

## INFLUENCIA DE LOS SUAVIZANTES DE ORGANOPOLISILOXANO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE TEJIDO DE ALGODÓN APRESTADO Y EN LA REDEPOSICIÓN DE IMPUREZAS EN EL LAVADO <sup>·)</sup>

F.J. Carrión \*

### 0.1. Resumen

En el acabado de artículos de algodón y con el objeto de mejorar la recuperación del arrugado, se aplican resinas que producen una substancial pérdida de suavidad y de sus propiedades mecánicas. Estos inconvenientes precisan la utilización de productos suavizantes del tejido, con el objeto de lograr añadir unas propiedades que son deseadas por los usuarios.

Los suavizantes de última generación, basados en compuestos de aminopolisiloxano y de amoniopolisiloxano, resultan muy interesantes por conseguir un tacto suave y liso de los tejidos de algodón, así como una mejora a los efectos de lavado (solidez) y uso, además de otras propiedades aportadas al tejido. Su aplicación en forma de microemulsión presenta un mejor comportamiento que su utilización en forma de emulsión convencional.

En este trabajo, a un tejido de algodón aprestado con DMDHEU, se le aplicaron suavizantes en forma de microemulsión de organopolisiloxano del tipo de aminopolisiloxano y amoniopolisiloxano. Con el objeto de apreciar la mejora de las propiedades físicas de tales suavizantes sobre el indicado tejido se obtuvo la sensación al tacto, la capilaridad del tejido, la abrasión, la fricción del tejido-tejido y el pilling; todo ello en función de sus diferencias estructurales químicas y del peso molecular de los indicados suavizantes. Teniendo en cuenta el diferente estado superficial que proporcionan tales suavizantes al tejido, se procedió al estudio de su comportamiento frente a la redeposición de impurezas durante el lavado. El proceso de lavado se realizó en presencia de un tensioactivo aniónico, el dodecilsulfonato sódico y de un tensioactivo no-iónico, alcohol graso con 6 m.O.E, ambos aplicados tanto por separado como en mezcla de los mismos, sin la presencia de coadyuvantes.

**Palabras clave:** Suavizantes, organopolisiloxano, algodón, redeposición, lavado, acabado, pilling, fricción, capilaridad, suavidad.

### 0.2. Summary: INFLUENCE OF ORGANOPOLYSILOXANE SOFTENERS ON THE IMPROVEMENT OF PHYSICAL PROPERTIES OF TREATED COTTON FABRIC AND THE SETTLING OF IMPURITIES DURING WASHING

Resins are usually applied to improve both the finish and crease recovery of cotton articles. The resins produce a substantial loss of both softness and mechanical properties. These disadvantages require the use of fabric softeners to add properties desired by the user.

The latest softeners, based on aminopolysiloxane and ammoniopolysiloxane compounds, have shown themselves to be very interesting in achieving a soft, smooth feel of the cotton fabric, together with an improvement in washing (fastness) and use, as well as providing the fabric with other properties. Their application as a microemulsion shows a better behaviour than their use as a conventional emulsion.

In this study softeners in the form of a microemulsion of organopolysiloxane of the type aminopolysiloxane and ammoniopolysiloxane microemulsion were applied to cotton treated with DMDHEU. In order to see the improvement in the physical properties of these softeners on the fabric, the following features were examined; texture, the capillary effect of the fabric, abrasion, fabric-fabric friction and pilling. All of these factors were measured according to the different chemical structures and molecular weights of the softeners used. The behaviour of the settling of impurities during the washing process was studied taking into account different surface states produced by the softeners. The washing process was carried out in the presence of an anionic surfactant, sodium dodecylbenzenesulphate and a non-ionic surfactant, 6 m O.E. fatty alcohol. Both were applied either separately or in mixture, without the presence of adjuvants.

**Key words:** Softeners, organopolysiloxane, cotton, settling, washing, pilling, friction, capillary, softness.

---

·) Trabajo presentado al "2001 International Textile Congress", 18-19-20 de junio 2001, DETYP, Actas del Congreso, pág. 241-253 (volumen I).

\* Dr. Ing. Fco. Javier Carrión Fité, Catedrático de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Jefe del Laboratorio de "Tensioactivos y Detergencia" del INTEXTER (U.P.C.) y Editor de este Boletín.

### 0.3. **Résumé: INFLUENCE DES ADOUCISSANTS CONTENANT DE L'ORGANOPOLYSILOXANE SUR L'AMÉLIORATION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU TISSU EN COTON APPRÊTÉ ET SUR LA REDÉPOSITION D'IMPURETÉS LORS DU LAVAGE**

*Lors de leur phase de finition, les articles de coton sont soumis à l'application de résines qui facilitent la récupération des fronçages, mais qui produisent une perte substantielle de douceur et des propriétés mécaniques. C'est pourquoi ils requièrent l'utilisation de produits adoucissants, afin d'obtenir des propriétés qui répondent à la demande des consommateurs.*

*Les adoucissants de dernière génération, composés d'ammoniopolysiloxane et de dérivés, s'avèrent très intéressants, car ils permettent d'obtenir, entre autres, des tissus en coton doux et lisses au toucher ainsi que de meilleurs résultats au lavage (solidité) et à l'usage. Leur application sous forme de microémulsion offre un meilleur comportement que sous forme d'émulsion conventionnelle.*

*Au cours de la présente étude, des adoucissants ont été appliqués à un tissu en coton apprêté au DMDHEU, sous forme de microémulsion d'organopolysiloxane de type aminopolysiloxane et ammoniopolysiloxane. L'amélioration des propriétés physiques des adoucissants a été appréciée sur le tissu en fonction de leurs différences chimiques structurelles et de leur poids moléculaire, sur base des critères suivants: sensation au toucher, capillarité du tissu, abrasion, friction tissu-tissu et boulochage. Après avoir obtenu différents résultats à la surface du tissu, on a procédé à l'étude de son comportement face à la redéposition d'impuretés pendant le processus de lavage. Ce dernier a été réalisé en présence d'un tensioactif anionique, le dodecyl benzènesulfonate de sodium, et d'un tensioactif non ionique, un alcool gras de 6 mol O.E. (oxyde d'éthylène), tous deux appliqués séparément, puis mélangés ensemble, sans présence d'adjuvants.*

**Mots clé:** *Adoucissants, organopolysiloxane, coton, redéposition, lavage, apprêt, pilling, friction, capillarité,*

## 1. INTRODUCCIÓN

Las fibras celulósicas presentan unas propiedades ventajosas con referencia al uso del artículo y otras desventajosas, tales como el encogimiento elevado y mala recuperación al arrugado<sup>1-2</sup>.

