene la pérdida de agua manteniendo la capa córnea suave y flexible. Si el sebo se pierde, el agua puede escapar. (15) Si la piel se vuelve alcalina, entonces las uniones salinas se ionizan y, consecuentemente, se rompen. Este proceso, a su vez, facilita el desplazamiento de las moléculas de queratina, el hinchamiento del estrato y la pérdida de su efectividad. (11)

2.3.5 Células residentes y transitorias

La función protectora de la piel se ve aumentada por las células residentes y transitorias que se encuentran en la epidermis:

Las células de Langerhans son células presentadoras de antígeno que son capaces de fagocitar y presentar antígenos procesados a linfocitos T, que pueden iniciar una respuesta inmune primaria, y también a las células T de memoria. Al realizar esta tarea, las células de Langerhans protegen al individuo de infecciones superficiales. Se piensa también que juegan un papel en la prevención del cáncer por su respuesta a los antígenos tumorales. (15)

Melanocitos: son células dendríticas productoras de melanina que se encuentran principalmente en la capa basal. La forma más común de melanina es la eumelanina, un polímero negro-marrón de ácidos carboxílicos de dihidroxindol y sus formas reducidas. La melanina absorbe la luz ultravioleta pero también sirve como destructora de radicales libres. (15)

Células de Merkel: se localizan en la capa basal o justo debajo de ella, poseen unas microvellosidades que tienen propiedades mecanorreceptoras, haciendo que la célula libere neurotransmisores que interactúan con terminales nerviosas cercanos. (14)

2.3.6 La unión dermoepitelial

La unión dermoepitelial es la interfase entre la epidermis y la dermis. Está compuesta de la membrana plasmática, célula basal y la membrana basal. Esta última se divide en: lámina lúcida, lámina densa y sublámina densa. (15)

Los queratinocitos basales están firmemente adheridos a los filamentos proteicos de anclaje que se encuentran en la lámina lúcida, principalmente por los hemidesmosomas. Esta unión célula-sustrato está compuesta por proteínas de placas y proteínas transmembranales. Hay adhesiones focales que se localizan a lo largo del estrato basal de queratinocitos cultivados y se les atribuye la mediación de las adhesiones durante la migración celular. (15)

La lámina densa se compone de colágeno IV, lámina, hidrógeno formando una red robusta que se restringe el paso de moléculas de la dermis a la epidermis y viceversa, pero permite el paso de las células inmunes en ambos sentidos. (10)

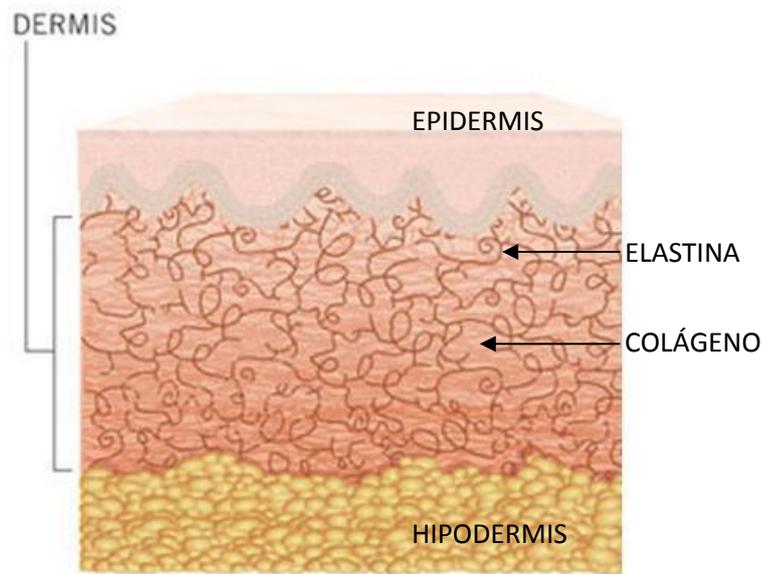


Figura 10. Estructura de la Dermis
www.elmercaderdelasalud.com

2.4 La Dermis

La dermis es el mayor componente estructural de la piel (Figura 10). Proporciona una matriz para las estructuras de soporte y las secreciones que mantienen e interaccionan con la epidermis. Éstas incluyen el tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y linfáticos, nervios y receptores, y componentes celulares. Es una estructura termorreguladora y sensorial importante, que contribuye significativamente al almacenamiento del agua en el cuerpo. (15)

2.4.1 Tejido conjuntivo

El tejido conjuntivo dérmico consiste principalmente en fibras de colágeno y elásticas, organizadas en un patrón coherente, principalmente haces de colágeno rodeadas de fibras elásticas. Los componentes no fibrosos consisten en proteoglicanos, una sustancia de base y determinadas glicoproteínas. La dermis superficial se compone de fibras delgadas de colágeno irregularmente distribuidas, y una red de finas fibras de elastina. En la dermis más profunda el colágeno es grueso y denso y las fibras tienden a ir en paralelo a la superficie cutánea; las fibras de elastina también son gruesas pero menos numerosas. (14)

2.4.2 Colágeno

El colágeno es la mayor proteína extra celular de la dermis, y forma alrededor del 80% de la matriz extracelular. Estas fibras proporcionan fuerza y elasticidad, pero también están involucradas en la migración celular, la adhesión y la quimiotaxis. Las fibras son muy resistentes a las proteasas pero son degradadas por las colagenasas que secretan principalmente los fibroblastos. Las colagenasas son metaloendoproteasas neutras que requieren calcio como activador y zinc como ión metálico intrínseco; son las únicas capaces de romper el colágeno en triple hélice. (14)

La renovación del colágeno en la dermis es lenta y se controla por componentes celulares dérmicos, en concreto fibroblastos pero también células inflamatorias (macrófagos, neutrófilos, eosinófilos y queratinocitos) que son capaces de responder en situaciones particulares como daño cutáneo o heridas. La hidroxiprolina, un aminoácido que es un componente abundante y vital de las fibras de colágeno, es liberada durante la degradación del colágeno. (14)

2.4.3 Fibras elásticas

Las fibras elásticas forman una red en toda la dermis y también se encuentran en la vaina de los folículos pilosos y en las paredes de los vasos sanguíneos y linfáticos. Están compuestas por dos componentes: elastina y microfibrillas proteicas. La elastina es un material amorfo que forma la médula de las fibras elásticas totalmente maduras y que está rodeada por microfibrillas. El material microfibrilar sin elastina se llama oxitalano. Cuando están presentes pequeños cúmulos de elastina, se denominan elaunina. (14)

La elastina es un polipéptido unido covalentemente con una composición característica de aminoácidos (rica en valina y alanina, baja en cistina, histidina y metionina ausentes). Al igual que el colágeno, posee más glicina y también contiene hidroxiprolina. La sintetizan los fibroblastos y las células de la musculatura lisa. Su metabolismo es lento pero continuo. La degradación se hace por una amplia variedad de elastas incluyendo algunas metaloenzimas

dependientes del calcio. Las microfibrillas se componen de fibras de colágeno y fibrillas. (14)

2.4.4 Glicosaminoglicanos y proteoglicanos

Estas sustancias son secretadas por los fibroblastos. Originalmente llamados uopolisacáridos (polisacáridos viscosos), el término fue introducido después (glicano=polisacáridos; glicosamino que contiene hexosaminas). No obstante, los polisacáridos están normalmente ligados a proteínas y son entonces, llamados proteoglicanos. (14)

Los glicosaminoglicanos y los proteoglicanos forman parte de la matriz extracelular, un gel viscoso que rodea y sostiene los demás componentes de la dermis. La sustancia de sostén se compone principalmente de ácido hialurónico y dermatán sulfato con heparina, sulfato de condroitina. Se ha demostrado que la vida media del ácido hialurónico dérmico y sulfato de condroitina es de 2-5 días y 7-14 días, respectivamente. (14)

La sustancia de sostén está implicada en el balance hídrico y de sales y puede ligar más de 100 veces su peso en agua. También tiene un papel importante en promover el crecimiento, diferenciación y migración celular. (14)

2.4.5 Irrigación sanguínea y drenaje linfático

La piel tiene una irrigación sanguínea bien desarrollada para mantener su papel en la termorregulación y en su hemodinamia; el flujo sanguíneo a través de la piel es mayor que el simplemente necesario para el suministro de oxígeno y metabolitos. Las arterias cutáneas ascienden de la región subcutánea y se ramifican para formar tres redes. Éstas se localizan:

- En la base de la dermis, irrigando la papila del pelo y glándulas sudoríparas.
- A nivel del istmo folicular, irrigando las glándulas sebáceas, el músculo piloerector y la mitad del folículo piloso.

- Justo debajo de la epidermis (plexo superficial), dando lugar a la red capilar superficial e irrigando la dermis que es avascular.

Las venas que drenan la piel discurren paralelamente a las arterias. Las anastomosis arteriovenosas, que permiten el paso de la sangre por los capilares y que están concentradas en la parte más profunda de la dermis y son más comunes en las extremidades. Su forma varía de un complejo globoso a una simple estructura tubular. El flujo cardíaco de los capilares es controlado por pericitos contráctiles y fusiformes que están alineados paralelamente a ellos. (14)

2.4.6 Drenaje linfático

Los vasos linfáticos proveen de drenaje para el fluido tisular de la dermis. Este fluido se recoge en las redes capilares linfáticas en las capas más superficiales de la dermis, asociados a componentes de la unidad del folículo piloso. Los vasos linfáticos también proporcionan un canal para que el tránsito celular pueda fluir por los linfonodos. (14)

Difieren de los vasos sanguíneos en que pueden aumentar o disminuir, con células endoteliales gruesas y delgadas y sin componentes contráctiles. (14)

2.4.7 Nervios

El patrón general de la distribución nerviosa es similar al de los vasos sanguíneos que discurren generalmente los unos al lado de los otros. Un plexo de nervios se encuentra debajo de la epidermis, y terminaciones de nervios libres penetran también en la epidermis en sí. Redes nerviosas están también asociadas al folículo piloso, a las glándulas sudoríparas y sebáceas y al músculo piloerector. Terminaciones nerviosas encapsuladas se encuentran también en los mecanorreceptores como los corpúsculos de Pacini que se encuentran en la dermis profunda. (14)

2.5 Componentes celulares

Una amplia variedad de células se encuentran en la dermis normal, además de las de los tejidos glandulares, musculares, nerviosos y vasculares. Estas células son capaces de realizar una amplia variedad de funciones y son capaces de interactuar con la matriz dérmica y con otros componentes de la epidermis y de la dermis, bien por contacto directo, bien mediante mediadores solubles. Ver tabla 2. (15)

2.5.1 Fibroblatos

Son células mesenquimatosas responsables de la síntesis y la degradación del tejido conjuntivo fibroso y no fibroso de la matriz proteica. Son bastante activas y son capaces de sintetizar múltiples componentes de la matriz proteica simultáneamente. La adhesión de los fibroblastos a la matriz fibrosa es mediada por la fibronectina en la superficie celular; el colágeno y la fibronectina tienen sitios de unión complementarios. Los fibroblastos producen colagenasas que degradan el colágeno. Migran a lo largo de los agregados de fibras. Los fibroblastos también son capaces de segregar varias citoquinas y de influenciar la actividad proliferativa de la epidermis. (15)

2.5.2 Mastocitos

Los mastocitos se encuentran en toda la dermis, particularmente asociados con el plexo vascular superficial y los anexos de la epidermis. Contienen abundantes gránulos secretores y citoplásmicos lisosomales basófilos. En la superficie de estas células hay microvellosidades y un revestimiento de fibronectina que participa en la adhesión a la matriz de tejido conjuntivo. Los mastocitos cutáneos pertenecen al grupo de células mastocíticas del tejido conjuntivo. (15)

Los mastocitos son importantes mediadores de las reacciones de hipersensibilidad inmediatas. (15)

2.5.3 Células dentríticas

Incluyen melanocitos y células dentríticas presentadoras de antígeno que están frecuentemente presentes en el espacio perivascular de los vasos cutáneos superficiales dérmicos. (14)

Tabla 2. Origen y función de las células que se encuentran en la dermis y en la epidermis.

Estructura de la piel	Tipo celular	Origen	Función
Epidermis	Queratinocitos	Ectodermo	Barrera estructural
	Células de Langerhans	Células progenitoras hematopoiéticas	Respuesta inmune mediante la producción de citoquinas y fagocitosis. Vigilancia Inmunitaria.
	Melanocitos	Cresta neural	Producción de pigmento que protege de los rayos UV, proporcionan camuflaje y proporcionan diferenciación sexual en algunas especies.
Dermis	Células de Merkel	Células epidermales primitivas	Mecanorreceptores de adaptación lenta.
	Fibroblastos	Mesénquima	Síntesis de los componentes de la matriz extracelular
	Dendrocitos Dérmicos	Derivados de la médula ósea	Reparación de las heridas Producción de enzimas de degradación Presentación de antígenos
	Linfocitos T	Derivados de la médula ósea	Homeostasia Reparación de heridas
	Mastocitos	Derivados de la médula ósea	Promueven la respuesta inmune humoral y celular
	Células endoteliales microvasculares	Células progenitoras hematopoyéticas	Implicados en la respuesta inmune temprana por la liberación de gránulos preformados e iniciación del proceso de inflamación Implicadas en la respuesta inmune a través de la adhesión de las células efectoras como neutrófilos, eosinófilos, basófilos monocitos.

Freedberg, Irwing, et al., 2009, Dermatología en Medicina General, Buenos Aires, Editorial Panamericana.

2.6 Glándulas de la piel

La piel tiene tres tipos de glándulas – las glándulas sebáceas y dos tipos de glándulas sudoríparas denominadas glándulas ecrinas y apocrinas. (15)

2.6.1 Las glándulas sudoríparas ecrinas

Se abastecen con agua de la sangre consiste en un tubo enrollado, bordeado de células, que transportan el agua a través de sus membranas celulares hacia el interior del mismo. El agua se secreta en la superficie de la piel donde se evapora por la acción del calor corporal. El sudor ecrino está compuesto en un 99,5 % de agua, más un 0,5 % de sales minerales (ejemplo NaCl, K) y urea. (15)

2.6.2 Las glándulas sudoríparas apocrinas

Se encuentran en las axilas, la ingle y los alrededores de la boca y los pezones, sus conductos se abren en los folículos pilosos ubicados en las áreas ya mencionadas. La liberación del sudor apocrino no está controlada por la temperatura corporal, sino por la actividad hormonal del cuerpo. Éste tipo de sudor es propenso a la degradación bacteriana, como resultado de lo cual produce señales químicas. (15)

2.6.3 Las glándulas sebáceas

Su función es secretar sebo, que es una mezcla cerosa y oleosa que se extiende a lo largo del pelo confiriéndole su brillo característico, y que se extiende sobre la capa córnea de la epidermis, actuando como emoliente para mantener la sensación de suavidad. El sebo impermeabiliza la piel, ayudándola, de este modo, a retener su humedad. (15)

El sebo es una mezcla de ácidos grasos, alcoholes grasos y ésteres o ceras, más ácido láctico y lactatos, que son los responsables de mantener ácido el pH de la piel 5.4 a 5.9. En estas condiciones ácidas la queratina de la capa córnea se encuentra en su conformación más compacta y efectiva para actuar como barrera. También en estas condiciones de acidez las bacterias se encuentran en su estado menos activo, y por tanto, menos propenso a causar daño. (15)

2.6.4 Los folículos pilosos

Se encuentran en todo el cuerpo, excepto las plantas y palmas. Los folículos, a pesar de estar vacíos son frecuentes en la frente y nariz, contienen glándulas sebáceas muy activas que convierten a estas zonas en un panel central graso facial. (15)

2.7 pH y flora de la piel

La piel mantiene características fisicoquímicas como estructura, hidratación, temperatura, pH y gradientes de oxígeno y dióxido de carbono. Cambios en cualquiera de estos factores afectan la fisiología general de la piel. La naturaleza ácida de la piel fue descubierta en 1892 por Heuss y más tarde fue validada por Schade y Marchonini en 1928, quien subrayó la acidez como su función protectora y lo llamó el “manto ácido”. La literatura indica que el pH superficial es en gran parte ácido entre 5.4 y 5.9. (15)

El pH de la superficie de la piel tiene un importante rol en la fisiología y directamente e indirectamente, influye otros de factores como la como la composición de los lípidos e hidratación del extracto córneo, la función de barrera y en la microbiota de la piel. La acidez de la superficie de la piel también provee un pH óptimo para las enzimas, por ejemplo las fosfolipasas, para trabajar en lípidos extracelulares. Además, un pH ácido de la piel puede acelerar el proceso de recuperación de la piel cuando haya sido dañada, por ejemplo con acetona. (15)

Se ha reportado que en diferentes sitios de la piel existe una variación mínima de pH, por ejemplo en la axila, antebrazos, barbilla; en la Tabla 3 se indica los valores de pH de la piel en diferentes partes del cuerpo humano, reportados. La acidez es baja (pH5.3) en la tarde y aumenta (pH 4.9) durante la noche. Las investigaciones de las diferencias estacionales de pH en piel es limitada, pero durante el verano el pH en la superficie es común que descienda 0.5 unidades debajo de los valores de pH durante el resto del año. (15)

Tabla 3. Valores de pH en varias partes del cuerpo.

pH superficie de la piel	Ubicación
4.0 a 5.5	Frente
4.0 a 5.5	Mejillas
4.1 a 4.4	Antebrazo
5.5 a 5.9	Parte posterior de la muñeca
5.4 a 5.9	Brazo

Freedberg, Irwing, et al., 2009, Dermatología en Medicina General, Buenos Aires, Editorial Panamericana.

El pH ácido es el resultado de la fisiología del cuerpo humano, que a su vez regula la flora endógena de la piel. La piel proporciona un hábitat para la microbiota residente, que en condiciones normales, protege la piel de organismos patógenos. Poco después del nacimiento, las bacterias comienzan a colonizar la piel y otras partes del cuerpo, ver Tabla 4. A pesar de grandes variaciones en las condiciones ambientales. La piel es capaz de mantener un ecosistema microbiano estable. La temperatura de la piel tiende a ser más fría que la temperatura normal del cuerpo, ligeramente ácida y seca, mientras que la mayoría de las bacterias prefiere un pH neutro; 37° C de temperatura y húmedas para un crecimiento óptimo. Por lo tanto, el microambiente creado por la piel, dicta el espectro y la densidad de población microbiana. Algunas de las bacterias residentes desempeñan un papel activo para mantener el pH ácido de la piel y prevenir la colonización por bacterias patógenas. (15)

La piel es el órgano más largo (aproximadamente 2m² de superficie de piel en un humano promedio) y un intrincado hábitat para un complejo ecosistema microbiano compuesto por la microflora residente y transitoria principalmente bacterias, a un menor grado hongos y posiblemente agentes virales. La relación de la bacteria con la piel puede ser comensales, simbiótica o parasitaria en relación con el estado físico general y el sistema inmune del huésped. La colonización persistente es el resultado de la alteración del estatus del sistema inmune del hospedero, resultando en un impacto significativo en el equilibrio de la relación de las bacterias con la piel. (15)

Tabla 4. Microflora normal en diferentes áreas de la piel.

Bacteria	Área
<i>S. epidermidis</i>	Parte superior del tronco
<i>S. hominis</i>	Parte posterior y los lados exteriores de los brazos
<i>S. capitis</i>	Cabeza
<i>S. saccharolyticus</i>	Frente / Antecubital
<i>S. saprophyticus</i>	Perineo
<i>M. crococcus luteus</i>	Antebrazo
<i>Corynebacterium xerosis</i>	Axila, conjuntiva
<i>C. minutissimum</i>	Intertriginosa (ej, axila)
<i>C. jeikeium</i>	Intertriginosa (ej, axila)
<i>P. acnes</i>	Glándula sebácea, frente
<i>P. granulosum</i>	Glándula sebácea, frente, axila
<i>P. avidum</i>	Axila
<i>Brevibacterium spp.</i>	Axila, entre los dedos del pie
<i>Dermabacter ssp.</i>	Antebrazo
<i>Acinetobacter ssp.</i>	Áreas secas
<i>Pityrosporum ssp.</i>	Parte superior del folículo de la glándula sebácea

Freedberg, Irving, et al., 2009, Dermatología en Medicina General, Buenos Aires, Editorial Panamericana.

