

A top-down view of various cosmetic ingredients on a light-colored wooden surface. At the top left is a half-sliced orange. Next to it is a sprig of fresh rosemary. To the right are two small glass petri dishes: one containing a light brown granular powder and the other containing several small, pale yellow cubes. In the center, a glass jar with a yellow lid is partially visible. Below the text, a pair of hands in white nitrile gloves is shown; the left hand holds a glass dish containing a thick white cream, while the right hand uses a small metal spatula to stir it. At the bottom left, there is a square bar of yellow soap.

— CURSO DE FORMULACIÓN COSMÉTICA AVANZADA —

Lección 8. Formulación de mezclas detergentes líquidas

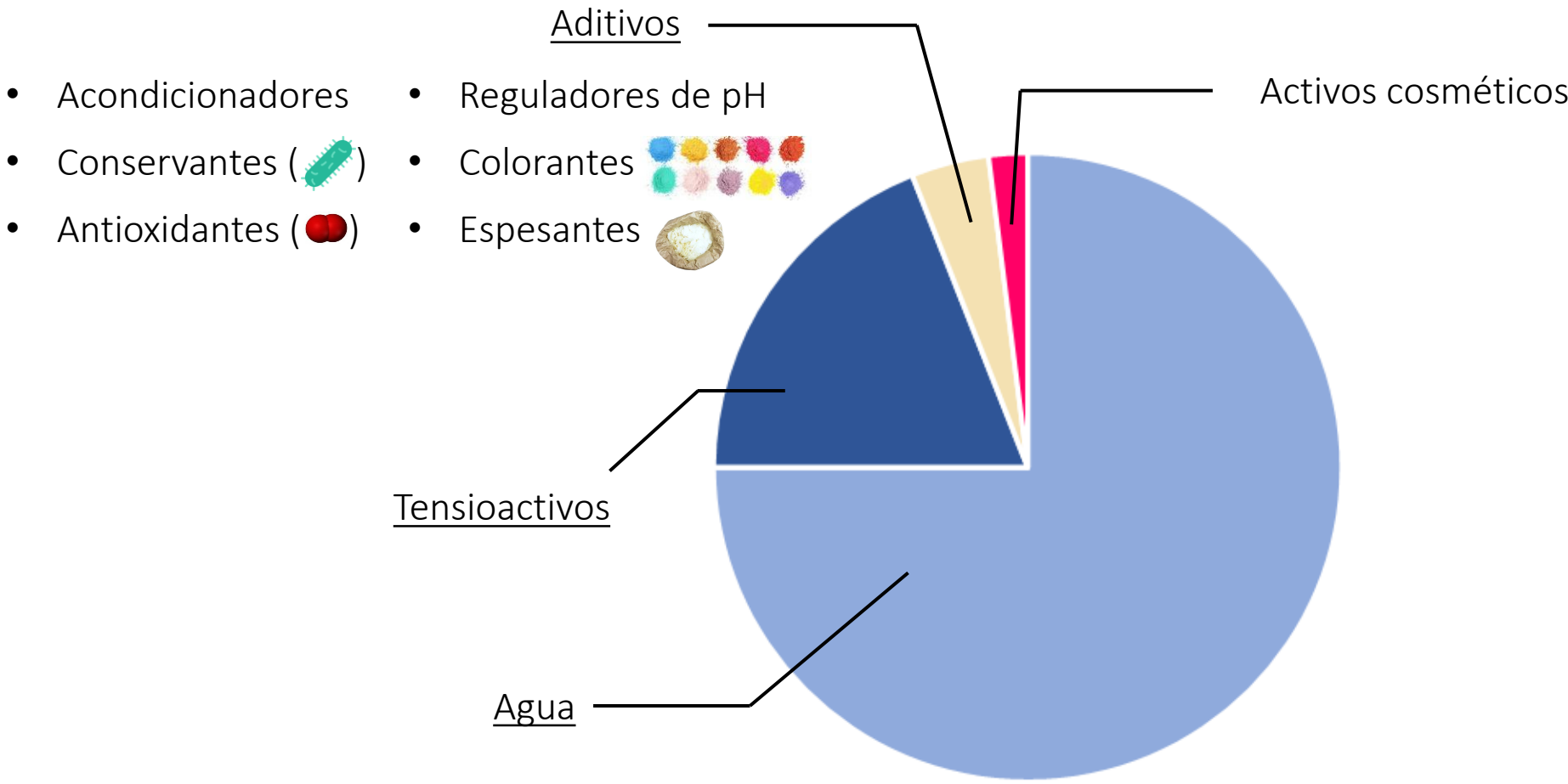
por Lino Faus

Lección 8. Índice

1. Composición de las mezclas detergentes líquidas
2. Tensioactivos y clasificación
3. Compatibilidad de tensioactivos
4. Concepto de Sustancia Activa Lavante (S.A.L.)
5. Formulación
6. Procedimiento de elaboración

