

CUADERNO FIRP S372-A

MODULO DE ENSEÑANZA EN FENOMENOS INTERFACIALES

en español

APLICACIONES COSMETICAS y FARMACEUTICAS de los SURFACTANTES

Matilde MIÑANA y Edith GONCALVES

LABORATORIO DE FORMULACION, INTERFASES
REOLOGIA Y PROCESOS



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

Mérida-Venezuela
Version # 1 (2011)

APLICACIONES COSMETICAS y FARMACEUTICAS de los SURFACTANTES

Contenido

INTRODUCCION

1. La piel	1
1.1.- Anatomía de la piel	1
1.2.-Fisiología de la piel	3
1.3.-Alteraciones de la piel	4
1.4.-Estructura de las membranas biológicas	4
2. Principales Constituyentes de las preparaciones cosméticas/farmacéuticas	6
2.1.-Constituyentes oleosos	6
2.2.-Agua y constituyentes polares	7
2.3.-Agentes Surfactantes	8
2.3.1.-Estructura molecular	8
2.3.2.-Funciones de los surfactantes	10
2.3.3.-Implicaciones biológicas de la utilización de los tensoactivos	12
2.4.-Otros constituyentes	12
3. Ejemplos de Formulaciones Cosméticas	13
4. Ejemplos de Formulaciones Farmacéuticas	18
Referencias bibliográficas	20

INTRODUCCIÓN

Desde hace más de unos 40 años, la multiplicidad de aplicaciones atribuidas al uso de los agentes tensoactivos o surfactantes ha sido motivo de interés para la investigación en diversas industrias, tales como las petrolera, farmacéutica, alimentaria, cosmética, de detergentes, de pinturas, de pesticidas, etc...

Con la intención de establecer una relación entre los aspectos netamente teóricos de los fenómenos interfaciales y sus aplicaciones prácticas, se pretende hacer una breve revisión de la utilización de los agentes surfactantes en función de sus propiedades, y de otras sustancias presentes en las preparaciones de productos farmacéuticos y cosméticos. Además, mencionaremos las aplicaciones biológicas de su utilización.

1. LA PIEL

La vida útil de una preparación cosmética y farmacéutica de uso tópico, se inicia cuando esta entra en contacto con la piel y culmina una vez que es metabolizada o evaporada. Debido a que los productos farmacéuticos permanecen en contacto con los tejidos vivos durante un largo intervalo de tiempo, es de suma importancia que las sustancias que son parte de su formulación no sean nocivas y conserven sus propiedades físico-químicas, a fin de obtener productos estables y de presentación agradable. Por otro lado, al ser la piel el tejido en donde habitualmente se aplican estas preparaciones, se hace necesario revisar muy superficialmente su anatomía, fisiología y posibles alteraciones, además de, la composición de las membranas biológicas.

1.1. ANATOMIA DE LA PIEL

La piel se define, como el mayor órgano funcional del cuerpo humano; cubre un área de 1,5 a 2 metros cuadrados en un adulto medio. A lo largo de la vida, las tareas que tiene que realizar son enormemente variadas, entre ellas, proteger el medio interno de los efectos destructivos del medio exterior y establecer la comunicación entre ambos.

La piel está formada por varias capas celulares estratificadas, dispuestas paralelamente, y presentando funciones diferentes (Fig.1). Desde el punto de vista cosmetológico consideraremos:

La epidermis es la capa más externa y está formada por cinco estratos celulares. El más interno, el **estrato basal**, se halla dispuesto a modo de empalizada y se está dividiendo constantemente.

Las células así producidas son empujadas a la superficie, pero, en el camino, su núcleo degenera y las células mueren, dando lugar al estrato más exterior o **estrato córneo**. Este, de un espesor de veinticinco a treinta células muertas, contiene una proteína insoluble e indigerible llamada queratina, que es también el principal componente del pelo y las uñas. La producción de queratina es diferente en las distintas zonas del cuerpo; por ejemplo es mucho mayor en las palmas de la mano y las plantas de los pies, donde la presión y el roce son mayores.

El **estrato lúcido**, el quinto, sus células contienen *eleidina*, sustancia transparente o “lúcida” formada por *queratohialina*, a partir de la cual se produce la queratina. La queratina se dispone en un entramado laxo que permite gran movilidad, pero que, al mismo tiempo, impide la penetración de bacterias, la absorción de agua exterior o la pérdida del agua corporal a través de la evaporación. Justamente encima de la capa más interna, ocho o diez filas de células poligonales con aspecto espiculado constituyen el **estrato espinoso**. Al igual que el estrato basal, éste contiene también melanina, pigmento que forma gránulos que se van fragmentando a medida que la célula asciende a la superficie para desprenderse finalmente con la queratina. La melanina protege la piel contra la exposición excesiva a los rayos ultravioleta, cuya energía es absorbida por el pigmento, que se oxida y se vuelve más oscuro. Este proceso es el responsable del “bronceado” cuando uno se expone al sol durante cortos periodos. Si las células llegan a dañarse por una exposición excesiva, los *melanocitos* se estimulan, producen más melanina y con ello un bronceado más oscuro.

El tercer estrato de la epidermis está compuesto por dos o tres capas de células que son la fuente de la queratina (proteína insoluble, rica en azufre). Contienen gránulos de *queratohialina* a los que el estrato debe su nombre: **estrato granuloso**.

La epidermis se halla en constante actividad reponiendo las capas que van desprendiéndose, lo que constituye un importante factor en el proceso de curación de las heridas o en el crecimiento de un trasplante cutáneo. La epidermis es exclusivamente celular, y la nutrición de los cinco estratos corre a cargo de los líquidos tisulares que difunden hacia arriba desde los espacios intercelulares de la dermis, situada debajo.

La dermis es el tejido que está después de la epidermis. Sus principales funciones son las de nutrición, comunicación y control de la temperatura de la piel. Consta de dos capas; la superior irrigada por abundantes vasos sanguíneos, y la inferior, formada por células que poseen una gran actividad metabólica, separadas por el tejido conjuntivo, constituido a su vez, por macromoléculas (proteínas fibrosas, colágeno, elastina y mucopolisacáridos). La elastina es una proteína que le confiere elasticidad a la piel.

La hipodermis o capa subcutánea: Su composición varía de acuerdo a la parte del cuerpo que se estudie. Está constituida por células adiposas, y cumple funciones térmicas, mecánicas y de reserva de energía.

