

# Estudio fisicoquímico de los sistemas formados por Hercosett/lauril sulfato sódico/dodecilamidopropil-betaína, capaces de impartir inencogibilidad a tejidos de lana virgen \*

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

Instituto de Tecnología Química y Textil. C.S.I.C. Barcelona (España)

## RESUMEN

Se estudian propiedades fisicoquímicas de los sistemas formados por la resina Hercosett y los tensioactivos lauril sulfato sódico (LSNa), de tipo aniónico, y dodecilamidopropil-betaína (DAPB), de tipo anfotérico. Se relacionan dichas propiedades, especialmente tensión superficial y viscosidad del sistema con su capacidad de conferir propiedades de inencogibilidad a muestras de lana virgen.

## SUMMARY

PHYSICO-CHEMICAL STUDY OF SYSTEMS FORMED BY HERCOSETT/SODIUM LAURYL SULPHATE/DODECYLAMIDOPROPYL BETAINE ABLE TO IMPART SHRINK-RESISTENCE TO VIRGIN WOOL FABRICS. — *Some physico-chemical properties of mixed micells systems comprising Hercosett/sodium lauryl sulfate (SLS)/dodecylamidopropylbetaine (DAPB) have been studied. Special attention has been given to surface tension and rheological behavior, in order to relate these properties with the anti-shrinkage capacity of the system when they have been applied on the virgin wool.*

## 1. INTRODUCCION

La utilización de polímeros capaces de conferir a la lana propiedades de inencogibilidad es en la actualidad uno de los procesos textiles importantes dentro del ámbito de la lana. El proceso cloración/Hercosett desarrollado por C.S.I.R.O. (1, 2) sigue siendo uno de los de mayor implantación industrial. Dado que este proceso implica un pretratamiento oxidativo de las fibras con el consiguiente deterioro en una cierta proporción de sus propiedades mecánicas, se han realizado un número considerable de investigaciones encaminadas a conseguir una deposición eficaz de la resina sobre las escamas cuticulares de la lana sin tener que efectuar un pretratamiento químico de las fibras (3 a 5).

La utilización de mezclas de Hercosett/tensioactivos permite la formación de sistemas micelares capaces de promover en la lana propiedades de inencogibilidad sin necesidad de tratamientos oxidativos previos (6, 7). Asimismo, teniendo en cuenta el concepto de sistemas micelares mixtos de tensioactivos (8 a 10), se ha intentado incorporar la resina Hercosett a dichos sistemas para conseguir vehicular adecuadamente la resina sobre la lana manteniendo, por otra parte, una estabilidad del sistema que permita su aplicación en un intervalo de concentración y de pH adecuados (11).

\* Texto recibido en marzo de 1985.

En el presente trabajo se investigan propiedades fisicoquímicas de los sistemas micelares mixtos formados por la resina catiónica Hercosett y los tensioactivos lauril sulfato sódico de tipo aniónico y dodecilamidopropilbetaína de tipo anfotérico y se intenta correlacionar estas propiedades fisicoquímicas con la capacidad de dichos sistemas para conferir a los tejidos de lana propiedades de inenfieltabilidad.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales y reactivos

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

El Hercosett 125 utilizado como resina catiónica fue una muestra comercial suministrada por Hercules Inc. como solución acuosa del 12,5 % (p/v).

El tensioactivo aniónico utilizado fue el lauril sulfato sódico (LSNa), mientras que el dodecilamidopropilbetaína (DAPB), que se empleó como prototipo de tensioactivo anfotérico, fue suministrado por Tensia Surfac, siendo ambos de calidad analítica. El resto de reactivos químicos utilizados en la realización de este trabajo fueron de grado analítico.

### 2.2. Métodos analíticos

La tensión superficial de los sistemas investigados se determinó mediante el tensiómetro automático Lauda, utilizando la técnica de Noüry (12) teniendo en cuenta los factores de corrección descritos por Harkins (13); el comportamiento reológico de dichos sistemas se estudió mediante un viscosímetro Ferranti del tipo Shirley. El test de resistencia del tejido al encogimiento por lavado fue realizado en un aparato Cubex, utilizando una relación de baño 30:1 para 1 kg de carga a 40°C y pH 7,5 conseguido con tampón fosfatos (14).

