

# TENSIOACTIVOS

---

## Comportamiento físico-químico de los sistemas dispersos constituidos por resina Hercosett y tensioactivos aniónicos\*

por **A. de la Maza, J.L. Parra, J. Sánchez Leal y F. Comelles**

Instituto de Tecnología Química y Textil. 08034 Barcelona, España

**RESUMEN:** *Se estudia el comportamiento físico-químico de los sistemas dispersos formados por adición en medio acuoso de tensioactivos aniónicos a la resina catiónica Hercosett. Para ello se utiliza una solución de dicha resina al 10 % (Hercosett 57). Se estudia la influencia de la longitud de cadena hidrocarbonada del componente tensioactivo en las propiedades físico-químicas de los sistemas dispersos formados, así como la influencia del resto iónico de dichos tensioactivos. Se investiga la capacidad que promueve la aplicación de dichos sistemas dispersos sobre la lana de conferir a ésta propiedades de inencogibilidad.*

**PALABRAS CLAVE:** *Comportamiento físico-químico, dispersiones, resinas catiónicas, tensioactivo aniónico, longitud de cadena, inencogibilidad, lana.*

**SUMMARY:** *PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DISPERSIONS FORMED WITH RESIN HERCOSETT AND ANIONIC SURFACTANTS. – The physico-chemical properties of dispersions made with cationic resin Hercosett and anionic surfactants have been investigated. For this purpose the Hercosett 57 have been used, and the influence of the hydrocarbonate chain, anionic groups of surfactants and shrinkproofing of virgin wool treated with these dispersions have been investigated.*

**KEYWORDS:** *Physico-chemical properties, dispersions, cationic resin, anionic surfactants, hydrocarbonate chain, shrinkproofing, wool.*

### 1. INTRODUCCION

1. La interacción que se establece entre tensioactivos iónicos y proteínas ya sean queratínicas o globulares ha sido objeto de estudio por parte de diversos investigadores en los últimos años (1-4). Asimismo es conocida desde hace años la interacción entre tensioactivos y polímeros (5).

Generalmente dicha interacción se justifica basándose en una atracción electrostática del grupo polar del tensioactivo con grupos de carga opuesta presentes en la estructura proteica o en el polímero. Cuando se trata de soportes que no presentan características iónicas se postula la interacción a través de uniones hidrófobas entre los restos hidrófobos tanto del tensioactivo como del polímero. En las fibras queratínicas se ha estudiado la influencia del tensioactivo absorbido en la reactividad de la proteína frente a reactivos nucleofílicos (6).

Concretamente en el caso de polímeros o resinas, especialmente en aquellos que poseen grupos netamente iónicos como es el Hercosett 57 (resina catiónica que posee grupos azetidinio y epóxido), la interacción para un intervalo de concentraciones de tensioactivo aniónico conduce

---

\* Trabajo publicado en la revista *Tex Res J.* 59, 3, 173-176 (1989) y que se republica con su autorización. Texto recibido en Noviembre de 1989.

a la formación de dispersiones en medio acuoso, como consecuencia de la formación de un complejo resina-tensioactivo que confiere turbidez lechosa al barro (7).

En trabajos anteriores se puso de manifiesto que la dispersión Hercosett-tensioactivo aniónico facilita grandemente la deposición de dicha resina sobre la superficie de una fibra proteica tal como la lana.

Durante la última década, se han hecho muchos estudios de la aplicación de polímeros sobre lana para conferirle resistencia a la encogibilidad (8). Se sabe que ciertos pretratamientos químicos de la fibra, principalmente los que incluyen la oxidación de su superficie, incrementan la eficiencia del componente del polímero fijado. Se cree que un aumento de la llamada tensión interfacial crítica de la fibra de lana, logrado mediante pretratamientos oxidativos, mejora la adhesión de ciertos polímeros en la superficie de la fibra (9).