Anexos: En la piel también se encuentran los pelos que cumplen funciones térmicas y mecánicas, las glándulas sudoríparas localizadas en la hipodermis en forma de tubos enrollados que eliminan agua en forma de sudor, regulando la temperatura corporal, y las glándulas sebáceas presentes en la dermis y que secretan el sebo.

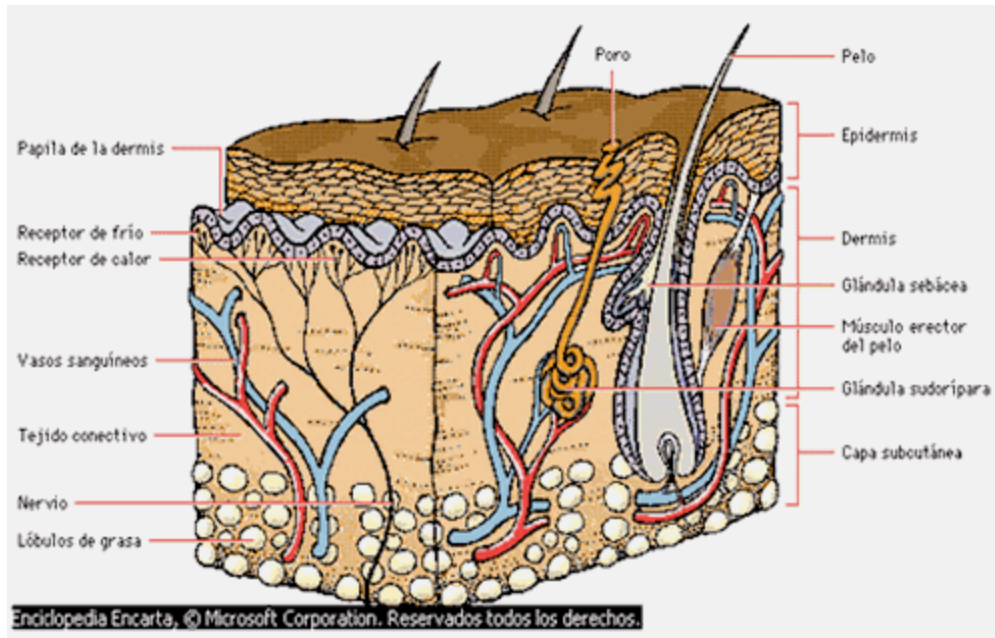


Figura 1: Capas de la piel

1.2. FISIOLÓGIA DE LA PIEL

Sistema hidrorregulador: La vida cotidiana muestra que la piel es poco permeable al agua. El contenido de humedad de la piel determina la función protectora que posee la capa cornea, a través de las resistencias mecánicas, microbiológicas y micológicas.

El contenido de humedad de la capa cornea depende de la velocidad de absorción y de la velocidad de evaporación del agua. Esta última, condicionada por la humedad del medio ambiente en contacto directo con la piel y sobre todo, por el contenido de la capa cornea en componentes azotados higroscópicos (20%, aminoácidos libres y oligopeptidos), y lípidos (40%) probablemente emulsiones.

Es posible aumentar la humedad de la piel utilizando en forma permanente (día y noche) lociones, geles y cremas hidratantes, o también, utilizando cremas de noche que contengan abundantes componentes lipofílicos. Es importante recordar, que el uso excesivo de jabones y detergentes, pueden reducir el contenido de constituyentes naturales de la piel, alterando de una manera poco deseada el sistema hidrorregulador.

Sistema respiratorio: Es bien conocido que la piel respira, consumiendo oxígeno y eliminando gas carbónico, y que la velocidad al cual ocurre este proceso disminuye con la edad. La utilización de agentes surfactantes, al parecer, aumenta el consumo de oxígeno. Este aumento puede estar asociado a un mecanismo natural de defensa de las células metabolizantes, ante la presencia de un agente químico extraño.

Barrera ácida: La piel normal es ligeramente ácida. Su pH varía de 4 a 5 según la parte del cuerpo que se estudie, la edad y el individuo. Se cree que la acidez de la piel se deba a una

reacción de defensa natural contra el crecimiento de bacterias y hongos, y por otro lado, a la naturaleza de las sustancias que lo regulan (de origen desconocida). En relación a esto, los ácidos grasos fungicidas poseen cadenas saturadas en C_9-C_{15} , mientras que los ácidos grasos bactericidas más eficaces tienen cadenas insaturadas en $C_{14}-C_{22}$.

Además, debemos considerar el rol de amortiguador que juega la piel al regular su pH, cuando este pueda verse alterado por el contacto con alguna sustancia química.

1.3. ALTERACIONES DE LA PIEL

Los constituyentes de las preparaciones cosméticas, son por lo general, sustancias extrañas para la piel. Es por ello, que se hace importante identificar y eliminar de las preparaciones todas aquellas sustancias que sean capaces de generar irritaciones o reacciones alérgicas sobre la piel.

Irritaciones: Se producen como resultado del contacto de la piel con sustancias cáusticas o agresivas (irritantes). La intensidad del efecto depende de la concentración, de la naturaleza y de la duración de la exposición al agente. Como irritantes primarios podemos considerar, por ejemplo, los jabones de ácidos grasos de bajo peso molecular ($C_{10}-C_{12}$), las sales de amonio cuaternario, y ciertos constituyentes de los aceites esenciales, como los aldehídos alifáticos.

Reacciones alérgicas de contacto: Es una respuesta específica del sistema inmunitario producida por el organismo, debido al contacto previo con un antígeno o sustancia extraña. Normalmente, cuando estas sustancias entran dentro de nuestro organismo, el conjunto de células inmunitarias competentes (células de Langerhans) y proteínas especializadas (anticuerpos), se activan con el fin de reconocerlas y destruirlas. Producto de esta activación, se liberan mediadores de respuesta como la histamina, desencadenando la reacción alérgica.

El tipo de alteración y su intensidad, van a depender de la variabilidad individual, que da origen a respuestas diferentes frente a la exposición o presencia de un agente desencadenante.