Los valores analíticos obtenidos se han optimizado de acuerdo con el método de Box-Hunter, aplicado a dos variables (15); éstas han sido las concentraciones de LSNa y de DAPB presentes en el baño, comprendidas entre 0 y 6 milimoles de cada uno de los tensioactivos por mol de resina.

Los parámetros que han permanecido constantes han sido los siguientes:

Concentración de resina Hercosett: 6 % respecto a peso de fibra.

Relación de baño: 30/1.

Temperatura: 50°C.

Duración del tratamiento: 15 minutos.

Las respuestas analizadas han sido:

— Porcentaje de encogimiento de las muestras tratadas.

— Tensión superficial y viscosidad de los sistemas micelares.

### 2.3. Aplicación de resina sobre tejidos de lana vehiculizada mediante mezclas de tensioactivo aniónico/tensioactivo anfotérico

Se han tratado muestras de tejido de lana tipo Botany (10 g), con sistemas micelares formados por la resina Hercosett 125 (6 % respecto a peso de fibra) y mezclas de LSNa y DAPB (proporciones variables según el esquema central de optimización de Box-Hunter). Los límites de concentraciones de ambos tensioactivos han sido entre 0 y 6 mmoles por mol de resina.

En la tabla I se indican las concentraciones de ambos tensioactivos utilizados en cada uno de los 13 experimentos programados para el método de optimización.

TABLA I

*Concentraciones de lauril sulfato sódico y dodecilamidopropilbetaína utilizados en los 13 experimentos de optimización de Box-Hunter.*

|                | EXPERIMENTOS |        |        |        |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|----------------|--------------|--------|--------|--------|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|                | 1            | 2      | 3      | 4      | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Conc. L.S.Na.  | 0,878        | 5,1216 | 0,878  | 5,1216 | 0 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Conc. D.A.P.B. | 0,878        | 0,878  | 5,1216 | 5,1216 | 3 | 3 | 0 | 6 | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  |

Concentración expresada en mM Tensioactivo/mM Resina

Los tratamientos se han realizado a distintos valores de pH comprendidos entre 5,0 y 11,0 a una temperatura de 50°C y durante un período de 15 minutos.

Finalizados los tratamientos, las muestras se han fulardado con el fin de que retuvieran el 80 % de su peso en líquido adsorbido y el polímero se ha curado en estufa de corriente forzada de aire a 80°C durante 60 minutos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Tensión superficial de los sistemas micelares mixtos lauril sulfato sódico/dodecilamidopropilbetaína

De acuerdo con el diseño experimental descrito, se han obtenido datos de tensión superficial para cada una de las relaciones de LSNa y DAPB.

En la figura 1 se indican las curvas de optimización de la tensión superficial de los sistemas estudiados a diferentes valores de pH.

Puede observarse que los valores de tensión superficial están comprendidos entre 24 y 34 dinas/cm, siendo inferiores a los que presentan ambos tensioactivos en sus concentraciones micelares críticas.

El diagrama que presenta los valores mínimos de tensión superficial es el correspondiente a la optimización realizada a pH 5,0. La tendencia de incremento de la tensión superficial presenta un acusado paralelismo, en el entorno de pH (5,0-11,0) para el que se ha efectuado el estudio de optimización.

#### 3.2. Tensión superficial de los sistemas formados por Hercosett/LSNa/DAPB

En la figura 2 se indican las curvas de tensión superficial obtenidas al estudiar los sistemas micelares mixtos en los que se ha incluido Hercosett, según el esquema de optimización indicado en el apartado 2.3.

Puede observarse un claro paralelismo entre los valores de tensión superficial obtenidos para los sistemas micelares formados por LSNa/DAPB, en ausencia o en presencia de resina Hercosett. No parece, pues, que la presencia de resina influya en la tensión superficial de los sistemas ni en la tendencia de incremento de ésta a los distintos valores de pH estudiados.

