

Química de cosméticos

Bárbara Gordillo¹ y Ma. del Pilar Quiroz²

Desde tiempos prehistóricos los hombres y las mujeres se aplican materiales a sus cuerpos con la finalidad de limpiarlos, embellecerlos, aumentar su atractivo o alterar su aspecto. Tales preparaciones son conocidas hoy en día como cosméticos, e incluyen un gran número de productos que van desde tónicos para el cabello hasta barnices para las uñas.

En ocasiones se ha llegado a confundir un cosmético con un medicamento (Joesten, 1991). Se dice tradicionalmente que los medicamentos alteran las funciones del organismo, pero los cosméticos no. Existen sin embargo, algunas excepciones como los antiperspirantes que son considerados como cosméticos a pesar de que detienen la secreción de las glándulas sudoríparas.

Aquellos cosméticos que tienen una acción un poco más allá de lo que es el adorno, es decir que actúan a nivel del estrato córneo se les denomina farmacocósméticos. Un ejemplo lo constituyen las cremas con liposomas. Los productos de higiene personal tales como pastas y jabones, no son considerados cosméticos.

Las propiedades de un cosmético están determinadas por la estructura molecular de las sustancias químicas que lo constituyen y se observa que pequeños cambios en la estructura provocan grandes cambios en sus propiedades. Un ejemplo clásico es el de los perfumes, en donde variaciones pequeñas en la estereoquímica de las moléculas dan como resultado compuestos con olores muy diferentes (Müller, 1991). En la fabricación de cosméticos se emplean tanto materiales orgánicos como inorgánicos.

Entre las sustancias orgánicas más comúnmente empleadas se encuentran; aceites, grasas, ceras (naturales y sintéticas), etcétera, y entre los inorgánicos: agua, peróxido de hidrógeno, ácidos minerales y amoniaco.

Algunos ejemplos de preparaciones cosméticas, clasificadas de acuerdo con su lugar de acción, se presentan a continuación.

- ❑ COSMÉTICOS PARA LA PIEL: cremas, lociones, perfumes, desodorantes, etcétera.
- ❑ COSMÉTICOS PARA EL CABELLO: shampoos, acondicionadores, geles, sprays, mouse, etcétera.
- ❑ COSMÉTICOS PARA LAS UÑAS: esmaltes, quita esmaltes y cremas.

(1) Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Departamento de Química, Apdo. Postal 14-740, México D.F.

(2) Proud de México. Av. Gral. Rosendo Márquez No. 62, Col. Héroes de Puebla, C.P. 72520. Puebla, Pue., México.

Recibido: 23 de junio de 1994; Aceptado: 1 de noviembre de 1994.

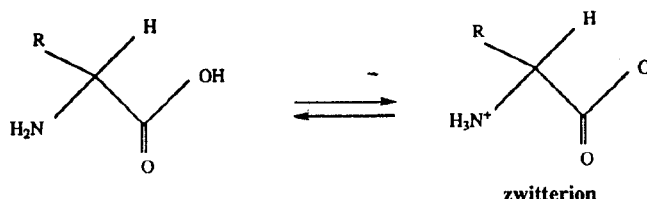


Figura 1. Estructura de un α -aminoácido

- ❑ COSMÉTICOS PARA LA BOCA: lápiz labial, brillo, delineadores y cremas.
- ❑ COSMÉTICOS PARA LOS OJOS (PÁRPADOS, CEJAS, PESTAÑAS): rimel, sombras, delineadores, lápices, etcétera.

El cabello

El cabello es una fibra compuesta de proteínas poliméricas. En el cuerpo humano existen diferentes clases de proteínas. Pese a su diversidad, todas ellas tienen como base a los aminoácidos (Feigl, 1983), compuestos orgánicos que contienen en su estructura dos grupos funcionales: un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y un amino ($-\text{NH}_2$).