1.4. ESTRUCTURA DE LAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS

Las membranas biológicas están constituidas por una doble capa (bicapa) de fosfolípidos, con una región apolar (cadena de ácidos grasos) separada por dos superficies polares, y las proteínas. La cadena de ácidos grasos hidrofóbicos de la bicapa presentes en la membrana celular separa el compartimiento acuoso interior (líquido intracelular) del medio acuoso exterior (líquido extracelular). La orientación que toman las moléculas de fosfolípidos en la membrana celular, se denomina disposición micelar o globular (fig.2)

La velocidad relativa de difusión de una sustancia a través de la bicapa lipídica varía según la afinidad que esta tenga por las grasas (las sustancias hidrofóbicas pasan fácilmente, no siendo así para las sustancias hidrofílicas)

Los lípidos le confieren a las membranas biológicas su estructura fundamental, mientras que las proteínas, son necesarias para su funcionamiento. Dentro de las funciones que cumplen las proteínas en la membrana celular, podemos citar: son elementos estructurales de la membrana, receptores para hormonas y otros mensajeros químicos, transportadores de nutrientes e iones a

través de la membrana, enzimas catalizadoras de reacciones en la superficie de la membrana, y marcadores celulares que pueden ser conocidos por el sistema inmunitario.

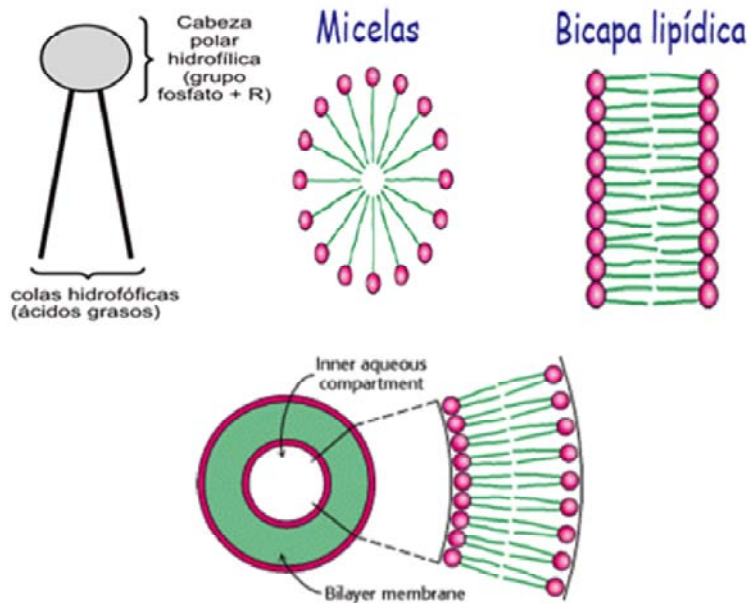


Figura 2: Disposición y Conformación de los lípidos en la membrana

La membrana biológica es un mosaico fluido (fig. 3) de proteínas en la capa de lípidos, algunas de ellas inmersas en la bicapa (proteínas integrales), y otras unidas débilmente a la superficie de la membrana (proteínas periféricas).

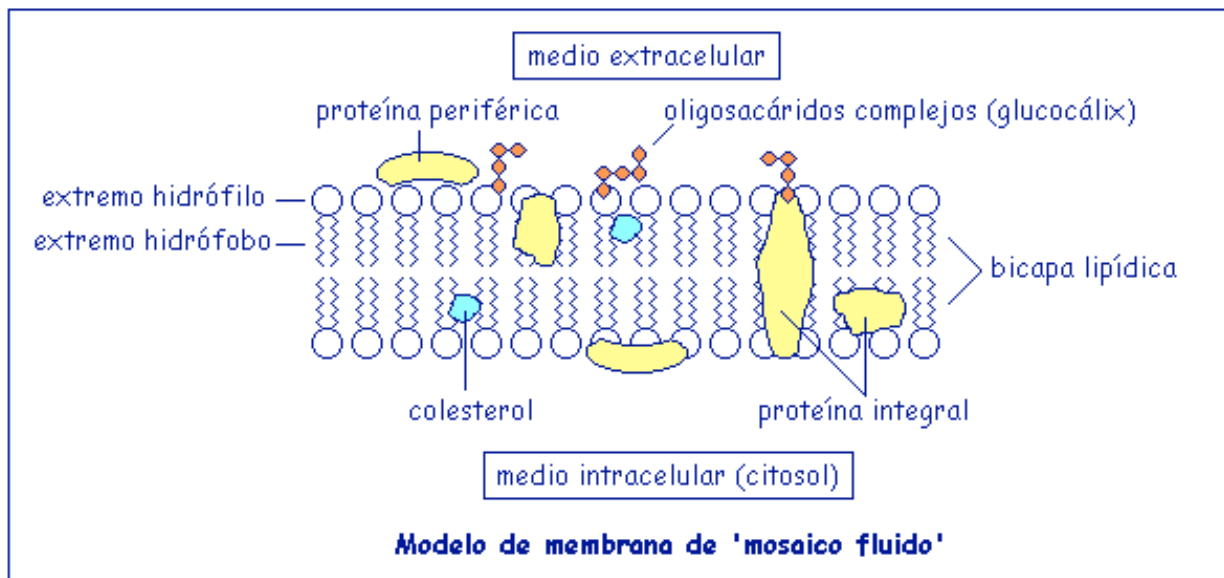


Figura 3: Membrana celular
perso.wanadoo.es/.../images/Membrana2.gif

2. PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE LAS PREPARACIONES COSMÉTICAS Y FARMACÉUTICAS

Existe una gran diversidad de preparaciones farmacéuticas y cosméticas, con características físico-químicas y organolépticas diferentes, según la demanda. La industria química tiene la obligación de producir una gran variedad de sustancias de base que puedan ser utilizadas para la formulación de estas preparaciones. Es por esta razón, que nos limitaremos a mencionar de manera general cuales son los constituyentes más utilizados, y la razón fundamental de su utilización, ilustrando nuestros comentarios con ejemplos.

2.1. CONSTITUYENTES OLEOSOS:

Su empleo en las preparaciones cosméticas se justifica ya que poseen un rol de barrera protectora contra la pérdida de humedad, luego de su aplicación sobre la piel. Además, son utilizados en el transporte de sustancias liposolubles (perfumes, pigmentos, etc.) y en la formulación de productos farmacéuticos por sus características terapéuticas.

1.-Aceites minerales, Vaselina y ceras minerales:

Su utilización ha sido controversial; los profesionales de la medicina le atribuyen efectos negativos (dificultan el proceso de transpiración de la piel, son agentes extraños para el organismo, no poseen capacidad de penetración, son potencialmente cancerígenos, etc.) superiores a los efectos positivos (suprimen la pérdida natural de humedad). Pero estudios realizados, han permitido concluir que son productos muy beneficiosos en la formulación de preparaciones cosméticas.