No se aprecian gradientes importantes en los valores de la tensión superficial para cada uno de los sistemas estudiados, ya que las concentraciones utilizadas de ambos tensioactivos están muy por encima de sus correspondientes concentraciones micelares críticas.

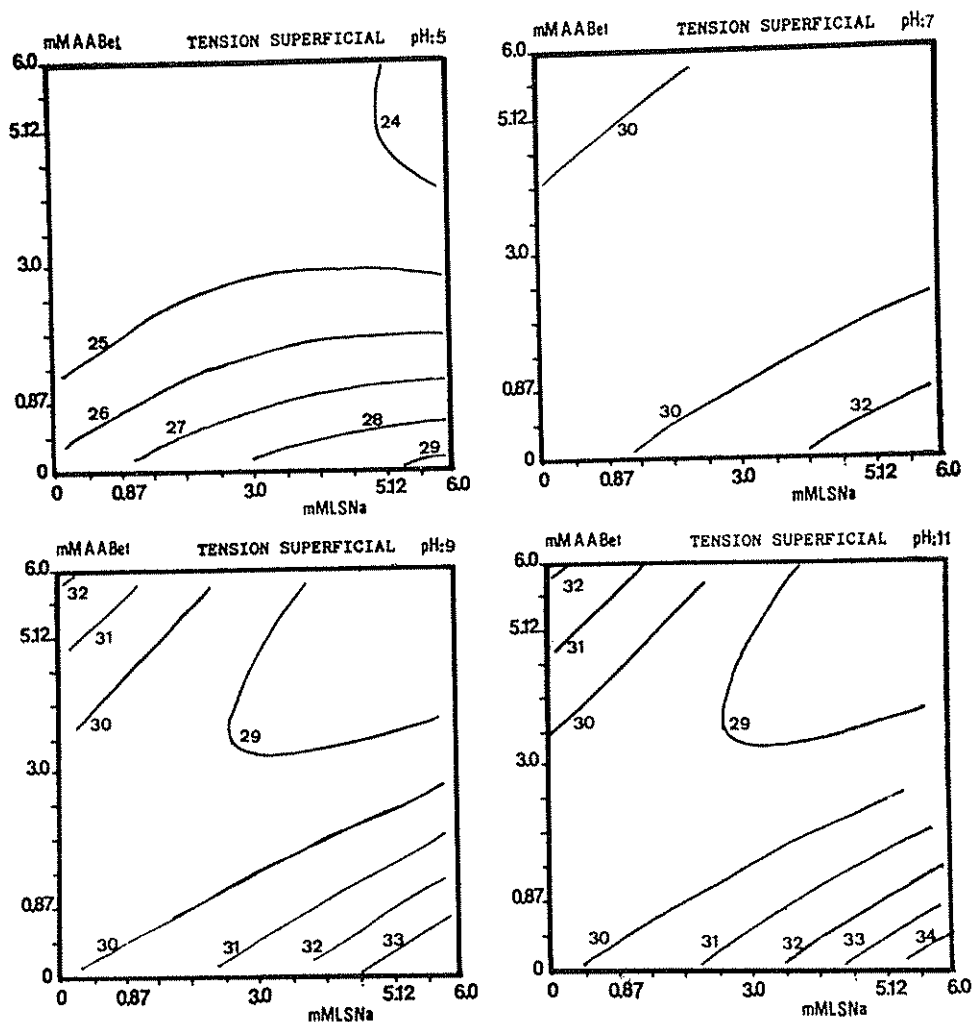


Fig. 1. — Tensión superficial de los sistemas micelares formados por LSNa/DAPB a pH 5,0, 7,0, 9,0 y 11,0.

### 3.3. Estudio del comportamiento reológico de los sistemas micelares formados por lauril sulfato sódico/docecilamidopropilbetaína y por Hercosett/LSNa/DAPB

En la figura 3 se indican los diagramas reológicos obtenidos en cada uno de los experimentos realizados en el sistema de optimización propuesto en ausencia o en presencia de resina Hercosett.