Modificando la celulosa por medios químicos se consigue eliminar los inconvenientes mencionados sin disminuir sus ventajas. Esto es posible con el denominado acabado de alta calidad, a través de productos químicos determinados (resinas) que se les denominan

reticulantes. Según su estructura se distinguen dos tipos de productos: los autoreticulantes (por policondensación constituyen una resina sintética) y los del tipo reactante (capaces de formar enlaces entre la resina y los grupos hidroxílicos de la celulosa)<sup>3</sup>.

En función del grado de reticulación de la celulosa se consigue una recuperación al arrugado y estabilidad dimensional. Al mismo tiempo, disminuye más o menos fuertemente la elasticidad de la fibra. Esto se traduce en cierta aspereza de la misma, lo cual origina descensos de las resistencias a la abrasión, al desgarro y a la rotura. Para limitar esto, en el acabado de alta calidad se aplican productos químicos que contrarrestan estos efectos, entre los que se encuentran los suavizantes<sup>4</sup>.

Los llamados suavizantes textiles son productos que confieren a los materiales textiles una serie de propiedades deseables por los usuarios. Entre ellas destaca la mejora al sentido del tacto, ya que logra tejidos más suaves y, por tanto, más agradables y lisos.

Los suavizantes de silicona han sido utilizados desde los años 1960s. Inicialmente eran del tipo polidimetilsiloxano sin modificación<sup>5</sup>. En los últimos años de la década de los 1970s la introducción de los polidimetilsiloxano con grupos amino abrieron una nueva dimensión de los suavizantes textiles. Los grupos aminofuncionales que están unidos a la cadena de polidimetilsiloxano mejoran la orientación y sustentividad de la silicona sobre la superficie de la fibra, obteniéndose mejores propiedades que los otros suavizantes de tipo de silicona. La mejora de orientación de las siliconas aminofuncionales permite obtener un tacto extremadamente suave, el cual es descrito como un supersuavizado. Mas del 90 % de los suavizantes de aminosilicona son del tipo aminoetilaminopropilsilicona<sup>6</sup>.

Entre la mejora de propiedades de los aminosiliconas respecto a los otros suavizantes de silicona (con exclusión de los suavizantes de amoniosiliconas, aparecidos con posterioridad), cabe mencionar lo siguiente: Tacto mas esponjoso y con más suavidad, una mejora de la alargamiento, elasticidad y recuperación de los tejidos, un aumento de la resistencia la rotura, a la abrasión y al arrugado de los tejidos, una buena resistencia al lavado y limpieza en seco de los mismos. Les confieren incluso propiedades de acabado elastomérico así como una, buena lubricación de las agujas utilizadas para su cosido<sup>7</sup>.

El desarrollo de la tecnología de las microemulsiones ha ampliado y mejorado las aplicaciones de los productos de organopolisiloxano<sup>8</sup>. Se ha mostrado que su aplicación en forma de tales microemulsiones traslúcidas, poseyendo una tamaño de partícula 100 veces inferior a una preparación convencional de tales productos en forma de emulsión standard, y

presentan aún mejores propiedades que las usualmente aplicadas en forma de emulsión standard<sup>9,10,11,12</sup>.

Otros suavizantes aparecidos posteriormente son los de amoniosilicona, en los cuales en los extremos de la cadena de polisiloxano poseen amonios cuaternarios (carácter catiónico)<sup>13</sup>.

El objetivo de este trabajo fue el estudio del comportamiento de los suavizantes de organopolisiloxano del tipo de amino y de amonio, aplicados en forma de microemulsión a un tejido de algodón acabado con resina de DMDHEU. Dada la baja tensión superficial de estos polímeros que logra que se extiendan perfectamente sobre las fibras, por lo que pueden lograrse efectos óptimos de acabado con dosis de producto mínimas. Se procedió al estudio de la mejora de las propiedades físicas impartidas a dicho tejido tales como: la fricción tejido-tejido, el tacto, la abrasión, el pilling, la capilaridad; todo ello en función del diferente peso molecular de los suavizantes ensayados y de sus mezclas. Se realizó también al estudio frente a la redeposición de impurezas durante el lavado, dado el diferente estado superficial del tejido acabado. Este lavado se realizó en presencia de un tensioactivo aniónico, dodecil-bencenosulfonato sódico y de un tensioactivo no-iónico alcohol graso con 6 m.O.E, ambos por separado y en mezcla de ambos, sin la presencia de coadyuvantes.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales

#### 2.1.1. Tejido

Se utilizó un tejido de calada con estructura de tafetán compuesto de 100 % de algodón descrudado y blanqueado químicamente (sin la utilización de blanqueante óptico). Sus características fueron las siguientes: a) Peso: 166 g.m<sup>-2</sup>; b) Urdimbre 34.5 Tex 1/c y trama: 64.3 Tex 1/c. d) La densidad del tejido de urdimbre fue de 28 hilos.cm<sup>-1</sup> y por trama de 24 hilos.cm<sup>-1</sup>.

### 2.2. Productos químicos

#### 2.2.1. Suavizantes

Los productos suavizantes utilizados fueron los siguientes:

1) Tres productos de organopolisiloxano con grupos amina y grupos metilo al final de la cadena principal que fueron suministrados por Dow Corning Corporation (U.K.). Sus características fueron las siguientes:

a) Polímero 8461, viscosidad 300 cps (menor peso molecular) con 0.2% de contenido de nitrógeno y un índice de amarillo de 2.

b) Polímero 8166, viscosidad de 1500 cps (peso molecular mediano), 0.8% de contenido de nitrógeno y un índice de amarillo de 6.

c) Polímero 8466, viscosidad de 15000 cps (mayor peso molecular), 0.5% de contenido de nitrógeno e índice de amarillo de 4.