Los aceites minerales son hidrocarburos líquidos, las vaselinas hidrocarburos insaturados, y las ceras minerales (también conocidas como ceras de parafina) hidrocarburos saturados de peso molecular elevado. Estas últimas son frecuentemente utilizadas para modificar el comportamiento reológico de muchas formulaciones y por inhibir la cristalización de otros constituyentes.

2.-Aceites y Grasas Vegetales y Animales. Derivados:

Los productos originales son triglicéridos de ácidos grasos, insaturados o saturados, que poseen cadenas lineares largas ($C_{12} - C_{18}$), y son menos hidrófilos que los anteriores. Presentan capacidad de penetración a los tejidos y contienen vitaminas, esteroides, lecitina (lipoproteína celular natural), etc... que le confieren propiedades nutritivas y emolientes interesantes.

3.-Ceras animales y vegetales. Derivados:

Son ésteres de ácidos grasos naturales, de esteroides o de alcoholes triterpénicos. Son más hidrófilos que los anteriores y poseen una buena capacidad de penetración a través de la piel, debido probablemente al número elevado de grupos hidroxilos libres de sus constituyentes. La cera de abeja, la lanolina y sus derivados, son algunos ejemplos de este grupo.

La cera de abeja se utiliza principalmente como agente solidificante. La lanolina y sus derivados obtenidos por esterificación de grupos hidroxilos libres, son muy utilizadas como agentes

emulsificantes, agentes transportadores de sustancias liposolubles y agentes emolientes; ellos reemplazan las grasas naturales de la piel y contribuyen con su elasticidad.

Dentro de este grupo se encuentran los ésteres de síntesis de ácidos grasos y los alcoholes pesados ($C_{12} - C_{18}$).

4.-Alcoholes grasos y esteroides:

Ellos son utilizados como emolientes por su poder de penetración de la piel, neutralizan parcialmente el poder de oclusión de constituyentes menos polares, y disminuyen la fluidez de muchas preparaciones, sin alterar sus propiedades reológicas; no son irritantes, ni tóxicos y son químicamente estables. Los alcoholes cetílico y esteárico, al igual que el colesterol, son representantes de este grupo.

5.-Aceites y ceras de silicona:

Son polímeros orgánicos / inorgánicos, de larga cadena con átomos de silicio y de oxígeno. No son tóxicos ni irritantes, poseen una gran estabilidad química, y su viscosidad depende de la temperatura. Ellos son en consecuencia, frecuentemente utilizados en las preparaciones cosméticas.

2.2. AGUA Y CONSTITUYENTES POLARES:

Son utilizados en la preparación de productos sin aceite, al igual que en formulaciones que contienen componentes apolares.

1.-Agua:

Es el más utilizado por su compatibilidad, su ausencia de toxicidad, sus propiedades solventes y diluyentes. Se usa en su forma destilada o desionizada, ya que ciertos iones pueden causar efectos indeseables: enranciamiento de aceites vegetales y animales, desestabilización de emulsiones, coloración indeseable, desarrollo de bacterias. Para las preparaciones inyectables, se le hace una destilación especial para eliminar los residuos pirógenos.

2.-Alcoholes:

Los alcoholes monohidratados (etílico, propílico e isopropílico) son utilizados como solventes, desinfectantes y astringentes. Su evaporación rápida le proporciona a la piel un efecto refrescante.

Los alcoholes polihidratados (propileno-glicol, glicerina, sorbitol) son empleados como solventes y por sus propiedades higroscópicas, que permiten conservar la humedad de ciertas preparaciones. Ellos poseen también, una buena capacidad de penetración de la piel y mejoran las propiedades reológicas de las preparaciones cosméticas.

3.-Agentes viscosantes:

Son compuestos muy diversos, de origen vegetal, animal o sintético, que poseen la propiedad de ser hidrófilos. Son utilizados para espesar las preparaciones que tienen baja viscosidad y para estabilizar las emulsiones de fase continua acuosa.

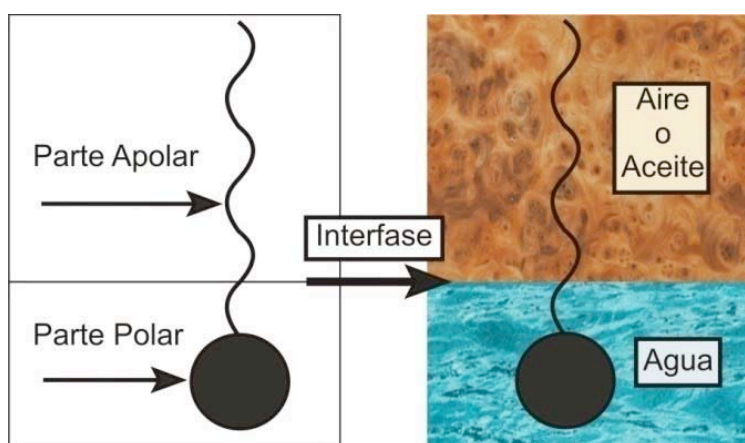
Los más utilizados son: los mucílagos vegetales (goma arábiga, goma tragacanto), los alginatos, los derivados de la celulosa (metilcelulosa y carboximetilcelulosa), las proteínas y los productos de degradación (gelatina) y ciertas sustancias vegetales (bentonita).

2.3. AGENTES SURFACTANTES:

Por la diversidad de sus funciones, ellos son los constituyentes de mayor importancia para la industria farmacéutica y cosmética.

2.3.1. Estructura molecular:

Su eficacia está íntimamente relacionada con su estructura molecular, en la que se pueden distinguir dos partes: una parte hidrófila (polar), soluble en el agua y en solventes polares, y otra parte lipofílica (apolar), soluble en las grasas y en los solventes no polares. Sus moléculas se orientan espontáneamente en las interfaces (agua-aire; agua-aceite), formando una película interfacial que modifica enormemente las propiedades del solvente.

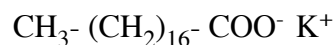


www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v9n3/polar.jpg

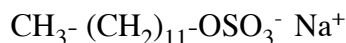
Según su carácter iónico, se clasifican en:

1.-Surfactantes aniónicos: Son utilizados en las formulaciones para uso personal. Presentan el inconveniente de ser incompatibles con los surfactantes catiónicos y de precipitar en presencia de cationes divalentes. En solución, pueden producir por hidrólisis, un pH alcalino indeseable. Ejemplos:

-Estearato de potasio (jabón)



-Dodecil sulfato de sodio (shampoo)



2.-Surfactantes catiónicos: Los más usados son los derivados de amonio cuaternario y las sales de aminas, por ser menos sensibles a las variaciones de pH. Se emplean principalmente como bactericidas, antisépticos y enjuagantes. Ejemplos:

-Cloruro de cetil trimetil amonio (enjuague de cabello) $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{15}-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$

-Bromuro de alquil trimetil amonio (bactericida) $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3 \text{Br}^-$ $n=11-15$.