El manto ácido, nivel de humedad y minerales, el uso de limpiadores de la piel y cosméticos influyen en el crecimiento y mantenimiento de la flora residente; y el estado de la flora residente influyen en la adquisición de bacterias transitorias. Este manto ácido, una fina película con un pH ligeramente ácido en la superficie de la piel, proporciona una barrera protectora para la piel. La dinámica de la población microbiana en varias partes de la piel depende de la localización anatómica, la cantidad de producción de sebo y sudor, pH local, humedad, temperatura, exposición a la luz, etc. (15)

Factores como la edad, estado inmune, estado hormonal y otros hábitos del hospedero influyen en la composición y la densidad de la flora de la piel. El desarrollo de la flora bacteriana en la piel desde el nacimiento hasta la edad adulta no ha sido estudiado sistemáticamente. Durante la etapa prenatal, la piel permanece estéril, pero después del nacimiento se coloniza por bacterias. La piel permite la colonización y el crecimiento de las bacterias, que protegen al hospedero de bacterias patógenas, tanto directa como indirectamente. Estas bacterias pueden actuar mediante la producción de metabolitos tóxicos, induciendo una reducción-oxidación, agotan los nutrientes esenciales,

previenen el acceso de bacterias comprometedoras, inhibiendo la translocación, degradando las toxinas, etc. (15)

El estado microbiano en la piel puede ser temporal o transitorio, a corto o largo plazo. El establecimiento de un estado residente depende de la capacidad de las bacterias a adherirse al epitelio de la piel, crecen en un ambiente relativamente seco y ácido, y establecen una relación que es mutualista en lugar de ser un comensal. (15)

2.8 El color de la piel

El componente principal del color de la piel es la amplia gama de marrones que aporta la melanina, ver Figura 11. (15)

La melanina es producida por los melanocitos que se encuentran salpicados entre las células germinativas. Estas células poseen terminaciones llamadas pseudopodia, a través de las cuales inyectan gránulos de melanina en las células epidérmicas recién producidas. (15)

En las razas oscuras los melanocitos están activos continuamente produciendo gránulos de melanina intensamente coloreados, el color se extiende a todas las capas de la epidermis. (15)

En las razas blancas los melanocitos pueden producir gránulos incoloros o parcialmente coloreados, que solamente se colorean totalmente cuando son expuestos a las radiaciones ultravioletas, la coloración se limita mayoritariamente al estrato córneo. (15)



Figura 11. Color de la piel

<http://aici.mx/cuantas-tonalidades-tiene-la-piel-humana/>

2.9 Suciedad de la piel

La piel se ensucia al estar expuesta al medio ambiente. Las principales partículas sólidas se van quedando adheridas en la capa grasa de sebo. Las principales son:

- Las escamas cutáneas que se van desprendiendo, pero que aún no se han caído.
- El polvo constituido por pequeñas partículas de arcilla procedentes del aire, o que se han levantado por roces cutáneos.
- Pequeñas partículas de carbón procedentes del humo del tabaco.
- Sal y urea que la evaporación del sudor han dejado sobre la piel.
- Bacterias, algunas de las cuales son ocupantes habituales de la piel.
- Pigmentos del maquillaje que han quedado adheridos por las grasas, ceras y aceites de la base del maquillaje.

Para remover la mayoría de la suciedad es necesaria una limpieza facial y corporal. La limpieza facial y corporal es un procedimiento que permite retirar tanto del rostro como del cuerpo residuos de maquillaje, células muertas, impurezas ambientales, exceso de grasa, así como desechos propios del organismo. (15)

Adicional a estos beneficios el procedimiento completo de limpieza facial que consiste tanto en la limpieza como tal, así como la exfoliación, extracción y mascarilla; en su conjunto ayuda a combatir el acné, regenerar la piel y eliminar algunas cicatrices. (12)

Capítulo 3 Emulsión

3.1 Tensión superficial

La tensión superficial es el resultado de las fuerzas de atracción y cohesión, que mantienen unidas las moléculas de un líquido. Estas fuerzas están presentes en todo el líquido. La tensión superficial hace que el área superficial de las gotas sean lo más pequeña posible, y una esfera es la forma que presenta el área superficial más pequeña para un volumen dado. (16)

Una molécula en el seno del líquido es atraída de la misma forma en todas las direcciones por moléculas de la misma especie, por lo que no hay una fuerza neta en una dirección determinada. Es libre de moverse en cualquier dirección a través del líquido. Ahora bien, si una molécula se encuentra en la interfase aire-líquido, las fuerzas de atracción no son iguales en todas las direcciones. En este caso, la molécula se verá atraída por las moléculas de al lado y las que están debajo de ella, y nada más ya no hay moléculas encima de ella. (Figura 12). (16)

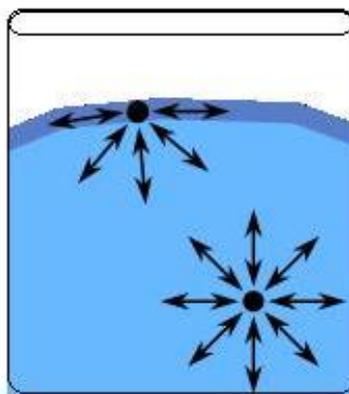


Figura 12. Tensión superficial
www.apuntescientificos.org

3.2 Definición de Emulsión

- Una emulsión es un sistema heterogéneo, que está formado por lo menos de un líquido inmiscible íntimamente disperso en otro en forma de gotas, cuyos diámetros, en general, exceden de $0,1\mu\text{m}$. Tal sistema posee una estabilidad mínima, que puede ser mejorada por aditivos tales como productos tensoactivos o sólidos finamente divididos, etc. La fase que está presente en forma de gotas finamente divididas se conoce como fase dispersa o interna, la fase que forma la matriz en que se suspenden las gotas se llama fase discontinua o externa. (18)
- Una emulsión es un sistema disperso que contiene por lo menos dos fases líquidas no miscibles. La mayoría de las emulsiones convencionales de uso farmacéutico tienen partículas dispersas de diámetro variable entre $0,1$ a $100\mu\text{m}$. Como sucede con las suspensiones, las emulsiones son sistemas termodinámicamente inestables como resultado del exceso de energía asociada a la superficie de las gotas. Para minimizar este efecto se añade un tercer componente al sistema; un emulsionante, para mejorar su estabilidad. La elección de éste último es crítica para la preparación de una emulsión que posea una estabilidad óptima. (17)
- Emulsiones son dispersiones en las cuales la fase dispersa (fase interna) está compuesta por pequeñas gotas de un líquido distribuido a lo largo de un vehículo líquido (fase externa o fase continua) en la cual es inmiscible. Emulsiones que tienen una fase interna oleosa y una fase externa acuosa son llamadas emulsiones aceite en agua (O/W), mientras las emulsiones agua en aceite (W/O) tienen una fase acuosa interna y una fase externa oleosa. Las emulsiones O/W pueden ser diluidas con agua. Para preparar una emulsión estable es requerido un agente emulsionante y energía. (Figura 13). (19).

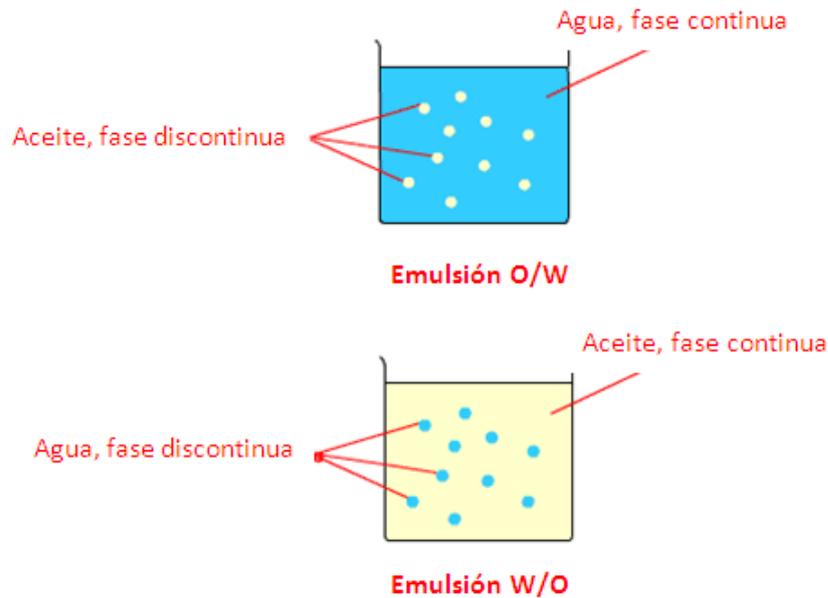


Figura 13. Fases de Emulsión O/W y W/O
www.ifisica.uaslp.mx

- Una emulsión es un sistema termodinámicamente inestable; el cual consiste de al menos de dos fases líquidas inmiscibles, una de las cuales se dispersa en forma de gotas en otra. El sistema es estabilizado por la presencia de un agente emulsionante. Ya sea la fase dispersa o la fase continua puede variar en consistencia desde un líquido móvil a un semisólido, por ejemplo una loción y crema respectivamente. El diámetro de partícula de la fase dispersa generalmente se extiende desde aproximadamente 0,1 a 10 μm . (20)

3.3 Tipos de Emulsiones

Una emulsión debe contener por lo menos tres tipos de componentes: la fase dispersa, el medio de dispersión y el agente emulsionante. Una emulsión en la cual el aceite está disperso en gotas en la fase acuosa se denomina emulsión de aceite en agua, O/W. Cuando el agua es la fase dispersa y el aceite es el medio de disperso, la emulsión es del tipo agua en aceite, W/O. (21)

- Las emulsiones múltiples son sistemas trifásicos o emulsiones de emulsiones. Esto significa hay una emulsión primaria dispersa en una fase externa, por ejemplo, una emulsión agua en aceite en agua

(W/O/W), es un sistema en el cual las gotas de agua están dispersas en gotas de aceite, y las gotas de aceite a su vez están dispersas en una fase acuosa. Una disposición en paralelo existen emulsiones tipo aceite en agua en aceite (O/W/O) en la que se dispersa una fase oleosa interna en forma de gotas acuosa, que se encuentran dispersas en una fase oleosa externa. (Figura 14) (21)

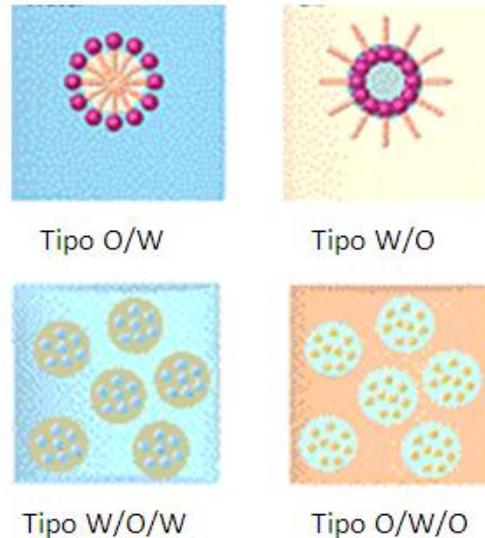


Figura 14. Tipos de emulsiones
www.ifisica.uaslp.mx

En la industria farmacéutica o cosmética, este tipo de emulsiones múltiples se han desarrollado con el objeto de retardar la liberación de un ingrediente activo. (21)

- Las microemulsiones son dispersiones termodinámicamente estables de una fase acuosa, oleosa, surfactante y co-surfactante. La fase acuosa puede contener sales y/u otro ingrediente y la fase oleosa puede ser una mezcla compleja de diferentes hidrocarburos y olefinas. Tiene un aspecto transparente y el tamaño de la gota de la fase dispersa es menor a $0.1\mu\text{m}$. (21)
- Las nanoemulsiones son emulsiones muy finas de O/W o W/O, con diámetro promedio en las gotas de 50 a 200 nm, lo que hace que su apariencia sea traslúcida. (21)

Debido a su tamaño, los glóbulos tienen excelentes propiedades de penetración y asegurar una entrega rápida de altas concentraciones de ingredientes activos. (21)

3.4 Tipos de Emulsionante

Un emulsionante es una sustancia que estabiliza una emulsión, aumentando su estabilidad. Son compuestos que disminuyen la tensión interfacial y forman una película en la interfase. El tipo de emulsión que resulta en un sistema dado depende ampliamente de la elección del agente emulsionante. (16)

Algunas propiedades deseables de un agente emulsionante son: ser adsorbidos rápidamente, formar una película condensada, impartir a las gotas un potencial eléctrico adecuado para asegurar la repulsión mutua, aumentar la viscosidad de la emulsión, ser efectivos a una concentración razonablemente baja. Sus propiedades dependen en parte de las propiedades de las dos fases en el sistema particular en consideración y no necesariamente reducir la tensión superficial por debajo de 10 dinas/cm. El proceso de coalescencia puede ser reducido a niveles insignificantes por el agente emulsionante. (16)

La presencia de carga (potencial eléctrico) bien definida sobre la superficie de los glóbulos es importante para promover la estabilidad causando repulsión entre los glóbulos que se aproximan. Es probable que este potencial pueda aumentar cuando se emplea un agente emulsionante iónico. (16)

Los agentes emulsionantes pueden clasificarse de acuerdo con el tipo de película que forman en la interfase. (16)

Los emulsionantes se pueden clasificar en base a su estructura química, composición o de acuerdo con el tipo de película que forman en la interfase. (16).

Por el tipo de película que forman:

Películas monomoleculares: Aquellos agentes tensoactivos que son capaces de estabilizar una emulsión lo hacen formando una monocapa de moléculas o iones adsorbidos en la interfase O/W. La presencia de un exceso de interfase requiere una reducción de tensión superficial. Esto da como resultado una emulsión más estable debido a la reducción proporcional de la energía libre superficial. Lo más importante es que los glóbulos están rodeados por una

monocapa coherente que impide la coalescencia entre gotas que se aproximan. Si el emulsionante que forma la monocapa está ionizado, la presencia de gotas fuertemente cargadas, aumentan la estabilidad del sistema. Con agentes tensoactivos no iónicos, las partículas también pueden poseer una carga; ésta se origina en la adsorción de un ión o iones específicos desde la solución. (16)

Películas multimoleculares: Los coloides liófilos hidratados forman películas multimoleculares alrededor de las gotas del aceite disperso. Si bien estos coloides hidrófilos se adsorben en una interfase (y por lo tanto pueden considerarse “tensoactivos”), no reducen en grado apreciable la tensión superficial. Más bien, su eficiencia depende de su capacidad para formar películas multimoleculares fuertes y coherentes. Éstas actúan como una cubierta alrededor de cada glóbulo y las hacen resistentes a la coalescencia. (16)

Películas de partículas sólidas: Las partículas sólidas pequeñas que son mojadas en cierto grado tanto por la fase líquida acuosa como por la no acuosa actúan como agentes emulsionantes. Si las partículas son demasiado hidrófilas, quedan en la fase acuosa; si son demasiado hidrófobas, se dispersan por completo en la fase oleosa. Un segundo requisito es que las partículas sean pequeñas en relación con las gotas de la fase dispersa. (16)

Por su estructura química:

Los agentes emulsionantes también pueden clasificarse de acuerdo a su estructura química en: sólidos sintéticos, naturales y finamente dispersados. (Tabla 5). Un cuarto grupo, los materiales auxiliares, son emulsionantes débiles. (Tabla 6). (17)

Agentes Emulsionantes Sintéticos: Este grupo de agentes que actúan como emulsionantes pueden subdividirse en aniónicos, catiónicos y no iónicos, según la carga del tensoactivo. (17)

Aniónicos: En este subgrupo, el ion posee una carga negativa. Las sales de potasio, sodio y amonio de los ácidos láurico y oleico son solubles en

agua y son buenos agentes emulsionantes O/W. Sin embargo, tienen sabor desagradable y son irritantes para el tracto gastrointestinal; esto limita a emulsiones preparadas para uso externo. (17)

Las soluciones de jabones alcalinos tienen un pH alto; comienzan a precipitar por debajo de pH 10 porque el ácido graso no ionizado, ya se ha formado y es poco soluble en agua. Además, el ácido graso libre es ineficaz como emulsionante y de esta forma las emulsiones formadas a partir de jabones alcalinos no son estables a valores de pH inferiores a 10. (17)

Las sales de calcio, magnesio y aluminio de ácidos grasos, son insolubles en agua y forman emulsiones W/O. (17)

Otra clase de jabones son aquellas que se forman a partir de un ácido graso y de una base como la sosa (NaOH), además del jabón se obtiene glicerina. Mientras que estos emulsionantes O/W también están limitados a preparaciones externas, estos agentes son menos irritantes que los jabones alcalinos. (17)

Los alcoholes sulfatados son ésteres neutralizados del ácido sulfúrico de alcoholes grasos como los alcoholes láurico y cetílico. Estos compuestos son un grupo importante de tensoactivos. Se usan como agentes humectantes, aunque tienen algún valor como emulsificantes, en particular si se usan junto con algún agente auxiliar. (17)

Los sulfonatos son una clase de compuestos en los cuales el átomo de azufre está unido en forma directa al átomo de carbono. Un compuesto utilizado con frecuencia es el lauril sulfato de sodio. Los sulfonatos tienen una mayor tolerancia a los iones calcio y no se hidrolizan con tanta facilidad como los sulfatos. Un tensoactivo de este tipo muy ampliamente usado es el dioctil sulfosuccinato de sodio. (17)

Catiónicos: La actividad superficial de este grupo reside en el catión cargado positivamente. Estos compuestos tienen propiedades bactericidas lo que los hace convenientes para los productos antiinfecciosos emulsionados como las lociones y cremas para la piel. El pH de una emulsión preparada con

un emulsionante catiónico se encuentra en el intervalo de pH de 4-6. Dado que este intervalo incluye el pH normal de la piel, los emulsionante catiónicos también son ventajosos en este sentido. (17)

Los agentes catiónicos son emulsionantes débiles y por lo general se formulan con un agente emulsionante estabilizador o auxiliar como el alcohol cetosteárico. El único grupo de agentes catiónicos extensamente usados como emulsionantes son los compuestos de amonio cuaternario. (17)

Los emulsionantes catiónicos no deben ser utilizados en la misma formulación con los aniónicos, porque pueden interactuar. Si bien la incompatibilidad puede no ser evidente de inmediato en forma de precipitado, en general se pierde virtualmente toda la actividad antibacteriana deseada. (17)

No iónicos: Estos agentes no disociados se usan ampliamente como emulsionantes cuando poseen un equilibrio apropiado entre grupos hidrófilos y lipófilos dentro de la molécula. Su popularidad se basa en qué, a diferencia de los tipos aniónico y catiónico, los emulsionantes no iónicos no son susceptibles a los cambios de pH ni a la presencia de electrólitos. El número de agentes no iónicos disponibles es muy numeroso; los más usados son los ésteres de gliceril, los ésteres y éteres de polioxietilenglicol, y ésteres de ácidos grasos de sorbitán y sus derivados de polioxietileno.(17)

Un éster de glicerilo, como el monoestearato de glicerilo, es demasiado lipófilo para ser un buen emulsionante; se le utiliza ampliamente como agente auxiliar (Tabla 6). (17)

Los ésteres del polioxietilenglicol, como el monoestearato también se usan mucho. Los bloques de copolímero de polioxietileno/polioxipropileno también se conocen como poloxámeros; son cadenas combinadas de oxietileno con oxipropileno donde la porción de oxietileno imparte hidrofiliidad y la porción de oxipropileno imparte lipofiliidad. Las moléculas se forman por segmentos de porciones hidrófilas combinadas con grandes segmentos de porciones hidrófobas, a cada porción se llama bloque. Esta organización produce dominios hidrófilos e hidrófobos que imparte el carácter emulsionante. La

naturaleza polimérica de estos tensoactivos protege las emulsiones de la coalescencia por la estabilización de la interfase. (17)

Los mejores resultados se obtienen con mezclas de emulsionantes no iónicos, producen emulsiones estables de textura fina. (17)

Agentes Emulsionantes Naturales: De los numerosos agentes emulsionantes derivados de fuentes naturales (es decir plantas y animales), se considerarán sólo la goma arábica, la gelatina, la lectina y el colesterol. Muchos otros materiales naturales son sólo lo suficientemente activos como para funcionar como agentes emulsionantes auxiliares o estabilizadores. (17)

La *goma arábica* es, un hidrato de carbono soluble en agua que forman emulsiones O/W. Las emulsiones preparadas con goma arábica son estables en un amplio rango de pH. Es necesario preservar las emulsiones de goma arábica contra el ataque microbiano, mediante un conservador adecuado. (17)

La *gelatina* es una proteína, que ha sido usada durante muchos años como agente emulsionante. Puede tener dos puntos isoeléctricos, según el método de preparación. La gelatina llamada tipo A, derivada de un precursor tratado con ácido, tiene un punto isoeléctrico entre pH 7 y 9; la tipo B, obtenida de un precursor tratado con álcali, tiene un punto isoeléctrico a un pH de aproximadamente 5. La gelatina A actúa mejor como emulsionante alrededor de un pH de 3, donde está cargada positivamente; la B se usa mejor a un pH de alrededor de 8, donde se encuentra cargada negativamente. Si la gelatina tiene carga positiva o negativa es fundamental para la estabilidad de la emulsión cuando están presentes otros agentes emulsionantes cargados; para evitar una incompatibilidad, todos los agentes emulsionantes deben ser de la misma carga eléctrica. Así, si las gomas (tragacanto, goma arábica y agar) tienen carga negativa, deben usarse con gelatina. El material tipo B se usará en pH alcalino. En estas condiciones la gelatina también tiene carga negativa. (17)

La lecitina es utilizada en cosméticos, productos farmacéuticos y comida como emulsionante, su componente principal es fosfatidilcolina, contiene una mezcla

compleja de fosfolípidos como la fosfatidilserina, fosfatidilcolina y ácido fosfatídico. Puede ser obtenido de fuente vegetal (soya) o animal (yema de huevo). Con estos aceites se pueden formar emulsiones O/W muy estables. Las lecitinas purificadas de soya o yema de huevo son los emulsionantes principales de emulsiones grasas. Es crítico que en estas emulsiones se mantenga un tamaño pequeño y uniforme de partículas, porque durante la fabricación de la emulsión, la homogenización produce pequeñas gotas rodeadas por una capa concéntrica de fosfolípidos. Puede formar una capa protectora que previene la coalescencia de las gotas. El pH al que la lecitina produce el mejor resultado es de alrededor de 8. (17)

La lanolina es ampliamente utilizada en formulaciones farmacéuticas tópicas, puede ser utilizada como un vehículo hidrofóbico y en preparaciones W/O, cuando se mezcla con aceites vegetales o con parafinas, se producen cremas emolientes que penetra en la piel, facilitando la absorción. Gradualmente se oxida, para inhibir este proceso se agrega hidroxitulueno butilado. La exposición a un prolongado calor puede causar lanolina anhidra, con un color oscurecido y desarrollar un olor rancio. Las sustancias relacionadas a la lanolina es el colesterol, alcoholes de lanolina, lanolina hidrogenada, entre otros. (17)