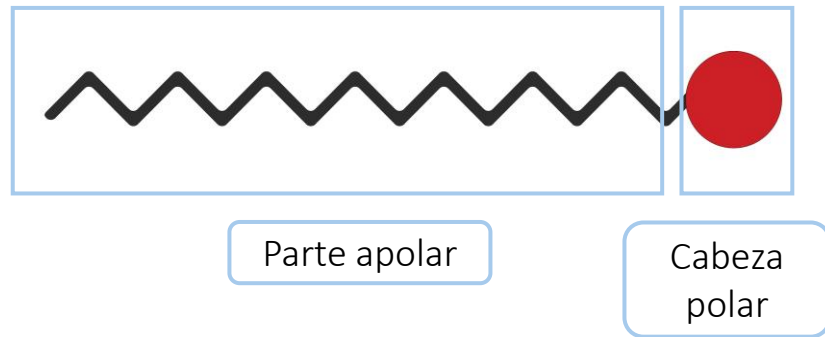


1. Composición de las mezclas detergentes líquidas

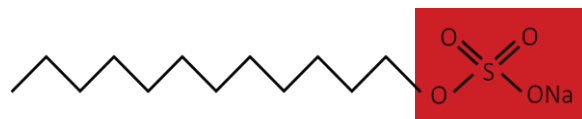


2. Tensioactivos y clasificación

Un tensioactivo es una sustancia anfifílica, que es capaz de disolver de forma homogénea sustancias de polaridades antagónicas, que normalmente son inmiscibles (inmiscible = que no se pueden mezclar en cualquier proporción).



e.g. SLS (Lauril Sulfato Sódico)

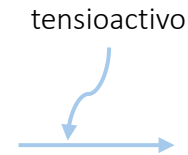


(Cabeza polar)



Mezcla heterogénea de
agua y aceite

tensioactivo



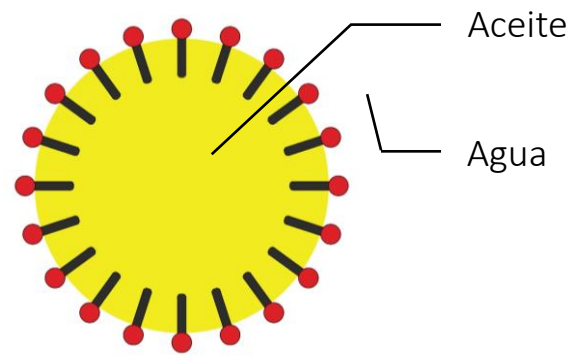
Mezcla macroscópicamente
homogénea

4. Mecanismo de detergencia

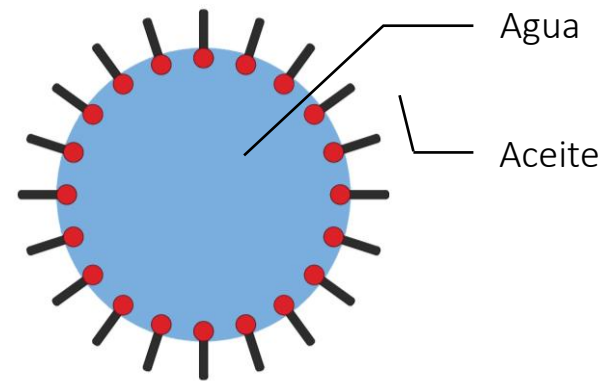


2. Tensioactivos y clasificación

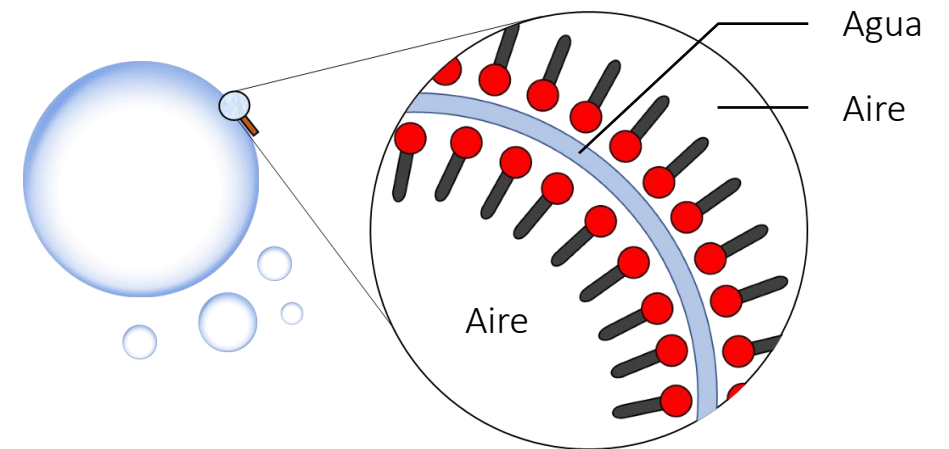
Micela de
aceite en agua:







Micela de
agua en aceite:



Formación de burbujas:



2. Tensioactivos y clasificación

| | | Parte polar (hidrófila) | Parte apolar (lipófila / hidrófoba) |
|------------|-----------|---|-------------------------------------|
| No iónicos | |  | |
| Iónicos | Aniónico |  | |
| | Catiónico |  | |
| | Anfótero |  | |

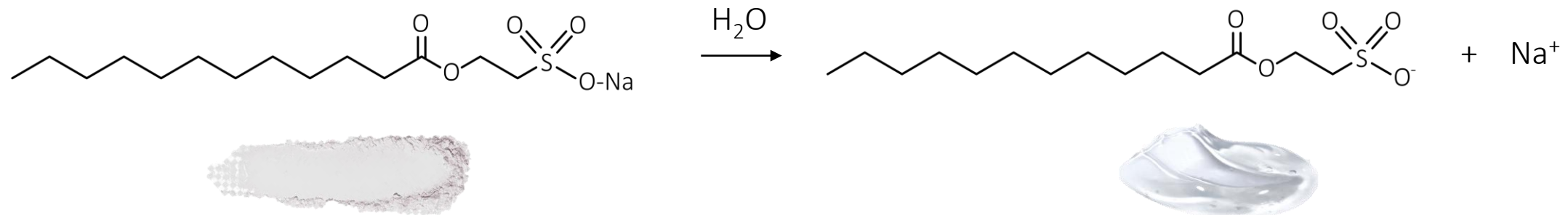
- Tensioactivos **aniónicos**: se usan frecuentemente como agentes detergentes. Algunos también son emulsionantes.
- Tensioactivos **catiónicos**: se usan como agentes acondicionadores (mascarillas y suavizantes). Suelen ser emulsionantes.
- Tensioactivos **anfóteros**: se suelen usar como detergentes
- Tensioactivos **no iónicos**: los hay detergentes y emulsionantes, dependiendo del compuesto específico.