-Clorhidrato de octadecilamin $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{17}-\text{N}^+\text{H}_3 \text{Cl}^-$

3.-Surfactantes anfóteros: Son capaces de actuar como surfactantes aniónicos, catiónicos o no iónicos según el pH del medio. Se emplean a la vez como agentes detergentes (como los aniónicos) y bactericidas (como los catiónicos). Son semejantes a los componentes de las proteínas y por tanto son en general poco irritantes, pero presentan el inconveniente de ser muy costosos. Ejemplos:

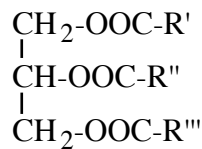
-Aminoácidos propiónicos, como $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{11} - \text{NH}_2^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$

-Derivados de la betaína, como $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{11} - \text{N}^+\text{H}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{COO}^-$

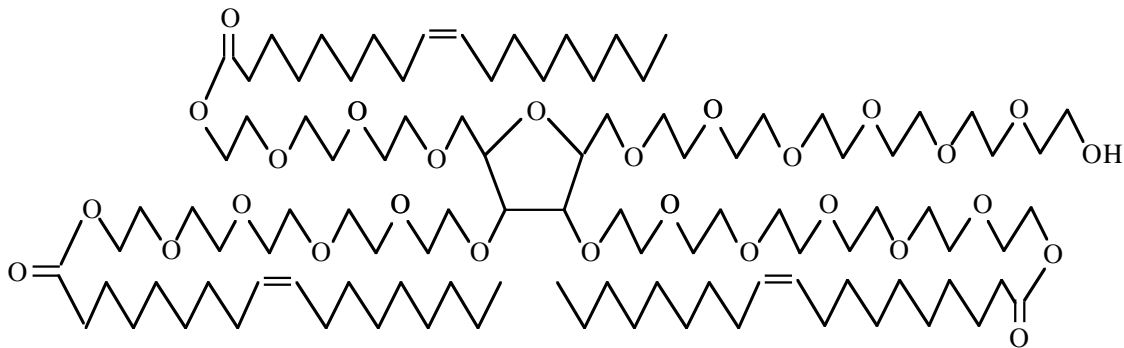
4.- Surfactantes noiónicos: Presentan la ventaja de ser compatibles con otros tipos de surfactantes, y sus propiedades son pocas sensibles a los cambios de pH. Se emplean como detergentes y emulsificantes. Ejemplos:

-Éteres de Polioxietilén glicol $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{O} - (\text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{O})_m - \text{H}$ n y m enteros

-Esteres de glicerol

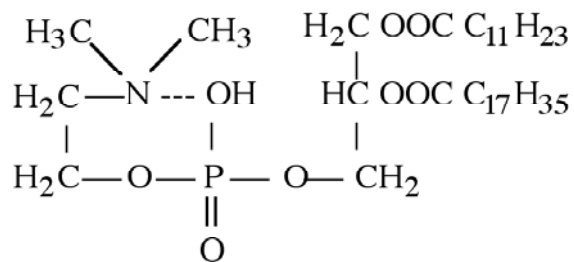


-Esteres de sorbitan (trioleato de sorbitan etoxilado a 20 EO)

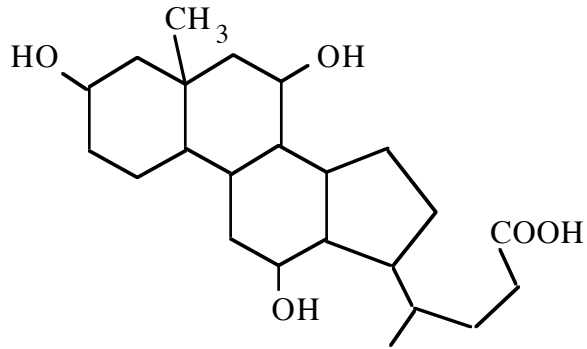


5.- Surfactantes naturales: Su acción es muy limitada en comparación con los surfactantes sintetizados debido a su débil eficacia fisicoquímica. Ejemplos:

- Fosfolípidos (componentes de células naturales) como la lecitina



- Sales biliares (componente de la bilis)



2.3.2.- Funciones de los surfactantes en las preparaciones cosméticas:

1.-Funciones emulsionantes:

Los surfactantes intervienen de dos maneras en la formación de emulsiones; por una parte reducen la tensión superficial (cantidad de energía necesaria para crear un área interfacial unida) entre los líquidos inmiscibles; por otro lado, forman una película interfacial entre el líquido disperso (fase interna) y el medio continuo (fase externa), actuando como una barrera protectora que retarda o impide la separación de dos líquidos inmiscibles. El tipo de emulsión que se abrevian según los términos ingleses para agua (water) y aceite (oil), es decir W/O ó O/W, depende del tipo de surfactante utilizado, de la naturaleza química de los otros constituyentes del sistema y de la proporción relativa de las fases inmiscibles. Su aspecto y sus propiedades reológicas dependen del diámetro medio de las gotas dispersas ($0,50 \mu\text{m} < d < 100 \mu\text{m}$) y de la proporción relativa de las fases.

La función emulsionante es probablemente la más importante para la formulación de cosméticos, debido a que las emulsiones presentan ventajas considerables sobre otros tipos de preparaciones: son fáciles de aplicar, relativamente económicas (gracias a su gran proporción de agua), y permiten el uso simultáneo de sustancias hidrosolubles y liposolubles. En fin, presentan un aspecto agradable.

Las emulsiones farmacéuticas son utilizadas desde la antigüedad para la administración de aceites y medicamentos.

El tipo de emulsión empleada (W/O, O/W, ó múltiple) está condicionado a la vía de administración del producto medicinal. Para la administración parenteral, se puede utilizar cualquier tipo de emulsión, excepto por vía intravenosa que se encuentra limitada al uso exclusivo de emulsiones de fase externa acuosa, sean simples o múltiples.

Para la administración oral son usadas preferentemente las emulsiones de tipo O/W, y en la administración tópica cualquier tipo de emulsión.

La biocompatibilidad de los medicamentos administrados en una emulsión depende de diversos factores: repartición de los principios activos entre las fases inmiscibles, tamaño de las partículas de la fase dispersa, viscosidad de la fase externa, etc.