En cada uno de los diagramas, la línea de trazo continuo corresponde al sistema micelar LSNa/DAPB, y la línea de trazo discontinuo corresponde al sistema micelar en el que se ha incluido Hercosett.

Puede observarse que los sistemas LSNa/DAPB presentan en todos los casos un comportamiento newtoniano en el intervalo de pH estudiado.

Los sistemas micelares en los que se ha incluido Hercosett presentan en algunos casos un comportamiento no newtoniano de tipo viscoplástico, es decir que aplicando una pequeña tensión a la dispersión no se consigue deformación hasta rebasar un cierto valor ( $\tau_0$ ) de tensión tangencial.

El comportamiento viscoplástico observado está relacionado con el valor de pH del sistema. A valores de pH más elevados, se incrementa la característica de viscoplasticidad. Este fenómeno se manifiesta con más claridad en el tercer experimento, en el que la concentración relativa de DAPB frente a LSNa es la más elevada (5,1216 mM DAPB/0,8784 mM LSNa por mol de Hercosett).

Calculando el incremento de  $(\tau_0)$  del sistema formado por Hercosett/LSNa/DAPB, respecto al valor de  $(\tau_0)$  del sistema micelar equivalente sin resina se obtienen los valores de  $\Delta\tau_0$  que pueden relacionarse con el incremento del carácter viscoplástico de tales sistemas.

Representando los valores de  $\Delta\tau_0$  según el método de optimización de Box-Hunter, se obtiene el diagrama indicado en la figura 4, en el que puede apreciarse que el carácter viscoplástico del sistema micelar Hercosett/LSNa/DAPB a pH 11,0 se incrementa a medida que el tensioactivo anfotérico DAPB adquiere una proporción predominante en el sistema micelar.