El colesterol puede ser utilizado como un emoliente, es utilizado en cosméticos y formas farmacéuticas tópicas con una concentración de 0.3-0.5% w/w como agente emulsionante, tiene a utilizarse en emulsiones W/O. Se puede obtener mediante la saponificación y fraccionamiento de la lanolina. (17)

Sólidos Finamente Divididos: Este grupo de emulsionantes forma películas particuladas alrededor de los glóbulos dispersos y produce emulsiones que, si bien son de grano grueso, tienen una estabilidad física considerable. Parece posible que cualquier sólido actúe como agente emulsionante de este tipo, siempre que se lo reduzca a un polvo lo suficientemente fino. En la práctica, el grupo de compuestos más utilizado es el de las arcillas coloidales. (17)

La *bentonita*, también llamado *Veegum*, es silicato de aluminio hidratado coloidal, puede también contener calcio, magnesio y hierro, es un mineral

cristalino, inodoro e insípido, que se hincha en presencia de agua para formar una suspensión translúcida cuando se encuentra un pH de alrededor de 9. Dependiendo de la secuencia de mezclado, es posible preparar emulsiones O/W y W/O. Cuando se desea una emulsión O/W, primero se dispersa la bentonita en agua y se la deja hidratar hasta formar un magma. A continuación se añade poco a poco la fase oleosa con trituración constante. Dado que la fase acuosa está siempre en exceso, esto favorece la formulación de una emulsión tipo O/W. Para preparar una emulsión W/O la bentonita se dispersa primero en aceite; luego se añade gradualmente el agua. (17)

Si bien el *Veegum* se usa como agente adsorbente, estabilizante, suspensor, emulsionante e incrementa la viscosidad; es más utilizado como estabilizador en lociones y cremas cosméticas. En concentraciones de menos del 1%, El *Veegum* estabiliza una emulsión que contiene agentes emulsionantes aniónicos o no iónicos. (17)

Agentes emulsionantes auxiliares: Se incluyen en este rubro aquellos compuestos que normalmente son incapaces por sí solos de formar emulsiones estables. Su principal valor es su capacidad de actuar como agentes espesantes que ayudan a estabilizar la emulsión. Los agentes emulsionantes auxiliares se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 5. Clasificación de los agentes emulsionantes

Tipo	Tipo de película	Ejemplos
Sintéticos (agentes tensoactivos)	Monomolecular	<p><i>Aniónicos:</i></p> <p>Jabones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laurato de potasio • Estearato de trietanolamina <p>Sulfatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laurilsulfato de sodio • Sulfatos de alquilpolioxietileno <p>Sulfonatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dioctilsulfosuccinato de sodio
		<p><i>Catiónicos:</i></p> <p>Compuestos de amonio cuaternario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bromuro de cetiltrimetilamonio • Cloruro de laurildimetilbencilamonio <p><i>No iónicos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ésteres alcohólicos grasos de polioxietilrno • Ésteres de ácidos grasos de sorbitán • Ésteres de ácidos grasos de polioxietileno-sorbitán
Naturales	Multimolecular	<p><i>Coloides hidrófilos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Acacia • Gelatina
	Monomolecular	<ul style="list-style-type: none"> • Lecitina • Colesterol
Sólidos finamente divididos	Partículas sólidas	<p><i>Arcillas coloidales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bentonita • Veegum <p><i>Hidróxidos metálicos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hidróxido de magnesio

Prince Remington, Joseph, 2012, Remington: The Science and Practice of Pharmacy (2 Volumes). Philadelphia: Pharmaceutical Press; 22 edition.

Tabla 6. Agentes emulsionantes auxiliares

Producto	Origen y composición	Uso principal
Alcohol cétilico	Principalmente C ₁₆ H ₃₃ OH	Agente espesante y estabilizante lipófilo para lociones y ungüentos O/W
Monoestearato de glicerilo	C ₁₇ H ₃₅ COOCH ₂ CHOHCH ₂ OH	Agente espesante y estabilizante lipófilo para lociones y ungüentos O/W
Metilcelulosa	Serie de metil ésteres de celulosa	Agente espesante y estabilizante hidrófilo para emulsiones O/W, débil emulsionante O/W
Carboximetilcelulosa sódica	Sal de sodio de los ésteres de carboximetilcelulosa	Agente espesante y estabilizante para emulsiones O/W
Ácido esteárico	Mezcla de ácidos sólidos de grasas, principalmente esteárico y palmítico	Agente espesante y estabilizador lipófilo para lociones y ungüentos O/W. Forma un emulsionante verdadero cuando reacciona con un álcali.

Prince Remington, Joseph, 2012, Remington: The Science and Practice of Pharmacy (2 Volumes). Philadelphia: Pharmaceutical Press; 22 edition.

3.5 Métodos de Obtención de Emulsiones

Según Becher, el tipo de la emulsión depende de la naturaleza de los constituyentes, del modo de preparación de la emulsión y de las proporciones relativas de los constituyentes. (18)

3.5.1 Método de adición

- Método agente en agua.

En este método, el agente emulsionante se disuelve directamente en el agua y el aceite se añade después, con considerable agitación. Este procedimiento genera directamente emulsiones O/W, si se desea una emulsión W/O se continúa la adición de aceite hasta que tiene lugar la inversión. (18)

- Método agente en aceite

El agente emulsionante se disuelve en la fase aceite y la emulsión se puede:

- ✓ Al añadir directamente la mezcla al agua. En este caso, se forma espontáneamente una emulsión O/W.
- ✓ Por adición directa de agua a la mezcla. En este caso, se forma una emulsión W/O. Para producir una emulsión O/W por éste método, es necesario invertir la emulsión por la adición de agua posteriormente. (18)

- Método del jabón *in situ*

Este método es adecuado para aquellas emulsiones que son estabilizadas por jabones, y se pueden usar para preparar ambos tipos O/W ó W/O. (18)

- Método de adición alternada

En este método, el agua y el aceite se añaden alternativamente, en pequeñas porciones, al agente emulsionante. Se reconocen dos procedimientos generales para la preparación de emulsiones cosméticas: los llamados métodos Inglés y Continental. (18)

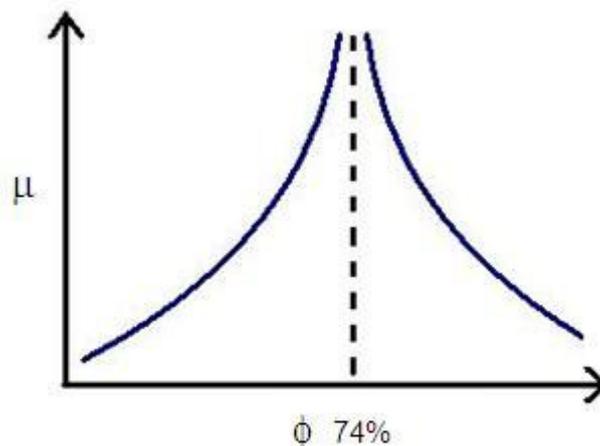
El primero es esencialmente el método de adición alternada descrito previamente, el cual produce normalmente emulsiones gruesas con un gran de tamaño de partícula, pero esto puede ser corregido al pasar la emulsión a través de un homogeneizador o molino coloidal. (18)

El método Continental es el método de agente en aceite, produce generalmente emulsiones donde se requiere una concentración alta de emulsionantes para producir un producto satisfactorio; obteniendo emulsiones uniformes, con un diámetro de glóbulo de aproximadamente 0,5 μ . (18)

- Método de inversión de fases

La inversión de fases en una emulsión depende de la proporción en volumen de la fase dispersa, agregado de ácidos o bases, agregado de cationes, temperatura y del HLB del emulsionante. En algunas emulsiones se produce inversión cuando la fase dispersa supera cierta concentración, aproximadamente 74% fracción volumétrica de la fase dispersa. (18)

El valor HLB (Balance Hidrofílico-Lipofílico) disminuye al aumentar la temperatura debido a la rotura de uniones de puentes de hidrógeno, por lo tanto elevando la temperatura se puede producir la inversión de una emulsión O/W a W/O. Se pueden producir inversión de fases en emulsiones del tipo O/W estabilizadas con un emulsionante de HLB menor que el requerido y emulsiones del tipo W/O estabilizadas con un emulsionante de HLB mayor que el requerido. Figura 15.



μ = viscosidad

ϕ = fracción volumétrica de la fase dispersa

Figura 15. Inversión de fases

Becher, Paul, 2001, Emulsions: Theory and Practice.
United States: American Chemical Society.

3.5.2 Tipos de equipos para emulsificación

La finalidad de los equipos para emulsificación, es dividir y dispersar la fase interna en la externa. Y obtener una emulsión con un tamaño homogéneo de partícula. (18)

- Mezcladores simples:

Los mezcladores simples pueden ser de diferentes tipos, por ejemplo los agitadores de paletas de impeler de alta potencia (Figura 16) que se introduce en un pequeño tanque o tambor, encapuchados, por el cual se puede hacer circular materiales de calentamiento o enfriamiento. (18)

La rotación mecánica de las paletas suele ser lenta, si la emulsión es muy viscosa, es reducida la eficiencia de agitación. Para agitar emulsiones viscosas que contienen gran proporción de sólidos, geles, jabones, sustancias resinosas, etc., es más eficiente un agitador mecánico de paletas giratorias o de ancla. (18)

El agitador planetario fue inventado para emulsiones de gran viscosidad, como los que se hacen en la industria de alimentos. En un agitador planetario la paleta efectúa dos movimientos circulares: uno de rotación sobre su propio eje y otro de traslación en una órbita circular. De esta manera se puede mezclar bien un gran volumen. (18)



Figura 16. Mezcladores de paleta
www.spanish.alibaba.com

Estos mezcladores producen sólo emulsiones relativamente groseras, y en tales casos el mezclador simple se empleará sólo como un premezclador antes de emplear un homegenizador o molino coloidal. (18)

- Aireación:

La agitación es por medio de burbujas de aire o de gas, que pasan por un líquido, no es más eficiente que la agitación a mano, a menos que se usen volúmenes muy grandes de gas. El uso de aire o de vapor es más práctico en sistemas de baja viscosidad. Éste método en sistemas farmacéuticos se evita el ingreso de aire al sistema, por lo que se recomienda utilizar un equipo con vacío. (22)

- Agitación por medio de hélice:

Uno de los tipos más usuales de maquinaria para emulsificación es el de una o más hélices montadas sobre un eje en un tanque mezclador. Esta clase de agitación es muy eficiente para agitar emulsiones de viscosidad baja o mediana. (22)

- Agitación con turbinas:

La inclusión de deflectores (pantallas fijas) en la pared del tanque o adyacentes a las hélices, como un rotor y estator de turbina, aumenta considerablemente la eficiencia de la agitación. El agitador de turbina es el mejor de los dos métodos, pues los deflectores en un tanque, con frecuencia, ocasionan áreas de poca o ninguna agitación, aunque el efecto general es el de aumentar la eficiencia de agitación. (18)

- Molino coloidal:

En un molino coloidal estándar (Figura 17), la emulsificación se lleva a cabo por medio de una acción de corte que se imparte al líquido por un rotor y un estator, girando a velocidades desde 1000 a 20000 r.p.m., el aumento de temperatura durante la emulsificación puede ser de 15 a 80°C,



Figura 17. Molino Coloidal
www.chinahomogenizer.es

y por consecuencia es necesario el enfriamiento externo. La emulsión pasa entre estas dos caras opuestas a través de un espacio vacío que puede ser tan pequeño como 0,001 pulgadas. Las caras del estator pueden ser completamente lisas, o pueden ser dentadas concéntricas o radiales. (22)

Los molinos coloidales se pueden adquirir en unidades con una potencia que varía de 3 a 75 caballos de fuerza y capacidad de 20 a 4500 galones por hora. Se puede efectuar la molienda de líquidos y pastas. (18)

- Homogeneizador:

En un homogeneizador (Figura 18), el objetivo es mejorar la homogeneidad de un líquido, reducción en el tamaño de partícula, y obtener un mayor grado de uniformidad y estabilidad; cuando se pasan ambas fases (W y O) por una válvula de resorte, generalmente a alta presión (1000 y 5000 psi), esto conduce a una reducción de la distancia promedio de partícula y aumenta la superficie de partícula. El segundo paso, a bajas presiones, se desintegra los grumos y se obtiene un producto de menor viscosidad, al tener un área superficial y la distancia promedio de partícula pueden influir en la reología de un producto. (18)



Figura 18. Homogeneizador
www.hielscher.com



Figura 19. Emulsionante ultrasónico
www.hielscher.com

- Emulsionantes ultrasónicos o de alta frecuencia:

Es un aparato piezoeléctrico (Figura 19), que mediante vibraciones ultrasónicas, se generan ondas de alta frecuencia que fluyen a través del líquido, proporcionando emulsiones del tamaño de partícula mínimo, la mayor parte con una distribución casi homogénea de tamaños de partícula y, finalmente óptima estabilidad. (22)

- Otros

Como es de suponer, se emplean muchas combinaciones de los equipos citados y se están estudiando nuevos diseños. Por ejemplo: Para la elaboración de cremas cosmética; una paleta es rotada por un motor en un tanque de dobles paredes es complementada con un pequeño agitador de turbina de gran velocidad. Este aparato es muy eficaz para la emulsión inicial de poca cantidad de material en el fondo del tanque y facilita la emulsión incluso al concluir un lote cuando está lleno el tanque. (22)

3.6 Métodos de Identificación de Emulsiones

Existen diferentes formas para identificar qué tipo de emulsión como:

Conductividad eléctrica.- Se espera que las emulsiones en las que el agua es el medio continuo demuestran en una alta conductividad y se puede esperar que muestren poca o ninguna conductividad las emulsiones en las que la fase aceite es el medio continuo. (22)

Solubilidad de colorantes.- Se trata la emulsión con colorantes para ver la posibilidad de su tinción. Un colorante hidrosoluble se dispersa en una emulsión O/W y un colorante oleosoluble se dispersa en una emulsión W/O. El colorante puede usarse en forma líquida o sólida. (18)

Método del papel filtro.- Al aplicar una gota de la emulsión a un pedazo de papel filtro, dependiendo del líquido que se evapora se puede deducir el tipo de emulsión (si prácticamente toda la gota se evapora se trata de aceite en agua). (18)

Método de dispersión: Para determinar el tipo de la emulsión, se averigua cómo se dispersa en agua o en aceite. Las emulsiones O/W se dispersarán en agua y las W/O se dispersarán en aceite. (22)

3.7 Propiedades Físicas de las Emulsiones

3.7.1 Tamaño de la partícula y distribución del tamaño

La apariencia que tendrá una emulsión dependerá del tamaño de partícula.

Tabla 7. (18)

Tabla 7. Efecto del tamaño de partícula en la apariencia de la emulsión

Tamaño de partícula	Apariencia
Macroglobulos	Dos fases se pueden distinguir
Mayores de 1 μ m	Emulsión blanco-lechosa
1 aproximadamente 0,1 μ m	Emulsión blanco-azulada
0,1 a 0,05 μ m	Gris semitransparente (seca con brillo)
0,05 μ m a más pequeñas	Transparente

Prince Remington, Joseph, 2012, Remington: The Science and Practice of Pharmacy (2 Volumes). Philadelphia: Pharmaceutical Press; 22 edition.

El tamaño de las partículas se describe con el diámetro de las mismas. Sin embargo esto es exacto solo en el caso de partículas esféricas. Partículas con forma irregular se determinan de acuerdo a una definición operativa, a través de un diámetro que para tal efecto se designa. (23)

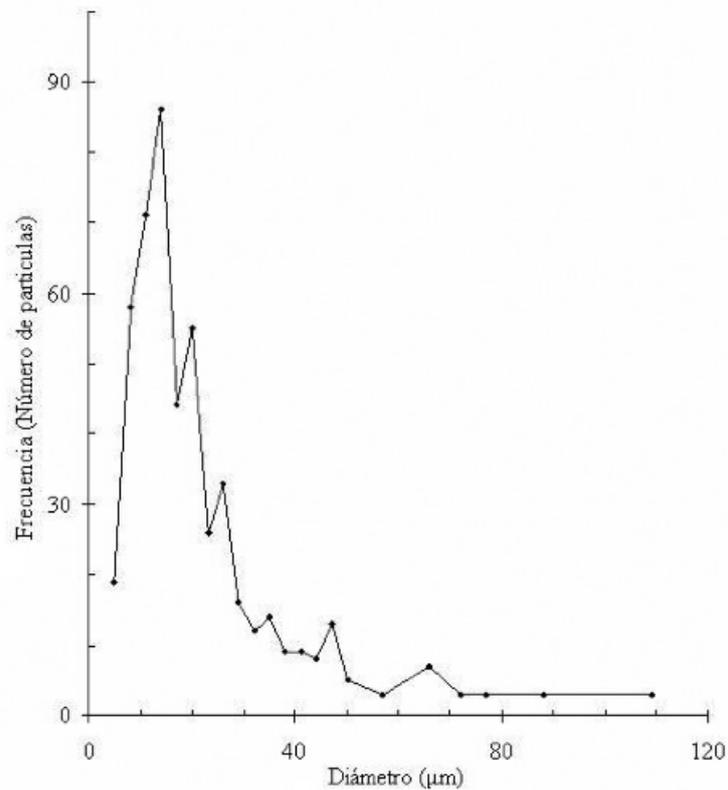
La distribución del tamaño de las partículas se determina según dos conceptos del tamaño, el número de partículas (o su porcentaje) de un cierto tamaño o la masa (o el porcentaje) de las mismas partículas. En una primera instancia, el número o masa de las partículas divididas en clases designadas con un tamaño se grafica contra ese tamaño, formando un histograma. Este histograma se puede transformar en una forma lineal de una distribución de tamaño acumulada aplicando los modelos matemáticos de Gauss con sesgo. En la distribución acumulada de la frecuencia, cada punto corresponde con la cantidad o porcentaje de las partículas con tamaño menor o mayor que un diámetro específico. Por ejemplo, de una emulsión constituida de Ácido esteárico 19.9gr, Tween 80 con 6.493gr, Laurilsulfato de sodio 0.287gr, Glicerina 10.0ml y Agua con 111ml se determinó el tamaño de partícula, utilizando la técnica de microscopía; para esto se tomó una alícuota y se

colocó sobre un portaobjetos para ser vista al microscopio digital, el cual permitió determinar el diámetro de las partículas. El diámetro de las partículas se determinó como el diámetro de la circunferencia con una superficie semejante a la superficie de las partículas. Las muestras fueron de 500 partículas, a las que posteriormente se les realizó una distribución de partículas. (23)

Las partículas, en un conjunto de origen natural o de un proceso, muestran una dispersión de formas y tamaños. Las partículas al no ser todas del mismo tamaño, requieren de un valor promedio o de un valor que represente su tamaño y de la distribución de tamaños alrededor de ese promedio o valor representativo. Un ejemplo de la distribución del tamaño de las partículas es la curva en forma de campana de la distribución conocida como normal o de Gauss. (23)

Las muestras que coinciden con las características de una distribución normal se pueden describir con un tamaño de partícula promedio y por la desviación estándar. Usualmente se identifica el número de partículas en cada fracción de tamaño y se calcula el porcentaje de partículas en cada fracción. En la Gráfica 1 muestra los datos del tamaño de las partículas de ácido esteárico obtenidas con 4.52% de emulsionantes y diluidas con agua fría 40:40 (1:1), en forma de una distribución de frecuencias. En el anexo 1 se registra la distribución en clases de las partículas (500) de ácido estearico solidificadas enfriando 40 partes de la emulsión con 40 partes de agua fría (40:40), cuando se utiliza la formulación B, con una proporción del 4.52% de tensoactivos en la emulsión, con éstos datos obtenidos acerca del tamaño de las partículas se logra la construcción de un histograma o gráfica de puntos correspondiente. (23)

Los valores de frecuencia en número o en porcentaje de partículas se utilizan también para construir una distribución acumulativa, la cual puede ser ascendente (partículas menores que un cierto diámetro) o descendente (partículas mayores que un cierto diámetro), dependiendo de la naturaleza del estudio y de que información es la que se requiere. (23)



Gráfica 1. Distribución de frecuencias del tamaño de partículas de ácido esteárico.
<http://www.redalyc.org/pdf/579/57911113006.pdf>

En algunos casos la curva de frecuencias acumuladas, no lineales, se ha utilizado como parámetro de referencia para la comparación cualitativa de los cambios en la distribución del tamaño de conjuntos de partículas por ejemplo de ácido salicílico. De la misma manera, se han utilizado también las curvas de frecuencia acumulada para describir cualitativamente la distribución del tamaño de partículas, como las del clorhidrato de glucosalina obtenido por la técnica de precipitación con un gas denso como antisolvente. (23)

En algunos casos el tamaño de las partículas se ha determinado como el diámetro mediano D_{50} , el cual es el diámetro volumen equivalente a un valor de la frecuencia acumulada del 50%. La amplitud de la distribución del tamaño se ha expresado como el valor obtenido de la relación: $(D_{90} - D_{10})/D_{50}$. (23)

La distribución de tamaños de partículas también tiene un gran efecto en la viscosidad de la emulsión. La superficie media o área interfacial es un índice del grado de dispersión de la emulsión. (18)

3.7.2 Concentración

Además de la forma en que se encuentran distribuidos los tamaños de gota en una emulsión, la cantidad total de fase dispersa presente tiene algunos efectos en los diferentes aspectos físicos de la emulsión. (18)