2. Tensioactivos y clasificación

- **Aniónicos.** Los tensioactivos aniónicos son los **agentes deteritivos más utilizados en composiciones detergentes** y para productos de limpieza corporal por su eficiencia, por lo que son los que más se producen industrialmente.

Su estructura química consiste en una parte apolar y en un grupo polar, que suele ser un **grupo carboxilato** ($-\text{COO}^-$), **sulfato** ($-\text{OSO}_3^-$), **sulfonato** ($-\text{SO}_3^-$) o **fosfato** ($-\text{OPO}_3^-$), con un **catión asociado** (como sodio Na^+ , potasio K^+ , amonio NH_4^+ ...).

Cuando estos están en estado sólido, este grupo se encuentra unido, y las moléculas se encuentran formando un cristal, pero cuando se disuelven en agua, el grupo se disocia cediendo el catión a la disolución, de forma que la molécula de tensioactivo queda cargada negativamente.



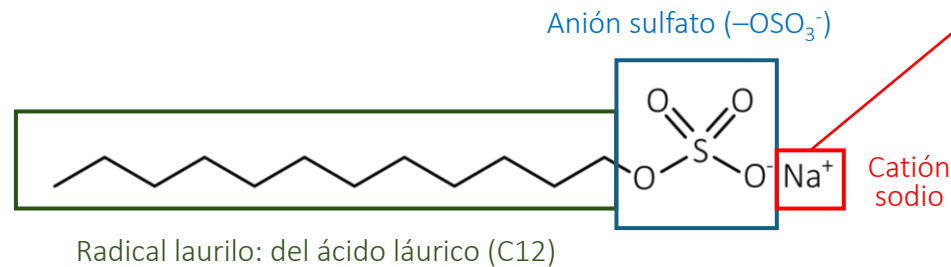
Los jabones son tensioactivos aniónicos cuyo único grupo funcional es el carboxilato ($-\text{COO}^-$), que viene del ácido graso, y que está asociado al catión sodio o potasio en función del álcali utilizado para hacer el jabón.

Otros ejemplos conocidos son el SLS, SLES, SCS, SCI, SLISA, ALS, SCG...

2. Tensioactivos y clasificación

Ejemplos de tensioactivos **aniónicos**:

- **SLS**: Lauril Sulfato Sódico
(INCI: Sodium Lauryl Sulfate)



Si el catión, en lugar de ser sodio (Na^+) fuese amonio (NH_4^+), sería el ALS (Ammonium Lauryl Sulfate).

Otro nombre: SDS
(Sodium Dodecyl Sulfate)

En general, los **alquilsulfatos**, son un grupo de tensioactivos con la estructura anterior, donde la parte apolar es una cadena lineal (radical alquilo) del número de carbonos que sea. Normalmente se usan el C12 (lauril), C16 (cetil) y C18 (estearil). A mayor número de átomos de carbono más lipofílica es la molécula (menos soluble en agua). La C12 es la más eficiente.

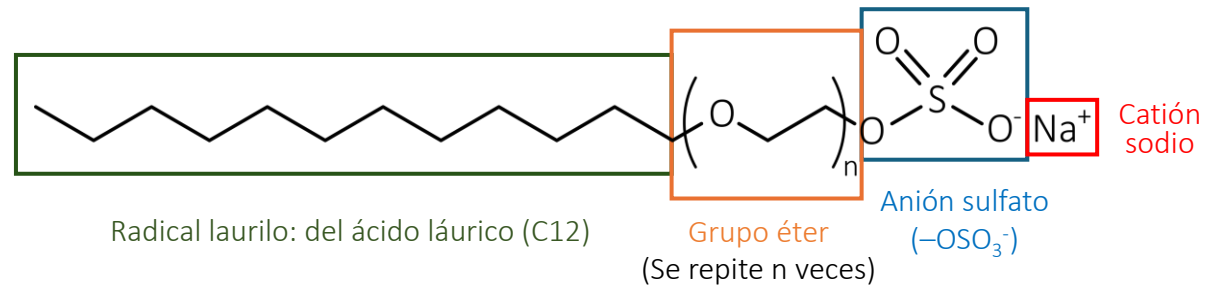
- **SCS**: Coco Sulfato Sódico: es la mezcla de todos los alquilsulfatos sódicos que se obtienen de todos los ácidos grasos del aceite de coco. Es decir, el SCS es una mezcla de Decil Sulfato Sódico (C10) + Lauril Sulfato Sódico (C12) + Miristil Sulfato Sódico (C14) + Cetil Sulfato Sódico (C16) + Estearil Sulfato Sódico (C18) + Oleil Sulfato Sódico (C18:1) + ...