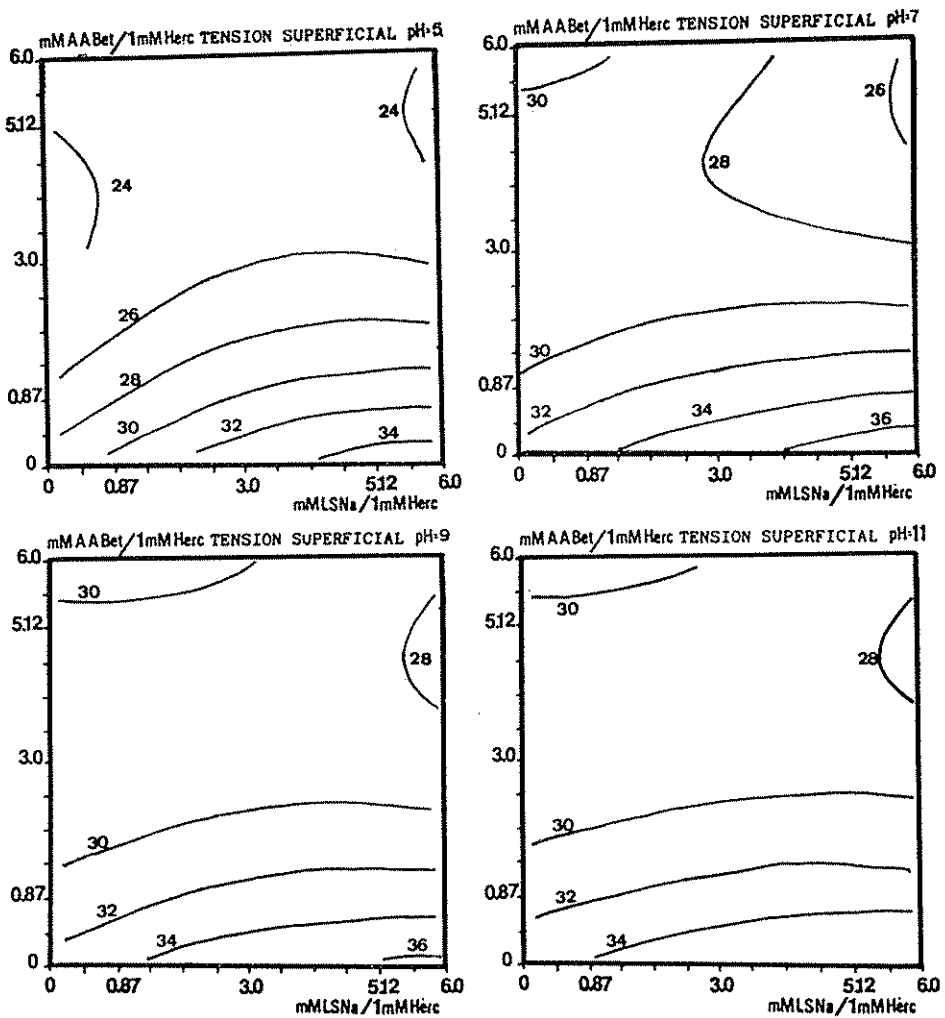


Fig. 2. — Tensión superficial de los sistemas micelares LSNa/DAPB que incluyen a la resina Hercosett.

