

Recepción: 27 de junio de 2014

Aceptación: 23 de julio de 2014

Publicación: 02 de septiembre de 2014

TENSIOACTIVOS EN LA INDUSTRIA TEXTIL

SURFACTANTS IN TEXTILES

Antonio Solé Cabanes¹

1. Ingeniero Industrial Textil. Consultor. Formador. España. E-mail: asole@asolengin.net

RESUMEN

Los tensioactivos, son productos químicos, que ejercen su efecto en la superficie de contacto entre dos fases (interfase), mediante la modificación de su tensión superficial. Los productos tensioactivos, son de generalizada utilización en la industria textil, fundamentalmente en ennoblecimiento textil, (tintura, estampación, aprestos, etc). Sus funciones en un determinado baño de aplicación textil, pueden ser como humectantes, dispersantes, emulgentes, etc. En el presente artículo se pretende dar una visión teórico - práctica de qué son y para qué se utilizan los productos tensioactivos en textil.

ABSTRACT

Surfactants are chemical agents, which have their effect in the interface between two phases, by modifying the surface tension. The surfactants are used in the textile industry, mainly in textile finishing (dyeing, printing, finishing, etc). Their functions in a bath of textile application, can be as wetting agents, dispersants, emulsifiers, etc. This article offers a practical and theoretical abstract of surfactants, and their use in the textile industry.

PALABRAS CLAVE

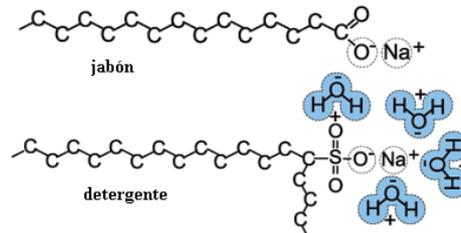
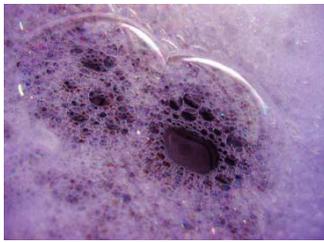
Tensioactivo, ennoblecimiento, tensión superficial, polaridad.

KEY WORDS

Surfactant, finishing, surface stress, polarity.

INTRODUCCIÓN

Se estudiarán los fenómenos físico-químicos que se dan en las **interfases**, de dos fases inmiscibles, como pueden ser:



- Sólido – Sólido
- Líquido – Líquido
- Sólido – Líquido
- Sólido – Gas
- Líquido – Gas

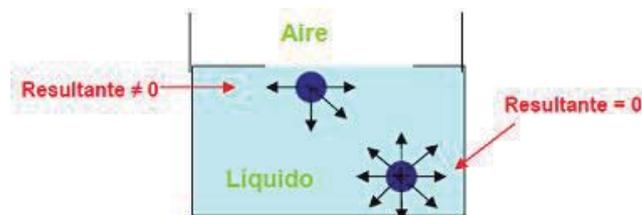
Los tensioactivos tienden a orientarse en las **interfases**, modificando sus propiedades.

Tensioactivo es aquella sustancia que tiende a disminuir la tensión superficial de una interfase.

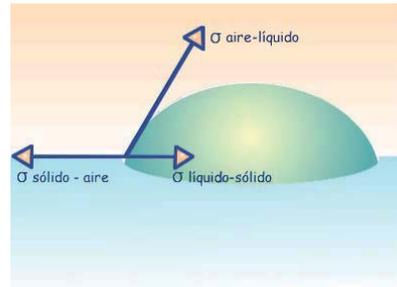
Tensión superficial es la cantidad de trabajo necesaria para expandir la interfase.

$$T = dW / dA \text{ (N/m)}$$

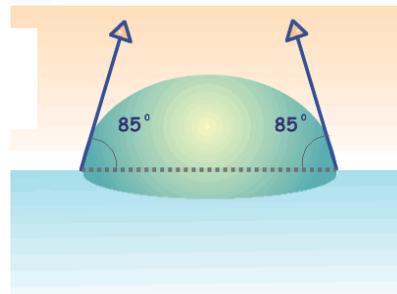
La tensión superficial se debe a que no todas las moléculas de un líquido tienen la misma energía. En el siguiente esquema se aprecia el **equilibrio de fuerzas** de una molécula de líquido en la superficie, y el de una molécula en el interior del seno del líquido:



Observemos el equilibrio de fuerzas:



Gota de agua sobre un tejido:



A continuación, se indica la tensión superficial de diferentes líquidos:

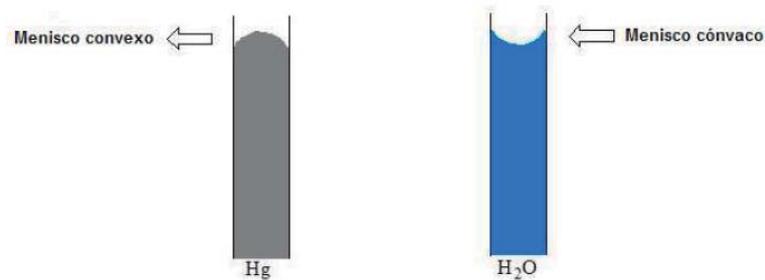
SUBSTANCIA	TEMPERATURA °C	TENSIÓN SUPERFICIAL
Agua	0	75,6
Agua	20	72,8
Agua	60	66,2
Agua	100	58,9
Aceite de oliva	20	32
Alcohol etílico	20	22
Solución jabonosa	20	25

Ejemplo de cuando un líquido moja a un sólido, ángulo < 90°, y de cuando un líquido no moja a un sólido, ángulo > 90°:



Un sistema más complejo, es el constituido por **tres fases**: sólido (recipiente), líquido (contenido en el recipiente), y gas (aire).

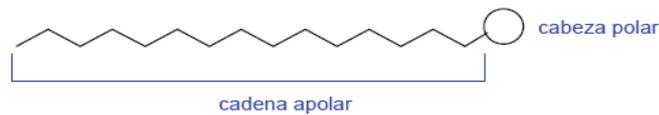
En este caso, la superficie del líquido se curva, originando un **menisco convergente o divergente**, debido al fenómeno de capilaridad.



Por su capacidad de disminuir la tensión superficial, los tensioactivos se utilizan como **detergentes, espumantes, emulgentes, dispersantes o humectantes**, en diferentes tipos de industria entre las que se encuentra la **industria textil**.

ESTRUCTURA Y TIPOS DE TENSIOACTIVOS

Los tensioactivos tienen una estructura molecular común, con una parte **apolar** larga, que forma la parte **hidrófoba y lipófila**, y una cabeza **polar, hidrófila y lipófila**.



- Cabeza polar
- Catiónica
 - Aniónica
 - No iónica
 - Anfótera

Los tensioactivos, pueden ser:

- **Catiónicos**
- **Aniónicos**
- **No iónicos**
- **Anfóteros**

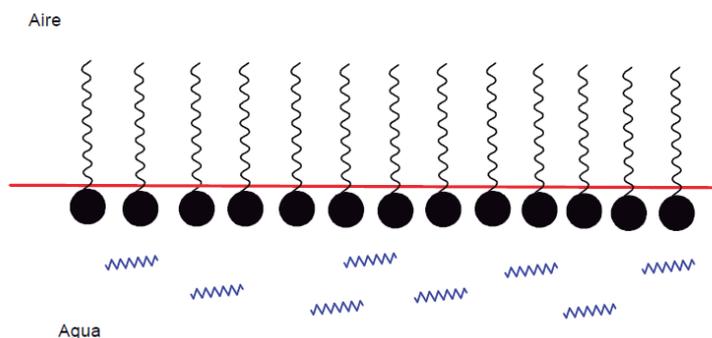
El carácter tensioactivo de estos productos, es debido a la **capacidad de orientarse de sus moléculas, cuando se encuentran en una interfase**.

La parte polar dirigida hacia la fase más polar, y la apolar hacia la fase más apolar.