(INCI: Sodium Coco-Sulfate)

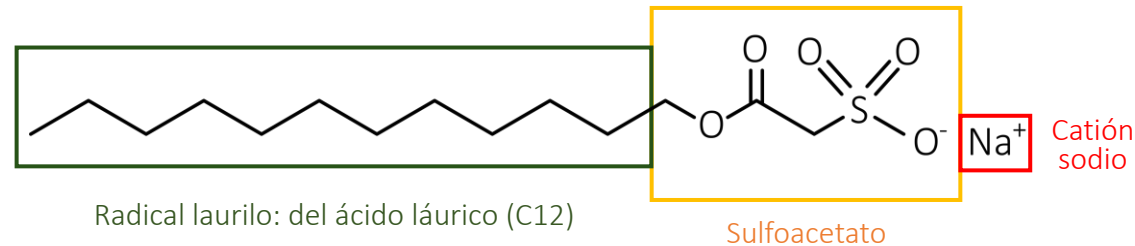
2. Tensioactivos y clasificación

- **SLES:** Lauril Éter Sulfato Sódico
(INCI: Sodium Laureth Sulfate)

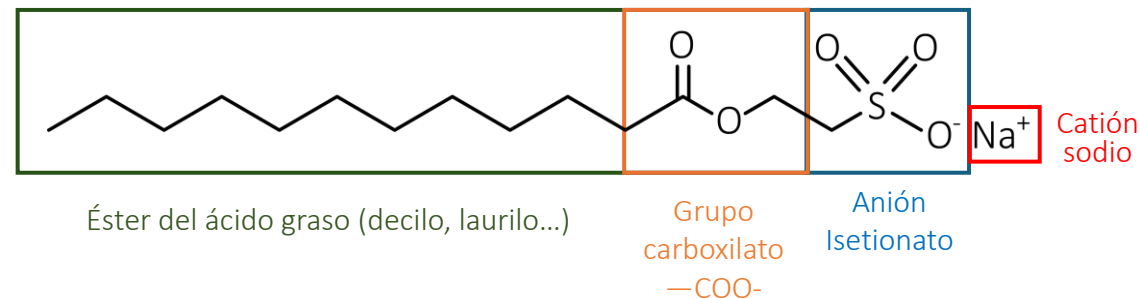


En general, los **alquil éter sulfatos**, son un grupo de tensioactivos con la estructura anterior, donde la parte apolar es una cadena lineal (radical alquilo) del número de carbonos que sea, y la parte polar es un grupo sulfato junto a un grupo éter de 2 átomos de carbono que se repite n veces (normalmente 6 o 7). Representan una versión mejorada de los alquilsulfatos.

- **SLSA:** Lauril Sulfoacetato Sódico
(INCI: Sodium Lauryl Sulfoacetate)



- **SCI:** Cocoil Isetionato Sódico
(INCI: Sodium Cocoyl Isethionate)

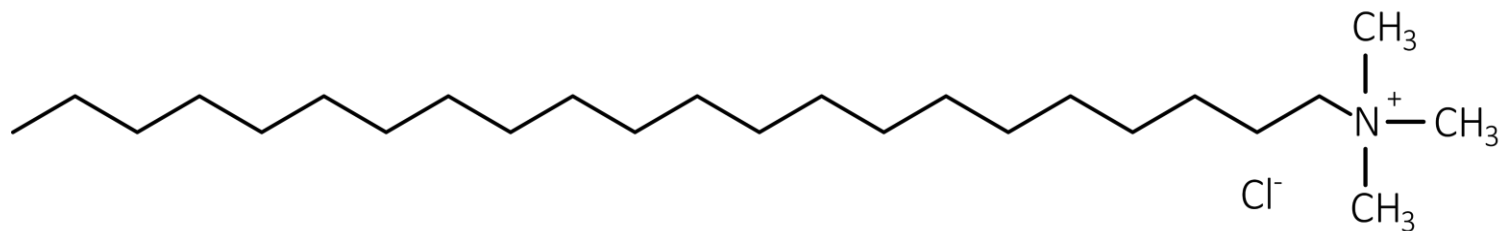


2. Tensioactivos y clasificación

- **Catiónicos.** Los tensioactivos catiónicos **no tienen buenas propiedades como detergentes, pero sí como emulsionantes o como desinfectantes** (ya que interactúan con las membranas celulares de los microorganismos). Además, estos tensioactivos presentan una alta **adherencia** a las superficies y son **persistentes** en las mismas. De hecho, se caracterizan por convertir una superficie hidrófila en hidrófoba y viceversa. Es por este motivo que **muchos se utilizan como acondicionadores capilares: por la persistencia en el cabello y por la sensación de suavidad** que proporciona la hidrofobicidad que deja en el mismo. Se utilizan en cremas de peinado, mascarillas – acondicionadores, tintes y lociones capilares; también se usan como suavizantes textiles.

La parte polar de su estructura es un grupo funcional cargado positivamente, que está asociado a un anión. El grupo polar generalmente es un grupo amonio cuaternario (R_4N^+), aunque también pueden ser imidazolinas.

e.g. Sales de behentrimonio: como el Cloruro de Behentrimonio o el Metosulfato de Behentrimonio (BTMS), ambos usados en acondicionadores capilares junto a otros emulsionantes no iónicos.



Cloruro de Behentrimonio. Proviene del ácido behénico (que es el ácido graso C22, ác. docosanoico), el cual se ha convertido en una amina cuaternaria; el anión asociado es el cloruro. En el caso del BTMS, la diferencia es que el anión asociado es un metosulfato.