Para elaborar una proteína, el cuerpo humano puede sintetizar hasta ocho aminoácidos (esenciales), cuya estructura química corresponde a la mencionada en la Figura 1, donde R es un átomo (hidrógeno) o un grupo de átomos. Algunos de los aminoácidos esenciales y otros no esenciales se presentan en la Tabla 1.

Cuando un aminoácido se polimeriza forma una proteína (Figura 2).

Tabla 1. Aminoácidos comunes

R	Aminoácido
H	Glicina XX
CH ₃	Alanina XX
C ₆ H ₅ CH ₂	Fenil alanina X
CH ₃ CH(CH ₃)CH ₂	Leucina X
HS-CH ₂	Cisteína XX
(HSCH ₂ S)- ₂	Cistina XX

X = Esenciales
XX = No esenciales

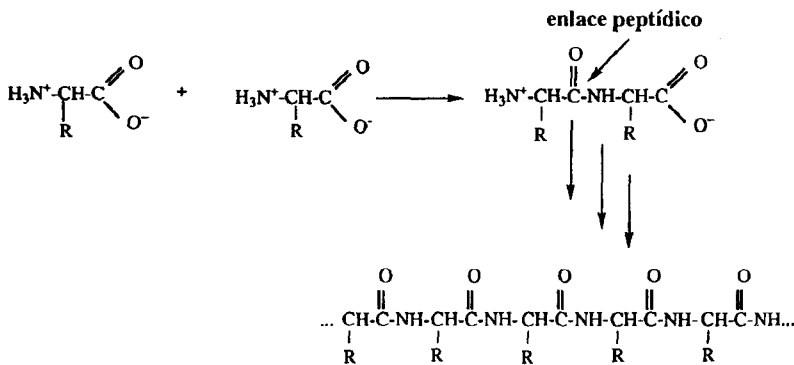


Figura 2. Polimerización de un α -aminoácido.

Debido a que las proteínas se forman por enlaces peptídicos, éstas son consideradas como polipéptidos grandes cuya secuencia de aminoácidos proporciona la *estructura primaria* de la proteína, los arreglos entre las cadenas alrededor de un eje, la *estructura secundaria* (laminar-plegada o helicoidal) como se muestra en la Figura 3, el arreglo espacial la *estructura terciaria* y la forma de agregarse, la cuaternaria.

El cabello está compuesto principalmente de queratina, una proteína que está formada a su vez por alrededor de 20 diferentes aminoácidos.

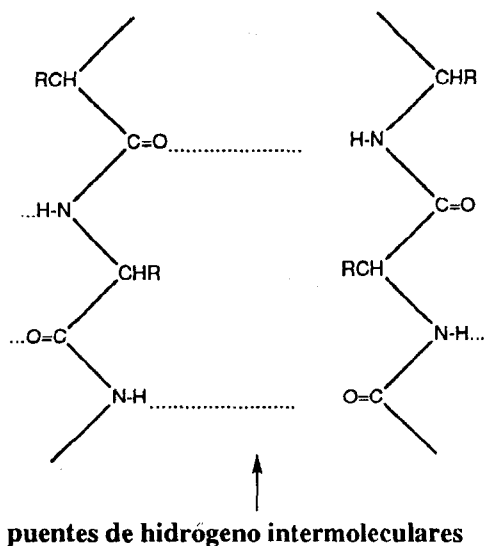


Figura 3. Estructura de una proteína en conformación laminar-plegada.

Una diferencia importante entre la queratina del cabello y otras proteínas, es el relativamente alto contenido del aminoácido cistina (Tabla 1). Cerca del 16 al 18% de la proteína del cabello es cistina. Este aminoácido juega un papel muy importante en la estructura del cabello ya que la resistencia del mismo se debe a los puentes formados entre las diferentes cadenas proteicas, tal como los enlaces por puente de hidrógeno (Figura 3) y el enlace disulfuro, (Figura 4).