El proceso más ampliamente utilizado en la industria es, probablemente, el proceso CSIRO cloración/Hercosett (10,11) que puede aplicarse en continuo para cinta peinada o en discontinuo para género de punto. La parte más crítica de este proceso es la etapa de cloración que debe llevarse a cabo bajo condiciones cuidadosamente controladas a fin de minimizar la degradación y lograr una deposición regular de resina sobre la fibra. Adicionalmente presenta otro inconveniente, y es que la cloración puede provocar modificaciones que afecten a la solidez del colorante en lana una vez teñida, tanto si el teñido se lleva a cabo antes o después de la deposición de la resina. Indudablemente sería ventajoso eliminar la etapa de cloración o sustituirla por otro pretratamiento menos crítico.

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de las propiedades físico-químicas de los sistemas dispersos formados por la resina Hercosett y diversos tensioactivos aniónicos. Se estudia la influencia de la longitud de cadena hidrocarbonada del componente tensioactivo en las propiedades físico-químicas de los sistemas dispersos formados así como la influencia del resto iónico de dichos tensioactivos en dichas propiedades. Para ello se han utilizado dos familias importantes de tensioactivos aniónicos, los alquil-sulfatos lineales y los alquil-sulfonatos lineales. Se ha estudiado la influencia de dichos tensioactivos en función de su longitud de cadena, utilizándose del C<sub>8</sub> al C<sub>16</sub> para los alquil-sulfatos y del C<sub>8</sub> hasta el C<sub>14</sub> para los alquil-sulfonatos. Se ha investigado asimismo la capacidad que promueve la aplicación de dichos sistemas dispersos sobre lana de conferir a ésta propiedades de inenfieltrabilidad.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales y reactivos

El género utilizado fue lana de tipo Botany de hilo 64/2 tex (2/28 W.C.) factor de cobertura 11,8.

La resina Hercosett utilizada fue el Hercosett 57 suministrada por Hercules Inc., solución acuosa al 10 %.

Los tensioactivos utilizados tanto los alquil-sulfatos lineales como los alquil-sulfonatos fueron productos de calidad analítica, suministrados por «Schuchardt Munchen».

El resto de los reactivos utilizados en el presente trabajo poseían una calidad analítica.

### 2.2. Métodos

#### 2.2.1. Determinación de los valores de tensión superficial de los sistemas dispersos formados

Para realizar dicha determinación se utilizó el tensiómetro automático Lauda MGW modelo

TE-1. El ensayo se realizó por medición de la fuerza necesaria para romper la superficie de los sistemas dispersos investigados utilizando un anillo de platino (12).

#### 2.2.2. Determinación de la densidad óptica de las dispersiones

Se utilizó el espectrofotómetro Unicam SP 600 realizándose las lecturas a una longitud de onda de 500 nm. en cubeta de 0,5 cm.

#### 2.2.3. Test de encogimiento al lavado

El test de resistencia de los tejidos al encogimiento al lavado se realizó en un aparato cubex según las especificaciones del test de la Wool Foundation (13).

#### 2.2.4. Formación de las dispersiones Hercosett/Tensioactivo aniónico

Las dispersiones de Hercosett/tensioactivo aniónico se obtuvieron añadiendo a una disolución de concentración conocida de resina cantidades crecientes de tensioactivo, manteniendo una agitación constante y vigorosa. La temperatura se mantuvo a 30 °C en un medio termostatzado y el sistema se tamponó a un valor de pH de 8,5, utilizando 5 g/l de NaCO<sub>3</sub>H y 6 g/l de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### 2.2.5. Aplicación de las dispersiones de Hercosett/Tensioactivo aniónico sobre tejidos de lana

Una muestra de tejido de lana aproximadamente de 10 g, se introdujo en una solución acuosa que contenía una concentración fija de resina Hercosett (2 g/l) y tensioactivo aniónico a concentraciones variables (desde 1 hasta 8 milimoles de tensioactivo por 1,5 g de resina).

El pH de la disolución se ajustó a un valor de 8,5 mediante adición de carbonato y bicarbonato sódico.

Los tratamientos se realizaron en un recipiente de vidrio a 30 °C de temperatura durante 12 minutos, manteniendo una agitación constante y vigorosa. Se utilizó una relación de baño de 1/30.