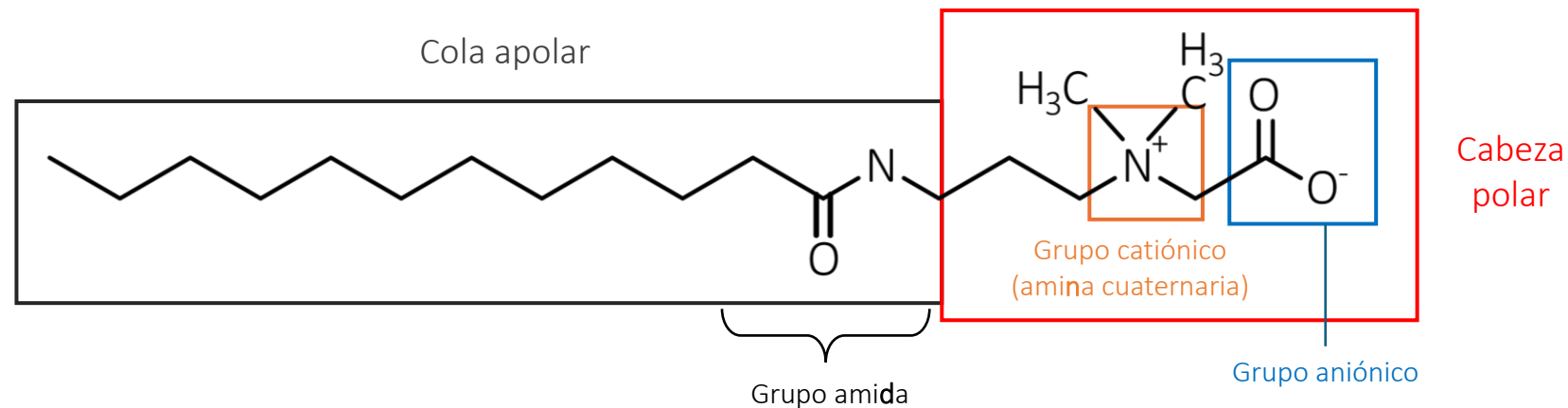
2. Tensioactivos y clasificación

- **Anfóteros.** Los tensioactivos anfóteros o anfotéricos son aquellos que en su parte polar de la molécula presentan un grupo aniónico y otro grupo catiónico (ambos asociados a un catión y un anión, respectivamente). Estos tensioactivos se comportan como aniónicos o como catiónicos en función del pH del medio donde se encuentren. En medio básico son aniónicos y en medio ácido son catiónicos.

El grupo aniónico suele ser un grupo carboxilato (—COO^-) o sulfato (—OSO_3^-), mientras que el catiónico suele ser un grupo de amonio cuaternario (R_4N^+).

El tensioactivo anfótero más ampliamente utilizado es la betaína de cocamidopropilo (INCI: Cocamidopropyl Betaine). Este tensioactivo tiene muy buenas propiedades para los geles de ducha, ya que en combinación con otros tensioactivos aniónicos eleva la viscosidad de la mezcla, consiguiendo un gel con textura adecuada sin necesidad de usar espesantes.

Se usa en pequeñas cantidades también para mascarillas - acondicionadores capilares por su acción antielectroestática (para controlar el frizz).



2. Tensioactivos y clasificación

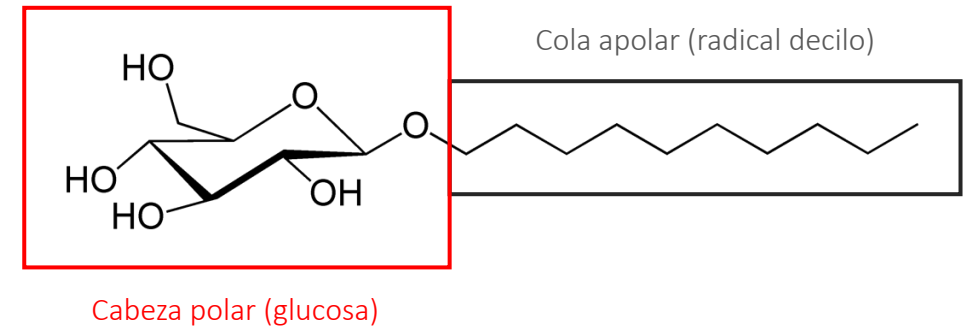
- **No iónicos.** Los tensioactivos no iónicos son aquellos que no contienen grupos disociables (que se separen en sus iones) en su estructura molecular. El grupo polar suele ser un alcohol ($-\text{OH}$), un éter ($-\text{O}-$) o la combinación de ambos.

Dependiendo del compuesto, se utilizan como **detergentes** o como **emulsionantes**. Ejemplos son:

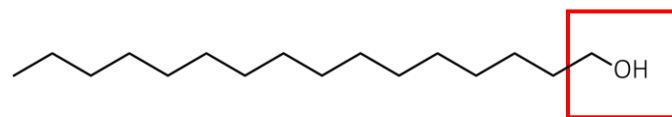
- Como **detergente**: Glucósido de decilo (INCI: Decyl Glucósido).

Se trata de una molécula de glucosa (que contiene grupos alcohol) (polar) unida mediante enlace éster al radical decilo (que proviene del ácido graso C10: ác. cáprico). El glucósido de coco (Coco Glucoside) es la mezcla de todos los glucósidos de los ácidos grasos del aceite de coco.