Como se mostró en la Figura 1, un aminoácido es mejor representado como una estructura iónica, un zwitterion, de manera que en las proteínas, las cadenas de aminoácidos pueden también atraerse entre sí por una interacción iónica; estas interacciones entre las cadenas son más importantes a medida que el pH es más

bajo (4.1 o menor) y el efecto observado es que la queratina se contrae. Por otro lado, si el pH se mantiene por arriba de 4.1, la queratina se hincha y se torna suave, observándose un rompimiento de los enlaces iónicos cruzados a pH elevado. Éste es un importante aspecto de la química del cabello ya que el pH de muchos de los shampoos y aún el del agua está por arriba de 4.

Los procesos químicos de ondulación del cabello implican el uso de un agente reductor, generalmente ácido tioglicólico (HOOCCH_2SH), que tienen la función de romper algunos de los enlaces disulfúricos y posteriormente el uso de un agente oxidante, por ejemplo, peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o bromato de potasio (KBrO_3) que regenera los enlaces S-S perdidos; esta operación permite que el cabello adopte una nueva forma. Sin embargo cuando el proceso de reducción es muy severo, las fibras

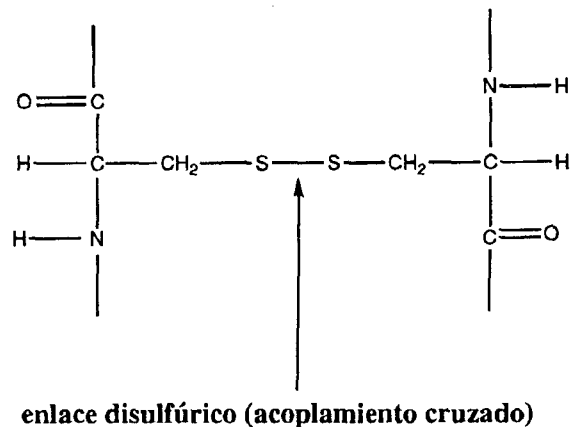


Figura 4. Estructura de una proteína constituida de cistina.

se destruyen y consecuentemente el cabello se vuelve quebradizo.

Compuestos derivados de la *p*-feniléndiamina ($p\text{-H}_2\text{N-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$) se aplican al cabello con el fin de teñirlo (Balsam, 1972). Estos compuestos penetran en las fibras en donde son oxidados, generalmente con H_2O_2 , provocando uniones químicas con las moléculas del cabello y con esto, una coloración permanente.

Los procesos de ondulación y coloración del cabello afectan su estructura; sin embargo, existen otros cosméticos cuya acción sólo modifica su apariencia, por ejemplo los *sprays* que son soluciones de algunos polímeros como la polivinilpirrolidona (PVP) en disolventes volátiles como el etanol. El propósito de éstos es el de recubrir el cabello con una película plástica de fuerza suficiente, para permitir que se mantenga la forma del peinado deseado, una vez que el disolvente se evapora. Dentro de esta categoría entran también los shampoos que son preparados cosméticos destinados a la limpieza del cabello y que se componen de detergentes líquidos y de algunos aditivos que tienen la finalidad de proporcionar brillo y suavidad.

La piel

La piel es también un conjunto de proteínas complejas que forman un tejido no uniforme con diferentes funciones (Wilkinson, 1990). La estructura química de las proteínas en el tejido es la que controla dichas funciones; como por ejemplo, la de protección, sensación, excreción y regulación de la temperatura. La piel está básicamente formada de dos capas: la epidermis y la dermis. En el exterior de la epidermis se encuentra la denominada capa córnea y cuyo estudio es de particular interés para los químicos cosmetólogos ya que es, a ese nivel, en donde la mayoría de las preparaciones cosméticas actúan.

A excepción de la piel de las palmas de las manos y las plantas de los pies que carecen de folículos pilosos y glándulas sebáceas, la piel velluda o lampiña los contienen. Esto asegura que la piel esté cubierta por una capa aceitosa protectora (sebo) que evita la pérdida excesiva de humedad; pero cuya acumulación es no recomendable debido a que el sebo es un medio fácil de ser atacado por bacterias que producen infecciones en la piel.