Dos términos separados de concentración son de interés. El primero de éstos se refiere a las cantidades relativas de las dos fases que forman la emulsión. Que se refiere al volumen por ciento o fracción de volumen de la fase. (18)

El segundo término de concentración que se podía definir al tratar de emulsiones, es la concentración del agente emulsionante. No tiene significado particular la forma que toma, siendo quizá más corriente el % w/w. Sin embargo, hay que tener cuidado de distinguir entre una concentración de agente emulsionante basada sobre la emulsión total y otra que se base en el volumen o peso de una fase. (18)

3.7.3 Propiedades ópticas de las emulsiones

Las emulsiones son opacas o líquidos coloreados de color crema. Sin embargo, las emulsiones en las que el tamaño de partícula es bastante pequeño, pueden ser transparentes. Los estudios de rayos X en estas emulsiones han dado información valiosa sobre la estructura de la fase interfacial. La transparencia puede, ser el resultado que tienen fases dispersas y continuas tienen los mismos índices de refracción. Si los dos líquidos tienen los mismos índices pero diferente poder óptico de dispersión, entonces no resultará una emulsión transparente, sino más bien una emulsión muy coloreada ("cromática"). (18)

Esto se puede explicar por medio del efecto Tyndall que se refiere a la dispersión de la luz producida al atravesar un haz luminoso un recipiente que contiene un coloide. El fenómeno tiene lugar cuando los fotones luminosos chocan con las partículas de la fase dispersa y son desviados de su trayectoria inicial. (18)

Las medidas fotoeléctricas de transmisión de luz relativas a fluidos son llevadas a cabo con una sonda óptica que es introducida en la emulsión. La transmisión relativa de la luz está relacionada con el área interfacial por la ecuación:

$$I_o/I = 1 + \beta A,$$

Donde I_o/I es la razón de la intensidad de luz transmitida por el líquido claro a aquella transmitida por la emulsión de la que es la fase externa. A es el área interfacial total, y β es una constante que es función de la razón n_d/n_c (los índices de refracción de las fases dispersa y continua, respectivamente). (18)

3.7.4 Viscosidad

La resistencia al flujo de las emulsiones es probablemente una de las más importantes propiedades de estos sistemas desde un punto de vista práctico como teórico. Consideraciones prácticas aparecen del hecho que una emulsión comercial puede ser solo vendible a una viscosidad específica, al mismo tiempo que se mantiene la estabilidad y otras propiedades deseables, puede ser un problema de gran magnitud. (18)

La viscosidad (o el coeficiente de viscosidad) se define como la fuerza de corte ejercida sobre un área cuando existe un gradiente de velocidad por unidad normal al área. (18)

“La resistencia derivada de la falta de deslizamiento de las partes de un líquido es proporcional a la velocidad con que se separan unas de otras dentro de él”. Este deslizamiento se denomina “Viscosidad dinámica o molecular”, sinónimo de fricción interna. Dicha viscosidad es una medida de la resistencia a fluir. (18)

La fuerza por unidad de área que se requiere para el movimiento de un fluido se define como F/A y se denota como “ τ ” (tensión o esfuerzo de corte). Según Newton el esfuerzo cortante es proporcional al gradiente de velocidad ($du/d\tau$), o también denominado como γ o D . Si se duplica la fuerza el gradiente de velocidad de deformación:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu \gamma. \quad \mu D.$$

Esta fórmula se denomina Ley de Newton. A los fluidos que fielmente presentan este comportamiento, se les denomina fluidos Newtonianos. La glicerina y el agua son ejemplos característicos de fluidos Newtonianos. Para la glicerina, por ejemplo, la viscosidad vale 1000 mPa·s aproximadamente, en cambio para el agua la viscosidad vale 1 mPa·s, es decir, es mil veces menos viscosa que la glicerina. (18)

La viscosidad dinámica o molecular, μ , se puede definir como una medida de la resistencia a fluir de un fluido. Dicho concepto se introdujo anteriormente en la Ley de Newton, que relaciona el esfuerzo cortante con la velocidad de deformación (gradiente de velocidad). (18)

$$\tau = \mu \gamma$$

Siendo μ , es la viscosidad dinámica (Pa·s), τ , es el esfuerzo de corte (Pa) γ , velocidad de deformación (s^{-1}) que también se denomina D. (18)

Sea un cuerpo en forma de paralelepípedo de base S y de altura h.

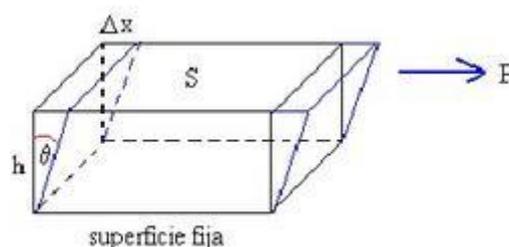


Figura 20. Esfuerzo de corte.

Becher, Paul, 2001, Emulsions: Theory and Practice. United States: American Chemical Society.

Cuando la fuerza F que actúa sobre el cuerpo es paralela a una de las caras mientras que la otra cara permanece fija, se presenta un tipo de deformación denominada de corte, en el que no hay cambio de volumen pero su de forma. Si originalmente la sección transversal del cuerpo tiene forma rectangular, bajo un esfuerzo cortante se convierte en un paralelogramo. (18)

Se define el esfuerzo (τ) como F/S la razón entre la fuerza tangencial y el área S de la cara sobre la que se aplica. La deformación por corte, se define como el cociente $\Delta x/h$, donde Δx es la distancia horizontal que se desplaza la cara sobre la que se aplica la fuerza y h , la altura del cuerpo, tal como vemos en la Figura 20. (18)

Al esfuerzo de corte τ se le suele llamar, tensión tangencial, tensión de corte, tensión de cizalla, fuerza superficial para el cálculo de la viscosidad en el reómetro. (18)

La velocidad de corte nos aporta la velocidad de variación de la deformación, también se llama velocidad de deformación y se define matemáticamente de la siguiente forma:

$$\frac{d\gamma}{dt} = \dot{\gamma} = D = \frac{du}{dy} = (s^{-1})$$

Para conocer, por tanto, este parámetro reológico, es necesario utilizar un viscosímetro. (24)

Las unidades de la viscosidad:

$$\mu = \left[\frac{\tau}{\frac{du}{dy}} \right] = \frac{\frac{\text{din}}{\text{cm}^2}}{\frac{\text{cm}}{\text{s}}} * \text{cm} = \frac{\text{g} * \text{cm} * \text{s}}{\text{cm}^2 * \text{s}^2} = \frac{\text{g}}{\text{cm} * \text{s}} = \text{Poise}$$

En sistemas no Newtonianos la viscosidad es una función de la proporción de la fuerza. Así se pueden obtener una serie de valores de viscosidad diferentes por medidas en el mismo líquido. Cuanto mayor es la viscosidad de un líquido, más lentamente fluye. La viscosidad en general disminuye con el aumento de la temperatura. (18)

3.7.4.1 Tipos de Viscosidad

Existen cuatro tipos de viscosidad: la viscosidad absoluta o dinámica, la cinemática, la aparente y extensional.

- La viscosidad dinámica o absoluta, denominada " μ " se ha visto anteriormente.
- La viscosidad cinemática, " ν ", que relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado.
- La viscosidad aparente " η " se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación para fluidos de comportamiento no lineal. Este término es el que se utiliza al hablar de "viscosidad" para fluidos no newtonianos. Si se representa la curva de fluidez (esfuerzo cortante frente a velocidad de deformación) se define también como la pendiente en cada punto de dicha curva. (24)

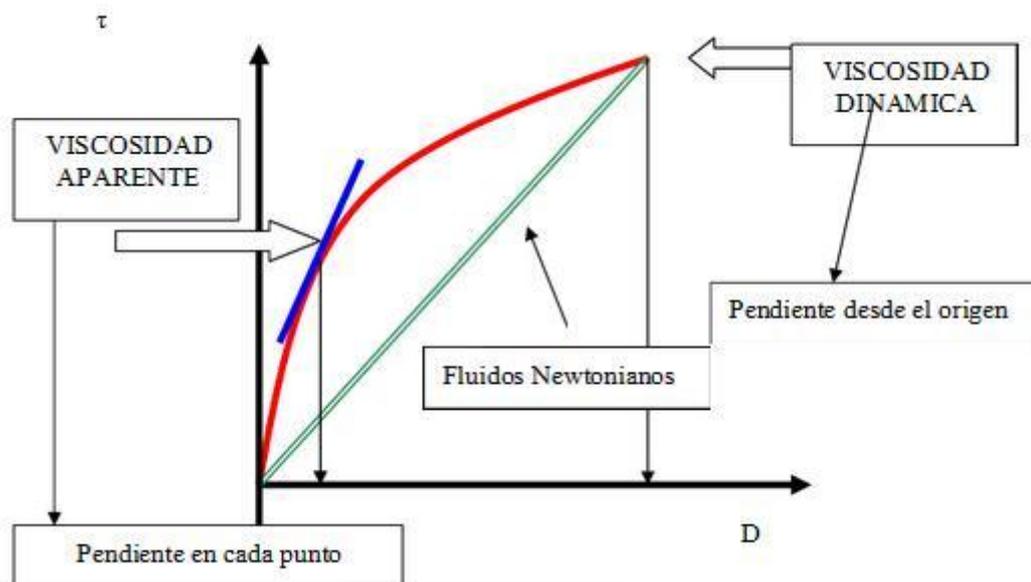


Figura 21. Curva de fluidez para representar la viscosidad dinámica y aparente.

González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. Scribd.com. [En línea] Febrero de 2009.

- La denominada viscosidad extensional, μ_e : La viscosidad extensional se define como la viscosidad que presenta un fluido no newtoniano cuando se aplica un esfuerzo de tracción sobre él. Presenta la relación entre el esfuerzo y la velocidad de deformación en el eje que se produzca (axial ó biaxial). (24)

La relación entre la viscosidad dinámica y la extensional se denomina número de Trouton y para los fluidos Newtonianos tiene un valor de 3. $\mu_c = 3 \mu$. (24)

3.7.4.2 Tipos de fluidos

De acuerdo con las características que tiene cada fluido se clasifican en 3 tipos de fluidos, los fluidos newtonianos, no newtonianos y viscoelásticos. (24)

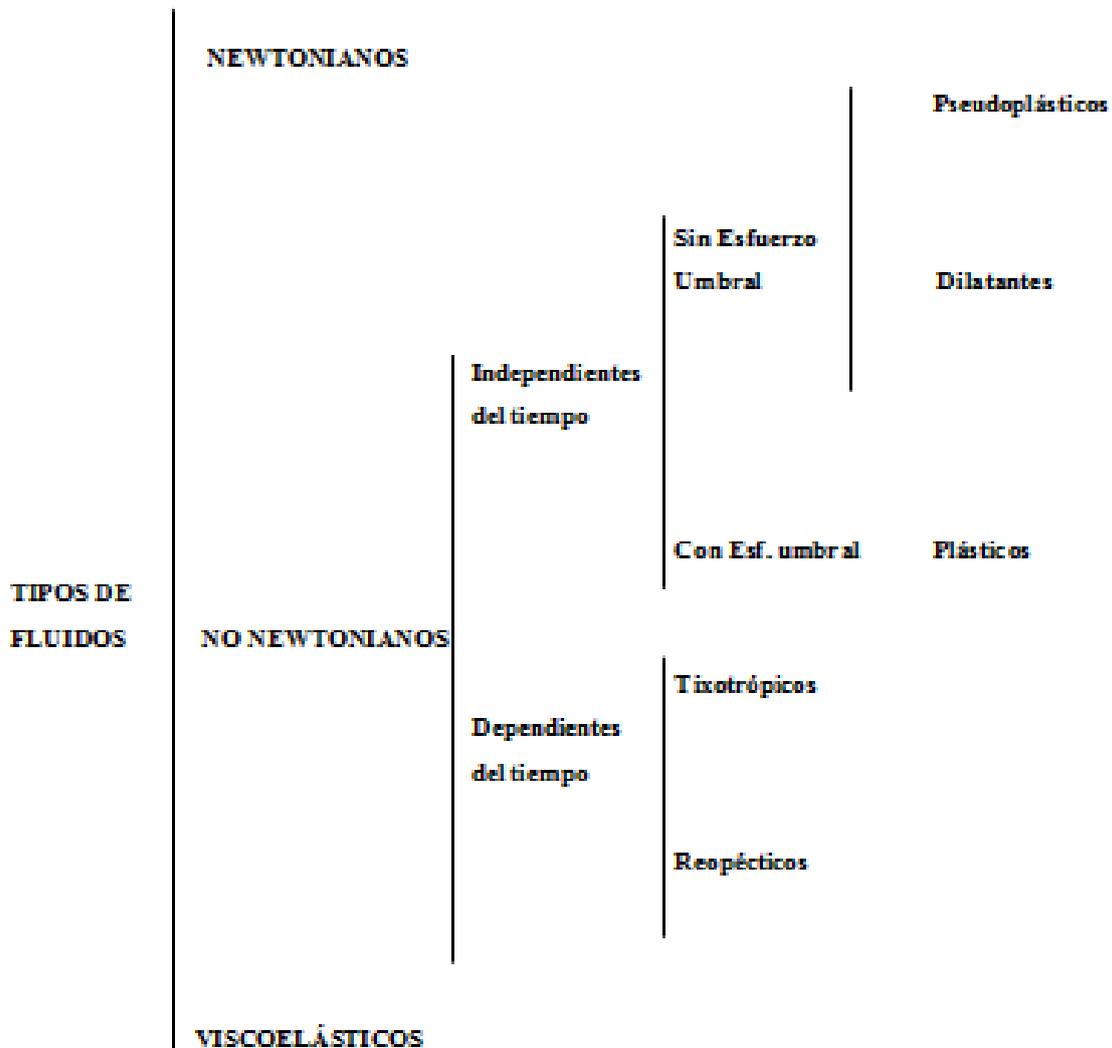


Figura 22.Tipos de fluidos

González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. Scribd.com. [En línea] Febrero de 2009.

a) Fluidos Newtonianos.

Se caracteriza por cumplir la Ley de Newton, es decir, que existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación, $\tau = \mu \frac{du}{dy}$, debido a que el término la viscosidad dinámica μ es constante para este tipo de fluidos y no depende del esfuerzo cortante aplicado. Hay que tener en cuenta también

que la viscosidad de un fluido newtoniano no depende del tiempo de aplicación del esfuerzo, aunque sí puede depender tanto de la temperatura como de la presión a la que se encuentre. (24)

Para una mejor comprensión de este tipo de fluido se representan dos tipos de gráficas, la curva de fluidez y la curva de viscosidad. En la curva de fluidez se muestra el esfuerzo cortante frente a la velocidad de deformación, mientras que en la curva de viscosidad se representa la viscosidad en función de la velocidad de deformación. Para un fluido newtoniano estas curvas tienen la forma típica indicada en la Figura 23. (24)

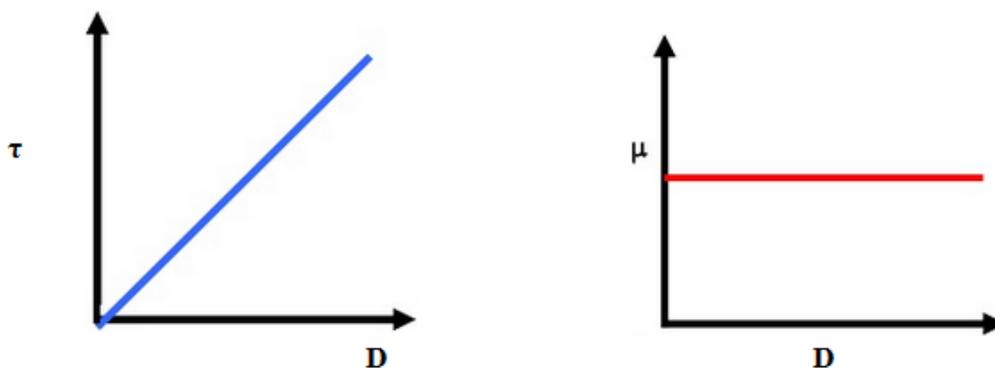


Figura 23. Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido newtoniano.
González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

Como se puede observar en la curva de fluidez, el valor de la viscosidad μ es la tangente al ángulo que forman el esfuerzo de corte y la velocidad de deformación, que es constante para cualquier valor aplicado. Además se observa en la curva de viscosidad que la viscosidad es constante para cualquier velocidad de deformación aplicada. Ejemplos de este tipo de fluidos son el agua, aceites vegetales como el de oliva. (24)

b) Fluidos No Newtonianos.

Los fluidos no newtonianos son aquellos en los que la relación entre esfuerzo cortante y la velocidad de deformación no es lineal. Estos fluidos a su vez se diferencian en dependientes e independientes del tiempo. (24)

No hay proporcionalidad entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación o se requiere un esfuerzo inicial para que comience a fluir denominado esfuerzo umbral τ_0 . (24)

Fluidos independientes del tiempo de aplicación del esfuerzo de cortadura; estos fluidos se pueden clasificar dependiendo de si tienen o no esfuerzo umbral, es decir, si se necesitan un mínimo valor de esfuerzo cortante para que el fluido se ponga en movimiento. (24)

➤ Fluidos sin esfuerzo umbral

- *Fluidos pseudoplásticos:* Estos fluidos se caracterizan por una disminución de su viscosidad, y de su esfuerzo cortante, con la velocidad de deformación. Su comportamiento típico se representa en la Figura 24. (24)

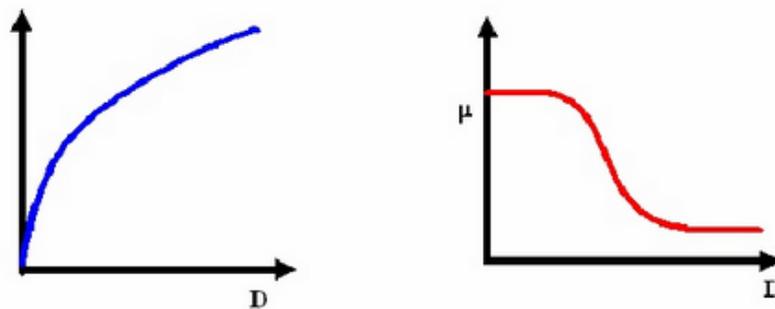


Figura 24. Curvas de fluidez y viscosidad para un fluido pseudo-plástico.
González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

- *Fluidos dilatantes*: Son fluidos en las que se produce un aumento de la viscosidad con la velocidad de deformación, es decir, un aumento del esfuerzo cortante con dicha velocidad. La Figura 25 representa las curvas de fluidez y viscosidad para este tipo de fluidos. (24)

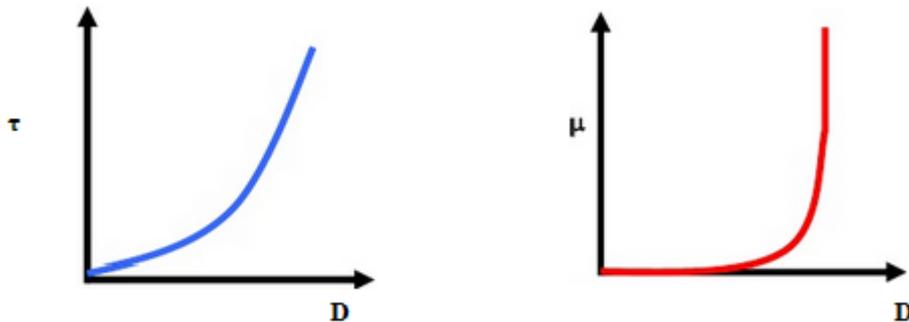


Figura 25. Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido dilatante.
González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

➤ Fluidos con esfuerzo umbral

- *Fluidos plásticos*: Este tipo de fluidos se comportan como un sólido hasta que sobrepasa un esfuerzo cortante mínimo (esfuerzo umbral) y a partir de dicho valor se comporta como un líquido. Las curvas de fluidez y viscosidad se representan en la Figura 26. (24)

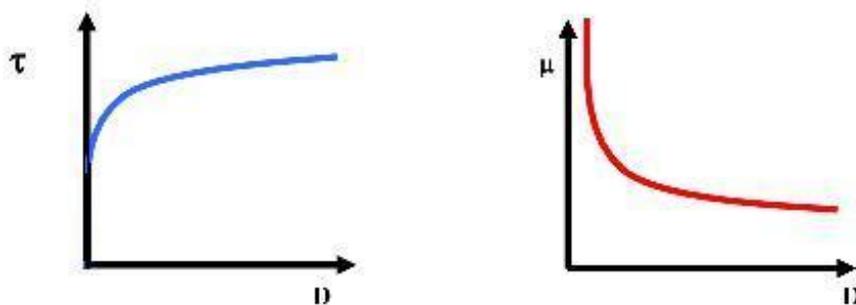


Figura 26. Curvas de fluidez y de viscosidad para un fluido plástico.
González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

- Fluidos dependientes del tiempo de aplicación.