2.-Función solubilizante:

La acción solubilizante está condicionada por la formación de micelas, que se forman en el seno del solvente una vez que la interfase se satura de monómeros. La concentración a la cual aparecen las micelas se conoce como concentración crítica micelar (CMC). La importancia práctica de esta estructura reside en el hecho que es posible solubilizar en su interior determinados compuestos que no serían solubles en el solvente. Por ejemplo, se hace posible solubilizar aceites en medios polares (aguas de baño, lociones tónicas, etc.) o sustancias hidrosolubles en medios no polares (maquillajes, etc.)

3.-Función humidificante:

La humidificación es el desplazamiento de un fluido en contacto con una superficie, por otro fluido; este proceso implica la participación de al menos tres fases. Generalmente, la dermo humidificación se refiere al desplazamiento del aire en contacto con una superficie líquida o sólida. Este desplazamiento es obtenido por el agua o una solución acuosa de un compuesto (el agente humidificante) capaz de aumentar la capacidad de deslizamiento, disminuyendo la tensión superficial, y en consecuencia aumentando la capacidad del líquido para mojar la superficie.

La acción humidificante es muy importante para las formas galénicas sólidas, en las que la absorción del surfactante sobre la superficie de las partículas hidrofóbicas facilitaría la movilidad y aumentaría la velocidad de degradación y liberación de los principios activos.

4.-Función espumante:

La formación de espuma esta íntimamente relacionada con la reducción de la tensión superficial y con la formación de una película de surfactantes absorbidos en la superficie de las burbujas de gas disperso. Los agentes espumantes son utilizados en la fabricación de cremas para afeitar. Esta actividad esta generalmente asociada a la acción de limpieza de numerosos jabones o shampus, aunque esto no sea un indicativo de su eficacia.

5.-Función dispersante:

Esta propiedad es utilizada para la preparación de dispersiones de sólidos finamente divididos en medio líquido. La inestabilidad de una suspensión puede manifestarse por la sedimentación y aglomeración del sólido (proceso difícilmente reversible), por la floculación (reversible), y por recristalización. Se cree que este proceso se lleva a cabo en etapas sucesivas: mojabilidad del sólido por el líquido (acción humectante), fragmentación de partículas sólidas e inhibición de su aglomeración gracias a la formación de una barrera energética.

6.-Tensoactivos de uso farmacéutico:

Existen numerosos medicamentos que presentan una actividad biológica ligada a su actividad surfactante, entre ellos: estructuras simples como las sales de amonio cuaternario (bactericidas), y estructuras aromáticas y heterocíclicas complejas (analgésicos fenantrénicos).

7.-Tensoactivos naturales:

Son compuestos biológicos que pueden presentar funciones muy diferentes. Los representantes más típicos son:

- Las sales biliares: Son compuestos químicos sintetizados en el hígado, cuya estructura anfipática es debida a la presencia de grupos hidroxilos y carboxilos (polares) asociados a un núcleo esteroidal derivado del ciclopentil fenantreno (apolar). Juegan un papel importante en el proceso de digestión de las grasas y de los compuestos lipídicos, favoreciendo su dispersión con la ayuda de los movimientos peristálticos del intestino, y aumentando el área de contacto con las enzimas que intervienen en su metabolismo.
- Los fosfolípidos: Son los constituyentes estructurales de las membranas celulares e intracelulares. Son muy utilizados como agentes emulsionantes y en la preparación de liposomas.

2.3.3.- Implicaciones biológicas de la utilización de los surfactantes:

La absorción, la distribución y el metabolismo de los surfactantes, es un tema de estudio interesante para poder comprender los mecanismos por los cuales estas sustancias interactúan con el medio biológico en los que son utilizadas.

Es necesario recordar que los surfactantes son sustancias químicas que pueden interactuar con las membranas celulares, pudiendo producir efectos no buscados o indeseables. Pueden alterar su permeabilidad y su integridad, y en consecuencia los procesos de transporte de solutos a través de la membrana. Este proceso parece depender de las interacciones complejas con las proteínas de la pared celular y de la solubilización de ciertos compuestos lipídicos.

En lo que concierne a la epidermis, ellos pueden reducir su contenido en sustancias hidrosolubles e higroscópicas, y también en los lípidos, alterando su capacidad natural de retener agua, reduciendo su flexibilidad y elasticidad, dando origen a una piel seca. Los tensoactivos pueden igualmente aumentar la permeabilidad de la epidermis al provocar la desnaturalización de las proteínas de la capa cornea y facilitar la difusión de moléculas polares a través de la epidermis. Por otro lado, también son capaces de modificar el metabolismo de la epidermis, tanto en los lípidos (reduciendo la síntesis de fosfolípidos) como en los ácidos nucleicos y nucleótidos, y de reducir su actividad respiratoria (absorción de oxígeno).

2.4. OTROS CONSTITUYENTES:

1.-Sólidos insolubles:

Se añaden en pequeñas cantidades, pero deben estar dispersos de manera adecuada. Son generalmente sales minerales que se introducen en la preparación por diversas razones: coloración de la piel, astringente, antiséptico, etc. Como ejemplos tipos se pueden mencionar: óxido y carbonato de zinc, bentonita, talco, etc...

2.-Agentes antioxidantes, secuestrantes y conservadores:

Los primeros se utilizan como secuestrantes químicos, evitan el enranciamiento de los aceites y grasas naturales que forman parte de productos irritantes o de olor desagradable. Los segundos son compuestos químicos capaces de formar complejos hidrosolubles con los metales polivalentes, evitando así la formación de jabones insolubles. Los conservadores son introducidos para evitar el desarrollo de bacterias y hongos.

3.-Azúcares y derivados azucarados:

Son utilizados como diluyentes y edulcorantes en casi todas las preparaciones farmacéuticas. Su higroscopicidad puede a veces ser un inconveniente. La sacarosa, la lactosa, el sorbitol son los principales representantes de este grupo.

3. EJEMPLOS DE FORMULACIONES COSMÉTICAS:

Los productos cosméticos y de cuidado personal son usualmente elaborados para:

1. Producir una ventaja cosmética mediante la modificación de ciertas propiedades y funciones de los tejidos corporales, protegiéndoles de agresores exteriores, evitando el desecamiento de las capas superficiales de la epidermis, y introduciendo sustancias activas al interior de la epidermis.
2. Mejorar la estética del usuario.
3. Introducir en el mismo producto un conjunto de características que lo vuelven más atractivo al consumidor.