Es importante mencionar que la capa córnea de la piel está compuesta principalmente de células muertas con un contenido de humedad de cerca del 10% y a un pH aproximado de 4. La proteína principal de la capa córnea es nuevamente la queratina, que está formada, como se mencionó anteriormente, por cerca de 20 diferentes aminoácidos. Su estructura la vuelve insoluble, pero altamente permeable al agua. La piel seca no es comfortable; sin embargo, una excesiva humectación es también un buen medio para infecciones.

De acuerdo con el contenido de humedad y sebo se pueden clasificar diferentes tipos de pieles como se muestra en la Tabla 2.

Al lavar la piel se elimina la grasa que ayuda a retener la

Tabla 2. Tipos de pieles y su aspecto

Tipo	Características	Aspecto
Grasosa	Alta producción de sebo y poros abiertos	Acné
Húmeda	Hipersecreción sudoral	Sin problemas
Alípica o seca	Baja producción de sebo	Irritable y áspera
Deshidratada	Baja secreción sudorípara y sebácea	Arrugas
Mixta	Posee áreas grasosas y secas	Varios
Asfítica	Aspecto maltratado	Poros cerrados

cantidad de humedad indispensable para mantenerla saludable (10%), por lo que se hace necesario el uso de un preparado cosmético de origen oleoso que proteja la piel hasta que la grasa natural se haya regenerado.

Las cremas forman la clase más importante de preparados cosméticos que se usan para acondicionar o embellecer la piel. Se componen de sustancias oleosas sólidas o líquidas y de sustancias acuosas que juntas forman emulsiones o suspensiones coloidales. Según su función, las cremas se clasifican principalmente en limpiadoras y emolientes.

Las cremas limpiadoras son emulsiones de agua en aceite que se extienden fácilmente sobre la piel porque se funden a la temperatura del cuerpo humano. Los ingredientes oleosos usados para su fabricación son ligeros, por ejemplo el aceite de almendras, para que penetren poco en la piel y sean removidos con facilidad después de limpiarla de impurezas.

Las cremas emolientes —también llamadas cremas rejuvenecedoras, alimenticias o nocturnas— tienen como finalidad principal la de nutrir la piel. Uno de los ingredientes principales en su fabricación es la lanolina que es un compuesto oleoso que tiene la característica de penetrar en la piel y retener el agua debido a la formación de puentes de hidrógeno (Figura 5).

Otros ingredientes comunes en cremas emolientes son: la cera de abeja, el esperma de ballena, el glicerol y las vitaminas. Debido a la facilidad con que estas emulsiones penetran en la piel, sirven también como vehículos para productos astringentes, medicinales y de blanqueo.

La apariencia de la piel puede modificarse por el uso de diferentes cosméticos, como por ejemplo los polvos faciales, el rubor, las mascarillas y las sombras para ojos; estos artículos están compuestos principalmente de materiales como talco, arcilla blanca, yeso, óxido de zinc, y pigmentos que se usan con el fin de darles coloración.

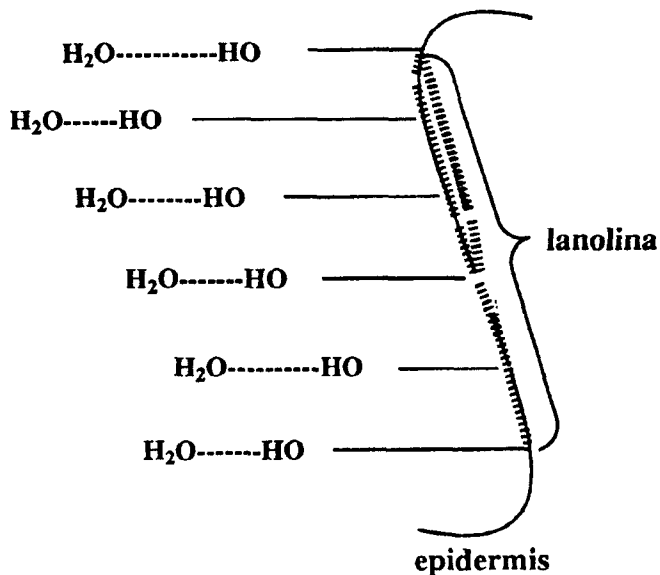


Figura 5. Retención de agua en la piel por medio de la lanolina.