2) Dos productos de silicona con grupos amonio terminales suministrados por Hansa Textilchemie GmbH siguientes:

a) HF 6922, polímero de polidimetilsiloxano con dos grupos amonio cuaternario con peso molecular de 2.500 g.mol<sup>-1</sup>. Concentración en sólidos 50%

b) HF-3474, polímero de polidimetilsiloxano con dos grupos de amonio cuaternario con un peso molecular de 6.000 g.mol<sup>-1</sup>. Sólidos 95%.

A partir de estos polímeros fueron preparadas las microemulsiones correspondientes mediante el método adecuado<sup>14</sup> para su aplicación como suavizante textil. Los tamaños medio de partícula y la polidispersidad de tales emulsiones fueron determinados con la utilización de un aparato láser multiángulo de Zetasizer 3 de Malvern (U.K.), los valores obtenidos fueron inferiores a 100 nm, con valores comprendidos entre 59 nm y 99 nm, apropiados para la obtención de microemulsiones.

Los indicados suavizantes se aplicaron al tejido de algodón aprestado a la concentración de 0.3 % s.p.f. por el procedimiento de agotamiento, a la temperatura de 40°C, durante 20 minutos, con un secado posterior al aire.

#### 2.2.2. Aprestado

El tejido de algodón se aprestó con la resina Fixapret CPN ( BASF) con la estructura química de dimetil 4,5 dihidroxietilenurea (DMDHEU). Se aplicó a la concentración de 100 g.l<sup>-1</sup> junto con 20 g.l<sup>-1</sup> de cloruro de magnesio. Se escurrió el género en foulard al 95%, se secó a 110°C y se pasó por una rama durante 4 minutos a 160°C.

#### 2.2.3. Tensioactivos utilizados en los ensayos de deposición

Se utilizó el tensioactivo aniónico dodecilbencenosulfonato sódico (DBSNa) reactivo para análisis suministrado por Sigma-Aldrich

El tensioactivo no-iónico que se empleó fue el alcohol graso etoxilado (AE) con 6 moles de óxido de etileno y cadena hidrofóbica lineal promedio del 30% de C<sub>9</sub> y 70% de C<sub>11</sub> denominado Synperonic 91/6 suministrado por ICI (Inglaterra). Su índice de hidroxilo fue de 134 mg KOH.g<sup>-1</sup>.

#### 2.2.4. Impureza sólida

Se utilizó negro de humo Raven 1040, procedente de Columbian, con un diámetro de partícula de 29 nm y un área superficial de 85m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>. Para su utilización en los baños de lavado se empleó convenientemente dispersado en alcohol isopropílico con la ayuda de un vibroagitador.

### 2.3. Agua utilizada

El agua utilizada para la preparación de las soluciones fue la resultante de hacer pasar agua destilada por un equipo Milli-Q de ósmosis inversa.

### 2.4. Aparatos

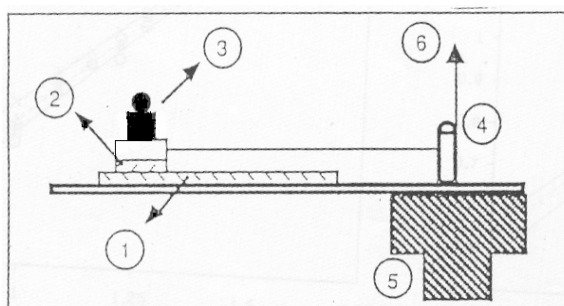
Se utilizaron los equipos siguientes:

a) La fricción del tejido con el mismo tejido se realizó en un Dinamómetro Instron Tensile Tester (Instron Limited Wycombe)

b) Los ensayos de abrasión se realizaron equipo de abrasión Stoll- Quartermaster de Custom Scientific Instrument Inc.

c) Los ensayos de pilling se realizaron con el Random Tumble Pilling Tester (Atlas Electric Devices Co)

d) Los ensayos de sorción capilar se realizaron con una balanza de análisis semimicro AE240 Mettler (Suiza).



**FIGURA 1:** Diseño especial aplicado al Instron Tensile Tester para la obtención de la fricción tejido contra tejido

Un tejido de 9 cm de anchura fue dispuesto en la plataforma horizontal por donde deslizó una pieza cuadrangular de plástico que en la parte inferior dispuso del mismo tejido con una superficie de contacto entre ambos de 23 cm<sup>2</sup>; en su parte superior se dispusieron diferentes pesos para originar diferentes presiones de contacto. El peso de esta pieza deslizante fue de 123 g. El ensayo se realizó a una velocidad constante de 5 cm.min<sup>-1</sup>

### 3.2. Ensayos de abrasión

La abrasión de los tejidos fue determinada según la normativa ASTM D 3886-80 (con la aplicación de un peso en la abrasión de 233 gramos)

### 3.3. Ensayos de pilling

El pilling del tejido fue determinada según la normativa ASTM D 3512-82

### 3.4. Ensayos de deposición

Los ensayos de deposición se efectuaron según la norma ISO1205-106/DAD 1. Las muestras de tejido fueron de 10x 4 cm. La temperatura de lavado fue de 40°C. El tiempo fue de 30 minutos y el volumen de 150 ml. La cantidad de negro de humo introducida en cada baño de lavado fue de 10 mg

e) Los correspondientes ensayos de deposición durante el lavado se llevaron a cabo en un Launder-O-meter de U.S. Testing

f) Las reflectancias del tejido fueron medidas en un espectrocolorímetro White.Eye 3000 de Macbeth ( U.K.).

## 3. PROCEDIMIENTOS

### 3.1. Ensayos de fricción dinámica tejido-tejido

Los ensayos de fricción tejido-tejido a partir del tejido de algodón sin, con apresto y con los suavizantes ensayados fueron determinados a partir de un equipo Instron Tensile Tester, utilizando un accesorio especial diseñado al efecto, tal como se indica en la Figura 1<sup>15)</sup>.