En una interfase **aire-agua**, las moléculas de tensioactivo se orientan con la cadena apolar hacia fuera de la superficie del agua, en contacto con el aire, y la cabeza polar dentro del agua.

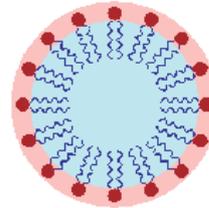
Entre las moléculas de agua superficiales y el aire, se encuentran las cabezas polares del tensioactivo, que ejercen fuerzas atractivas sobre las moléculas de agua, disminuyendo la tensión superficial.



Cuando se disuelve un tensioactivo en agua a concentraciones bajas, sus moléculas se disponen en la superficie formando una **monocapa**.

Si se aumenta la concentración del tensioactivo, al saturarse la monocapa, el exceso de moléculas de tensioactivo pasa a la disolución formando **micelas**.

Las micelas son agregados macromoleculares de entre 25 y 200 moléculas de tensioactivo.



PROPIEDADES DE LOS TENSOACTIVOS

La principal propiedad de los tensioactivos, es su capacidad de **disminuir la tensión interfásica**.

Las aplicaciones técnicas de los tensioactivos, atendiendo a su capacidad de modificar la tensión superficial en la interfase, son variadas.

- **Poder mojante:**

La disminución de la tensión en la interfase sólido – líquido hace que el líquido se extienda a lo largo de la superficie del sólido, y lo **moje**. Es decir, penetra en el interior del sólido.

Si el líquido es polar (agua), y el sólido apolar (tejido), las moléculas de tensioactivo se disponen con la parte lipófila hacia el sólido, y la parte hidrófila hacia el agua.

De esta forma disminuye la tensión en la interfase, y el agua penetra en el sólido.

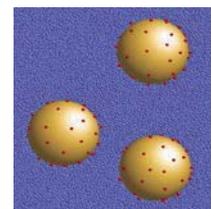


Esta propiedad es utilizada en la industria textil, tanto en los procesos de lavado y de tintura, donde interesa una buena penetración de los baños en los hilos y tejidos.

- **Poder emulgente y dispersante:**

Los productos **emulgentes**, son capaces de estabilizar dispersiones entre dos líquidos inmiscibles entre sí.

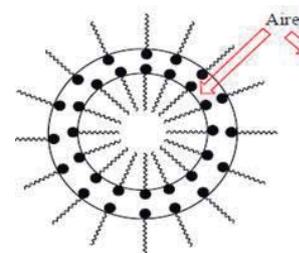
Un **dispersante**, es un producto capaz de estabilizar cualquier dispersión, especialmente las de sólidos en líquidos.



- **Poder espumante:**

Es conocida la capacidad de los tensioactivos de formar **espuma**. La espuma se genera al penetrar aire en el interior del líquido.

Es una **burbuja de aire, rodeada de tensioactivo**, con la parte lipófila dirigida hacia el interior, hacia el aire, y la parte hidrófila dirigida hacia el agua.



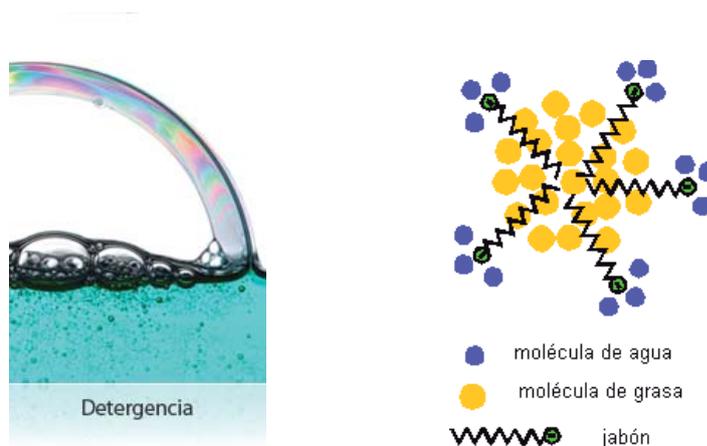
Pompa de jabón

- **Poder detergente:**

Al poder **detergente** se debe la aplicación más conocida. Se entiende por poder detergente, la **capacidad que tiene una sustancia de eliminar suciedad**, como por ejemplo grasa, arrancándola de la superficie a la que está adherida, y emulsionándola en agua.