Dado el gran número de preparaciones cosméticas y sus múltiples aplicaciones, nos ocuparemos de indicar algunas formulaciones típicas.

De igual forma daremos indicaciones sobre la utilización de estas formulaciones y el rol que juegan sus constituyentes. Los valores numéricos suministrados son porcentajes aproximados.

Crema fría de limpieza (Cold cream)

Este tipo de crema es utilizada como agente de limpieza y humectante. Presentan un contenido elevado en componentes lipídicos y sus componentes principales son la cera de abejas y el bórax.

Aceite de parafina	50
Cera de abejas	6
Bórax	1
Agua	33

Crema emoliente y reparadora:

Estas preparaciones tienen por objeto crear las condiciones locales que permitirán a la epidermis, a nivel de la capa córnea, restablecer el contenido normal en agua y lípidos. El efecto del emoliente es el de crear una fina película muy delgada permeable al agua. La incorporación de compuestos higroscópicos, que retienen la humedad, puede ser recomendada. Una formulación típica podría ser:

Aceite de almendras	10
Decil éster del ácido oleico	10
Agente emulsionante	15
Agua	60
Glicerol	5
Preservantes	q.s.
Perfume	q.s.

Es una emulsión de tipo O/W, en la que la fase oleosa está constituida por aceite vegetal y emolientes de síntesis; el agente emulsionante puede ser una mezcla de cetil y estearil sulfato de sodio; el glicerol juega el rol de agente higroscópico en la fase acuosa.

Preparaciones de acción a profundidad

La formulación de preparaciones cosméticas que contienen constituyentes biológicamente activos debe prepararse en colaboración con dermatólogos y de fisiólogos.

Proponemos una formulación constituida por agentes que tienen una actividad superficial y de agentes que tienen una acción más profunda.

Miristato de isopropilo	5
Alcohol Cetosteárico	10
Alcohol graso etoxilado	3
Agua	75
Glicerol	5
Conservantes	q.s.
Perfumes	q.s.
Hidrolisados de Proteínas	2,5

La fase oleosa está constituida por el miristato de isopropilo y el alcohol cetosteárico que actúa como emoliente; el surfactante es un alcohol graso etoxilado. La sustancia que tiene la actividad biológica es el hidrolisado de proteínas; constituye una fuente de aminoácidos que el organismo puede utilizar para regenerar la piel.

Petrolatum (Vaseline)	5
Alcohol cetílico	10
Miristato de isopropilo	5
Aceite de aguacate	20

Alcohol C16-18 etoxilado (20 EO)	3
Agua	50
Propilenglicol	5
Preservntes	q.s.
Perfume	q.s.

Es una emulsión O/W, en la que la fase oleosa está constituida por emolientes clásicos a los que se les agrega el aceite de aguacate, rico en vitaminas, y otros componentes naturales de la piel; el agente emulsionante es un surfactante noiónico etoxilado; el propilenglicol juega el papel de agente humectante.

Jabón de baño

Estos son productos de limpieza y de cuidado personal, cuyas sustancias de base son ácidos grasos (sales de sodio), de grasas o de sustancias lipofílicas que compensan la acción desengrasante del jabón; también contienen agentes antioxidantes, secuestrantes y pigmentos, humidificantes y perfumes.

El ejemplo que se propone es el de un jabón sólido:

Jabón	80
Grasas	2
Glicerol	1
Perfumes	3
Resinas	2
Antioxidantes, secuestrantes	q.s.p.
Agua	q.s.p. 100

Shampoo y Acondicionador

Estos son los productos de limpieza del cuero cabelludo y de acondicionador del cabello, que eliminan el sucio, las grasas y las células corneas. Los agentes activos de estas preparaciones son solubles en todos los tipos de agua, son buenos limpiadores sin ser excesivamente desengrasantes, y son buenos emulsionantes y dispersantes; no son ni irritantes, ni corrosivos. Una fórmula base de un shampoo líquido puede ser:

Acidos graso de aceite de coco	4
Acido oleico	5
Trietanolamina	5
EDTA	0.4
Propilenglicol	5
Agua	80
Conservantes	q.s.

El jabon se forma por la reacción de un alcali suave (trietanolamina) con el ácido oléico y las ácidos grasos vegetales; se incluye en esta formulación un agente humectante, el propilenglicol y un agente secuestrante, que evita la formación de jabones insolubles. Como fórmula clásica de un champú-crema se propone:

Lauril sulfato de trietanolamina (50%)	40
Condensado de proteínas y de acides grasos (25%)	10
Alcohol 95%	5
Sorbitol lanolina etoxilado (40 OE)	1
Amarillo de huevo	10
Agua	34

En esta fórmula se han uncluidos un jabón, un agente dispersante de jabones insolubles (condensado de proteínas), una sustancia clarificante (alcohol), un espesante, un suavizante (derivado del sorbitol), y un acondicionador (amarillo de huevo).

Los acondicionadores son utilizados para amortiguar o eliminar los efectos secundarios indeseables, consecuencia de la adsorción de moléculas de detergentes (a veces cargadas negativamente) sobre el cabello, dejandolo suave y manejable. Esto puede ser obtenido por el empleo de surfactantes catiónicos a la concentración del 1 %, aunque pueden agregarse otros acondicionadores (lanolina, monoestearato de glicerol, etc ...).

Preparación para el rasurado o afeitado

Se pueden clasificar en dos categorias según sean destinados a ser utilizados durante o después del rasurado.

Los primeros deben contener des productos que mejoren la mojabilidad de la barba, que produzca el hinchamiento de la queratina capilar por su reacción alcalina, que retarden la evaporación del agua por su contenido en agentes humectantes y sustancias higroscópicas, y de otros aditivos que faciliten el afeitado (agentes espumantes).

Las formulaciones son elaboradas en función del mecanismo de afeitado deseado. Nuestro ejemplo representa una crema de afeitar clásica.

Acido estearico	33
Acidos grasos de aceite de coco	9
Hidróxido de potasio	7
Hidróxido de sodio	0.85
Bórax	0.60
Propilenglicol	8
Glicerol	11
Hexaclorofeno	0.25
Mentol	0.20
Perfume	1
Agua	29

El ácido esteárico y los álcalis van a formar el jabón, y crean el medio alcalino deseado; la humectación se obtiene por glicerol; el hexaclorofeno actúa como desinfectante y el mentol tiene una acción refrescante. Se puede agregar también algunos componentes grasos que compensan el efecto desengrasante de los jabones utilizados.