1. Tejido A
2. Tejido A
3. Peso
4. Polea
5. Barra en forma de cruz (movimiento hacia abajo)
6. Medida de tensión.

dispersado convenientemente en alcohol isopropílico.

### 3.5. Medida del grado de ensuciamiento del tejido

Fue determinado el grado de ensuciamiento con la fórmula de Florio y Merserau<sup>16)</sup>. A partir de los valores triestímulos obtenidos con las reflectancias medidas en el tejido. La fórmula fue la siguiente:

$$\Delta C = \{ (X_s - X_p)^2 + (Y_s - Y_p)^2 + (Z_s - X_p)^2 \}^{1/2}$$

siendo Xp, Yp y Zp los valores triestímulos de la muestra blanca antes de los lavados y Xs, Ys y Zs los valores triestímulos de la muestra una vez efectuada la deposición o ensuciamiento. Estos valores fueron el promedio de cuatro determinaciones.

### 3.6. Ensayo de sorción capilar

Se dispuso en cada ensayo de un trozo de tejido de algodón aprestado y suavizado de 2,5 x 20 cm (previamente ambientado en las condiciones standard de humedad y temperatura), colgándolo en posición vertical en la parte inferior del plato de pesada de la balanza electrónica indicada. La metodología para la determinación del peso de

agua absorbida por capilaridad fue la misma que la indicada en un trabajo anterior<sup>12)</sup>.

### 3.7. Ensayos de suavidad de los tejidos

La suavidad de los tejidos se realizó mediante la evaluación subjetiva por tacto, mediante la prueba sensorial de la mano del observador (apreciando subjetivamente la suma de suavidad y compresibilidad). Para ello se utilizaron 5 observadores que evaluaron las muestras de tejidos por parejas, dado que se evaluaron 5 suavizantes( tres suavizantes de aminosilicona y dos de amoniosilicona) y la muestra de tejido aprestado sin suavizar. En consecuencia, se procedió a la evaluación de 15 parejas de muestras distintas por cada observador. Las muestras de tejido a evaluar fueron de 15x 15 cm. y en cada pareja se obtuvo la más suave por parte de cada observador. Para evitar su contaminación por la grasa de las manos cada observador evaluó muestras de trozos distintos del tejido<sup>22)</sup>.

## 4. Resultados y discusión

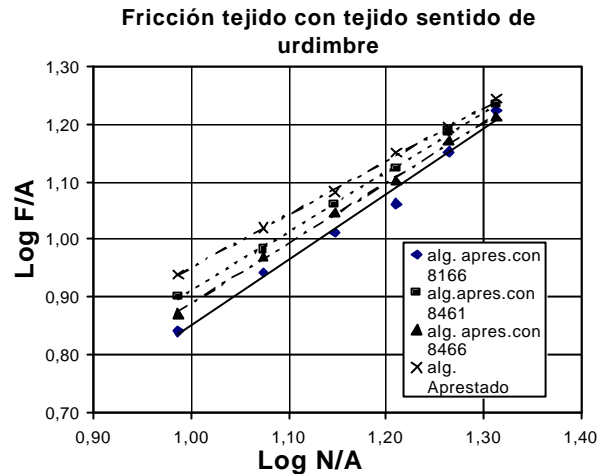
Con el tejido de algodón aprestado con DMDHEU y suavizado con los suavizantes microemulsionados de aminosilicona y los microemulsionados de amoniosilicona indicados, se procedió a determinar las diferencias existentes entre los mismos, según las propiedades que se indican a continuación.

### 4.1. Coeficientes de fricción tejido con tejido

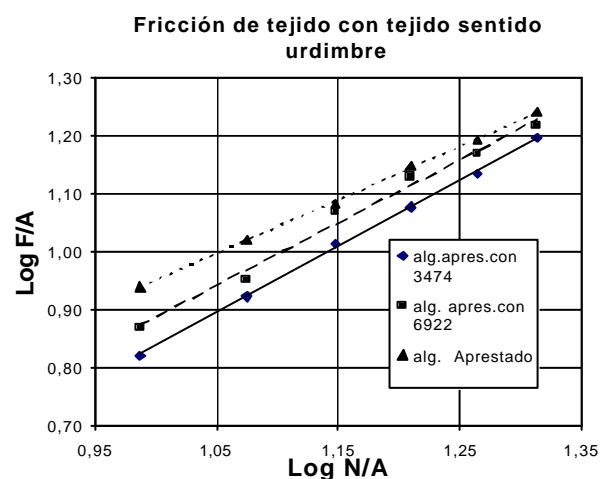
Con la técnica indicada en el apartado 2.3.1 se obtuvo el efecto en las propiedades friccionales del tejido mediante la obtención de su resistencia friccional (F) cuando se aumentó la presión normal (N) sobre el mismo. En general, fue observado que el coeficiente de fricción dinámico  $\mu = F/N$  disminuyó al aumentar la presión normal sobre el mismo, pero sin seguir ningún ajuste lineal. Dicha observación está de acuerdo con varios autores<sup>17,18,19,20)</sup> los cuales indicaron que una relación lineal simple entre la resistencia friccional y la presión normal no es válida. Estos datos se ajustaron en la forma adecuada a la relación de la forma  $F = K \cdot N^n$ , en donde K y n fueron la constante friccional y n el índice friccional respectivamente<sup>21)</sup> Las correspondientes linealidades encontradas se muestran en las Figuras 2 y 3, para los suavizantes de aminopolisiloxano (8461, 8166 y 8466) y amonipolisiloxano (HF 3474 y HF 6922) respectivamente. Los valores de las constantes friccionales y el índice friccional para suavizante y la correlación se indican en la Tabla 2.