Lo anterior es posible, debido a que la composición química de la cadena hidrófoba del tensioactivo es similar a la composición de la grasa que se desea eliminar de un tejido.

Mediante **acción mecánica**, agitación, vibración, frote, etc., se produce la rotura de la capa de grasa, de forma pasa a formar gotas microscópicas que son estabilizadas dentro de las micelas de las moléculas de tensioactivo.



El valor de la tensión superficial entre tejido y agua, así como tejido y suciedad, son importantes en el proceso detergente.

El agua tiene que tener facilidad de penetración en el tejido, para **desplazar la suciedad** del interior de éste. Este proceso, debe ayudarse de **acción mecánica** (agitación) para romper y disgregar la mancha.

Una mancha de carácter apolar (grasa), sobre una materia polar (algodón), se puede eliminar con detergentes comunes. En cambio, una mancha de naturaleza polar sobre un tejido de carácter polar será difícil de eliminar.

Por lo tanto, es importante elegir el tensioactivo adecuado en cada caso. Los detergentes pueden ser de naturaleza **no iónico, aniónico o catiónico**.

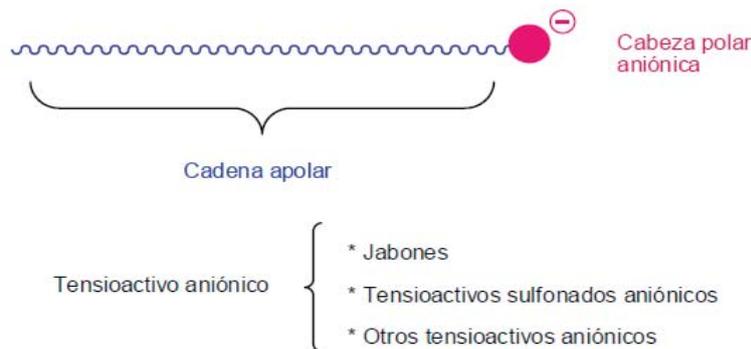
Un detergente catiónico no será eficaz en la limpieza de un tejido de carácter aniónico, ya que se fijará en él. Son no obstante, utilizados como suavizantes ya que, por su unión más fuerte, produce un efecto suavizante mayor y más duradero.

CARÁCTER POLAR DE LOS TENSIÓACTIVOS

TENSIÓACTIVOS ANIÓNICOS

Los tensioactivos **aniónicos**, son los más usados en los detergentes.

Su estructura, es la siguiente:



- **Jabones:**

Los jabones son sales sódicas o potásicas de ácidos grasos.



El jabón es duro si se obtiene a partir de sales sódicas, y blando si se obtiene a partir de sales potásicas.

La utilización del jabón, está limitada por su tendencia a **precipitar en aguas duras**.

Las aguas duras son ricas en iones calcio, magnesio o hierro.



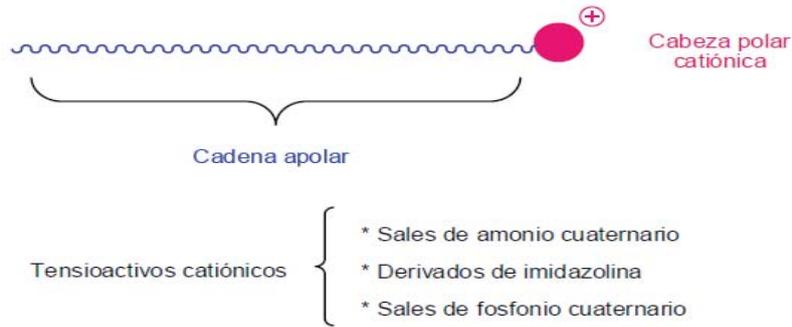
- **Tensioactivos aniónicos sulfonados:**

Es el grupo de tensioactivos más utilizado, y son los que forman parte de la mayoría de formulaciones detergentes.