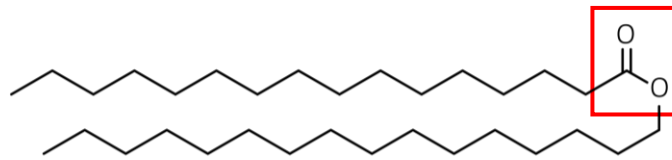
Otros: Cocamide (MEA / DEA, TEA).



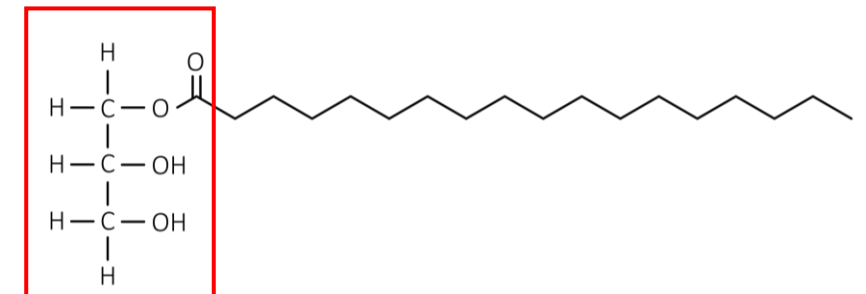
- **Emulsionantes:** Alcohol Cetílico (Cetyl Alcohol), Alcohol Estearílico (Stearyl Alcohol), Alcohol Cetoestearílico (Cetearyl Alcohol) (que es la mezcla de los dos anteriores), Estearato de Glicerilo (Gliceryl Stearate), Palmitato de Cetilo (Cetyl Palmitate), Oleato de Cetilo (Cetyl Oleate), Lanolina.



Alcohol Cetílico



Palmitato de Cetilo



Monoestearato de Glicerilo

2. Tensioactivos y clasificación

| Tensioactivos más utilizados en geles limpiadores | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Aniónicos | No iónicos | Anfóteros |
| SLS. Lauril Sulfato Sódico | Coco glucósido | Cocamidopropíl Betaína |
| SLES. Lauril Éter Sulfato Sódico | Decíl Glucósido | Coco Betaína |
| SCS. Coco Sulfato Sódico | Cocamide MEA / DEA / TEA | Sodium Cocoamphoacetate |
| SCI. Cocoil Isetionato Sódico | Laureth-n | Sodium Lauroamphoacetate |
| SLSA. Lauril Sulfoacetato Sódico | Polisorbato-n | |



Polvo



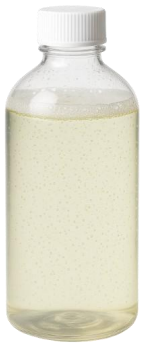
Granulado (/Perlas)



Fideos



Escamas



Líquido

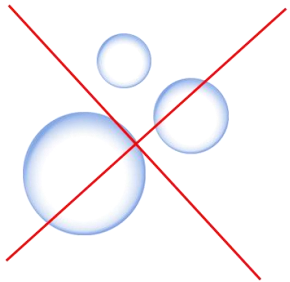
3. Compatibilidad de tensioactivos

Son compatibles en una fórmula cosmética los tensioactivos de misma carga o sin carga:

Aniónicos + No iónicos +
Anfóteros (pH básico)