Finalizado el tratamiento, las muestras de lana se pasaron entre los rodillos de un foulard, de forma que retuvieran el 80 % de su peso en líquido absorbido. Posteriormente, las muestras se secaron y se sometieron a un proceso de curado en una estufa de aire forzado a 80 °C durante un período de 60 minutos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Comportamiento Físico-Químico de los sistemas dispersos formados por la resina Hercosett y Alquil sulfatos y sulfonatos lineales de distinta longitud de cadena

##### 3.1.1. Alquil sulfatos lineales

Con el fin de estudiar la influencia de la longitud de cadena de los Alquilsulfatos lineales en la formación de dispersiones con la resina polimérica Hercosett, se han utilizado diversos Alquilsulfatos de cadena hidrocarbonada creciente desde 8 hasta 16 átomos de carbono.

En la figura 1-A se representan los valores de densidad óptica a 500 nm de los sistemas dispersos formados en medio acuoso por la resina Hercosett y los alquilsulfatos de longitud de cadena creciente entre ocho y dieciséis átomos de carbono, respecto a la concentración relativa de ambos componentes.

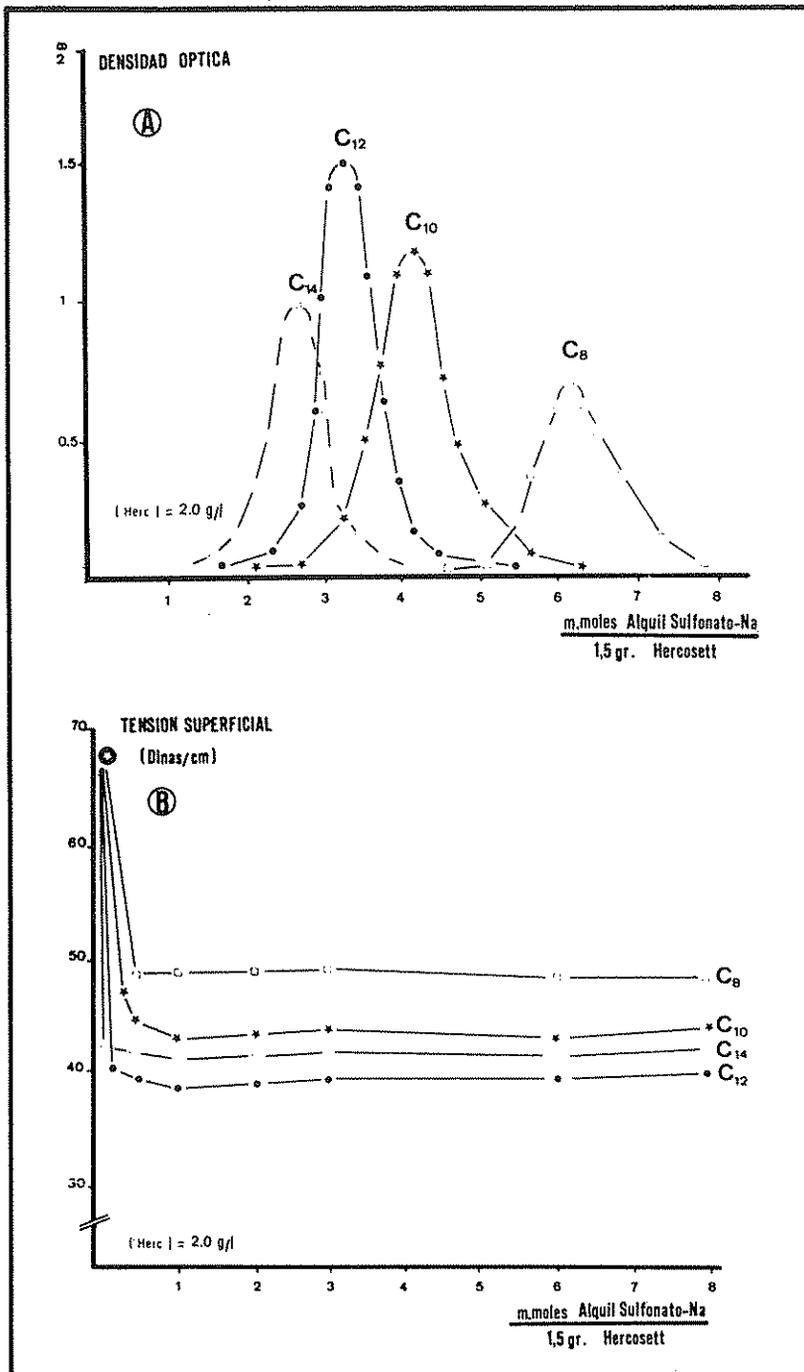


Fig. 1. - Influencia de la longitud de cadena de los alquil-sulfatos lineales en la formación de dispersiones con resina Hercosett: Comportamiento físico-químico de los sistemas formados.

Puede apreciarse, que el máximo de densidad óptica de las dispersiones analizadas se incrementa a medida que aumenta la longitud de cadena del resto hidrocarbonado del tensioactivo, alcanzándose un valor máximo para una longitud de cadena de doce átomos de carbono y descendiendo nuevamente para los tensioactivos que poseen catorce y dieciséis átomos de carbono en su fracción hidrofóbica.

Adicionalmente, se aprecia que a medida que aumenta la longitud de cadena hidrocarbonada del tensioactivo, se necesita una concentración menor de éste respecto a una concentración constante de resina, para obtener el valor máximo de densidad óptica para cada sistema considerado aisladamente. El sistema que presenta un valor más elevado de densidad óptica es el formado por Hercosett/Dodecil sulfato sódico, para una proporción relativa de 3 milimoles de tensioactivo por 1,5 g de resina.