Las uñas

Así como la materia está constituida por átomos, los tejidos vivos consisten de pequeñas unidades llamadas células.

Las células, en realidad, se encuentran formadas por billones de átomos; sin embargo, ellas son lo suficientemente pequeñas para no poder ser observadas por el ojo humano (Leone, 1992). Los átomos en las células se arreglan de manera compleja formando moléculas grandes (biomoléculas) con funciones específicas. Los tejidos se encuentran formados por células, en donde, como se vio anteriormente, las proteínas forman una parte importante.

Las uñas de las manos y de los pies son células epidermales que crecen de las células epiteliales. Estas últimas se encuentran debajo del semicírculo blanco en donde se desarrolla el final de la uña. Tal como sucede con el cabello, más allá del tejido, las células crecientes son células muertas.

Los barnices de uñas utilizados para darle un mayor atractivo a las mismas, son preparados cosméticos consistentes de: 1) formadores de película primaria (nitrocelulosa); 2) formadores de película secundaria (resinas); 3) elementos plastificantes para darle fluidez (goma de alcanfor); 4) disolventes (toluol, xilol, acetato de etilo, etcétera); 5) colorantes (grado cosmético). Sin embargo, el uso de esmaltes trae como consecuencia la necesidad de utilizar quitaesmaltes, los cuales debido a que están elaborados con disolventes, provocan la pérdida de la grasa natural las uñas, por lo que la mayoría de los quita esmaltes incluyen en su formulación un agente emoliente, como la lanolina.

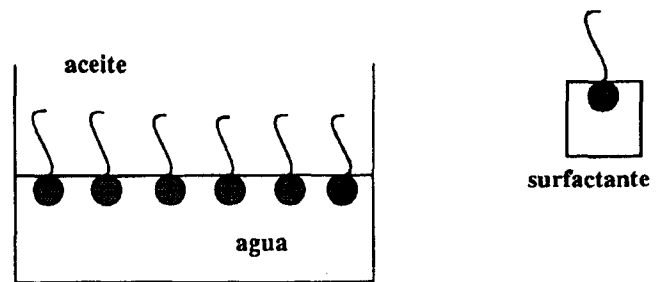


Figura 6. Un tensoactivo tiene como función disminuir la tensión superficial en la intercara agua-aceite. (Sánchez-Rubio, 1983.)

La preparación de un cosmético

En forma general, un cosmético se encuentra formulado de la siguiente manera:

- INGREDIENTE ACTIVO.** Aquella sustancia que proporciona la función deseada del preparado cosmético.
- EXCIPIENTE O VEHÍCULO.** Sustancia disolvente del ingrediente activo que además le da las propiedades físicas al producto terminado. (Sólido, líquido, etcétera).
- INGREDIENTES DE AGREGACIÓN.** Todo aquello que sirve para redondear un producto. (Color, antioxidante, perfume, etcétera).

Debido a que en la formulación de un cosmético se usan tanto sustancias oleosas como acuosas, el uso de un tensoactivo o surfactante (Figura 6) se hace necesario en su elaboración, haciendo con esto que el producto adquiera la apariencia de una emulsión.

Un tensoactivo es entonces una sustancia compuesta básicamente por dos grupos, uno hidrofílico (parte soluble en agua) y otro lipofílico (parte soluble en aceite). Un ejemplo lo constituyen los detergentes o jabones (Figura 7).

Una clasificación de los diferentes tipos de tensoactivos, se muestra a continuación:

ANIÓNICOS. Son aquellos que en solución se ionizan y el grupo hidrofóbico de la molécula queda cargado negativamente.

CATIÓNICOS. Son aquellos que en solución se ionizan y el grupo hidrofóbico de la molécula queda cargado positivamente.