Este tipo de fluidos se clasifican en dos: los fluidos tixotrópicos, en los que su viscosidad disminuye al aumentar el tiempo de aplicación del esfuerzo cortante, recuperando su estado inicial después de un reposo prolongado, y los fluidos reopécticos, es decir que presenta reopexia, son aquellos cuales su viscosidad aumenta con el tiempo de aplicación del esfuerzo cortante y vuelven a su estado anterior tras un tiempo de reposo. (24)

- *Fluidos Tixotrópicos*: Se caracterizan por un cambio de su estructura interna al aplicar un esfuerzo. Dichos fluidos, una vez aplicado un esfuerzo cortante, solo pueden recuperar su viscosidad inicial tras un tiempo de reposo. La viscosidad va disminuyendo al aplicar una fuerza y acto seguido vuelve a aumentar al cesar dicha fuerza debido a la reconstrucción de sus estructuras y al retraso que se produce para adaptarse al cambio, éste fenómeno se llama histéresis. Por ejemplo el yogur, la salsa de tomate, algunos aceites del petróleo, el nylon, son tipos de fluidos de tixotrópicos. Figura 27. (24)

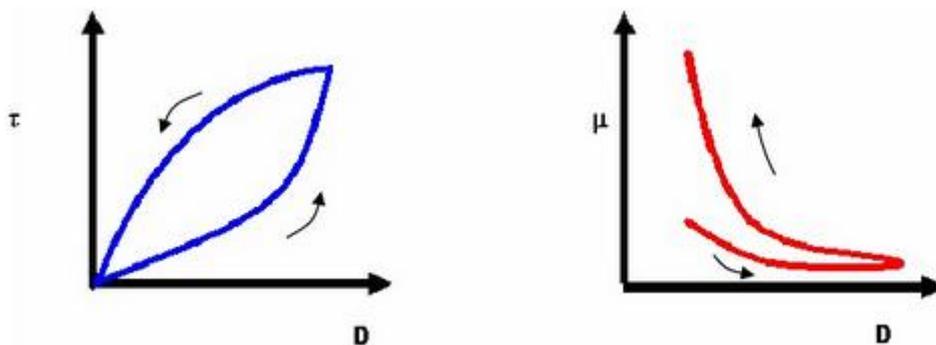


Figura 27. Curvas de fluidez y de viscosidad de un fluido tixotropía (hay histéresis). González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

- *Fluidos reopécticos*: Se caracterizan por tener un comportamiento opuesto a los tixotrópicos, es decir, que su viscosidad aumenta con el tiempo y con la velocidad de deformación aplicada y presentan una histéresis inversa. Esto es debido a que si se aplica una fuerza se produce una formación de enlaces intermoleculares conllevando un aumento de la viscosidad, mientras que si cesa ésta, se produce una

destrucción de los enlaces, dando lugar a una disminución de la viscosidad. Un ejemplo de éste tipo de fluido es la pasta de yeso y arcilla bentonítica. Las curvas de fluidez y de viscosidad de los fluidos reopécticos se representan en la Figura 28. (24)

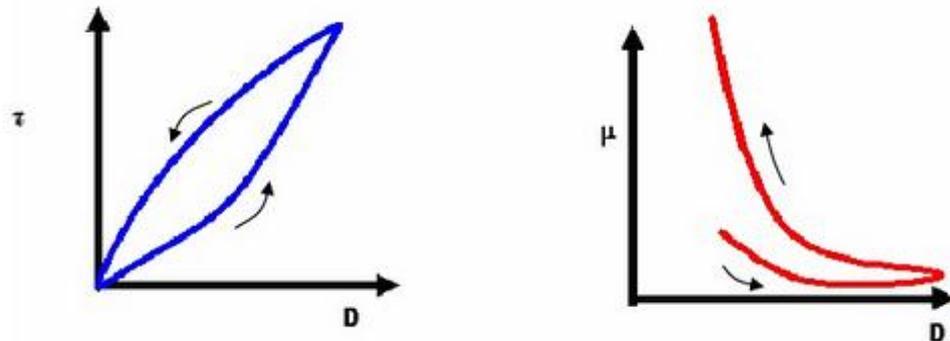


Figura 28. Curvas de comportamiento reopéctico (hay histéresis)

González Roldán, Simón. 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009.

c) Fluidos Viscoelásticos.

Los fluidos viscoelásticos se caracterizan por presentar a la vez tanto propiedades viscosas como elásticas. Esta mezcla de propiedades puede ser debida a la existencia en el líquido de moléculas muy largas y flexibles o también a la presencia de partículas líquidas o sólidos dispersos. Se comportan como líquidos y sólidos, presentando propiedades de ambos. Ejemplos de fluidos viscoelásticos son la nata, la gelatina, los helados. (24)

3.7.4.3 Definición de Fluidez

La fluidez es la propiedad de los cuerpos cuyas moléculas tienen entre sí poca coherencia, y toman siempre la forma del recipiente donde están contenidos. Es lo opuesto a la viscosidad. Ambas se relacionan con temperatura y presión. A mayor temperatura, menos viscoso es un líquido y más viscoso es un gas. (25)

$$\phi = 1/\mu$$

Donde: ϕ es la fluidez es el inverso de la viscosidad (μ). (25)

3.7.5 Estabilidad de Emulsiones

La estabilidad de una emulsión es la propiedad más importante y el sistema no será clasificado como emulsión sino cumple con un mínimo de estabilidad. Esta puede ser controlada añadiendo un emulsionante o un tensoactivo. Se mide la estabilidad por la velocidad con la cual las gotas de la fase dispersa se agrupan para formar una masa de líquido cada vez mayor que se separa por gravedad. (26)

En general, se representa la estabilidad por el tiempo de conservación sin ruptura de una emulsión en condiciones normales de almacenamiento; aunque también hay pruebas de estabilidad aceleradas, aumentando el efecto gravitacional (centrifugación) y determinando la velocidad de separación de las dos fases. La estabilidad a temperaturas elevadas, a los agentes químicos, y la resistencia a la acción mecánica son otras pruebas importantes. (26)

Los dos factores más importantes para la estabilidad de las emulsiones son:

- La existencia de una película interfacial que se puede considerar como una capa alrededor de cada gota dispersada.
- Una débil tensión interfacial gracias a los agentes tensoactivos que se adsorben en la interfase.

La estabilidad de una emulsión es caracterizada por la ausencia de coalescencia de la fase interna, cremación y mantenimiento con respecto a la apariencia, olor, color y otras propiedades físicas. Algunos definen la inestabilidad de una emulsión solamente en términos de aglomeración de la fase interna y su separación del producto. (26)

La **sedimentación** consistente en la separación por la acción de la gravedad de las fases sólida y líquida de una suspensión. Figura 29. (26)

En muchos sistemas de emulsiones, la formación de un *cake*, aunque no deseable, puede tener lugar en cierta extensión. Sin embargo, ciertos ajustes en la técnica de fabricación o formulación pueden reducir la velocidad de

formación de “nata” a un punto donde puede llegar a tener un efecto despreciable. (26)

Según Stoke, la velocidad de sedimentación de una partícula esférica en un líquido viscoso está dada por:



Figura 29.
Sedimentación

$$u = \frac{2gr^2 (d_1 - d_2)}{9\eta_2}$$

Donde u es la velocidad de sedimentación, g es la aceleración de la gravedad r el radio de la glóbulo, d_1 es la densidad de la esfera, d_2 la del líquido y η_2 la viscosidad del líquido. Evidentemente el signo de u y de aquí la dirección en la que se moverá la partícula, dependerá del valor relativo de las densidades. En una emulsión O/W la densidad del aceite (d_1) es generalmente la más pequeña, de aquí

que ocurra la sedimentación hacia arriba. (18)

Al estar el factor de viscosidad en el denominador, valores elevados de ésta permiten reducir los de la velocidad de sedimentación y en consecuencia, favorecen la estabilidad del sistema. (26)

La **cremación o cremado** (Figura 30) se origina como consecuencia de la diferencia de densidades entre ambas fases. La distribución de tamaño de gota cambia sólo localmente y las partículas se concentran en la superficie (o en el fondo, dependiendo de la densidad relativa de las dos fases) de la mezcla mientras permanecen separados. (26)



Figura 30.
Cremado

La **floculación** (Figura 31) es el proceso en el que las partículas dispersas en un medio líquido muestran tendencia a la mutua adhesión, pero no se fusionan entre sí. (18)



Figura 31. Floculación

Debe de recordarse que en emulsiones aceite en agua muy diluida, la velocidad de floculación se puede hacer mucho más pequeña que la velocidad de coalescencia. Como consecuencia, la estabilidad de la emulsión estará afectada por aquellos factores que afectan la velocidad de floculación. Al aumentar la concentración de la fase oleosa en la emulsión tendrá lugar una velocidad lenta de coalescencia, y una velocidad creciente mucho más rápida en la floculación. Al aumentar la concentración de la fase oleosa en la emulsión tendrá lugar una velocidad de crecimiento lento de la coalescencia, y una velocidad creciente mucho más rápida de la floculación. Finalmente, en emulsiones altamente concentradas, la coalescencia puede ser determinante de la velocidad. (18)

La velocidad de floculación disminuye al reducir la concentración de la fase dispersa y, en menor proporción, al disminuir la temperatura, ya que la energía cinética de los gotas se incrementa al aumentar la temperatura. (17)

La **coalescencia** (Figura 32) es el proceso por el que las partículas de diferentes tamaños en una emulsión se combinan hasta la separación de las fases. La coalescencia es habitualmente rápida cuando dos líquidos no miscibles son agitados juntos, dado que no hay una gran barrera de energía que prevenga la fusión de gotas y la nueva formación de las fases originales. (17)



Figura 32. Coalescencia

La velocidad de coalescencia depende de la velocidad de floculación previa a la fusión de las gotas, de las propiedades de la interfase y del HLB del emulsionante. (17)

Se previene la coalescencia cuando se agrega un coloide protector (agente emulsionante) al sistema, los compuestos solubles en agua con alto peso molecular, tales como el alcohol polivinílico. Se logra que el tamaño de partícula sea homogéneo, aunque todavía puede producirse la floculación, pero la coalescencia se reduce a un grado que depende de la eficacia del agente emulsionante para formar una película estable y coherente en la interfase. Es por lo tanto posible preparar emulsiones que estén floculadas, sin que haya coalescencia. (17)

Se pueden utilizar parámetros del coloide protector, tales como la viscosidad (proporcional al peso molecular) y el grado de saponificación, para determinar las propiedades de dispersión tales como absorción de agua, la viscosidad, o la distribución del tamaño de la partícula. Los coloides protectores no forman micelas y sus soluciones presentan viscosidades mucho mayores que las soluciones con solamente emulsificante. Además, las dispersiones estabilizadas por coloides protectores a menudo exhiben una viscosidad estructural. (17)

3.8 HLB

El sistema de Balance Hidrofílico-Lipofílico (HLB) es un método basado en el equilibrio entre las porciones hidrófilas y lipófilas del agente emulsionante que se usa ampliamente en la actualidad, gracias a los trabajos descritos por William Griffin de la Compañía Atlas Powder Company en 1949 y 1954. (17)

De acuerdo la escala de HLB típicos de la compañía Atlas, este sistema se basa en una escala relativa de 0 a 20, fundamentada en la afinidad por el aceite o agua. Los compuestos con un HLB bajo son más lipofílicos, mientras que los ingredientes hidrofílicos, tienen altos valores de HLB. (22)

La primera parte del trabajo del sistema HLB es asignar un número a cada emulsificante ("su HLB"). El carácter lipofílico 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 logran dispersar. A este valor de HLB se le llama el "HLB requerido" por un ingrediente. (22)

Como se muestra en la tabla 8, si se necesita una emulsión O/W, se debe usar emulsionantes con un HLB dentro del intervalo de 8-18. Los emulsionantes con valores entre 4 y 6 se consideran cuando se necesita una emulsión W/O. (22)

Tabla 8. Relación entre los límites HLB y aplicación de tensoactivos.

Límites HLB	Uso
0-3	Agentes antiespuma
4-6	Agentes emulsionantes W/O
7-9	Agentes humectantes
8-18	Agentes emulsionantes O/W
13-15	Detergentes
10-18	Agentes solubilizantes

F. Tadros, Tharwat. 2009, *Emulsion Science and Technology*. Germany : Wiley-VCH.2009, *Emulsion Science and Technology*. Germany : Wiley-VCH.

Otro factor es la presencia o ausencia de cualquier tipo de polaridad en el material emulsionando, ya que éste afectará la polaridad requerida en el emulsionante. Nuevamente, como resultado de extensas investigaciones de Griffin desarrolló una serie de valores requeridos de HLB; es decir, el valor necesario para que un material sea emulsificado efectivamente. En la tabla 9 se muestran algunos valores para aceites y materiales afines. (22)

Tabla 9. Valores de HLB requeridos para algunos componentes comunes de emulsionantes

Sustancia	W/O	O/W
Ácido esteárico	-	17
Alcohol cetílico	-	13
Lanolina anhidra	8	15
Aceite de algodón	-	7.5
Aceite mineral liviano	4	10-12
Aceite mineral pesado	4	10.5
Cera, cera de abejas	5	10-16
Celulosa Microcristalina	-	9.5
Parafina	-	9

F. Tadros, Tharwat. 2009, *Emulsion Science and Technology*. Germany : Wiley-VCH.2009, *Emulsion Science and Technology*. Germany : Wiley-VCH.

Para conocer el valor HLB requerido de una mezcla depende de que la emulsión final sea O/W o W/O. Para la utilidad del concepto de HLB es fundamental que los valores se puedan sumar en forma algebraica. (22)

$$HLB_{\text{requerido}} = \sum HLB_i X_i$$

Donde: HLB_i = HLB el componente de la mezcla y X_i = cantidad de componente de la mezcla.

El HLB requerido de la mezcla será igual a la suma del HLB de cada uno de los componentes multiplicado por la cantidad del componente en la mezcla. (22)

Por ejemplo, el valor del HLB de una mezcla de 30% m/m de Tween 80 (HLB= 15.0) y 70% m/m de Span 80 (HLB= 4,3) según Griffin, es igual a:

$$HLB = (0.30 \times 15.0) + (0.70 \times 4.3)$$

$$HLB = 4,5 + 3,0 = 7.5$$

Existen métodos para encontrar el valor HLB de un nuevo agente tensoactivo. Griffin ha desarrollado ecuaciones simples que se pueden usar para obtener una estimación con ciertos compuestos. Se ha demostrado que la capacidad de un compuesto para dispersarse sobre una superficie está relacionada con su HLB. En otro caso, se ha observado una relación lineal entre HLB y el logaritmo de la constante dieléctrica para un número de tensoactivos no iónicos. Un método interesante que ha sido desarrollado, se relaciona con estudios sobre las velocidades relativas de coalescencia de emulsiones O/W y W/O. (22)

De acuerdo con Davies, los grupos hidrófilos sobre la molécula de tensoactivo hacen una contribución positiva al número HLB, mientras que los grupos lipófilos ejercen un efecto negativo. Si se conoce la estructura molecular de tensoactivo simplemente se suman los distintos números de grupo de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$HLB = \sum (\text{números de grupo hidrófilos}) - m (\text{número de grupo/grupo } -CH_2-) + 7$$

Donde m es el número de grupos $-CH_2-$ presentes en el tensoactivo. La utilidad del método HLB es proporcionar al formulador una idea del equilibrio

relativo de hidrofiliacdad y lipofiliacdad de un surfactante en particular además de relacionar las propiedades emulsionantes y disolventes de ese tensoactivo con las de otros. (17)

3.9 Usos

Las emulsiones son ampliamente usadas en farmacia y medicina, y los materiales en estas condiciones pueden poseer ventajas no observadas cuando se formulan con otras formas de dosificación. Ciertos agentes medicinales que tienen un sabor desagradable se han hecho más aceptables por vía oral cuando se formulan como emulsiones. Las emulsiones intravenosas desarrollaron para ayudar al médico a realizar exámenes por rayos X de los órganos del cuerpo exponiendo al paciente al mínimo de irradiación. Se ha prestado atención considerablemente al uso de emulsiones intravenosas estables estériles que contienen grasas, carbohidratos y vitaminas en una sola preparación. Estos productos se administran a pacientes incapaces de asimilar esos materiales vitales por la vía oral normal. Los principios de emulsificación han sido aplicados ampliamente en la formulación de cremas y lociones dermatológicas. (17)

La presentación más utilizada en cosméticos son las emulsiones. Ellas permiten una gran variedad de ingredientes que se integren en forma rápida y convenientemente en un área específica como el cabello o la piel. Los productos mejores conocidos basados en la forma de emulsiones con las lociones y cremas. (12)

Capítulo 4 Emulsión Limpiadora:

Desmaquillante

4.1 Introducción

Las emulsiones limpiadoras son productos que asean y refrescan la piel mediante la eliminación de las impurezas que ayuda a mantener la condición fisiológica de la piel normal. Hay residuos de metabolitos en la piel que son inestables y reactivas con el oxígeno o se depositan microorganismos para formar materiales nocivos que pueden causar problemas de la piel. Existen diferentes tipos de productos limpiadores desarrollados y comúnmente utilizados, dependiendo en los materiales. (21)

Los productos limpiadores comerciales típicos se enlistan en la tabla 10. Un producto limpiador común, contiene una concentración relativamente alta de tensoactivos y es aplicada con agua para hacer espuma antes de lavar a fondo. La característica más importante de estos productos es la espuma porque al tener la sensación de una espuma rica y fina, es clave para el uso repetido por el consumidor, aunque la cantidad y calidad de la espuma no están directamente relacionadas con la detergencia desde un punto de vista fisicoquímico. Otra aplicación de la espuma fina y gruesa es en las preparaciones para el afeitado. La facilidad de enjuague rápido y la sensación después del afeitado son factores que rigen la calidad de este tipo de productos de limpieza de la piel. (21)

En formulaciones de limpiadores tipo tensoactivos, las barras de jabón han sido los más tradicionales pero hay líquidos, pasta, aerosoles que están tomando más popularidad en el mercado, por ejemplo el producto desmaquillante bifásico de Garnier llamado Clean Detox desmaquillante para ojos y rostro. (21)

El limpiador con un porcentaje mayor de tensoactivo en su formulación es utilizado principalmente para remover cosméticos oleosos aplicados en la piel, como los labiales “a prueba de agua”, “no mancha”, “larga duración”; se puede clasificar en cremas, lociones, líquidos o geles. El uso de productos cosméticos, (21)

Tabla 10. Tipos de Productos limpiadores de piel comerciales.

Tipo de Producto	Forma	Característica
Base tipo Tensoactivo	Sólido(jabón, jabón transparente, jabón neutro)	La mayoría de los limpiadores: es fácil de usar, se siente bien, pero la piel se siente tensa después.
	Crema, pasta(espuma limpiadora)	Excelente limpiador para la cara, fácil de usar. Las bases pueden ser seleccionadas en el intervalo débilmente ácido a alcalino dependiendo del propósito.
	Tipo líquido o líquido viscoso (gel limpiador)	La base débil ácida produce una limpieza débil pero la base alcalina produce una fuerte. Es principalmente para el cuerpo y cabello.
	Forma granulada/polvo	Fácil de usar. Como no contiene agua, papaína u otra enzima puede incorporarse.
Base tipo Solvente	Tipo Aerosol	Sale como espuma espesa tipo para afeitarse y la que es para después del afeitado.
	Crema, pasta (crema limpiadora)	El tipo emulsión principalmente es O/W. Tiene un poder limpiador alto. Para maquillaje pesado.
	Loción lechosa, forma líquida	Es una emulsión O/W. Loción limpiadora, contiene grandes cantidades de tensoactivos no iónicos, alcohol y humectantes. Para maquillaje ligero.
	Gel(gel limpiador)	La emulsión y líquido tipo cristal contienen mucho aceite, teniendo un alto poder limpiador y de enjuague. El gel tipo soluble en agua tiene bajo poder de limpieza.
Otros	Aceite(aceite para limpiar)	Los ingredientes como tensoactivos y alcohol son adicionados al aceite en pequeñas cantidades. Cuando se enjuaga se forma una emulsión O/W.
	Paquete(mascarilla)	La mascarilla usa polímeros solventes en agua. Remueve suciedad directamente de la superficie de la piel y poros.

Ertel, PhD Keith. 2008, Modern Skin Cleansers, Dermatologic Clinics. 4, United States : Elsevier, October 2008 Vol. 18.