Asimismo, en la figura 1-B se indica la variación de la tensión superficial de los sistemas resina/tensioactivo considerados, en función de la concentración relativa de ambos componentes. Se observa un rápido descenso de los valores de la tensión superficial de los distintos sistemas estudiados, apareciendo dicha disminución como consecuencia de pequeñas adiciones del componente tensioactivo a la resina. El descenso de tensión superficial es algo más pronunciado en el caso del Dodecil sulfato sódico, siendo inferior la disminución para los otros tensioactivos especialmente para el de cadena hidrocarbonada de ocho átomos de carbono.

Analizando globalmente los resultados que aparecen en la figura 1, puede deducirse que no parece existir una relación entre los descensos de tensión superficial de los sistemas estudiados, que aparecen como consecuencia de una pequeña adición del componente tensioactivo y los niveles de máxima turbidez que tienen lugar para concentraciones de tensioactivo bastante más elevadas.

### 3.1.2. *Alquil-sulfonatos lineales*

De una forma paralela a la indicada en el apartado anterior para los sistemas dispersos de Hercosett/alquil-sulfatos, se ha estudiado la influencia de la longitud de cadena del componente tensioactivo en los sistemas dispersos formados por la resina Hercosett y distintos tensioactivos de la familia de los alquil-sulfonatos lineales.

Análogamente el caso anterior, se ha investigado la variación de dos propiedades físico-químicas de dichos sistemas: Densidad óptica a una longitud de onda determinada y tensión superficial. Se han utilizado tensioactivos de cadena hidrocarbonada lineal con número creciente de átomos de carbono.

Se pretende valorar la influencia del componente polar aniónico del tensioactivo en la formación de los sistemas dispersos de resina/tensioactivo, así como las propiedades físico-químicas de los mismos. Por esta razón, se ha utilizado una familia de tensioactivos que contienen un grupo sulfónico en vez de un grupo polar sulfato.

En la figura 2-A se indican los valores de densidad óptica de las dispersiones de Hercosett/alquil-sulfonato sódico para una longitud de cadena del resto hidrocarbonado entre ocho y catorce átomos de carbono, frente a concentraciones relativas de ambos componentes.