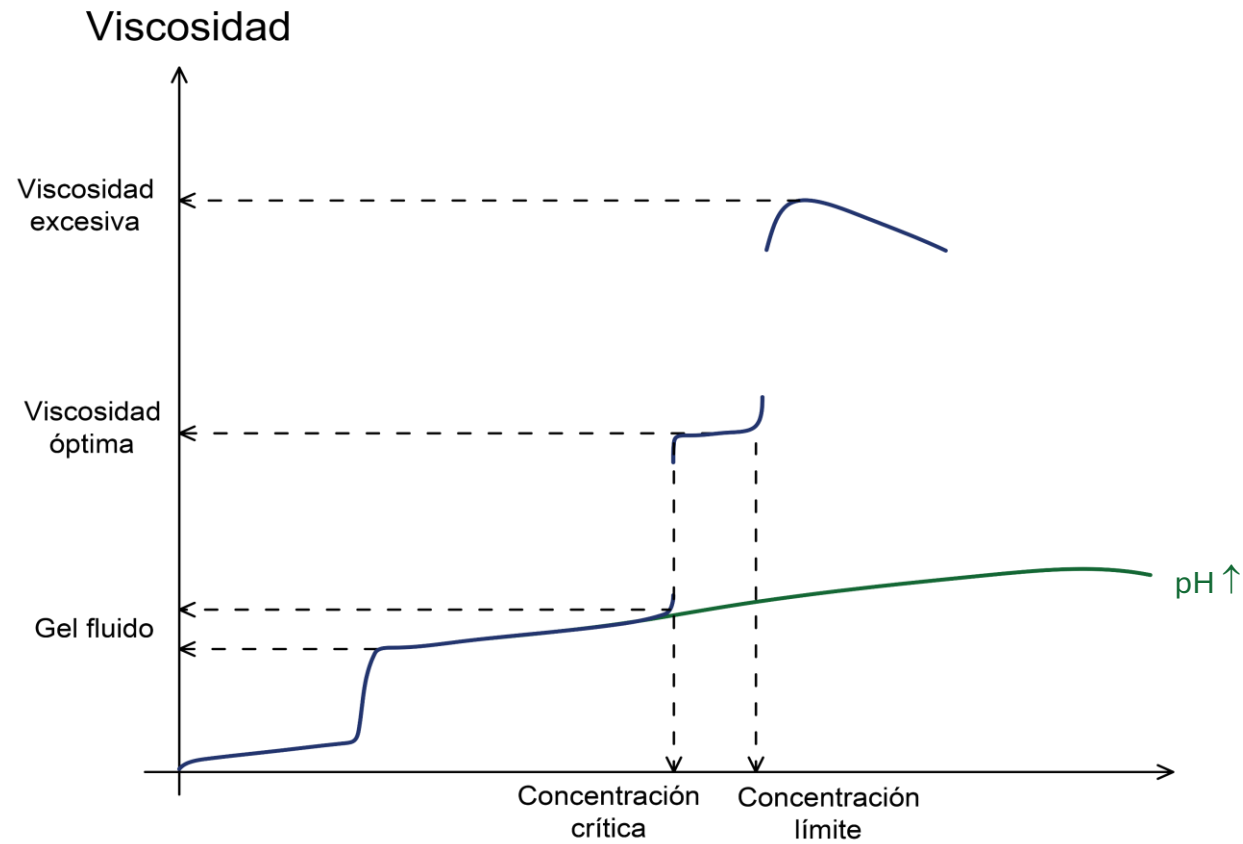
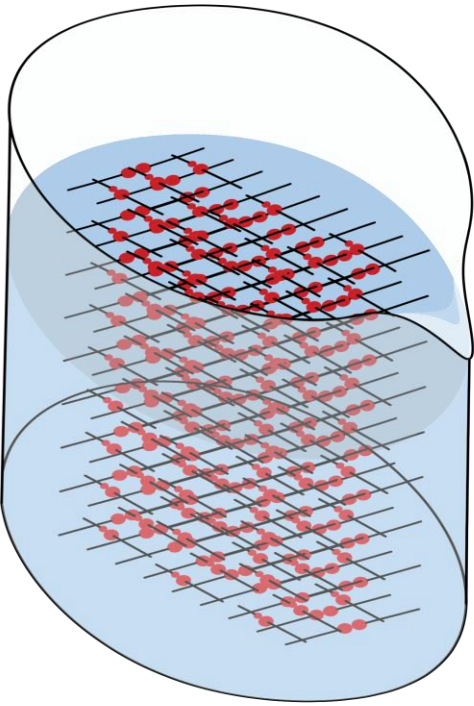
Catiónicos + No iónicos +
Anfóteros (pH ácido)

Mezclas incompatibles



Mezclas específicas y optimizadas de tensioactivos incompatibles pueden proporcionar características fisicoquímicas deseadas a un gel limpiador

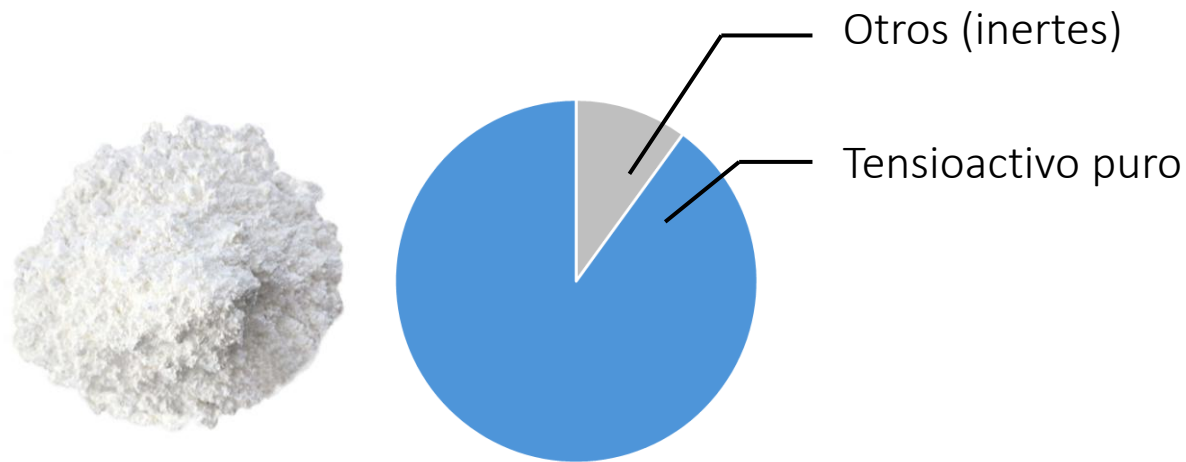
3. Compatibilidad de tensioactivos



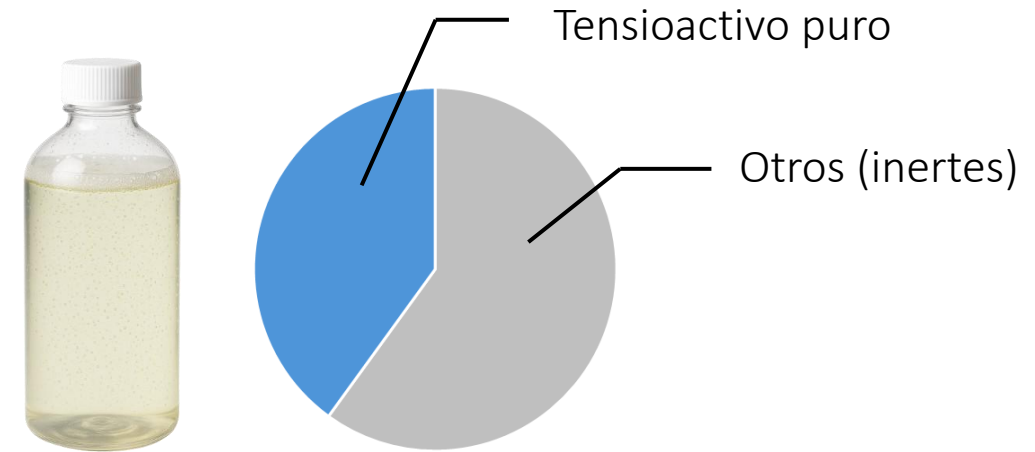
4. Concepto de Sustancia Activa Lavante (S.A.L.)