De los resultados de la tabla 2 cabe indicar la buena correlación obtenida para el cálculo de los valores de la constante de fricción (K) y el índice de fricción (n). Los valores de n se mostraron, en general, similares a los encontrados por Wilson

(entre 0.57 y 1.06) (22), con excepción del suavizante 8166 y el HF 3474, ambos en el sentido de urdimbre, a los cuales les correspondieron unos mayores valores. Todos los suavizantes ensayados proporcionaron una mayor elasticidad del tejido, dados los mayores índices de fricción que el algodón aprestado al cual le correspondió el menor índice de fricción. Para cada suavizante ensayado se obtuvo un mayor índice de fricción tejido-tejido en el sentido de urdimbre respecto al de trama.



**FIG. 2:** Efecto de la presión normal por unidad de área (N/A) sobre la resistencia friccional dinámica por unidad de área (F/A) para el tejido de algodón con DMDHEU y suavizado con aminopolisiloxanos ( 8461, 8166 y 8466).



**FIG. 3:** Efecto de la presión normal por unidad de área (N/A) sobre la resistencia friccional dinámica por unidad de área (F/A) para el tejido de algodón con DMDHEU y suavizado con amonipolisiloxano ( HF 6922 y HF 3474)

**TABLA 2**

Parámetros de fricción dinámica del tejido derivados de la ecuación  $F = K \cdot N^n$ , donde F/A es la resistencia friccional por unidad de área ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ), N/A es la presión normal ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$ ), K= constante de fricción y n= índice de fricción.

| Tratamientos del algodón aprestado | Sentido de la fricción | K      | n      | Coefficiente de correlación |
|------------------------------------|------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| Sin suavizante                     | urdimbre               | 1.0585 | 0.9263 | 0.9990                      |
|                                    | trama                  | 1.3664 | 0.8345 | 0.9914                      |
| con 8461                           | urdimbre               | 0.7627 | 1.0284 | 0.9989                      |
|                                    | trama                  | 1.1420 | 0,8873 | 0.9969                      |
| con 8166                           | urdimbre               | 0.5250 | 1.1309 | 0.9880                      |
|                                    | trama                  | 0.6701 | 1.0613 | 0.9912                      |
| con 8466                           | urdimbre               | 0.6990 | 1.0445 | 0.9983                      |
|                                    | trama                  | 0.9685 | 0.9347 | 0.9916                      |
| con HF 6922                        | urdimbre               | 0.6286 | 1.0893 | 0.9885                      |
|                                    | trama                  | 0.8717 | 0.9560 | 0.9881                      |
| con HF 3474                        | urdimbre               | 0.4952 | 1.1435 | 0.9993                      |
|                                    | trama                  | 0.6508 | 1.0412 | 0.9931                      |

Con referencia a los valores de la constante de fricción (K), de la tabla 2, los menores valores tanto para la fricción el sentido de urdimbre como de trama correspondieron a los tratamientos con los suavizantes de aminopolisiloxano (8166) de peso molecular medio y de amoniopolisiloxano (HF3474) de peso molecular alto. Los mayores valores de la constante de fricción correspondieron al tejido de algodón aprestado. A los otros suavizantes de aminopolisiloxano les correspondieron valores intermedios, en el orden de mayor a menor, 8461, 8466, seguidos del suavizante HF 6922 de amoniopolisiloxano. (peso molecular medio)

#### 4.2. Abrasión y pilling

Los resultados de la abrasión y de pilling del tejido de algodón aprestado y suavizado con los suavizantes ensayados se indican en la Tabla 3.

Cabe indicar que el tejido de algodón aprestado resistió un menor número de ciclos con efecto de abrasión que los tejidos suavizados. Sin duda el efecto de suavizado en la superficie favoreció la obtención de una mayor resistencia a la abrasión, siendo la misma similar para todos los suavizantes ensayados de aminopolisiloxano y de amoniopolisiloxano, con mayor dispersión de los resultados de los ciclos de abrasión antes de la rotura que el tejido original.

Con referencia a los valores de pilling (Tabla 3), cabe indicar que el tejido de algodón aprestado(original) resultó con un índice 3 correspondiente a un pilling moderado fue el que produjo mas pilling. Tal tejido con los suavizantes de aminopolisiloxano resultó para los todos los tejidos ensayados con un índice de 4 con ligero valor de pilling El tratamiento con los suavizantes de amoniopolisiloxano proporcionaron al tejido de algodón suavizado un índice de pilling de 5, por tanto, sin la presencia de pilling.

**TABLA 3**

Abrasión (nº ciclos) y pilling del tejido de algodón aprestado y suavizado con aminopolisiloxano ( 8461,8166 y 8466) y amoniopolisiloxano ( HF 6922 y HF 3474)

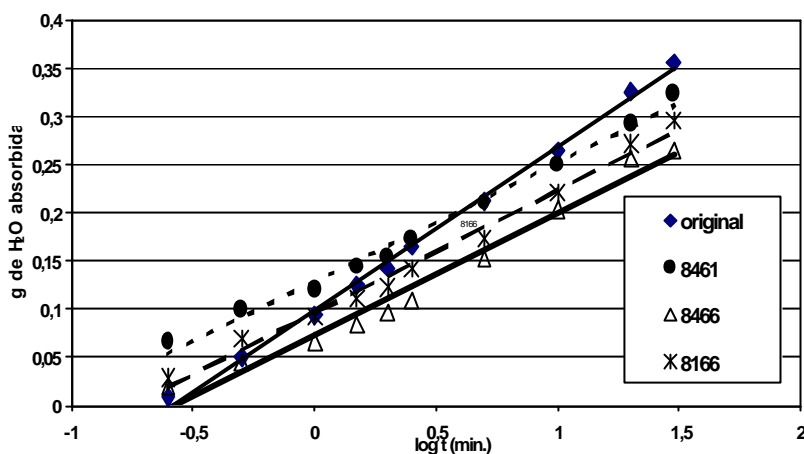
| Tratamiento del tejido de algodón aprestado | ABRASIÓN  |                   | Pilling |
|---------------------------------------------|-----------|-------------------|---------|
|                                             | Nº CICLOS | Desviación típica |         |
| sin suavizante                              | 40        | 4,24              | 3       |
| con 8461                                    | 46        | 2,82              | 4       |
| con 8166                                    | 48        | 8,19              | 4       |
| con 8466                                    | 49        | 5,65              | 4       |
| con HF 6922                                 | 49        | 8,10              | 5       |
| con HF 3474                                 | 48        | 6,20              | 5       |