Puede observarse, que el máximo de densidad óptica de las dispersiones estudiadas se incrementa a medida que aumenta la longitud de cadena del resto hidrocarbonado del tensioactivo, alcanzándose un valor máximo para el de doce átomos de carbono y descendiendo nuevamente para el catorce átomos de carbono. Paralelamente se observa, que a medida que aumenta la longitud de cadena hidrocarbonada, son necesarios menos milimoles de tensioactivo respecto a una concentración constante de resina, para obtener el valor máximo de densidad óptica para cada sistema considerado aisladamente.

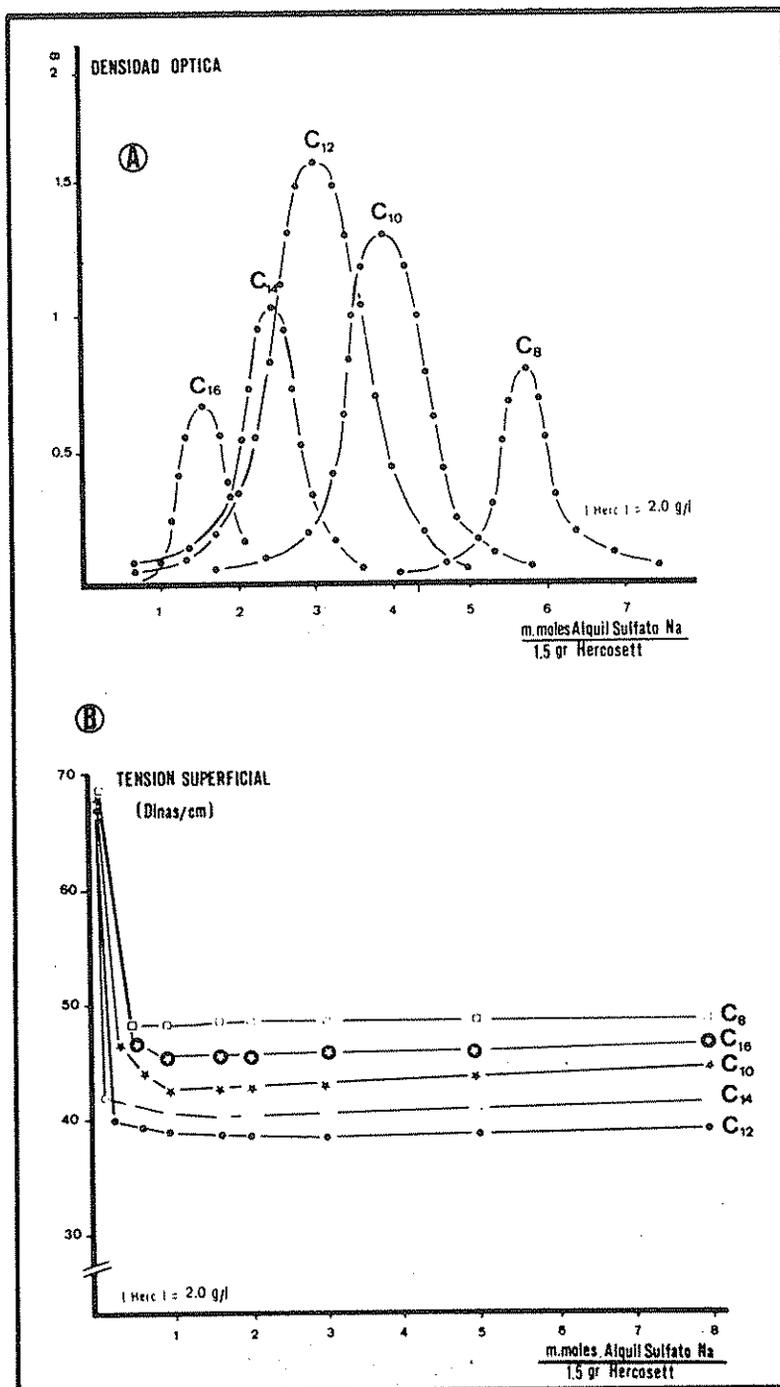


Fig. 2. - Comportamiento físico-químico de distintos alquil-sulfatos en su interacción con la resina Hercosett: Influencia de la longitud de cadena del agente tensioactivo.