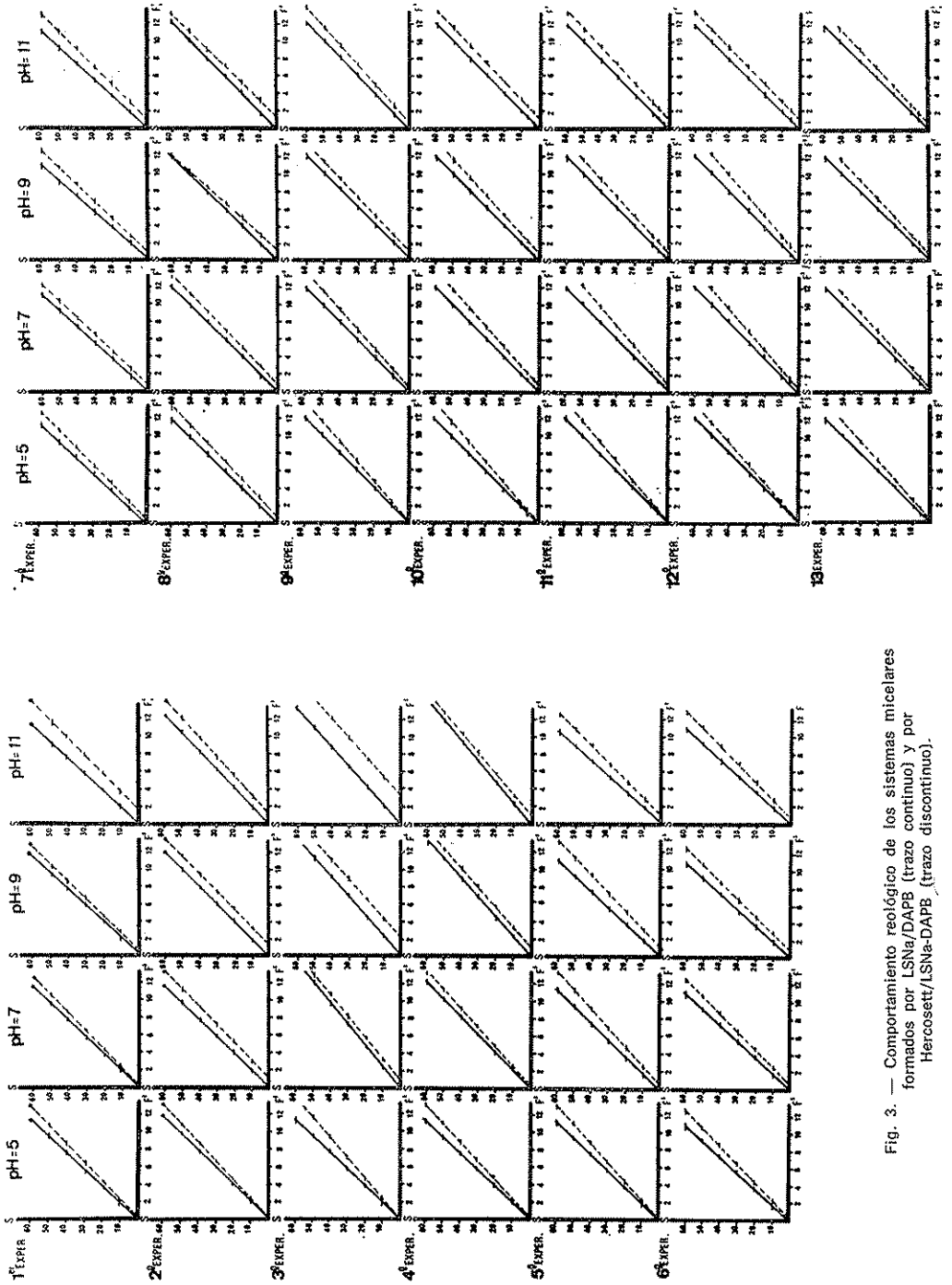


Fig. 3. — Comportamiento reológico de los sistemas micelares formados por LSNa/DAPB (trazo continuo) y por Hecosect/LSNa-DAPB (trazo discontinuo).

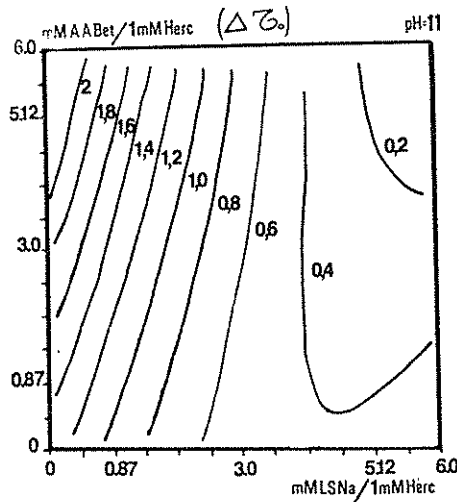


Fig. 4. — Representación de los valores de  $\Delta\sigma_0$  para los tratamientos de optimización a pH 11,0.

#### 4. DISCUSION

Tal como se indicó en un trabajo publicado previamente (10), los diagramas de optimización del porcentaje de área de encogimiento obtenidos al aplicar los sistemas micelares mixtos formados por Hercosett/LSNa/DAPB sobre lana virgen a valores de pH comprendidos entre 5,0 y 11,0, presentan un comportamiento especial, ya que el nivel de encogimiento mínimo tiende a desplazarse desde una zona en la que predomina la concentración de LSNa a valor de pH 5,0 a la zona en la que la concentración del DAPB es más elevada para un valor de pH 11,0.

Los resultados óptimos de encogimiento obtenidos a pH 5,0 podrían ser justificados por el mínimo de tensión superficial que presentan los sistemas micelares a dicho valor de pH.

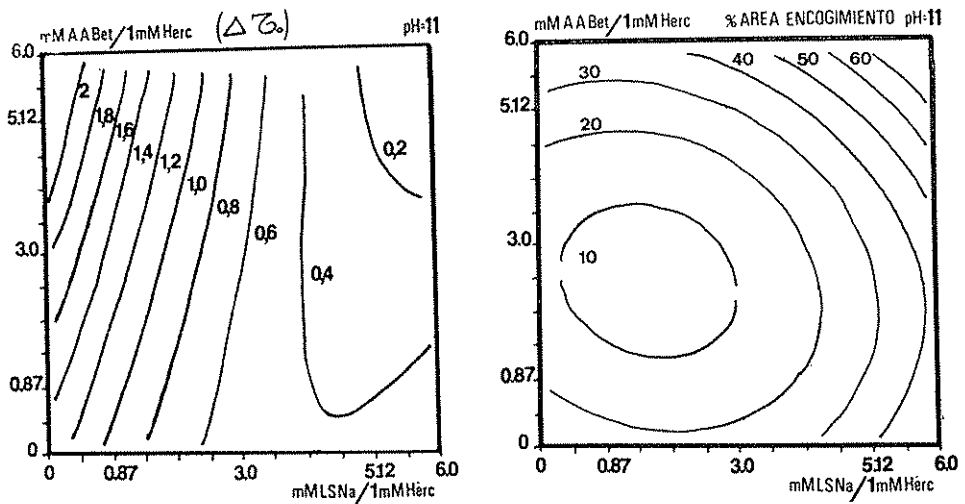


Fig. 5. — Relación entre la viscoplasticidad de los sistemas micelares a pH 11,0 y su capacidad de conferir propiedades de antienfibrabilidad a la lana virgen.