4.2 Base tipo tensoactivo

Los tensoactivos usados para estos limpiadores se enlistan en la Tabla 11. Los jabones usan principalmente tensoactivos para barras sólidas y tipo pasta, los que se usan comúnmente son sodio y potasio. El jabón opaco suave en barra

es hecho de trietanolamina y sirve como limpiador facial suave. Al jabón se le agregan tensoactivos como alquiletersulfato, acilsetionato, acilglutamato, acilmetiltaurato y acilglicinato son utilizados como segundo o tercer tensoactivo con jabón. Acilglutamato tiene un pH similar al de la piel y por lo tanto se utiliza a menudo como un tensoactivo primario. (33)

Tabla 11. Principales tensoactivos utilizados para productos de limpieza

Tipo	Ingrediente
Tensoactivos aniónico	Jabón
	Sulfato de polioxietilen alquil éter
	Acilglutamato
	Acilglicinato
	Acilmetiltaurato
Tensoactivos aniónicos	Acilurcosinato
	Acilsetionato
	Ácido alquil dimetilaminoacético betaina
	Acido alquil amidopropil dimetilaminoacético betaina
Tensoactivos no iónicos	Alquil ester POE
	Éster de glicerol de ácidos grasos POE
	Copolímero de bloque POE-POP

F. Tadros, Tharwat. 2009, Emulsion Science and Technology. Germany : Wiley-VCH.

Se debe de evitar la solubilización y la excesiva extracción de los lípidos de la piel y los factores hidratantes naturales (NMF), de lo contrario sucedería la destrucción de las funciones de barrera de la piel. La detergencia de un tensoactivo debe ser lo suficientemente bueno para eliminar los lípidos de la superficie, pero no despojar los lípidos constitutivos mínimamente, que son los componentes clave de la función barrera de la piel. La detergencia selectiva se encuentra en varios tensoactivos y acilaminoácidos como el acilglutamato o acilmetiltaurato que son relativamente mejor en este sentido que el jabón. (29)

Una formulación es diseñada para un concepto específico de producto que esté dirigido a lo largo con los requerimientos de un limpiador de piel tales como detergencia, sensación, viscosidad, estabilidad, seguridad, la manejabilidad o facilidad de uso. Los jabones para limpieza facial en su mayoría son desarrollados en presentación líquida, pasta o tipo gel. Las siguientes son fórmulas típicas de diferentes limpiadores de la piel de tipo tensoactivos:

Fórmula 1: Limpiador Facial líquido a base de jabón (excelente haciendo espuma y refrescante)

Ingredientes	%
Ácido Láurico	2.5
Ácido Mirístico	7.5
Ácido Palmítico	2.5
Ácido dietanolamida láurico	2.0
Propilenglicol	8.0
Hidróxido de potasio	3.6
Agua	Suficiente para 100
Perfume	Cantidad suficiente
Conservador	Cantidad suficiente

Procedimiento: Colocar los compuestos oleosos en un recipiente (tanque), mezclar, en seguida mezclar con la parte acuosa y calentar para disolver con agitación. Enfriar a temperatura ambiente. (16)

Fórmula 2: Limpiador Facial líquido a base de laurilestersulfato (LES)

Ingredientes	%
Polioxitetileno de sodio (3) lauril éter sulfato (30%)	40.0
N-lauroilmetilaurato de sodio (30%)	10.0
Ácido de dietanolamida de coco	3.0
Glicerina	5.0
Cloruro de sodio	2.0
Agua	Suficiente para 100
Perfume	Cantidad suficiente
Conservador	Cantidad suficiente

Procedimiento: Colocar los compuestos oleosos en un recipiente (tanque), mezclar, en seguida mezclar con la parte acuosa y calentar para disolver con agitación. Enfriar a temperatura ambiente. (16)

Fórmula 3: Limpiador Facial en pasta a base de acilglicinato (pH neutral, Refrescante)

Ingredientes	%
Glicinato cocoil de potasio	32.0
Miristato de potasio	1.5
Alcohol behenil	0.5
Ácido cítrico	2.5
1,3- butilenglicol	15.0
Glicerina	17.0
Diristato diristato de etilenglicol	2.5
Agua	Suficiente para 100
Perfume	Cantidad suficiente
Conservador	Cantidad suficiente

Procedimiento: Mezclar los polioles y tensoactivos de manera completa. Agregar los otros ingredientes y calentar para disolver con agitación. Enfriar a temperatura ambiente. (16)

4.3 Base tipo disolvente

Éste tipo de productos fueron diseñados para limpiar residuos oleosos de cosméticos. Normalmente son aplicados a mano para quitar depósitos oleosos de colores o pigmentos de la piel, y son removidos con un paño, o pañuelo. Emulsiones W/O o aceites simples funcionan satisfactoriamente pero dejan oleosa la piel. Así limpiadores con una base tensoactiva es utilizado después de éste tratamiento, para retirar la sensación oleosa de la piel. (27)

La tendencia generalizada de los cosméticos de larga duración requiere una limpieza más fuerte y laboriosa con un producto tipo solvente. Con el fin de evitar el exceso de carga de maquillaje y suciedad en la piel y lograr la limpieza efectiva de los depósitos oleosos, la estabilización, la dispersión y que sea lavable con agua son propiedades clave de limpiadores tipo disolvente, mientras que la suavidad es requisito obligatorio para el producto. Por la necesidad anterior, el producto debe ser más lipófilo. Hay diferentes formulaciones desarrolladas que son emulsiones W/O, geles o cristales líquidos con unas selecciones especiales y combinaciones de fase oleosa y la fase acuosa. El principio de estas fórmulas es tener fase oleosa potente, que interactúa y solubiliza los depósitos líquidos, cuando se aplica a la piel. Las siguientes son fórmulas típicas de diferentes limpiadores de la piel de tipo solvente: (21)

Fórmula 4: Loción limpiadora facial basada en jabón (emulsión jabón)

Ingredientes	%
Alcohol estearílico	0.5
Aceite de palma endurecido	3
Parafina líquida	35
Octildodecanol	2
Propilenglicol	6
PEG 400	4
Sesquioleato de sorbitan	1.6
POE (20)oleil éter de etanol	2.5
Carbopol (1%)	15
Hidróxido de Potasio	0.1
Agua	Suficiente para 100
Perfume	Cantidad suficiente
Conservador	Cantidad suficiente

Procedimiento: Añadir los humectantes y agente quelante al agua purificada y calentar a 70°C (fase acuosa). Calentar los agentes oleosos en conjunto para hacer la solución, añadir los tensoactivos, conservadores y perfumes; mantener la temperatura a 70°C. Añadir ésta solución a fase acuosa. (21)

Fórmula 5: Crema limpiadora facial con arginina

Ingredientes	%
Ácido esteárico	2
Alcohol cetílico	3
Vaselina	10
Parafina líquida	38
Miristato de isopropilo	10
Propilenglicol	5
Monoestearato de glicerina	2.5
POE (20) monoestearato de sorbitan	2.5
Arginina	0.3
Agua	Suficiente para 100
Perfume	Cantidad suficiente
Conservador	Cantidad suficiente

Procedimiento: Añadir el humectante y el álcali a la fase de agua purificada. Después calentar los componentes oleosos juntos para hacer una solución agregar los surfactantes, conservadores, antioxidantes, perfume y seguir calentando a 70°C. Gradualmente añadir esto a la fase acuosa. (21)

Fórmula 6: Desmaquillante tipo gel

Ingredientes	%
(A) Glicerol	56.4
Alcohol cetoestearílico	5.0
POE (25) éter octildodecilo	16.0
Butilparabeno	0.2
(B) POE (10) metil glucósido	4.0
Glicerina	1.7
Sorbitol (70%)	9.0
Agua	7.3
Metil parabeno	0.1
(C) Perfume	0.3

Procedimiento: Mezclar los componentes de (A) a 80°C para disolver completamente. Mezclar los componentes de (B) por separado a 80°C. Añadir (A) a (B) con agitación de paletas. Gradualmente enfriar mientras se agita. Añadir el perfume a 55°C, la mezcla se convierte en gel entre los 50°C a 45°C. (21)

4.4 Desmaquillante

Un desmaquillante es un producto que se usa para remover el maquillaje o productos aplicados en la piel. (27)

La limpieza de la piel es el primer paso esencial para cualquier rutina de cuidado de la piel. Existen varias alternativas como la limpieza con agua y jabón; o con otro tipo de limpiadores que pueden estar en forma de cremas, leches, lociones, geles y líquidos; estos ejemplos son emulsiones que fueron formulados para adaptarse a diferentes tipos de piel. Para complementar el proceso de limpieza, la piel debe de enjuagarse con agua. En los casos en

donde se haya utilizado algún maquillaje de larga duración, pueden ser útiles para la pre-limpieza de la cara un aceite. (21)

Los productos desmaquillantes que son utilizados con mayor frecuencia son las cremas (*cold creams*), las leches limpiadoras, productos bifásicos y aceites. (27)

4.5 “Cold creams”

La definición de crema facial o corporal, es una preparación semisólida, que se utiliza como vehículo de sustancias inocuas con acción diversa que benefician a la piel. (27)

Claudio Galeno (Galeno de Pérgamo 130-200 D.C.), una de las mentes más grandes, médico de la antigüedad, creo la primera crema eficaz para la piel “*ceratum refrigerans*” (cera de fría). Se preparaba mezclando una parte de cera de abejas en tres o cuatro partes de aceite de oliva y agua de rosas tanto como fuera posible. No era elegante y estable, pero fue la técnica de cuidado de la piel predilecta por más de mil años. (9)

La cera de abeja hizo que la crema de Galeno fuese eficaz, la composición exacta varía entre en gran medida de diferentes fuentes, pero todas tiene componentes en común, como los monoésteres, hidrocarburos, diésteres, ácidos libres, hidróxido poliésteres, ácidos poliestéricos. Y en particular, para su uso en una fórmula primitiva, tales como crema de Galeno, contiene suficientes grupos hidroxilos para permitir que se absorban algo de material acuoso. (9)

El aceite de oliva contiene una mezcla rica de componentes, como vitaminas A, E y K, los fitoesteroles, los flavonoides luteolina, quercetina y escualeno, rico en polifenoles, que son antiinflamatorios, antioxidantes y anticoagulantes, además tiene el oleocantal, un fármaco anti-inflamatorio y antioxidante, y el escualeno, que ayuda a regular la cantidad de sebo, también está presente la clorofila, una sustancia anti-envejecimiento que promueve la curación de las enfermedades de la piel y heridas. (32)



Figura 33. Cold cream
www.ponds.com.mx

El agua de rosas es el subproducto de la producción del aceite esencial de las rosas a través de la destilación al vapor. El material residual tiene una matriz de componentes deseables. Es rico en flavonoides y vitaminas como A, C, D, E y B3. Sus beneficios incluyen la curación suave, sus propiedades antisépticas y antibacterianas. (32)

Sin embargo, hay dos problemas críticos con la crema de Galeno: la inestabilidad de la emulsión y la rancidez. El problema de la rancidez fue abordado, mediante la sustitución de aceite de oliva por el aceite de mineral. La estabilidad se mejoró radicalmente con la adición de borato sódico (bórax). (32)

El aceite mineral además de resolver el problema de rancidez permite que se disuelva el sebo, la suciedad y el maquillaje sin jabón. Y debido a que también suaviza y humecta la piel, puede llegar a un producto para la piel para todo uso. (32)

El más cercano descendiente de la invención moderna de Galeno es “Cold Cream de Pond’s”. Unilever oficialmente remonta a 1846. Theron T. Pond, un farmacéutico de Utica, Nueva York, presentó “Pond’s Golden Treasure”, pero no se comercializó la crema hasta 1920. Los ingredientes de la crema clásica muestran afinidad a la de Galeno: aceite mineral, agua, cera de abejas, cerasina, borato de sodio, fragancias y carbómero. (Figura 33) (9)

La crema Nivea hizo su aparición en Alemania en 1911, el Dr. Oscar Troplowitz, Profesor Paul Gerson Unna y el Dr. Issac Lifschütz, desarrollaron “Nivea Creme” con un emulsionante llamado Eucerit que hizo que fuera posible una emulsión de consistencia estable. Y con el fin de competir, otras empresas comenzaron a crear cremas que consistían en vaselina mezclada con perfume. (9)

4.6 Leche desmaquillante

Las leches limpiadoras eliminan las impurezas que obstruyen los poros de la piel, como el maquillaje, las células muertas, el polvo y el sudor. Se emplean, principalmente, para desmaquillar la cara y los ojos. (Figura 34) (28)

Están compuestas por una emulsión de O/W, de poca viscosidad y con tensoactivos de síntesis encargados de eliminar la suciedad existente en la superficie de la piel; se le añaden sustancias humectantes como la glicerina o sorbitol, que evitan que se evapore el agua y se reseque la piel, además del conservador. También se añaden otros elementos, que distinguen a cada leche limpiadora: perfumes, colorantes y otras sustancias de acción específica, como



Figura 34. Leche Limpiadora
www.loreal.com.mx

las hidratantes, calmantes, anti-inflamatorias, revitalizantes. (28)

La apariencia de este producto debe de corresponder a la de una leche uniforme, sin grumos, opaca, de color blanco y olor agradable. (28)

El pH de una piel sana ronda en 5,5, por lo que la composición de una leche limpiadora será mejor cuanto más se acerque a este pH. La viscosidad del líquido se define entre 9.000 y 14.000 centipoises (cps). (28)

Además posee una acción emoliente, hidratante y calmante de una textura agradable al contacto de la piel. Limpia en profundidad todo tipo de pieles incluidas las más sensibles y frágiles e irritables. (29)

Se aplica directamente con las manos o se impregna algodón con la leche limpiadora. Se extiende sobre las zonas a limpiar (cara, cuello, manos, etc.) mediante masajes circulares. Secar el exceso de loción con una toallita. Puede emplearse cuantas veces se requiera. (29)

4.7 Limpiadores Bifásicos

Es una composición para aplicación tópica, constituida por dos fases, una fase acuosa y una fase oleosa, que se emulsionan fácilmente por agitación y se desfazan fácilmente después de detener la agitación. (Figura 35) (33)

La utilización de estas composiciones bifásicas necesita una agitación previa con el fin de formar una emulsión, debiendo ser ésta de calidad y de estabilidad suficientes para permitir una aplicación homogénea de las dos fases sobre la piel. En reposo, dichas fases deben separarse rápidamente y reencontrar su estado inicial, siendo este fenómeno más conocido bajo el término de “desfase”. (33)

Se busca tener un desfase rápido porque una mala separación de las dos fases es percibida como falta de estética por los usuarios; se llega a utilizar como agente de desfase el cloruro de benzalconio, alquildimetilbencilamonio, bicarbonato de sodio (evita la formación de espuma). (33)

La fase acuosa de la composición contiene agua y cualquier aditivo hidrosoluble o hidrodispersable. El agua utilizada puede ser agua desmineralizada estéril y/o agua floral como el agua de rosas, y/o agua termal o mineral natural, tal como el agua de Roche Posay. Puede incluir también agua termal reconstituida, es decir, un agua que contenga oligoelementos tales como zinc, cobre, magnesio. (33)

Como aditivos hidrosolubles, se pueden citar, especialmente los polioles, tales como la glicerina, y los glicoles, tales como el hexilenglicol, los polietilenglicoles y el propilenglicol. Los polioles pueden estar presentes en una cantidad que va del 0,01 al 5% en peso con respecto al peso total de la composición. (33)

Como aditivos hidrosolubles, se pueden citar también los alcoholes especialmente el etanol. La



Figura 35. Limpiador bifásico
www.nivea.com.mx

composición está entre 2% a menos del 1% en peso de etanol con respecto al peso total de la composición. (33)

La fase oleosa representa generalmente de un 10 a un 75%, de preferencia de un 30 a un 70% en peso y mejor de 40 a un 60% en peso con respecto al peso total de la composición. Incluye uno o varios aceites seleccionados entre los aceites de origen mineral o sintético y los aceites de silicona. Contiene uno o varios aceites volátiles entre los seleccionados. (33)

Por aceite de hidrocarburo, se entiende un aceite formado esencialmente, y aún constituido, por átomos de carbono e hidrógeno, eventualmente por átomos de oxígeno o de nitrógeno; puede contener grupos éster, éter, amina o amida. Se pueden citar hidrocarburos volátiles a los isoalcanos (isoparafinas C_8 - C_{16} , tales como el isododecano y el isohexadecano. Los no volátiles de origen animal o sintético, se pueden citar el aceite de vaselina, el poliisobuteno hidrogenado. (30)

Por aceite de silicona, se entiende un aceite que contiene al menos un átomo de silicio y especialmente que contiene grupos Si-O. Puede ser seleccionado entre los aceites de silicona no volátiles, los aceites de silicona volátiles y sus mezclas. Como aceites de silicona volátiles, se pueden citar los aceites de silicona lineal o cíclica que tienen de 2-7 átomos de silicio, llevando estas siliconas eventualmente grupos alquilo. Como ejemplos de aceites de silicona volátiles, se pueden citar ciclopolidimentilsiloxanos, el ciclopentasiloxano. (30)

El aceite de silicona no volátil utilizable puede ser seleccionado entre los poldimetilsiloexanos y los polimetilsiloxano fenilados, así como 2-feniletiletrilmetilsilosilicatos y los prolimetilfenilsiloxanos. (33)

Preferiblemente la fase oleosa contiene un aceite volátil y especialmente al menos un isoalcano, preferiblemente. (33)

Además, puede contener uno o varios aceites volátiles distintos o no, seleccionados entre los aceites hidrocarbonados de origen animal o vegetal, los ésteres y éteres de síntesis, los alcoholes grasos, los aceites fluorados y sus mezclas. (32)

Como conservadores, se puede utilizar cualquier conservador habitualmente utilizado; por ejemplo, los parabenos, el gluconato de clorhexidina y el clorhidrato de polihexametilenbiguanida.. Como bacteriostático se puede utilizar por ejemplo, un monoalquil(C₃-C₉)- o alquenil (C₃-C₉)-éter de glicerol. (30)

Entre agentes suavizantes se puede citar en particular la alantoína, el bisabolol, los lactones y ciertos extractos de plantas, como los extractos de rosa y los extractos de melilot. (30)

El principio activo que puede estar presente depende del objetivo final de la composición. Como principios activos utilizables en la composición, especialmente cuando se trata de una composición de la piel se pueden citar: las enzimas (lipasa, lactoperoxidasa, proteasa); los flavonoides tales como las isoflavonas; los agentes hidratantes como los hidrolizados de proteínas. (30)

Capítulo 5 Otros productos cosméticos en forma de emulsiones.

5.1 Introducción

Hay una variedad de productos para cuidado y embellecimiento del consumidor en el mercado actual que cumplen con diferentes funciones, como aquellos que actúan sobre la piel uno de sus principales objetivos es para brindarle un aspecto sano por ejemplo, las cremas hidratantes, cremas antienvjecimiento, protectores solares; y otros productos actúan para dar un aspecto embellecedor, por ejemplo la base del maquillaje, rímel, delineador, sombras de colores, rubor, etc. (32)

A continuación se mencionan algunos ejemplos:

5.2 Base del maquillaje



Figura 36. Diferente tipo de bases de maquillaje.
www.guiamaquillaje.com

La base de maquillaje (Figura 36) tiene el propósito de ocultar las imperfecciones, resaltar las facciones. La base puede presentarse en tres formas básicas: líquida, en crema y en polvo. Gracias a estas tres formas, han surgido diversas combinaciones tales como base en mousse, base en crema-polvó, base mineral y humectante con color. (33)

Las bases son de excelente aspecto y estabilidad; contienen no sólo emolientes e hidratantes, también pueden contener fórmulas especializadas para satisfacer las necesidades de los tipos específicos de piel. Por ejemplo, las bases para piel sensible, las bases para piel grasa y las bases para piel seca, Bases de maquillaje para la rosácea, las marcas de nacimiento y las cicatrices. Hay incluso bases con factor de protección solar, desde FPS 15

hasta el FPS 80 que ayudan a proteger la piel de los efectos nocivos y envejecedores de la radiación solar. (33)

5.2.1 Base en crema

Las bases pigmentadas contienen del 3 al 25% de pigmentos. Las que contienen entre un 3 y un 10% son un sustrato adecuado para una posterior aplicación de polvo, mientras que aquellas otras con mayor concentración de pigmentos se utilizan como maquillajes completos y, con frecuencia, se designan cremas polvo. Pueden ser de sistemas O/W o W/O en forma fluida o sólida. Existen dificultades en la fabricación de estas preparaciones, especialmente en cuanto: a) la elevada superficie específica del pigmento que puede absorber preferentemente los agentes emulsionantes y, en algunos casos, ocasionar la inversión de la emulsión, y b) obtener la adecuada dispersión de pigmentos para dar colores reproducibles. (33)

Los pigmentos se pueden suspender utilizando derivados de celulosa o silicatos inorgánicos, tales como el silicato de magnesio hidratado, algunos compuestos inorgánicos de cadenas ramificadas pueden dar porosidad a las sustancias formadoras de película y, por tanto, no interfieren la respiración imperceptible de la piel. (13)

Fórmula 7 y 8: Base de maquillaje W/O

Ingredientes	Sólida %	% Fluida
Aceite mineral ligero	4,0	30,0
Miristrato de isopropilo	8,0	--
Lanolina	--	8,0
Cera mineral (ceresina)	19,2	--
Cera microcristalina	--	1,0
Sesquiolato de Sorbitan	2,8	2,3
Polisorbato-60	--	0,1
Pigmentos de óxidos de hierro (polvo base)	c.s .tono	8,0
Dióxido de titanio	3,0	--
Glicerina	--	5,0

Ertel, PhD Keith. 2008, Modern Skin Cleansers, Dermatologic Clinics. 4, United States : Elsevier, October 2008 Vol. 18.

Fórmula 9: Base de maquillaje O/W

Ingredientes	%
Monoglicéridos de ácidos poliinsaturados	0,5
Miristrato de isopropilo	2,0
Estereato Glicerido	2,5
Estereato de Trietanolamina	2,5
Propilenglicol	5,0
Talco	4,0
Dióxido de titanio	5,0
Pigmentos de óxidos de hierro	c.s.tono
Goma de celulosa	0,8
Silicato de magnesio hidratado	0,8
Lanolato de Isopropilo	2,5
Ésteres y ácidos grasos de cadena ramificada	5,0
Alantoína	0,2
Hexaclorofeno	0,5
Agua, perfume, conservadores ,etc	Hasta 100,0

Ertel, PhD Keith. 2008, Modern Skin Cleansers, Dermatologic Clinics. 4, United States : Elsevier, October 2008 Vol. 18.