NO-IONIÓNICOS. Son aquellos que sin ionizarse, se solubilizan mediante un efecto combinado de un cierto número de grupos solubilizantes débiles (hidrofílicos), tales como los enlaces de tipo éter (R-O-R') o grupos hidroxilos (OH) en sus moléculas.

ANFOTÉRICOS. Estos materiales presentan en sus moléculas grupos aniónicos y catiónicos. Su comportamiento iónico depende del medio: ácido o alcalino.

Además de su función emulsificante, los tensoactivos tienen otras funciones en el cosmético, como por ejemplo las de espu-

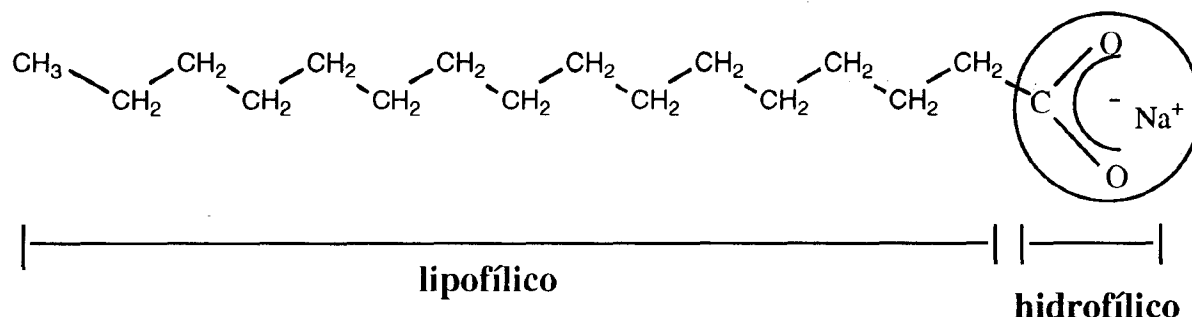


Figura 7. Un tensoactivo tiene como función disminuir la tensión superficial en la intercara agua-aceite. (Sánchez-Rubio, 1983.)

mación, dispersión, humectación, y efecto bactericida.

Cuando un químico cosmetólogo se dispone a hacer una emulsión, tiene la oportunidad de seleccionar entre cientos de agentes emulsificantes para obtener una emulsión satisfactoria. Para hacer su búsqueda más sencilla el cosmetólogo hace uso del concepto de Balance Hidrófilo-Lipófilo (HLB).

El HLB de un surfactante es un número que representa su solubilidad en la mezcla de componentes a emulsificar (Garfias, 1978). En la Tabla 3 se muestran algunos valores de HLB para diferentes tipos de surfactantes.

De la Tabla 3 se desprende que para encontrar el valor de HLB de una mezcla de ingredientes que se quieren emulsionar es necesario primero conocer el tipo de emulsión que se va a obtener; es decir, una emulsión agua en aceite (donde el componente mayoritario es el aceite) o una emulsión aceite en agua (donde el mayoritario es el agua).

Algunos de los surfactantes más usados en la industria cosmética y sus valores de HLB se presentan en la Tabla 4.

Otro de los componentes importantes en la elaboración de un cosmético es el tipo de emoliente usado. Al respecto existe una gran variedad de ellos (Tabla 5) y su elección en la formulación depende, en mucho, del tipo de cosmético, del costo y de las preferencias del cosmetólogo.

Cabe mencionar, finalmente, que en la elaboración del cosmético siempre deben usarse materias primas de excelente calidad y regirse con las normas de sanidad en su elaboración. De otra manera, los problemas por contaminación pueden llegar a

Tabla 4. Surfactantes comunes y sus valores de HLB

Surfactante	HLB
Sulfato láurico de sodio	4.0
Oleato de sodio	18.0
Tween 20 (monolaurato de sorbitán)	16.7
Tween 80 (mono oleato de sorbitán)	15.0
Sulfonato de alquil arilo	11.7
Span 20 (monolaurato de sorbitán)	8.6
Etanol	7.9
Span 40 (monopalmitato de sorbitán)	6.7
Span 60 (monoestearato de sorbitán)	4.7
Span 80 (mono oleato de sorbitán)	4.5
Alcohol cetílico	1.0

ser serios ya que muchos de los cosméticos contienen productos de origen natural, los cuales son fácilmente atacados por microorganismos. Se recomienda también tener un buen control de pH y efectuar pruebas de estabilidad y análisis microbiológico en la emulsión ya formada.