De nuevo, el sistema que presenta un valor más elevado de densidad óptica es el formado por la resina y el dodecil sulfonato sódico, para una proporción relativa similar de 3 milimoles de tensioactivo por 1,5 g de resina.

En relación con la variación de los valores de tensión superficial de los sistemas investigados (fig. 2-B), se puede apreciar un comportamiento similar al descrito para los alquil-sulfatos.

Comparando entre sí las dos gráficas de la misma figura, puede observarse que parece no existir una relación entre los descensos de la tensión superficial de los sistemas investigados, que aparecen como consecuencia de una adición minoritaria del componente tensioactivo y los niveles de máxima turbidez, que tienen lugar para concentraciones de tensioactivo bastante superiores y muy por encima de los valores de la c.m.c. (concentración micelar crítica) de cada uno de los tensioactivos estudiados.

El análisis global de los resultados que aparecen en las figuras 1 y 2, permite deducir que de todos los sistemas dispersos considerados, aquellos en los que intervienen los agentes tensioactivos aniónicos de cadena hidrocarbonada de doce átomos de carbono, con un grupo polar sulfato o sulfonato, son los que presentan unos valores más acusados de descenso de la tensión superficial frente a la resina Hercosett, promoviendo a su vez la formación de dispersiones con valores más elevados de densidad óptica. También puede observarse que existe un comportamiento coincidente del dodecil sulfato sódico y del dodecil sulfonato sódico en la proporción relativa de resina/tensioactivo que promueve el máximo valor de densidad óptica del sistema disperso (3 milimoles de tensioactivo/1,5 g de resina), a pesar de que para esta proporción relativa los valores de densidad óptica obtenidos para el dodecil sulfato sódico son más elevados (1,734) que los obtenidos para el dodecil sulfonato sódico (1,523).

Este comportamiento peculiar que presentan los tensioactivos aniónicos con doce átomos de carbono en su fracción hidrofóbica coincide con el observado en otras investigaciones relacionadas con la adsorción y permeabilidad de dichos tensioactivos en diversos soportes proteicos (14, 15).

### 3.2. Aplicación de los sistemas dispersos investigados sobre lana virgen

#### 3.2.1. Utilización de Alquil-sulfatos lineales

En la figura 3 se indica el porcentaje de área de encogimiento de las muestras de lana virgen tratadas con dispersiones de Hercosett/alquil-sulfato sódico, para longitudes crecientes de la cadena hidrocarbonada del tensioactivo.

En la figura 3 puede observarse un valor mínimo de porcentaje de área de encogimiento (1 %) al aplicar el sistema disperso Hercosett/dodecil sulfato sódico sobre lana virgen, utilizando una concentración relativa de ambos componentes que coincide con la que presenta un máximo de turbidez para una concentración de resina de 2 g/l (figura 1-A).

Para los sistemas en los que se utilizan tensioactivos de longitud de cadena hidrocarbonada superior o inferior a doce átomos de carbono, los mínimos de encogimiento de las muestras de lana tratadas corresponden análogamente a los valores de concentraciones relativas resina/tensioactivo para las que se observa un máximo de turbidez, obteniéndose sin embargo, para las fibras de lana valores de encogimiento superiores al 10 %, por lo que no se satisface el mínimo exigido para considerar que se ha impartido inencogibilidad a las fibras de lana.