5.3 Protector solar

Producto de protección solar o protector solar (Figura 37) es cualquier preparado como crema, aceite, gel o aerosol entre otros, de aplicación sobre la piel humana con la finalidad exclusiva o principal de protegerla de la radiación UV absorbiéndola, dispersándola o reflejándola. (3)

Su finalidad es prevenir o disminuir los efectos perjudiciales de la radiación solar como el envejecimiento prematuro de la piel y el riesgo de cáncer cutáneo. Trabajan principalmente a través de dos mecanismos: dispersión y reflexión de la energía UV y la absorción de la energía UV. (33)



Figura 37. Protectores solares
www.cremitas.com



Figura 38. Aplicación de protector solar
www.dermaglos.com

Muchos protectores solares actuales contienen ingredientes activos que trabajan a través de ambos mecanismos en materia de protección UV. Dos de los ingredientes activos que se utilizan con más frecuencia son el dióxido de titanio y óxido de zinc. (33)

Los rayos UVA [ultravioleta A (de onda larga)] pueden penetrar la piel y causar daño; incluso en los días nublados, las

nubes y la niebla no protegen del sol y, en algunos casos, pueden intensificar los rayos UVB [rayos ultravioleta B (de onda corta)]. (33)

El ensayo más importante para determinar la eficacia de un protector solar es el factor de protección solar (SPF). El SPF mide la capacidad de un protector solar para prevenir el desarrollo de eritema sobre la piel expuesta a la radiación UV, principalmente de UVB. El valor de SPF se define como el cociente de la energía UV necesaria para producir el mínimo eritema en la piel protegida a la requerida para producir el mismo eritema en la piel desprotegida en el mismo individuo a pesar de esto las lecturas de SPF también pueden variar de agente determinado dependiendo de la fuente de luz. Por ejemplo, un individuo con un bloqueador solar SPF 4 tendrá cuatro veces más tiempo para desarrollar eritema cutáneo cuando se expone a la radiación UVB, en comparación con cuando ese individuo no tiene ninguna protección. Para productos de protección solar "resistentes al agua", la etiqueta SPF es el valor de la SPF determinado después de cuarenta minutos de inmersión de agua, según las directrices de la FDA. (13)

5.3.1 Tipos de filtros solares y mecanismo de acción

El uso de protector solar comenzó a principios del siglo XX, los salicilatos fueron los primeros agentes que se utilizaron en la preparación de la protección solar, con el primer bloqueador informó que contiene salicilato de bencilo y cinamato de bencilo. En la década de 1940, ácido p-aminobenzoico (PABA) fue

patentado e incorporado en formulaciones de protector solar. Desde su debut, se han introducido diversas formulaciones y derivados de PABA en el mercado de protección solar. sustancias activas. Un solo agente efectivamente proporciona suficiente protección contra la radiación UVA y UVB. Dos o más ingrediente. (33)

La FDA aprueba el uso de sustancias activas, además de de protección solar pueden combinarse entre sí en un solo producto cuando se utiliza en las concentraciones aprobadas por la FDA para cada agente (Tabla 12). (33)

Cada sustancia activa individual debe contribuir con un mínimo de 2 SPF hasta el producto terminado; al final el producto terminado tendrá un SPF mínimo de no menos de la cantidad de sustancias activas que se utilizan en combinación. Los agentes de protección solar se clasifican basados en su método de protección. Los filtros solares químicos absorben la radiación UV mientras que los bloqueadores físicos actúan como materias de partículas que reflejan y dispersan la luz incidente. (33)

La eficacia de un filtro solar depende de la cantidad de radiación solar nociva (eritemógena) que es capaz de absorber y, por tanto, depende del intervalo de absorción del filtro solar activo, concentración empleada, sustantividad a la piel, resistencia al agua y al sudar, y también a la naturaleza del disolvente empleado y otros contribuyentes. (13)

Otros factores que pueden influir en la eficacia de una preparación filtro solar son: (13)

- a) pH
- b) sistema disolvente empleado
- c) espesor de la película residual sobre la piel

Tabla 12. Ingredientes activos aprobados por la FDA para protectores solares

Ingrediente	Absorbencia UV
Ácido Aminobenzoico	UVB
Avobenzona	UVA
Cinoxato	UVB
Dioxibenzona	UVA,UVB
Homosalato	UVB
Metil-antranilato	UVA
Octocrileno	UVB
Octilmetoxicinamato	UVB
Octil salicilato	UVB
Oxibenzona	UVA, UVB
Ácido fenilbenzimidazol sulfónico	UVB
Dióxido de titanio	Inorgánico
Salicilato trolamina	UVB
Óxido de zinc	Inorgánico

Draelos, Zoe Diana y Thaman, Lauren A. 2006, *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York : Taylor & Francis Group.

5.3.2 Composición de un protector solar

Los filtros solares pueden presentarse en casi todas las formas de productos que pueden aplicarse a la piel produciendo una película continua, variando desde lociones acuosas o alcohólicas y pasando por productos en emulsión líquida o semisólida hasta preparaciones lípidas no acuosas. También se incluyen geles y aerosoles. Según Gordon, 2008, *Harry's Cosmetology*, los puntos que se deben considerar al elaborar un protector solar son: (13)

1. El ingrediente activo (filtro solar) debe presentarse en cantidad suficiente para ser eficaz. (13)
2. El ingrediente activo y el vehículo deben ser compatibles. Desde el punto de vista del producto, el filtro solar puede disolverse tanto en la fase acuosa, como en la no acuosa, pero se debe recordar que, al usarlos, el agua y el alcohol se evaporarán del producto dejando el filtro solar disuelto o dispersado en la porción no volátil de la crema, que por sí misma puede contribuir a la actividad del filtro solar, o en los lípidos de la superficie cutánea. (13)
3. Se deben considerar las propiedades deseables en la película de sustancias no volátiles depositadas en la piel. La selección entre lípidos de varios tipos y sustancias hidrófilas, tales como glicerina o sorbitol. (13)

En seguida se mencionan unos ejemplos de formulaciones de protectores solares:

Fórmula 10. Emulsión agua-aceite con un filtro solar liposoluble

Compuesto	Por ciento
Filtro solar (liposoluble) (ver tabla 12)	3,0
Aceite mineral	34,0
Atlas G-1425	2,0
Avitex ML	5,0
Cera de abejas	2,0
Miristato de Isopropilo	0,5
Vaselina	7,5
Agua	46,0

Draelos, Zoe Diana y Thaman, Lauren A. 2006, Cosmetic Formulation of Skin Care Products. New York : Taylor & Francis Group.

Fórmula 11. Emulsión aceite-agua con bajo contenido en aceite de carácter no graso

Compuesto	Por ciento
Giv-tan F	1,5
Dietilen glicol, monoestearato	2,0
Ácido esteárico	3,5
Alcohol cetílico	0,4
Isopropilo, miristato	4,0
Trietanolamina	1,0
Trietanolamina, lauril sulfato	0,75
Agua	86,85
Perfume, conservador	c.s

Draelos, Zoe Diana y Thaman, Lauren A. 2006, Cosmetic Formulation of Skin Care Products. New York : Taylor & Francis Group.

5.4 Máscara de pestañas

Los ojos son la parte más expresiva del rostro; por ello, su maquillaje resulta atractivo y favorecedor. Entre los productos de maquillaje de ojos, la máscara de pestañas es, sin duda, el más popular, ya que permite resaltar la mirada. (34)



Figura 39. Máscara de pestañas
www.glamour.mx

La máscara de pestañas sirve para alargar, espesar, recubrir y colorear las pestañas, algunas máscaras también protegen e incluso favorece el crecimiento de las pestañas. (34)

Como todo producto de maquillaje para los ojos, la máscara debe de ser totalmente inocua, de fácil aplicación que se deslice suavemente y no deje grumos; dependiendo del tipo de máscara de pestañas éste debe de alargar las pestañas y darles volumen, dejándolas definidas, separadas, curvadas y flexibles.; tiene que permanecer todo el día sin cuartearse ni desprender polvillo sobre las mejillas y por último no debe diluirse, lo que provocaría ojeras bajo los ojos. (34)

5.4.1 Características de las pestañas

Las pestañas son resistentes y elásticas que crecen con una concavidad inversa a la de los párpados, lo que les permite no intercalarse con éstos cuando se cierran. Su función principal es proteger el globo ocular de la entrada de microorganismos y de las partículas existentes en el aire. (10, 34)



Figura 40. Pestañas
www.cuidadodelapiel.com

Su estructura es similar a la del cabello; están mayoritariamente compuestas por queratina, que les proporciona resistencia y elasticidad, y melanina que le

confiere el color; su longitud media es de 8mm, su ciclo de crecimiento dura aproximadamente 5 meses; carecen de músculo erector; las radiaciones UV también las resecan y aumenta su porosidad lo que puede debilitarlas. (10, 34)

5.4.2 Composición de una máscara de pestañas.

El agua es el ingrediente mayoritario en las máscaras que son emulsiones de O/W. En las máscaras resistentes al agua representa solamente una pequeña parte de la formulación. En las formulaciones al final, según el porcentaje de cera, las máscaras pueden ser ligeras o más cremosas. (34)

Las ceras impermeabilizan protegen y dan densidad a las pestañas. La adherencia y flexibilidad de la máscara se consigue combinando ceras duras y flexibles en la proporción adecuada. Las ceras duras, que poseen mayor punto de fusión, fijan a las ceras flexibles sobre las pestañas de forma inmediata. Las ceras más empleadas son las de carnauba, de candelilla y la cera de arroz; entre las ceras flexibles empleadas con más frecuencia son las de abeja y jojoba. (34)

Dentro de los aceites y siliconas, la parafina líquida es el aceite más utilizado. En otras ocasiones también se emplean los aceites hidrogenados de palma y semilla de algodón. (34)

En cuanto a las siliconas, mejoran las propiedades de las máscaras porque las protegen frente a la humedad lagrimal, aceleran el secado, proporcionando brillo y permitiendo una aplicación uniforme y suave. De ahí que se empleen de forma habitual derivados de dimeticona, siliconas volátiles y siliconas de alto peso molecular. (34)

La inclusión de polímeros con diversas acciones ha permitido un gran desarrollo de las máscaras de pestañas en los últimos años. Estos forman una película uniforme que envuelve y se adhiere a cada pestaña, lo que permite el rizo y que éste se mantenga, sin que la transpiración o el roce lo alteren. Destacan los derivados de celulosa, la goma de acacia; el alcohol polivinílico y sus derivados, los polímeros cuaternarios; los derivados del ácido vinilacrílico, y

los derivados de vinilpirrolidona, como PVP/ eicoseno copolímero. Estos últimos también actúan como dispersantes de los pigmentos de color y mejoran su fijación sobre la pestaña. (34)

Las máscaras de pestañas pueden tener sustancias tratantes como la queratina hidrolizada, que forma una película protectora que hidrata y fortalece las pestañas. El pantenol, que favorece el crecimiento de la pestaña, que penetra progresivamente y favorece la retención de agua en el interior del pelo y, por tanto, el aumento de volumen de las pestañas. Aminoácidos, que refuerzan la estructura del pelo.

También incluyen conservadores, antioxidantes, reguladores de pH; el pH final del producto es similar al de la lágrima.

Los pigmentos de color más empleados son los óxidos de hierro. Para conseguir un color más definido, los productos también pueden incluir pigmentos pelados. En las máscaras con elevado contenido en pigmentos, se adicionan dispersantes para mejorar la estabilidad de la formulación. Estos dispersantes pueden ser copolímeros acrílicos/ dimetilpolisiloxano disueltos en una silicona volátil, que además proporcionan una película hidrófoba y lipófoba de larga fijación. También se emplean pigmentos que técnicamente, son emulsiones de un copolímero alquilacrilato y que confieren ventajas adicionales al producto terminado: buena resistencia al agua, mayor brillo y una película más duradera y flexible. Cuando se desea una tolerancia óptima, las formulas no contienen óxido de cromo. También se comercializan máscaras sin pigmentos de color, destinadas a pestañas oscuras o para conseguir una imagen más natural. (34)

El perfume está ausente en las máscaras para ojos sensibles. (34)

Capítulo 6 Composición de un cosmético

6.1 Introducción

En los cosméticos existen materiales sintéticos y orgánicos, pero existe una preferencia cada vez mayor para los cosméticos que no contengan productos sintéticos. (13)

La composición esquemática de un cosmético incluye, total o parcialmente los siguientes ingredientes:

- Sustancias activas.
- Conservadores.
- Colorantes.
- Perfumes.
- Excipientes

Debe existir la seguridad en la fabricación de un cosmético, es que los ingredientes y materias primas hayan pasado pruebas de calidad y normas oficiales, para asegurar la inocuidad del producto. (35)

6.1.1 Sustancias Activas

Se define a las sustancias activas de un cosmético como aquellas a las que se atribuye una acción definida o de las que se espera un efecto determinado. (35)

Por ejemplo:

El Ácido Acetilsalicílico, es un polvo blanco, cristalino. Es estable en aire seco; en aire húmedo se hidroliza gradualmente a ácidos salicílico y acético; se disuelve fácilmente en alcohol, soluble en cloroformo y éter dietílico, ligeramente soluble en agua. Es clave en muchos productos para el cuidado de la piel diseñados para tratar acné, psoriasis, callosidades (el endurecimiento de la piel por presión persistente), la piel de gallina, las verrugas y para tratar la caspa. (35)

Nitrato de Miconazol, es un polvo blanco o amarillo claro; soluble en dimetiformamida; ligeramente soluble en alcohol, cloroformo y propilenglicol; muy ligeramente soluble en agua e isopropanol; casi insoluble en éter dietílico. Está indicada para aplicación tópica en el tratamiento de hongos y/o infecciones de la piel: *Tiña pedis* (pie de atleta), *Tinea cruris* y *Tinea corporis* causada por *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *Epidermophyton floccosum*, en el tratamiento de candidiasis cutánea (moniliasis) y en el tratamiento de *Tinea versicolor*. (35) (36)

6.1.2 Excipientes

Un excipiente es cualquier componente, distinto del principio o principios activos, utilizado en la fabricación de un producto farmacéutico o cosmético. La función de un excipiente es servir como soporte (vehículo o base) o como componente del soporte del principio o principios activos contribuyendo así a propiedades tales como estabilidad, perfil biofarmacéutico, aspecto y aceptación por el consumidor, y para facilitar su fabricación. En general en la formulación de una forma farmacéutica se utiliza más de un excipiente. (33)

En los productos cosméticos, los emulsionantes además de tener la función de estabilizar la emulsión pueden tener otras funciones dentro de la formulación; a continuación se mostraran unos ejemplos: (17)

- Alcanilamidas: son utilizadas comúnmente como humectantes, acondicionadores, emulsionantes, agentes humectante, espesantes, estabilizadores de espuma.
- Amidoaminas: es la elección clásica para acondicionadores, suavizantes, espumantes, formadores de viscosidad y emulsionantes.
- Imidazolininas: funcionan como detergente, humectante, antiestático, emulsionante e inhibidor de la corrosión.
- Etoxilatos: son emolientes, emulsionantes, estabilizadores, espesantes, agentes estabilizadores y agentes de limpieza suaves.
- Cuaternarios: para propiedades de suavidad, acondicionamiento o emulsionantes para la piel o cabello.

- Sulfatos: es la elección clásica de olor y color suaves para la formación de espuma y viscosidad en productos para el cuidado personal.
- Sulfosuccinatos: son agentes de limpieza suave, excelente formadora de viscosidad y compatible con formulaciones. (37)

Un excipiente de uso cosmético dermatológico debe poseer el máximo de las siguientes condiciones: (17)

- 1) Estabilidad frente a los agentes exteriores.
- 2) Composición constante.
- 3) Carencia de propiedades tóxicas, irritantes y sensibilizantes.
- 4) Afinidad con la piel, debiendo ser miscible con sus secreciones oleosas y acuosas.
- 5) pH adecuado, de preferencia ácido o neutro.
- 6) No reaccionar con las sustancias activas o medicamentos que incorpore.
- 7) No poseer olor ni color desagradables, no manchar y de preferencia que sea posible su eliminación por arrastre en agua.
- 8) Ser flexible, de adecuada consistencia, untuosidad y permanencia, de modo que se extienda y contacte bien con la piel.
- 9) Capacidad para incorporar medicamentos lipo e hiposolubles de reacción ácida, neutra o alcalina.
- 10) Capacidad para mantener o liberar la sustancia activa, según convenga.
- 11) Ser hidrófilo (capacidad de absorber agua).
- 12) Ser eficaz sobre todos los tipos de piel, tanto alípicas como oleosas, deshidratadas como hidratadas.

Formas físicas del excipiente: Es el excipiente el que determina prácticamente las variadas formas del cosmético: sólida, ya sea compacta o pulverulenta, cristalina; semisólida; líquida; gaseosa. (17)

Formas fisicoquímicas del excipiente: Desde el punto de vista fisicoquímico podrían agruparse los excipientes en: sistemas monofásicos, y polifásicos. (17)

- Excipientes formados por sistemas monofásicos

Los sistemas monofásicos o de una sola fase son mezclas de dos o más componentes perfectamente homogéneas. (17)

- Excipientes formados por sistemas polifásicos

Los sistemas polifásicos son mezclas que tienen dos o más fases, formadas por componentes que se disuelven perfectamente y cuyos ingredientes no siempre se pueden apreciar por separado a simple vista, aunque sí con la ayuda de un microscopio óptico. (17)

Ejemplos de excipientes:

El agua purificada puede ser obtenida a partir de agua potable por un proceso de destilación, ósmosis inversa, tratamiento por intercambio iónico u otro método apropiado, y no contiene sustancias adicionales. Se utiliza como aditivo en la fabricación de preparados farmacéuticos - cosméticos pero no debe emplearse como aditivo para la fabricación de inyectables. (38)

El alcohol estearílico son hojuelas o gránulos blancos, untuosos, soluble en alcohol y en éter dietílico, casi insoluble en agua. Su temperatura de fusión es entre los 55° y 60° C. Es un alcohol graso saturado de cadena C18, usado como materia prima neutra de muy buena compatibilidad con la piel y las mucosas. Es un factor de consistencia no autoemulsificable y estabilizador, muy adecuado para aplicarse en cremas, emulsiones líquidas, cosméticos color y preparaciones farmacéuticas. (38)

La glicerina, también llamada propanotriol, glicerol o alcohol glicólico. Es un líquido, algo denso, inodoro, de sabor dulzaino y transparente. Se obtiene fundiendo aceites y grasas vegetales en un medio alcalino. Miscible con agua y alcohol, insoluble en éter, formol y aceites. Favorece la emulsión y dispersión de ingredientes acuosos. Se usa frecuentemente en emulsiones acuosas, evitando la desecación de la fase acuosa de la mezcla. Forma parte de la composición de jabones, geles de baño, lociones corporales, cremas para las manos, etc. Puede ayudar a fijar el perfume. Se sustituye con frecuencia por PEG, propilenglicol y sorbitol. (38)

Miristato de isopropilo es un excipiente que actúa protegiendo la piel dañada por agentes externos. También posee propiedades emolientes ya que suaviza las zonas reseca de la piel. (35)

Tabla 13. Excipientes utilizados en formulaciones de productos dirigidos al cuidado de la piel

Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos	Aplicaciones	Función primaria	Función secundaria
Acetato de cetilo (y) Alcohol de Lanolina Acetilado	Limpieza; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente; modificador sensorial	
Copolímero PPG-17/IPDI/DMPA	Cosméticos de color; cuidado de la piel	Formador de películas	
Acrilatos/C10-30 Alquil Acrylato Crosspolímero	Limpieza; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador reológico; agente de suspensión; espesante	Emulsionante
Carbómero	Champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador reológico; agente de suspensión; espesante	Fijador/ Modificador sensorial
Poliacrilato-1 de Crospolímero	Limpieza; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador reológico; agente de suspensión; espesante	
Copolímero Acrilato	Limpieza; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador reológico; agente de suspensión; espesante	Formador de películas
Acrilatos/C10-30 Alquil Acrylato Crosspolímero	Limpieza; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador reológico; agente de suspensión; espesante	Modificador sensorial
Alcohol Lanolinado	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Acondicionador; emulsionante; espesante
PEG-6 Caprílico	Limpieza; cuidado de la piel	Emoliente; emulsionante; modificador sensorial	Surfactante
Ácido Metacrílico	Peinado; cuidado de la piel	Formador de películas; fijador	Fijador de fragancias
Citrato Trioctildodecil	Cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Dispersante de pigmentos, modificador sensorial, agente de deslizamiento
Dioleato de Metilglucosa PEG-120	Limpieza; champú; cuidado de la piel	Potenciador de suavidad; espesante	Emoliente; modificador sensorial
Metil Glucosa Sesquiesterato PEG-20	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; cuidado de la piel; cuidado solar	Emulsionante	Modificador sensorial
Metil Glucosa Éter PPG-10	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Humectante	Emoliente; fijador de fragancias; modificador sensorial
Methyl Glucose Dioleate	Cosméticos de color; cuidado de la piel	Emulsionante	Emoliente; modificador sensorial
Diisostearato PEG-90	Antitranspirante; limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Espesante	Emoliente; modificador sensorial
Poligliceril-3 Laurato	Cosméticos de color; acondicionador; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Humectante; modificador sensorial	Emoliente

Lubrizon. 2012, Lubrizon, Cuidado Personal. *The Lubrizon Corporation*. [En línea][Citado el: 13 de Febrero de2013.][<http://espanol.lubrizon.com/PersonalCare/Products/Surfactants/default.html>].