La apariencia final de un cosmético es siempre importante para asegurar un amplio mercado, por lo que cuidar de la selección del color, perfume y envase no debe de ser una tarea trivial.

Tabla 3. El HLB y el tipo de surfactante.

HLB	Surfactante
4- 6	Emulsificante agua/aceite
7- 9	Agentes penetrantes
8-18	Emulsificante aceite/agua
13-15	Detergentes

Tabla 5. Tipos de emolientes y su origen.

Emoliente	Origen
Ceras, aceites	Hidrocarburos
Ésteres, ácidos	Silicones
Alcoholes	Ceras
Derivados	Grasas vegetales y animales, glicéridos

Formulaciones de productos cosméticos y procedimientos de elaboración

Loción-crema para manos y cuerpo

Materia prima	%
A. Agua	72.5
Metil parabeno	0.2
Alantoína	0.2
Propilenglicol	4.0
EDTA	0.1
-Trietanolamina	1.2
B. Aceite mineral	10.0
-Aceite de lanolina	3.0
Ácido esteárico	3.0
Alcohol cetílico	3.0
Silicón fluido	0.5
Tween 20	2.0
Propil parabeno	0.1
C. Perfume	0.2

Técnica de elaboración

Fase A

- 1) Agregar el agua (3/4 de la cantidad total). Calentar a 77-79°C, y adicionar:
 - EDTA
 - Metil parabeno
- 2) Agitar hasta una completa disolución y adicionar:
 - Alantoína
 - Propilenglicol
 - Trietanolamina
 Agitar, hasta disolver completamente cada una de las materias primas.

Fase B

- 3) Por otro lado, se agrega la parte restante del agua. Se calienta a una temperatura similar (77-79 °C) y se adiciona:
 - Propil parabeno
 - Tween 20
 - Ácido esteárico
 - Alcohol cetílico
 Agitar para disolver completamente los productos adicionales, manteniendo la temperatura constante.
- 4) Una vez que se tiene una disolución completa se adiciona:
 - Aceite mineral
 - Aceite de lanolina
 - Silicón fluido

Se agita nuevamente, hasta completa disolución y se mantiene la temperatura constante.

- 5) Una vez que se tienen las dos mezclas bien disueltas se adiciona:
 - La parte B a la mezcla A.
 Se agita vigorosamente hasta obtener una mezcla homogénea. Se enfría a 25°C y se adiciona, el perfume. Se separan muestras para los análisis de control de calidad y microbiológico.

Funciones de cada una de las materias primas

Metil parabeno	Conservador
Propil parabeno	Conservador
EDTA	Secuestrante
Alantoína	Humectante
Propilenglicol	Humectante
Trietanolamina	Espesante y ajustador de pH
Aceite mineral	Emoliente
Aceite de lanolina	Emoliente
Ácido esteárico	Espesante
Alcohol cetílico	Humectante y espesante
Silicón	Formador de película protectora
Tween 20	Emulsificante
Perfume	Enmascarante del olor de la materia prima
Agua	Vehículo

Fórmula de bio-gel (gel con apariencia de crema). (Flick, 1989).