TENSIÓACTIVOS CATIÓNICOS

Los tensioactivos **catiónicos**, tienen la cabeza polar cargada positivamente.

Pueden ser sales de amonio cuaternario, derivados de la imidazolina o de sales de fosfonio cuaternario.

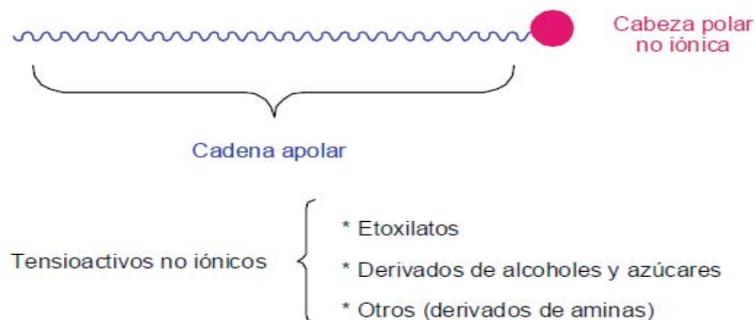


Los tensioactivos catiónicos, no se utilizan como detergentes para el lavado de ropa, ya que sus cationes se fijan sobre la superficie del tejido, generalmente aniónica.

Sí que se utilizan en general, como **suavizantes** para la ropa.

TENSIOACTIVOS NO IÓNICOS

En los tensioactivos **no iónicos**, la parte hidrofílica de la molécula no tiene carga neta.

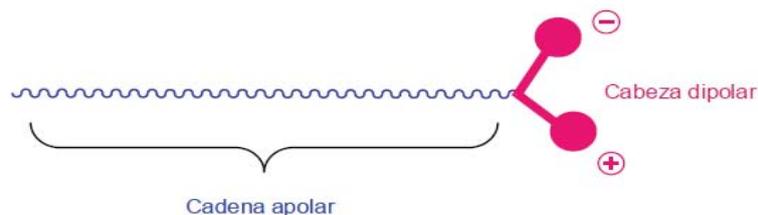


Son compatibles con detergentes aniónicos y catiónicos, y son usados frecuentemente en las formulaciones de los detergentes domésticos habituales.

TENSIOACTIVOS ANFÓTEROS

Estos tensioactivos, contienen una cabeza dipolar, con una carga positiva y otra negativa.

Se comportan como tensioactivos aniónicos, catiónicos o neutros, en función del pH.



INTEGRACIÓN MULTIFUNCIONAL DETERGENTES COMERCIALES DE USO DOMÉSTICO

Las dos funciones básicas que debe cumplir un detergente, son:

- **Desprender la suciedad** del soporte sólido en que se encuentre.
- **Dispersarla** para que no se redeposite de nuevo sobre el soporte textil.

Además, debe de cumplir con otras características importantes:

- Trabajar a temperaturas moderadas y con tiempos razonables.
- No dañar el substrato textil.
- No ser tóxico ni provocar reacciones alérgicas.
- Ser biodegradable.
- Buena apariencia, facilidad de manipulación y estabilidad al almacenaje.

Componentes de los detergentes domésticos:

Componente	Con fosfatos	Sin fosfatos
Polifosfatos	20-25	0
Zeolitas	0	25
Policarboxilatos	0	4
Fosfonatos	0-0.2	0.4
Silicato de sodio	6	4
<hr/>		
Carbonato de sodio	5	15
Surfactantes	12	15
Perborato de sodio	14	18
Activador del perborato	0-2	2.5
Sulfato de sodio	1-24	9
Enzimas	1	0.5
Agentes de antiredeposición	0.2	1
Potenciadores del brillo	0.2	0.2
Perfumes	10	0.2
Agua		5

- **Tensioactivos:**

Constituyen el 15 – 20 % del detergente doméstico. Contienen básicamente tensioactivos aniónicos sulfonados, también combinados con tensioactivos no iónicos.