Tabla 14. Excipientes utilizados en formulaciones de cosméticos con color

Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos	Aplicaciones	Función primaria	Función secundaria
Acrilatos Copolímero	Cosméticos de color; peinado	Formador de películas	Fijador
Alcohol Lanolin	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Acondicionador; emulsionante; espesante
Oleth-10	Limpieza; cosméticos de color; cuidado de la piel	Emulsionante	Solubilizante; surfactante
Citrato Trioctildodecil	Cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Dispersante de pigmentos, modificador sensorial, agente de deslizamiento
Metil Glucosa Sesquiestearato PEG-20	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; cuidado de la piel; cuidado solar	Emulsionante	Modificador sensorial
Metil Glucosa Éter PPG-10	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Humectante	Emoliente; fijador de fragancias; modificador sensorial
Metil Glucosa Éter PPG-20	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Fijador de fragancias; humectante	Emoliente; modificador sensorial
Dioleato Metil Glucosa	Cosméticos de color; cuidado de la piel	Emulsionante	Emoliente; modificador sensorial
Diisoestearato PEG-90	Antitranspirante; limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Espesante	Emoliente; modificador sensorial
Diisoestearato PEG/PPG-8/3	Limpieza; cosméticos de color; acondicionador; champú; peinado; cuidado de la piel; cuidado solar	Modificador sensorial	Emoliente; dispersante de pigmentos; espesante
Cera de Lanolina	Cosméticos de color; acondicionador; peinado; cuidado de la piel	Emoliente; modificador sensorial	
Lanolina	Cosméticos de color; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente; modificador sensorial	
Lanolina Hidroxilado	Cosméticos de color; cuidado de la piel	Emoliente; emulsionante; modificador sensorial	Dispersante de pigmentos
Óxido de Miristamina	Limpieza; cosméticos de color; champú; cuidado de la piel	Surfactante	
Etilhexanoato Cetílico	Cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Modificador sensorial, agente de deslizamiento; solvente
Diisostearilo	Cosméticos de color; acondicionador; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Dispersante de pigmentos, modificador sensorial
Estearato de Isocetilo	Limpieza; cosméticos de color; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Modificador sensorial, agente de deslizamiento
Lactato de Laurilo	Antitranspirante; limpieza; cosméticos de color; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Modificador sensorial, agente de deslizamiento
Propilenglicol Laurato	Limpieza; cosméticos de color; cuidado de la piel; cuidado solar	Emoliente	Modificador sensorial, agente de deslizamiento; solvente
Triisostearilo Citrato	Cosméticos de color; acondicionador	Emoliente	Dispersante de pigmentos, modificador sensorial

Lubrizon. 2012, Lubrizon, Cuidado Personal. *The Lubrizon Corporation*. [En línea][Citado el: 13 de Febrero de 2013.]. <http://espanol.lubrizon.com/PersonalCare/Products/Surfactants/default.html>.

6.1.3 Sustancias Correctoras

Dentro de la formulación es habitual que se incluyan sustancias con el propósito de una acción directa sobre la piel, para modificar ciertas propiedades de los otros componentes, como el favorecer la solubilidad de un grupo activo, estabilizar partículas en suspensión, disminuir o acentuar la consistencia de un vehículo, etc. (35)

Por ejemplo:

La parafina líquida es una mezcla de hidrocarburos líquidos obtenidos del petróleo. Puede contener agentes estabilizantes. Tiene un aspecto líquido viscoso, transparente y libre de partículas visibles, su densidad relativa es de $0,845 \text{ g/cm}^3$ y $0,905 \text{ g/cm}^3$. (35) (40)

La metilcelulosa o éter metílico de celulosa es polvo o gránulos fibrosos de color blanco. Sus suspensiones acuosas son neutras al papel tornasol. Al suspenderse en agua se forma una suspensión coloidal viscosa de clara a opalescente. Es soluble en ácido acético glacial y en mezcla de alcohol, cloroformo y éter dietílico. (35) La metilcelulosa es un excipiente comúnmente usado en la industria farmacéutica y cosmética debido a que permite incorporarla en bajas concentraciones en una amplia gama de formulaciones: sólidas, líquidas y semisólidas. Esta versatilidad se debe sus propiedades: control reológico, formador de película, poder adhesivo, poder ligante y la propiedad de gelificación térmica. Al agregar este producto en pequeñas cantidades a la formulación es posible, por un lado, obtener un espectacular incremento en la viscosidad y, por otro, proporcionar a la formulación un comportamiento de flujo pseudoplástico. (38)

6.1.4 Conservadores

Como los antioxidantes cosméticos se eligen aquellos no tóxicos, sin color, olor ni sabor. De reacción neutra, fácilmente dispersables y baratos. Pueden dividirse en cuatro grupos principales: (35, 38)

- a) Quinol, hidroquinona o p. dihidroxibenceno, que incluye los tocoferoles, las cumaronas y derivados.
- b) Fenol, constituido sobre todo por polifenoles derivados del pirogalol y sustancias estrechamente vinculadas. Los galatos alquílicos son muy usados al 1%; así, el galato de propilo, éster del alcohol propílico y el ácido trihidroxibenzoico (ácido gálico). El ácido salicílico, la resina de guaiaco, el ácido nordihidroguaiarético, es clásico el uso al 0,5 al 1%.
- c) Dienoles, el miembro más importante de este grupo es el ácido ascórbico.
- d) Aminas, los ésteres o amidas de ácidos grasos con polialcoholes, monoaminos monofosfolípidos como la lectina, la cefaina, son antioxidantes; así mismo, aminas aromáticas como las purinas.

Por ejemplo:

El paraclormetacresol es un conservador con acción antiséptica y esterilizante; el propilenglicol si bien no es antiséptico, es un eficaz conservador e impide el crecimiento de mohos en los cosméticos. (38)

Todos los antisépticos actúan como conservadores, de modo que no es necesario incorporar estos últimos a los productos que incorporan a los primeros como sustancias activas. (38)

El EDTA es la sal disódica del ácido etilendiamino tetraacético, (conservador quelante), se utiliza como secuestrante de sodio y magnesio para evitar que estos interfieran en las formulaciones farmacéuticas y cosméticas. (38)

6.1.5 Colorantes

Un grupo de cosméticos incorpora a los colorantes como el agente de su acción específica decorativa: los aceites diversos, los barnices para uñas y los tintes capilares. Pero todos los restantes llevan una cierta cantidad de colorante de tonos vivos o delicados con objeto de hacer más atractiva su presentación, como es lo habitual en fijadores capilares, lociones diversas, cremas faciales, etc. (17, 35)

Los colorantes de origen vegetal y animal de la antigua cosmética han sido sustituidos por los derivados orgánicos sintéticos del alquitrán, conocido como anilinas. Estos últimos tienden a dar colores brillantes y, en general, son más estables que los materiales naturales. Los que son adecuados para el uso farmacéutico suelen ser sales sódicas y ácidos sulfónicos y, por tanto, pueden ser incompatibles con los fármacos catiónicos. (35)



Figura 41. Sombras para párpados
<http://www.dicasdemulher.com.br/wp-content/uploads/2010/02/sombra-colorida.jpg>

6.1.6 Perfumes

Es puramente estético, la elección de fragancias agradables para el mayor número de personas; otros son de orden técnico. Es necesario observar si el perfume afecta el pH, la tensión superficial, la estabilidad de la emulsión, o el color de cosmético o relacionados con su propia fijación, variaciones o alteraciones de la fragancia, etc. (39, 35)

Una esencia es materia prima volátiles obtenidas de diversas fuentes (vegetales, animales,..) por procedimientos físico-químicos diversos. Sus

categorías son productos de origen vegetal, animal y productos de origen sintéticos. (39)

Productos de origen vegetal:

Aceites esenciales de:

Flores: rosa, jazmín, violeta.

Hojas: laurel, pachulí

Frutos: naranja, limón, bergamota.

Semillas: apio, almendras.

Madera: cedro, sándalo.

Corteza: cinamomo.

Raíces: lirio, vetiver.

Musgo: musgo de encina.

Productos de origen animal:

Ámbar gris, Almizcle, Civeto, Castóreo.

Materiales sintéticos:

Productos derivados, aislados o extraídos por destilación de esencias naturales. Materiales sintéticos: acetato de bencilo, acetato de bornilo, alcohol fenil etílico. (39)

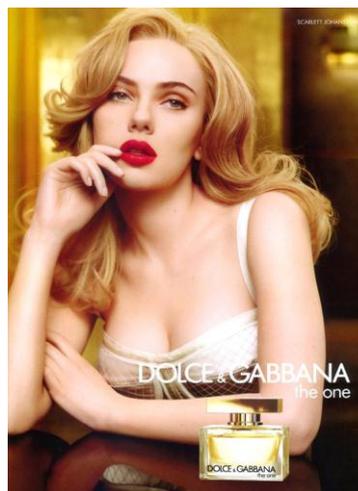


Figura 42. Perfume The One

<http://www.dolcegabbana.com/beauty/perfumes/men/the-one/>



Figura 43. Aceite esencial.

www.esbelleza.com

Conclusiones

Con este trabajo se le otorga al lector información desde el punto de vista fisicoquímico y tecnológico en relación al desarrollo de productos cosméticos.

El trabajo abarcó un breve resumen en la identificación y descripción correspondiente a los productos cosméticos en presentación de emulsión: desmaquillantes, protectores solares, bases de maquillajes y máscara de pestañas.

Se planteó un marco histórico sobre el uso y producción de cosméticos del periodo 3100 a.C. hasta el siglo XXI.

Así mismo, se presentaron desde un punto de vista fisicoquímico las principales propiedades y características de una emulsión. Se discutieron los tipos de emulsiones, propiedades físicas, propiedades reológicas, métodos de obtención e identificación, etc.

Se identificaron los componentes y excipientes que se utilizan en las emulsiones cosméticas que incluyen, total o parcialmente los siguientes ingredientes: sustancias activas, excipientes, conservadores, colorantes, perfumes. Algunos ejemplos de excipientes son: agua purificada, alcohol estearílico, glicerina.

Anexo I

Tamaño de partículas de ácido esteárico obtenidas diluyendo 40:40 con agua fría.

d_{prom} (μm)	Frec. (Núm)	(%)	Frec Acum (%)	$\log(d)$	$\log[\log(100/F. A.)]$	Frec Acum (σ)	Log (F. A.)*
5	19	3.8	3.8	0.699	0.152	-1.77	2.00
8	58	11.6	15.4	0.903	-0.090	-1.02	1.983
11	71	14.2	29.6	1.041	-0.277	-0.54	1.927
14	86	17.2	46.8	1.146	-0.482	-0.08	1.848
17	44	8.8	55.6	1.230	-0.594	0.14	1.726
20	55	11.0	66.6	1.301	-0.753	0.43	1.647
23	26	5.2	71.8	1.362	-0.842	0.58	1.524
26	33	6.6	78.4	1.415	-0.976	0.79	1.450
29	16	3.2	81.6	1.462	-1.054	0.9	1.334
32	12	2.4	84.0	1.505	-1.121	0.99	1.265
35	14	2.8	86.8	1.544	-1.211	1.12	1.204
38	9	1.8	88.6	1.580	-1.279	1.21	1.121
41	9	1.8	90.4	1.613	-1.358	1.31	1.057
44	8	1.6	92.0	1.643	-1.441	1.41	0.982
47	13	2.6	94.6	1.672	-1.618	1.61	0.903
50	5	1.0	95.6	1.699	-1.709	1.71	0.732
57	3	0.6	96.2	1.756	-1.774	1.78	0.643
66	7	1.4	97.6	1.820	-1.977	1.98	0.580
72	3	0.6	98.2	1.857	-2.103	2.1	0.380
77	3	0.6	98.8	1.886	-2.280	2.26	0.255
88	3	0.6	99.4	1.944	-2.583	5.51	0.079
109	3	0.6	100	2.037	-----	4	-0.222

* Acumulación de abajo de la tabla hacia arriba.

Gómez, Marlon, Velázquez, Silvia y Villafuerte, Leopoldo. 2008, Distribución del tamaño de micropartículas lipídicas sólidas de ácido esteárico obtenidas por fusión-emulsificación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. [En línea] Octubre - Diciembre de 2008. [Citado el: 01 de Noviembre de 2012.] <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/579/57911113006.pdf>.

Anexo II

Marco Legal de los Cosméticos

Regulación en México:

Leyes

Ley General de salud (última Reforma, DOF 07-06-2012)

Ley Federal de Protección al Consumidor (última Reforma, DOF 05-03-2012)

Reglamentos

Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. (DIARIO OFICIAL, Lunes 9 de agosto de 1999) Establece la regulación control y fomento sanitario de los procesos, importación y exportación de los productos de PERFUMERÍA, BELLEZA Y REPELENTES DE INSECTOS.

Reglamento de la Ley Federal para la Protección del Consumidor (DIARIO OFICIAL, Jueves 3 de agosto de 2006)

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad (última Reforma, DOF 06-04-2006)

Modificación a los reglamentos de la ley general de salud en materia de publicidad y de control sanitario de productos y servicios (DIARIO OFICIAL, jueves 6 de abril de 2006)

Listado de sustancias prohibidas y restringidas para productos cosméticos

Acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza (DIARIO OFICIAL, versión Viernes 21 de mayo de 2010)

Modificación del acuerdo por el que se determinan las sustancias prohibidas y restringidas en la elaboración de productos de perfumería y belleza. (DIARIO OFICIAL, Jueves 20 de marzo de 2008)

Normas Oficiales Mexicanas del sector cosmético

Norma Oficial Mexicana 141. Etiquetado para productos de perfumería y belleza preenvasados.

Norma Oficial Mexicana 002. Productos Preenvasados: Contenido Neto, Tolerancia y Método de Verificación

Norma Oficial Mexicana 008. Sistema general de unidades de medida

Modificación a la NOM-008 para permitir el uso del punto en etiquetado

Norma Oficial Mexicana 030. Declaraciones de cantidad en la etiqueta

Norma Oficial Mexicana 089. Métodos para la determinación del contenido microbiano en productos de belleza.

Formatos de trámites y servicios ante Secretaría de Salud (COFEPRIS)

Acuerdo por el que se dan a conocer los trámites y servicios, así como los formatos que aplica la Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, inscritos en el Registro Federal de Trámites y Servicios de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria. (DIARIO OFICIAL, Viernes 19 de junio de 2009)

Regulación internacional

- **Regulación de la Unión Europea:** Reglamento del parlamento Europeo y del consejo sobre productos cosméticos (30 de noviembre 2009).
- **Regulación de cosméticos en USA:** Federal Drug Administration (FDA) contiene Federal Food, Drug, and Cosmetic Act (FD&C Act).

Bibliografía

1. **O´Barel, André y Paye, Marc.** 2009, *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. New York : s.n., 2009.
2. **Salud, Secretaría de.** 2012, Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. *CANIPEC, Cámara Nacional de la Industria de Productos Cosméticos*
http://www.canippec.org.mx/woo/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=28. [En línea] 28 de Noviembre de 2012. [Citado el: 17 de Junio de 2013.]
<http://www.canippec.org.mx/woo/xtras/marcoLegal03.pdf>.
3. **Norma Oficial Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012,** 2012, Etiquetado para productos cosméticos preenvasados. Etiquetado sanitario y comercial. *Diario Oficial de la Federación*. [En línea] 19 de Septiembre de 2012.
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5269348&fecha=19/09/2012.
4. **Administration, U.S. Food and Drug.** 2010, U.S. Food and Drug Administration. [En línea] 05 de Enero de 2010. [Citado el: 17 de Junio de 2013.]
<http://www.fda.gov/cosmetics/guidancecomplianceregulatoryinformation/ucm074201.htm>.
5. **European, Commission.** 2009, The New Cosmetic Regulation.
http://ec.europa.eu/consumers/sectors/cosmetics/glossary/index_en.htm. [En línea] 30 de Noviembre de 2009. [Citado el: 17 de Junio de 2013.] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:342:0059:0209:en:PDF>.
6. **Wikilson, Toby.** 2007, *Lives of the Ancient Egyptians: Pharaohs, Queens, Courtiers and Commoners*. Cambridge : Thames & Hudson.
7. **Van Vleet, Carmella.** 2008, *Explore Ancient Greece!: 25 Great Projects, Activities, Experiments (Explore Your World series)*. Ohio : Nomad Press.
8. **Burlando, Bruno, Verotta, Luisella, Cornara, Laura y Bottini-Massa, Elisa.** 2010, *Herbal Principles in Cosmetics*. United States : CRC Press.
9. **Hernandez, Gabriela Classic.** 2011, *Beauty: The History of Makeup*. United States : Schiffer Publishing, Ltd.
10. **Bologna, Jean L., Jorizzo, Joseph L. y Rapini, Ronald P.** 2008, *Dermatology, Second Edition*. Spain : Elsevier.
11. **Simmons, John V.** 2000, *Cosméticos: Formulación, Preparación y Aplicación*. Madrid : MacMillan Press LTD.
12. **Alpert, Arlene y Altenburg, Margrit.** 2011, *Cosmetología Estándar de Milady's*. New York : Thompson Learning.
13. **Gordon Harry, Ralph.** 2008, *Harry's Cosmeticology 8th Edition*. United States : Chemical Publishing Company; Enlarged Edition.

14. **H. Lloyd, David y P.Patel, Anita.** 2008, Manual de Dermatología. [En línea] 01 de 02 de 2008. [Citado el: 22 de 02 de 2012.] <http://www.edicioness.es/Capitulos/CAP1DERMA.pdf>.
15. **Freedberg, Irwin, y otros.** 2009, *Dermatología en Medicina General*. Buenos Aires : Editorial Panamericana.
16. **Simmons, John V.** 2000, *Cosméticos: Formulación, Preparación y Aplicación*. Madrid : MacMillan Press LTD.
17. **Price Remington, Joseph.** 2012, *Remington: The Science and Practice of Pharmacy (2 Volumes)*. Philadelphia : Pharmaceutical Press; 22 edition.
18. **Becher, Paul.** 2001, *Emulsions: Theory and Practice*. United States : American Chemical Society.
19. **Hacker, Miles, Messer, William y Bachman, Kenneth.** 2009, *Pharmacology: Principles and Practice*. London : Elsevier.
20. **Sinko, Patrick J. y Martin, Alfred N.** 2010, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. London : Lippincott Williams & Wilkins.
21. **O' Barel, André y Paye, Marc.** 2009, *Handbook of Cosmetic Science and Technology*. New York : s.n.
22. **F. Tadros, Tharwat.** 2009, *Emulsion Science and Technology*. Germany : Wiley-VCH.
23. **Gómez, Marlon, Velázquez, Silvia y Villafuerte, Leopoldo.** 2008, Distribución del tamaño de micropartículas lipídicas sólidas de ácido esteárico obtenidas por fusión-emulsificación. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. [En línea] Octubre - Diciembre de 2008. [Citado el: 01 de Noviembre de 2012.] <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/579/57911113006.pdf>.
24. **González Roldán, Simón.** 2009, Diseño mecánico de un equipo para medida de la viscosidad en fluidos no newtonianos. *Scribd.com*. [En línea] Febrero de 2009. [Citado el: 07 de Diciembre de 2012.] <http://es.scribd.com/doc/56451086/12/TIPOS-DE-FLUIDOS>.
25. **Rij, J. van, Harman, T. y Ameel, T.** 2012, *Slip flow fluid-structure-interaction*. International Journal of Thermal Sciences vol.58, págs. 9-19.
26. **Sinko, Patrick J.** 2010, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. United States : Lippincott Williams & Wilkins; Sixth, North American Edition.
27. **Ertel, PhD Keith.** 2008, *Modern Skin Cleansers, Dermatologic Clinics*. 4, United States : Elsevier, October 2008 Vol. 18.
28. **Eroski, Fundación.** 2003, Análisis Comparativo Leches Limpiadoras. *Eroski Consumer*. [En línea] Abril de 2003. [Citado el: 27 de Agosto de 2012.] <http://revista.consumer.es/web/es/20030401/pdf/analisis-2.pdf>.

29. **Li, W, y otros.** 2012, *Influence of exfoliating facial cleanser on the bio-tribological properties of human skin*, *Wear*. Available online, China : Elsevier, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2012.11.073>.
30. **De Salvert, Armelle y Arneud, Bonafos.** 2007, *Traducción de Patente Europea*. España-Francia : Oficina Española de marcas España.
31. **Salud, Secretaría de.** 2012 Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. *Título Vigésimo Segundo. Productos de perfumería, belleza y aseo*. [En línea] [Citado el: 28 de Enero de 2013.] <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html>.
32. **Cox, Lauren.** 2009, *EcoBeauty: Scrubs, Rubs, Masks, and Bath Bombs for You and Your Friends*. United States : Ten Speed Press.
33. **Draelos, Zoe Diana y Thaman, Lauren A.** 2006, *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. New York : Taylor & Francis Group.
34. **Viscasillas, Anna y Del Pozo, Alfonso.** 2005, *Máscara de Pesañas (I)*. 2005, Offarm Farmacia y Sociedad , págs. 120-123.
35. **Mexicanos, Comisión Permanente de la Farmacopea de los Estados Unidos.** 2011, *Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos 10a ed. Mexico: Secretaría de Salud. D.F., México : Publicaciones e Impresiones de Calidad*.
36. **PLM.** 2012, Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables, para farmacias y público en general. *Diccionario de Especialidades Farmacéuticas - PLM México* . México : Thomson.
37. **Lubrizonl.** 2012, Lubrizonl, Cuidado Personal. *The Lubrizonl Corporation*. [En línea] [Citado el: 13 de Febrero de 2013.]
<http://espanol.lubrizonl.com/PersonalCare/Products/Surfactants/default.html>.
38. **Rowe, Raymond C., Sheyskey, Paul J. y Quinn, Marian E.** 2009, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Washington, USA : Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association.
39. **Park Totilo, Rebecca.** 2010 *The Art of Making Perfume*. United States : Rebecca at the Well Foundation.
40. **Tapia Villanueva, Christian y SAPAG-HAGAR, Jaime.** 2005, Metilcelulosa: sus Aplicaciones Farmacéuticas. [En línea] 12 de Enero de 2005. [Citado el: 28 de Septiembre de 2012.]
http://www.latamjpharm.org/trabajos/14/1/LAJOP_14_1_2_1_5890M2C04B.pdf.
41. **Herman, Steve.** 2011, GCI. *Retro Beauty*. [En línea] 13 de July de 2011. [Citado el: 06 de Junio de 2012.]
<http://www.gcimagazine.com/business/rd/technology/125489618.html?page=3>.