### 4.3. Tejido de algodón aprestado y suavizado

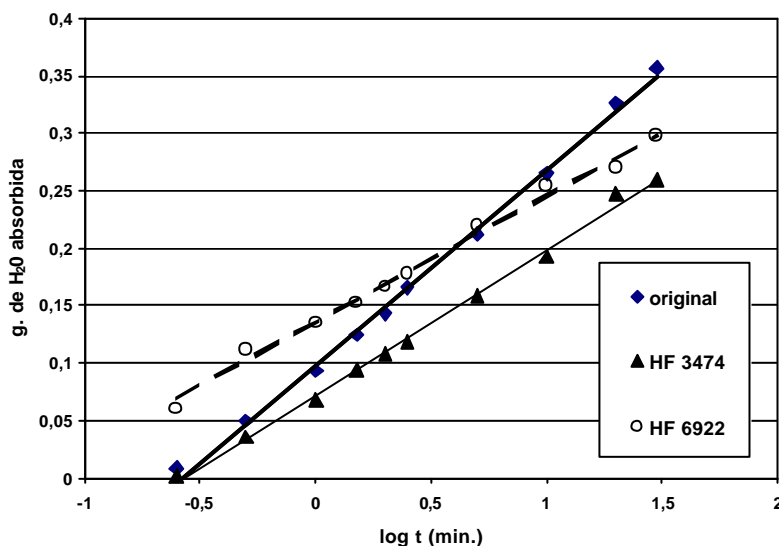
Después de la elección del tejido más suave entre pares de muestra de cada tejido suavizado con los otros, teniendo en cuenta que tenemos cinco sustratos suavizados y el original aprestado, resultó, por orden de mayor a menor suavidad, lo siguiente<sup>23)</sup>.

HF3474>8166>HF6922>8466>8461>tejido de algodón aprestado (original)

El suavizante de amoniopolisiloxano (HF 3474) seguido del aminopolisiloxano 8166 de peso molecular medio, fueron los que resultaron con tacto más suave del tejido aprestado, con pocas diferencias poco significativas entre ellos. Su diferencia fue significativa respecto a los otros suavizantes ensayados.



**FIG. 4:** Cinéticas de agua absorbida por capilaridad en el tejido de algodón aprestado (original) y suavizado con microemulsiones de polisiloxano con grupos amino (8461, 8166 y 8466) concentración inicial de 0.3 % s.p.f



**FIG. 5:** Cinéticas de agua absorbida por capilaridad en el tejido de algodón aprestado (original) y suavizado con micro-emulsiones de polisiloxano con grupos amonio terminales (HP 3474 y HF 6922) concentración inicial de 0.3 % s.p.f.

a) Influencia de los suavizantes de polisiloxano con grupos amino terminales

En la Figura 4 se indican los resultados cinéticos para los suavizantes 8461, 8166 y 8466. Cabe indicar que el tejido original de algodón aprestado dio valores de sorción de agua por capilaridad superiores, con mayor velocidad de sorción (Tabla IV), que los obtenidos con tal tejido con los suavizantes ensayados. Con referencia a los tratamientos con los tres suavizantes indicados

resulta que el suavizante de menor peso molecular 8461 fue el que dio mayores valores de absorción de agua por capilaridad y con el de mayor peso molecular 8466 resultaron menores valores de absorción de agua por capilaridad, mientras que al suavizante 8166, de peso molecular intermedio, le correspondieron valores de absorción capilar intermedios. Las constantes de velocidad de tales suavizantes fueron iguales (Tabla 4), (pendientes de las rectas de ajuste).

TABLA 4

Rectas de ajuste de las cinéticas de la absorción de agua por capilaridad, a la temperatura de 20°C en el tejido de algodón aprestado y suavizado con la concentración total de 0.3 % s.p.f

| Tejido de alg.aprestado | Recta de ajuste        | Coefficiente de correla. |
|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| sin suavizante          | $y = 0.1696x + 0.0992$ | 0.9968                   |
| con HF 3474             | $y = 0.1262x + 0.0723$ | 0.9967                   |
| con HF 6922             | $y = 0.1105x + 0.1356$ | 0.9925                   |
| con 8461                | $y = 0.1244x + 0.1285$ | 0.9899                   |
| con 8166                | $y = 0.1281x + 0.096$  | 0.9878                   |
| con 8466                | $y = 0.1264x + 0.0736$ | 0.9932                   |

b) Influencia de los suavizantes de polisiloxano con grupos amonio terminales.

En los resultados expuestos en la Figura 5 que el tejido de algodón aprestado (original) es el que mostró la mayor capilaridad del agua, con una velocidad de sorción (pendiente del ajuste lineal de la cinética) superior al tejido suavizado. Con el suavizante HF 3474, de mayor peso molecular, aplicado al tejido aprestado le correspondieron los menores valores de absorción de agua y el tejido aprestado y el suavizante HF 6922, de menor peso molecular, los valores intermedios, respecto al tejido original, y mayor al anterior suavizante. A partir de los ajustes lineales de las cinéticas expuestos se pueden deducir las velocidades de absorción por las pendientes correspondientes. Ambos mostraron inferior velocidad de absorción respecto al tejido sin suavizante y con el suavizante HF 3474 resultó algo superior que para el tratamiento con suavizante HF 6922

(aniónico) y AE-6 (no-iónico) por separado y en mezclas son indicados en las Figuras 6 a 9 inclusive. Las mezclas de tensioactivos fueron 1:0; 0,75:0,25; 0,5:0,5; 0,3:0,7; 0,1:0,9 y 0:1. La dureza del agua utilizada en los lavados fue de 20°hf<sup>25)</sup>.