Las preparaciones para después de afeitar contienen esencialmente un desinfectante como agente preventivo contra las infecciones potenciales debido a la alcalinización de la piel, y algunos agentes refrescantes y perfumes.

La composición de una posible loción para después de afeitar es:

Alcohol 96%	22
Sulfato de Oxiquinoleína	0.4
Sorbitol	1
Propileno-glicol	1
Perfume	0.3
Tintura de anilina (2%)	0.3
Agua	75

Preparaciones decorativas

Son incluidas en este grupo las preparaciones que de manera pasajera o perdurable pueden modificar el aspecto externo de la piel.

Como ejemplo de estas formulaciones hemos seleccionado un maquillaje facial líquido con el que se ensaya de amortiguar ciertas manifestaciones naturales: brillo excesivo, color (exceso o falta), arrugas, cicatrices, poros, etc ...

Miristato de isopropilo	3
Petrolatum (Vaselina)	2
Alcohol cetílico	4
Lanolina	3
Ester de dietileno-glicol	4
Lauril sulfato de trietanolamina	1
Dióxido de titanio	1
Pigmentos y lacas	8
Talco	10
Carbonato de magnesio	2
Carboximetilcelulosa	1
Propileno glicol	2
Alcohol	2
Perfume	0.5
Conservantes	0.2
Agua	56.3

Se trata de una emulsión de fase externa acuosa, en la que están dispersados los sólidos (dióxido de titanio, pigmentos y lacas) característicos de este tipo de formulaciones. La fase

oleosa contiene los emolientes, así como los constituyentes que facilitan la adhesión de los sólidos sobre la piel. También contienen agentes de consistencia y que estabilizan la dispersión, y surfactantes que actúan simultáneamente como emulsificante y dispersante. También hay un agente humectante, un antiséptico, un perfume y conservantes.

4. EJEMPLOS DE FORMULACIONES FARMACEUTICAS

Las preparaciones farmacéuticas son generalmente formulaciones complejas que tienen por objeto dar a cada sustancia activa de la presentación medicamentosa, la mejor y más adaptada presentación para obtener el efecto terapéutico deseado.

No es suficiente administrar cierto número de dosis, es más necesario que la forma farmacéutica libere los principios activos y los ponga a disposición del organismo en un tiempo determinado.

Las propiedades físicas, químicas y terapéuticas de los principios activos condicionan los factores que entran en juego en la formulación definitiva de un medicamento. Se ilustran algunas fórmulas donde se hacen uso de surfactantes.

Emulsión Simple (Leche de almendra)

Almendra dulce	50 g
Azúcar blanca	50 g
Agua destilada	1000 g

Es una emulsión de fase externa acuosa que contiene azúcar como edulcorante. Las almendras están constituidas de cerca de 50 % de aceite, 24 % de proteínas, de una mezcla de fermentos solubles, y además de azúcar y goma, de 3 a 4 % de sales minerales. Es la albúmina la que mantiene el aceite emulsionado.

Emulsión de aceite de enebro

Tintura de Quillaya	10 ml
Aceite de enebro	10 ml
Agua destilada	80 ml

Es una emulsión de fase externa acuosa, en la que las saponinas contenidas en la tintura de Quillaya juega el rol de emulsionante; el aceite de enebro es utilizado con fines medicinales para el tratamiento de afecciones de la piel.

Solución de vitaminas liposolubles

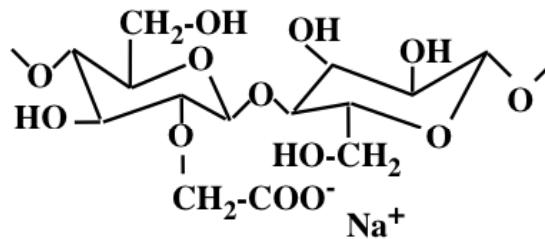
Vitamina A (o vitamina D)	0.50 g
Tween 20	5 g
Agua q.s.p.	100 ml

Es una solución vitaminada concentrada en la que el surfactante es un derivado del sorbitol.

Suspensión Antiespasmódica

Antiespasmódico	0.5 g
Carboximetilcelulosa	0.6 g
Tween 80	0.4 g
Agua destilada isotónica q.s.p.	100 ml

El principio activo antiespasmódico es de origen vegetal y es un sólido, insoluble en la fase externa acuosa. El agente dispersante es un derivado etoxilado del sorbitol y el agente estabilizante es la carboximetilcelulosa, un derivado de la celulosa que se considera como un surfactante polimérico con propiedades dispersantes.



Carboximetil celuosa

REFERENCIAS

1. Rosen, M.J. "Surfactants and Interfacial Phenomena". Wiley Interscience Publishing, New York, 1978.
2. Jellinek, J.S. "Formulation and Function of Cosmetic". Wiley Interscience Publishing, New York, 1970.
3. Rieger, M.M., "Surfactant in Cosmetics". Marcel Dekker Inc. New York, 1985.
4. Attwood, D., Florence, A.T. "Surfactant Systems: Their Chemistry, Pharmacy and Biology". Chapman and Hall, London, 1983.
5. Becher, P. "Encyclopedia of Emulsion Technology", Vol 2. Marcel Dekker Inc. New York, 1983.
6. Dorvault, F. "L'Officine". Ed. Vigot. France. 1978.
7. Legrand, P. "Manuel du Préparateur en Pharmacie". Ed. Masson, Paris, 1986.
8. Tanford, Ch. "The hydrophobic effect: Formation of micelles and biological membranes". Wiley Int. Pub., New York. 2nd ed. 1980.

Texto: Aplicaciones Cosméticas y Farmacéuticas de los Surfactantes
Autores: Matilde Miñana y Edith Goncalves
Referencia: Cuaderno FIRP S372-A Versión #1 (2011)
Editado y publicado por: Laboratorio FIRP Escuela de INGENIERIA QUIMICA, UNIVERSIDAD de Los ANDES Mérida 5101 VENEZUELA



Derechos reservados

Condiciones de Reproducción

Los cuadernos FIRP está destinados a docentes y estudiantes. Pueden reproducirse libremente solo para uso individual.

Su venta o su reproducción como material de apoyo de cursos con pago de matrícula requiere una autorización escrita del autor o del editor (firp@ula.ve)

Laboratorio FIRP, telef: ++58 (0)274) 240 2954 Fax: ++58(0)274 240 2957
Escuela de INGENIERIA QUIMICA,
e-mail: firp@ula.ve
UNIVERSIDAD de Los ANDES Mérida 5101 VENEZUELA
www.firp.ula.ve