	(500 mL)
Carbopol 940	3 g
Glicerina	50 mL
Trietanolamina	5 mL
Agua	455 mL
Dowisil 200	10 g
Mezcla de parabenos	1.5 g
Dióxido de titanio	0.25 g

Técnica de elaboración

Fase A

- 1) A 40 mL de glicerina a temperatura ambiente se agrega carbopol 940 y se agita hasta lograr que los dos componentes se integren. (Mezcla homogénea).
- 2) Agregar 100 mL de agua, hasta alcanzar la homogeneización total.
- 3) Agregar trietanolamina a la mezcla formada en el punto 2 hasta homogenizar (la mezcla se espesa).
- 4) Agregar a la mezcla anterior otros 100 mL de agua,

homogenizar hasta que el gel quede totalmente transparente.

Fase B

- 1) Disolver el dióxido de titanio en 200 mL de agua, a temperatura ambiente o calentando hasta 40°C como máximo, hasta homogeneización total (evite la presencia de grumos).
- 2) Agregar esta suspensión a la mezcla obtenida en la fase A.

Fase C

- 1) Disolver el dowisil 200 a temperatura ambiente, en los 55 mL de agua restantes.
- 2) Agregar esta suspensión a la mezcla obtenida en la fase B.

Fase D

- 1) Calentar los 10 mL de glicerina restantes a 70°C y agregar los parabenos hasta su disolución total (solución transparente), enfriar hasta 35-40°C.
- 2) Agregar esta solución a la mezcla obtenida en la fase C.

Importante: Cada fase que se agrega debe homogenizarse perfectamente bien mediante agitación.

Formulación de un "shampoo" para cabello normal. (Hunting, 1985).

Materia prima %

Parte A

Agua 68.3
 Lauril éter sulfato de sodio 27.0
 Color c.b.p.

Parte B

Dietanolamida de ácidos grasos de coco 4.0
 Perfume 0.5

Parte C

Formaldehído 0.2
 Ácido cítrico c.b.p.
 Cloruro de sodio c.b.p.

Técnica de elaboración

- 1) En un vaso de precipitado de un litro, agregar:
 - Agua
 - Lauril éter sulfato de sodio
 - Color
 Mezclar con agitación lenta.

- 2) En otro vaso de precipitados pesar:
 - Dietanolamina de ácidos grasos de coco
 - Perfume
 Agitarlo bien y adicionarlo a la mezcla formada en el punto (1).

- 3) Agregar con agitación los componentes de la parte C a la mezcla formada en el punto (2).
 - Formaldehído
 - Ácido cítrico
 - Cloruro de sodio

Bibliografía

Balsam, M. S., Gershon, S. D., Rieger, M. M., Sagarin, E. and Strianse, S. J. *Cosmetic Science & Technology*, Vol. 1. Wiley-Interscience, New York, 1972.

Feigl D. M. and Hill, J. W. *General Organic & Biological Chemistry*, Burgess Publishing Company, Minnesota, 1983.

Flick, E. W. *Cosmetic and Toiletry Formulations*, NP Noyes Publications, New Jersey, 1989.

Garfias, F. J. Barzola, J., Gallo, R., García, M. E., Palacios, J., Rodríguez, J., Sánchez, M., Sánchez, F. y Vázquez, E. *Tensoactivos y su aplicación en la industria*, Edición de la Sociedad Química de México, México, D.F. 1978.

Hunting, A. L. L. *Encyclopedia of Shampoo Ingredients*, Micelle Press, Inc., 1985.

Joesten, M. D., Johnston, D. O., Netterville, J. T. *World of Chemistry*, Sanders College Publishing, San Francisco, 1991.

Leone, F. *Genetics. The Mystery & the Promise*, Tab Books. Blue Ridge. Summit, PA, 1992.

Müller, P. M. and Lamparsky, D. *Perfumes Art, Science and Technology*, Elsevier Applied Science. London & New York, 1991.

Sánchez-Rubio, M., Gordillo, B. and Rushforth, D. S. *J. Chem. Educ.*, 60[1], 70-71, 1983.

Wilkinson, J. B. y Moore, R. J. *Cosmetología de Harry*, traductores Rodríguez-Navarro, M. A. y Rodríguez-Devesa, D., Ediciones Díaz de Santos, S. A., Madrid, 1990. ■