En las Figuras 6 a la 9, en general, los valores de deposición sobre los tejidos tratados con resina de DMDHEU y con los suavizantes ensayados muestran mayores valores de deposición en presencia del tensioactivo aniónico (DBSNa). Para las mezclas de tensioactivos, en general, los valores de deposición decrecieron al aumentar la cantidad de tensioactivo no-iónico en la mezcla. Los valores de deposición fueron menores para el tensioactivo no-iónico.

Los suavizantes utilizados aumentaron los valores de deposición del tejido de algodón tratado con DMDHEU en presencia de los tensioactivos indicados y sus mezclas

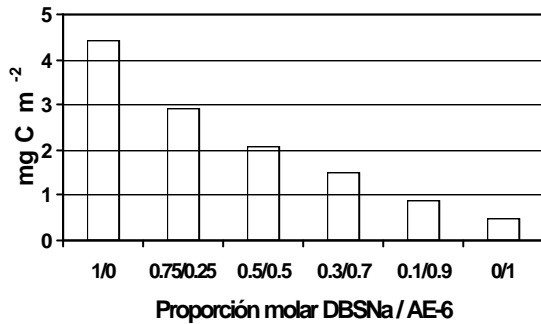
El suavizante 8166 produjo los mayores valores de deposición de entre los suavizantes ensayados, tanto con los tensioactivos indicados por separado y en mezcla.

En general, los valores de deposición para el tejido de algodón aprestado y tratado con HF 6922 (de menor peso molecular) mostró mayores valores que el suavizante HF 3474 en presencia del tensioactivo aniónico y tales valores fueron similares en los dos suavizantes con las mezclas de tensioactivos ensayadas y para el tensioactivo no-iónico por separado.

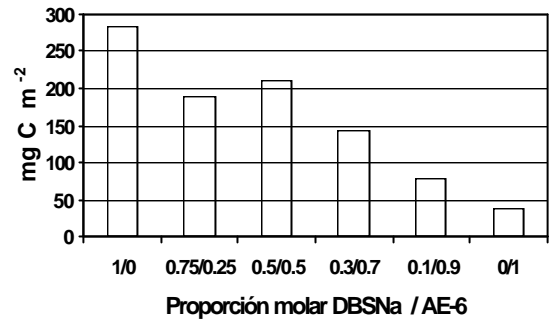
#### 4.4. Deposición de impurezas durante el lavado

A partir de la linealidad obtenida previamente entre el grado de ensuciamiento y la correspondiente cantidad de negro de humo depositada sobre el tejido se determinó la deposición obtenida de tal impureza para cada ensayo de lavado realizado. Los resultados de la cantidad de negro de humo depositado a 40°C en el tejido de algodón acabado con DMDHEU y diferentes suavizantes en presencia de la cantidad total de  $2 \times 10^{-3}$  M de los tensioactivos DBSNa

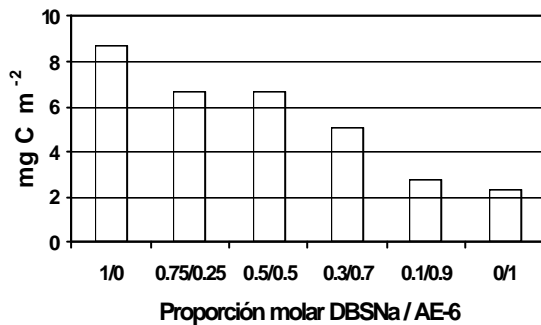




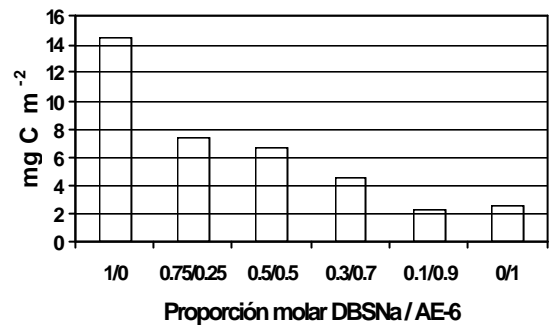
**FIG. 6:** Cantidad de negro de humo depositado a 40°C en función de la proporción molar de DBSS/AE-6 para tejido de algodón aprestado con DMDHEU ( agua de 20ºhf)



**FIG.7:** Cantidad de negro de humo depositado a 40°C en función de la proporción molar de DBSS/AE-6 para tejido de algodón con DMDHEU y suavizado con 0.3% s.p.f. aminopolisiloxano 8166 ( agua de 20º hf)



**FIG. 8:** Cantidad de negro de humo depositado a 40 °C en función de la proporción molar de DBSS/AE-6 para tejido de algodón aprestado con DMDHEU y suavizado con 0,3% s.p.f. de amoniopolisiloxano HF 3474 (agua de 20ºhf)



**FIG. 9:** Cantidad de negro de humo depositado a 40 °C en función de la proporción molar de DBSS/AE-6 para tejido de algodón aprestado con DMDHEU y suavizado con 0,3% s.p.f. de amoniopolisiloxano HF 6922 (agua de 20ºhf)

## 5. CONCLUSIONES

Con referencia a la aplicación de suavizantes microemulsionados de aminopolisiloxano (8466,8166 y 8461) y de amoniopolisiloxano (HF 3474 y HF 6922) de distinto peso molecular, aplicados a la concentración inicial de 0.3% s.p.f sobre tejido de algodón aprestado con DMDHEU, cabe indicar las conclusiones siguientes:

**5.1.** A Los tratamientos de los suavizantes 8166 (aminopolisiloxano de peso molecular medio) y el suavizante HF 3474 (amoniopolisiloxano de peso molecular alto) les correspondieron los mayores valores del índice de fricción ( $n$ ), tanto en el sentido de urdimbre como por trama, resultando una elasticidad mayor que con los otros suavizantes ensayados. El tejido de algodón aprestado, con menores valores de tal índice  $n$  le correspondió la menor elasticidad.

**5.2.** Menores valores de la constante de fricción ( $K$ ) en el sentido de urdimbre y trama correspondieron al tejido de algodón aprestado tratado con los suavizantes 8166 y HF 3474, en consecuencia, fueron los suavizantes que proporcionaron un menor rozamiento por fricción tejido-tejido. Al tejido de algodón aprestado sin suavizante, con unos mayores valores de  $K$  por urdimbre y trama, le correspondió el mayor rozamiento por fricción. Los otros suavizantes 8461 y 8466 resultaron con valores de rozamiento por fricción intermedios.