El porcentaje de S.A.L. (Sustancia Activa Lavante) es la cantidad porcentual de materia activa tensioactiva que contiene un determinado producto. Es la pureza en materia lavante.

Tensioactivos sólidos



Tensioactivos líquidos



- Otros (inertes) {
- Agua (en sólidos humedad ~ 5%)
 - Cloruro de sodio (NaCl), Sulfato Sódico (Na_2SO_4)
 - Ácidos grasos, alcoholes grasos
 - Otras sustancias orgánicas inertes



El %S.A.L. viene indicado en la etiqueta o FDS del fabricante

5. Formulación



| | % S.A.L. |
|----------------------|----------|
| Limpiadores faciales | 5 - 10 |
| Champú líquido | 8 - 12 |
| Gel de ducha | 10 - 20 |

- 1. Decidir el tipo de producto a formular y el %S.A.L.
- 2. Calcular los tensioactivos (decisiones, complejo)
- 3. Calcular los aditivos (directo)
- 4. Calcular el agua (c.s.p. 100%)

$$\%S. A. L_{T\ Gel} = \frac{1}{m_{T\ Gel}} \sum_j (m \cdot \%SAL)_{Tensioactivo\ j}$$

Ecuaciones

$$\%S. A. L_{T\ Gel} = \frac{m_{T_1} \cdot \%S. A. L_{T_1} + m_{T_2} \cdot \%S. A. L_{T_2} + \dots + m_{T_n} \cdot \%S. A. L_{T_n}}{m_{T\ Gel}}$$

Se fija

Datos del fabricante

Se fija

Incógnitas a calcular: masas de tensioactivo a pesar
($m_{T_1}, m_{T_2}, \dots, m_{T_n}$)

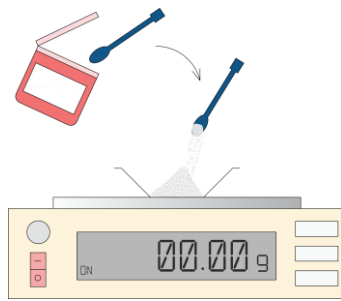
$$f(m_{T_{Anfótero}}) = 0$$

$$f(m_{T_1}, m_{T_2}, \dots, m_{T_n}) = 0$$

6. Procedimiento de elaboración



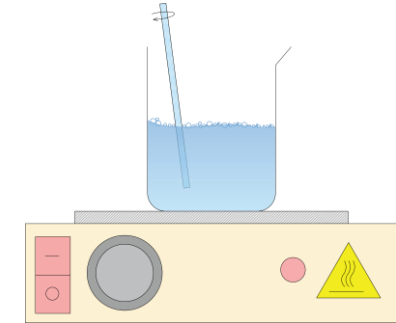
1. Pesar aguas



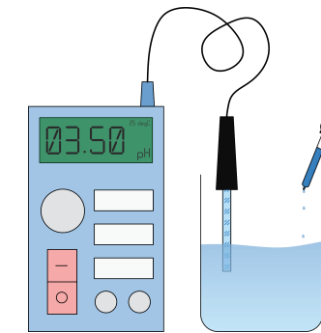
2. Pesar tensioactivos sólidos



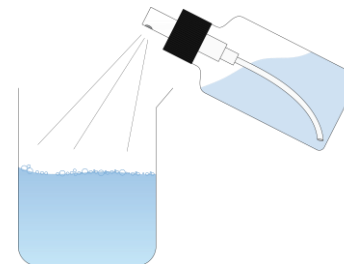
3. Agregar tensioactivos sólidos y líquidos (excepto tegobetaína)



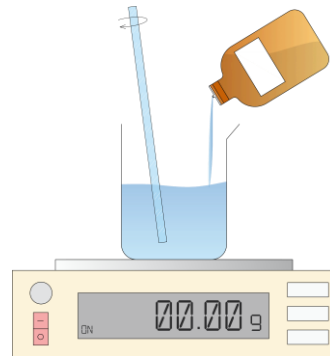
4. Disolver tensioactivos calentando la mezcla ($T \approx 65^{\circ}\text{C}$). Homogeneizar.



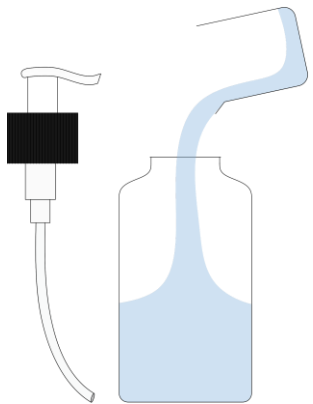
5. Medir y ajustar pH a 25°C por adición de ácido hasta $\text{pH} \approx 5,00$



6. Disolver aditivos termolábiles y pulverizar alcohol 96° para eliminar la espuma superficial



7. Agregar Tegobetaína y mezclar suavemente hasta viscosidad adecuada



9. Envasar