Respecto al comportamiento reológico de los sistemas micelares, se observa una relación entre el  $\Delta\tau_0$ , es decir el incremento en el comportamiento viscoplástico, y el incremento de su capacidad antifieltrante al ser aplicados sobre muestras de lana virgen. Dicha correlación es patente en la zona del diagrama en la que predomina la concentración del DAPB frente al LSNa para un valor de pH 11,0.

En resumen, el carácter viscoplástico de los sistemas micelares mixtos LSNa/DAPB que incluyen Hercosett podría justificar la capacidad antifieltrante de los mismos al ser aplicados sobre lana virgen a pH 11,0, mientras que a pH 5,0 dicha capacidad no estaría ligada a un fenómeno de viscoplasticidad, puesto que a este valor de pH el comportamiento de los sistemas micelares LSNa/DAPB es newtoniano. Para un valor de pH del tipo 5,0 podría pensarse que la tensión superficial ejerce una influencia más acusada, teniendo en cuenta que existiría un mayor gradiente de tensión superficial entre el sistema micelar y las fibras de lana, lo cual propiciaría una deposición idónea de la resina sobre la superficie de las fibras. A valores de pH 7,0, 9,0 y 11,0 dicho gradiente no es tan importante y, por lo tanto, su acción no sería tan significativa.

La capacidad antifieltrante de los sistemas micelares estudiados a valores de pH intermedios vendría justificada por la aportación proporcional de los efectos de tensión superficial y viscosidad en función del valor del pH de tratamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Feldtman, D. H.; McPhee, J. R., y Morgan, W. V.: *Text. Manuf.*, 93, 122 (1967).
- (2) Smith, P., y Mills, J. H.: *Machine Mashable Wool. Chem. Tech.*, 3, 748 (1973).
- (3) García Domínguez, J. J.; Erra, P.; Juliá, M. R., y Suárez, M. T.: *J. Text. Inst.*, 70, 337 (1979).
- (4) Bereck, A.; Fleischfresser, B. E., y Guise, G. B.: *Proc. VI Cong. Int. Inv. Text. Lanera (Pretoria)*, vol. 5, 137 (1980).
- (5) Lewis, D.: *Science Review*, 55, 23 (1978).
- (6) Parra, J. L.; de la Maza, A., y García Domínguez, J. J.: *Proc. XII Congreso Intern. F.I.A.C.T.C. (Budapest)*, (1987).
- (7) Parra, J. L.; de la Maza, A., y García Domínguez, J. J.: *Proc. XIII Congreso Int. F.I.A.C.T.C. (Londres)*, D.1/18 (1984).
- (8) Mittal, K. L.: *Solution Chemistry of Surfactants*, vol. 1, 3-44, Plenum Press, New York (1979).
- (9) García Domínguez, J. J.; Balaguer, F., Parra, J. L., y Pelejero, C. M.: *Int. J. of Cosm. Sci.*, 3, 57-68 (1981).
- (10) Parra, J. L.; de la Maza, A.; García Domínguez, J. J.; Sánchez, J., y Comelles, F.: *Inv. e Inf. Textil y de Tens.*, vol. XXVI, 4, 205-215 (1983).
- (11) Goldemberg, R. L.: *J. Soc. Cosm. Chem.*, 28, 667 (1977).
- (12) Adamson, A. W.: *Physical Chemistry of Surfaces* Wiley, *Interscience*, 21 (1976).
- (13) Harkins, W. D., y Jordan, H. F.: *J. Amer. Chem. Soc.*, 52, 1751 (1930).
- (14) IWS, Test. Method, n.º 185.
- (15) Box, G. E. P., y Hunter, E. S.: Multifactor experimental designs. *Ann. Math. Stat.*, 28 (1957).