**5.3.** Con referencia a la suavidad obtenida mediante los suavizantes ensayados cabe indicar, por orden de mayor a menor suavidad, lo siguiente: HF3474> 8166> HF 6922>8466 >8461 > tejido de algodón aprestado (original)

En consecuencia, los suavizantes de amoniopolisiloxano (de mayor peso molecular) y el aminopolisiloxano de peso molecular medio, fueron los que resultaron con tacto más suave, con

diferencias poco significativas entre ellos. Su diferencia fue significativa respecto a los otros suavizantes ensayados y en el orden indicado.

**5.4.** El tejido de algodón aprestado sin suavizante resultó con mayor capacidad de absorción de agua por capilaridad y con mayor velocidad de tal absorción que tal tejido tratado con los suavizantes ensayados por separado.

**5.5.** Al suavizante HF 3474, de mayor peso, le correspondieron menores valores de absorción de agua por capilaridad que al suavizante HF 6922, de menor peso molecular. Sus velocidades de absorción fueron algo inferiores que el tejido sin suavizar, y el suavizante HF 3474 dio una velocidad ligeramente superior que el HF 6922.

**5.6.** Con los suavizantes de aminopolisiloxano, el suavizante de menor peso molecular 8461 fue el que dio mayores valores de absorción de agua por capilaridad y el de peso molecular mayor dio menores valores de absorción de agua por capilaridad. Al suavizante 8166, de peso molecular intermedio, le correspondieron unos valores de absorción por capilaridad intermedia. Sus constantes de velocidad fueron del mismo orden, ambas inferiores a la velocidad de absorción del tejido aprestado sin suavizante.

**5.7.** Los valores de deposición de impurezas sólidas sobre el tejido de algodón aprestado y tratado con los suavizantes ensayados se mostraron superiores en presencia del tensioactivo aniónico (DBSNa). Para las mezclas de tensioactivos, en general, los valores de deposición, en general, decrecieron al aumentar la proporción de tensioactivo no-iónico (AE-6) en la mezcla. Los menores valores de deposición correspondieron al tensioactivo no-iónico (AE-6).

**5.8.** Con los suavizantes utilizados se produjeron mayores valores de deposición que para el tejido de algodón aprestado. Los mayores valores de deposición correspondieron al suavizante 8166. En general, los valores de deposición para el tejido de algodón aprestado y tratado con HF 6922 (de menor peso molecular) resultaron mayores que con el suavizante HF 3474 en presencia del tensioactivo aniónico, con valores fueron similares entre ellos para las mezclas de tensioactivos ensayadas y el tensioactivo no-iónico utilizado por separado.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Subdirección General de Formación y Promoción General del Conocimiento del Ministerio de Educación y Tecnología, soporte financiero en los Proyectos PB95-0770 y PB2000-0987. Así como también: a) Al Prof. Dr. A. Naik por la prestación de equipos de laboratorio para la obtención de las propiedades físicas de los tejidos (fricción, abrasión y pilling) y a N. Carretero, C. Roig y M Simó, por la ayuda prestada en la realización de la labor experimental b) A los

fabricantes de los suavizantes de organopolisiloxano :Dow Corning Corporation (U.K.) y Hansa Textilchemie GmbH y c) Al suministrador del tensioactivo no-iónico: ICI España S.A (España)

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Rollins M. The cotton fiber and celulosa "American Cotton Handbook" Vol., 1 Director de la Edición D.S. Hamby, Wiley, New York (1965).
2. Gacén J. y Maillo J. Algodón y Celulosa. Estructura Propiedades. UPC. Terrassa (1987).
3. Hall A.J., Textile Finishing, Tercera edición, Heywood Books, London (1966).
4. BASF Textile Finishing Manual, BASF A:G., Ludwigshafen, W. Germany (1973).
5. Carrión F.J. Boletín INTEXTER, 112, 61-66 (1997).
6. Lautenschlager. J. B y Huhn K.G. Textile Chemists and Colourists, 3, 27-29 (1995).
7. Cray S. y Budden G. Textile Month, March 33-37 (1996).
8. Patente USA, 4,620,878 (1986).
9. Patel M.G., Chapatwala M.N. y Gandi R. Textile Dyer & Printer 5,6 26-28 (1989).
10. Joyner M.M., Text. Chem. Col. p34 (1986).
11. Joyner M.M. American Dyestuff Reporter, 8, 36-38 (1988).
12. Carrión F.J. and Serra M. Comunicaciones de las XXII Jornadas del CED, Palma de Mallorca, 22, 373-396 (1991).
13. Información técnica suministrada por Hansa Textilchemie GmbH.
14. Patente pendiente.
15. Aparato fricción Newsletter CEE-DG XII Sprint RA 115 4 Feb (1992).
16. Florio F.A. and Merseuer E.P., Textile. Res J. 7,641-649 (1955).
17. Dreby E.C. American. Dyestuff Reporter 3 1,497 (1942).
18. Hoffman R.M. y Besle L.F.(1951) Textile. Res. J. 21, 66 (1951).
19. Howell H.G. Mieszkis K.W. y Tabor D (1959) Friction in Textiles, Butterworths and Textile Institute, London (1959).
20. Yoon H., Sawyer L.C. and Buckley A (1984). Textile Res. J. 54, 357 (1984).
21. Ayahi O.(1992), Textile Res. J. 62(1),52-59.
22. Wilson D.A. J. Tex. Ins. 54, T 143 -T155 (1963).
23. Carrión F.J., Comunicaciones de las XXXI Jornadas del Comité Español de la Detergencia 31, 275-288 (2001).
24. Norma UNE 55563, ISO DIS 2871.
25. Carrión F.J. Proceedings 40º International Detergency Conference a celebrar del 30/4/01 a 2/05/01. Pendiente de Publicación (2001).