Los tensioactivos catiónicos, se utilizan en detergentes con suavizante incorporado.

Builders o “fortificadores”:

Refuerzan la acción detergente de los tensioactivos, reduciendo el contenido de cal, y de magnesio del agua. Actúan como **secuestrantes** de estos iones.

Contienen **agentes precipitantes** como carbonato sódico o potásico, y silicatos de sodio. Igualmente hacen que el pH del baño de lavado aumente, favoreciendo la eliminación de las grasas.

También contienen elementos secuestrantes de cal y magnesio como el **EDTA**.

En los detergentes domésticos es frecuente encontrar también resinas de intercambio iónico, como son las **zeolitas**, las cuales pueden retener diferentes sustancias en dispersión, evitando así su redeposición sobre el tejido lavado.

- **Agentes blanqueadores:**

Son utilizados como complemento de los agentes detergentes, y actúan por **oxidación** de determinadas sustancias componentes de la suciedad.

Los más usados son el **perborato sódico**.

A partir de 50 °C el perborato sódico se descompone generando agua oxigenada, H₂O₂, que es la que actúa como oxidante.



· NaBO₃ · 4H₂O
Perborato de sodio

Otros productos empleados son el **percarbonato sódico**, o los peroxiácidos orgánicos como el **monoperoxi ftalato de magnesio**.

Aparte de los blanqueadores, los detergentes incorporan agentes **estabilizadores** de éstos, si se descomponen a bajas temperaturas (ambiente), o **catalizadores** si se descomponen a temperaturas altas.

- **Agentes auxiliares:**

- **Agentes antiredeposición**, como por ejemplo la **carboximetil celulosa**. Estas sustancias se adhieren al tejido, cargándolo negativamente, repeliendo las micelas en suspensión, que también están cargadas negativamente.
- **Blanqueadores ópticos**
- **Estabilizadores de la espuma**
- **Enzimas**, que degrada determinadas manchas, como las de sangre, a partir de proteasas.
- **Colorantes**, como el azulito.
- **Fragancias o perfumes**
- **Agentes de relleno**, para abaratar costes o estabilizar las mezclas de productos.

Composición típica de un detergente doméstico:

Formulación típica de un detergente doméstico para lavadora

Alquilbencensulfonato de sodio	15-20%
Trifosfato de sodio	30-40%
Lauriletanolamida	2%
Perborato de sodio	12-20%
Blanqueador óptico	0,1%
Carboximetilcelulosa (sal sódica)	1%
Silicato de sodio	6-8%
Sulfato de sodio	Hasta completar 100%

CONCLUSIONES

Los tensioactivos, como se ha podido ver, tienen una gran utilización en los procesos de ennoblecimiento textil. Por tanto, la adecuada selección de los mismos, respecto a su funcionalidad y a su carácter iónico, es fundamental a la hora de obtener los resultados deseados.

Es importante a su vez, conocer bien el concepto de tensión superficial, para poder entender mejor como actúan los tensioactivos. También es muy importante conocer cómo se comportan desde el punto de vista físico químico en las interfases.

En consecuencia, la elección del tensioactivo más adecuado en un baño de aplicación textil, no es algo sencillo e inmediato, sino que depende de diferentes factores como hemos podido constatar en este artículo. Destacar en este sentido su polaridad o carácter iónico, lo cual puede evitar precipitados y manchas indeseadas sobre los tejidos.

La gran variedad de funcionalidades que podemos encontrar en los productos tensioactivos, hace que se disponga en el mercado de una gran variedad de marcas y composiciones. De un buen conocimiento de nuestro proceso, así como de las materias y productos químicos que intervienen en un baño de aplicación textil, dependerá su adecuada elección.

REFERENCIAS

- [1] J.J. GARCÍA DOMÍNGUEZ (1986) *Tensioactivos y Detergencia*
- [2] Mc CUTCHLEON'S (2006) *Emulsions and Detergents, Vol 1 y Vol 2*
- [3] PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE LA UPC *Colección de artículos del Dr. Francisco Javier Carrión Fité*