#### 3.3.2. Utilización de alquil-sulfonatos lineales

En la figura 4 se indican los valores de porcentaje de área de encogimiento de las muestras de lana tratadas con sistemas Hercosett/alquil-sulfonatos lineales, en función de la concentración relativa de ambos componentes. Puede apreciarse que el valor mínimo de porcentaje de área

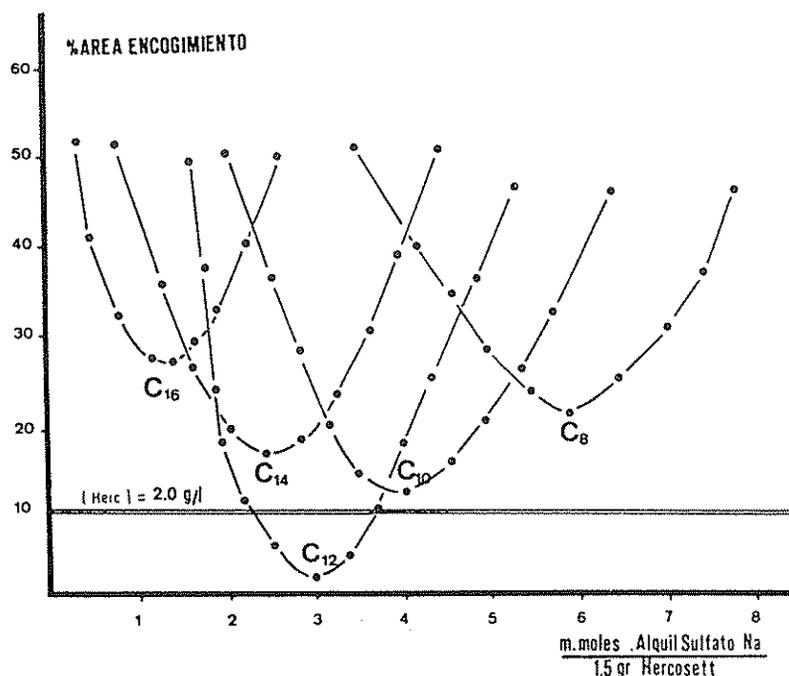


Fig. 3. - Porcentaje de área de encogimiento de muestras de lana virgen tratadas con sistemas dispersos formados por Hercosett/alquil-sulfatos de cadena lineal.

de encogimiento (6,5 %) corresponde a las muestras de lana a las que se ha aplicado el sistema disperso constituido por Hercosett/dodecil sulfonato sódico utilizando una concentración relativa de resina/tensioactivo para la que dicho sistema presenta un máximo de turbidez para una concentración de resina de 2 g/l (figura 2-A).

Utilizando sistemas dispersos con tensioactivos de la misma familia pero de longitud de cadena hidrocarbonada superior o inferior a doce átomos de carbono, los mínimos de encogimiento de las muestras de lana tratadas corresponden análogamente a los valores de concentraciones relativas resina/tensioactivo para los que se observa un máximo de turbidez, obteniéndose, sin embargo, valores de encogimiento superiores al 10 %, no superando por tanto el test de encogimiento al lavado para la concentración de resina indicada.

Comparando los resultados indicados en los dos últimos apartados puede deducirse los siguientes puntos:

- Los alquil-sulfonatos y los alquil-sulfatos lineales de cadena hidrocarbonada de doce átomos de carbono, son los tensioactivos cuyas dispersiones con la resina Hercosett, promueven resultados más favorables de inencogibilidad al ser aplicados sobre lana virgen, respecto al resto de tensioactivos estudiados de dichas familias.
- Las concentraciones relativas de tensioactivo/resina que promueven inencogibilidad a la lana, corresponden a las que determinan en el medio disperso un máximo de turbidez, tanto para los alquil-sulfatos como para los alquil-sulfonatos.
- Comparando los resultados de inencogibilidad promovidos por los sistemas hercosett/dodecil sulfato sódico y Hercosett/dodecil sulfonato sódico sobre lana virgen, puede deducirse que

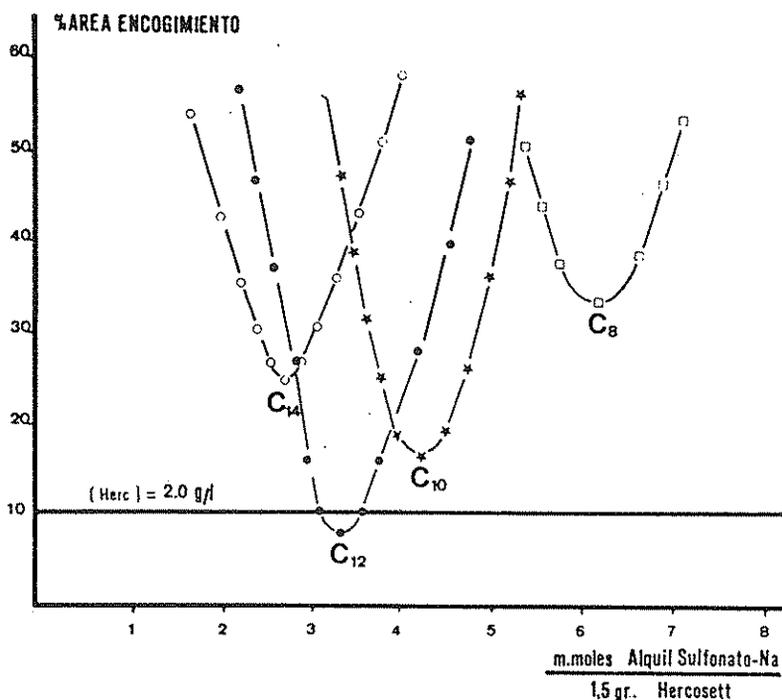


Fig. 4. -- Porcentaje de área de encogimiento de muestras de lana virgen tratadas con sistemas dispersos formados por Hercosett/Alquil-sulfonatos de cadena lineal.

el primero es más eficaz que el segundo (1 % de área de encogimiento frente a 6,5 %) para una concentración de resina en ambos casos de 2 g/l.

- No parece existir una correlación estrecha entre el efecto de inencogibilidad que se imparte a la lana mediante la aplicación de los sistemas considerados y el brusco descenso de la tensión superficial que experimenta cada sistema disperso por adición de una mínima cantidad de tensioactivo, puesto que la concentración relativa de resina/tensioactivo que promueve un máximo de turbidez del sistema y un mínimo de área de encogimiento en muestras tratadas con el mismo, corresponde a una concentración de tensioactivo muy superior a su c.m.c. y, por supuesto, más elevada que aquella para la que se produce el descenso de tensión superficial mencionado.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- (1) J.C. Dickinson *Wool Science Review* 51, 43 (1975).
- (2) F. Balaguer, J. García Domínguez, J.L. Parra, C.M. Pelejero. VII Congreso IFSCC. Londres 1974-B-7.
- (3) Imokawa, M. Katsumi. VI Jornadas del Comité Español de la Detergencia, 143 (1975).
- (4) F.W. Putnam, H. Neurath, *J. Am. Chem. Soc.* 66, 162 (1944).
- (5) V.S. Saito. *Kolloid-Z.* 158, 120 (1958).
- (6) J. Sánchez, S. Anguera, F. Comelles, J. García Domínguez. 5. Internationale Wolltextilforschungskonferenz. Aachen. Sep. 1975.

- (7) J. García Domínguez, P. Erra, A. de la Maza, M.R. Juliá, T. Shaw. 5 Internationale Wolltextilforschungskonferenz. Aachen (Sept. 1975).
- (8) T. Shaw y J. Lewis. *Textile Progres*, 4 (3), 8 (1972) y referencias incluidas.
- (9) H.D. Feldtman, J.R. McPhee. *Text. Res. J.*, 34, 634 (1964).
- (10) H.D. Feldtman, J.M. McPhee, W.V. Morgan. *Text. Manufacturer*, 93, 122 (1967).
- (11) P. Smith, J.H. Mills. *Chem. Tech*, 3, 748 (1973)
- (12) Método de Du Noüy.
- (13) Wool Foundation Test Method. n.º 185.
- (14) J.J. García Domínguez, J.L. Parra, M.R. Infante, C.M. Pelejero, F. Balaguer y T. Sastre. *J. Soc. Cosm. Chem.* 28, 165-182 (1977).
- (15) J.L. Parra, J.J. García Domínguez, M.R. Infante, y J.M. García Antón. *J. Text. Inst.* 68, 191-199 (1977).