

# DEPOSICIÓN DE IMPUREZA SÓLIDA EN EL LAVADO DE TEJIDOS DE ALGODÓN SUAVIZADO CON ESTERQUAT: INFLUENCIA DE LOS COPOLÍMEROS ACRÍLICO/MALÉICO

F. J. Carrión\* y R. R. Díaz\*\*

## 0.1. Resumen

En este trabajo se pretende mostrar la influencia de los copolímeros de ácido acrílico/ácido maléico (sal de sodio) en la deposición durante el lavado de impureza sólida, tal como el negro de humo sobre tejido de algodón sin y con suavizante. Estos polímeros fueron estudiados variando el peso molecular y su proporción porcentual en peso en la cadena. Los suavizantes empleados, se utilizaron compuestos del tipo esterquat. Los tensioactivos utilizados en el lavado fueron mezclas de dodecibenceno-sulfonato sódico y alcoholes grasos etoxilados con 6, 8, 10 y 20 m. OE.

**Palabras clave:** Deposición de lavado, suavizantes, algodón, esterquat, mezcla de tensioactivos, co-polímeros acrílico-maléico.

## 0.2. Summary. DEPOSITION OF SOLID IMPURITY ON COTTON WITH ESTERQUAT SOFTENED: THE INFLUENCE OF ACRYLIC-MALEIC COPOLYMERS

This paper aims to show the influence of the acrylic acid - maleic acid (sodium salt) copolymers on deposition during washing of solid impurities, such as carbon black on cotton materials with and without use of softener. These polymers were studied under variations of their molecular weight and percentage proportional weight in the chain. The softeners used were compounds of the esterquat type. The surfactants used in washing were blends of sodium dodecylbenzene sulphonate and etoxilated alcohols with 6, 8, 10 and 20 m. OE.

**Key words:** Washing deposition, softeners, cotton, esterquat, blended surfactants, acrylic - maleic polymers.

## 0.3. Résumé DÉPOSITION DE IMPURETÉ SOLIDE SUR LE COTTON AVEC UN DOUCISSANT TYPE "ESTERQUAT". INFLUENCE DE COPOLYMÈRES ACRYLIQUES MALEIQUES.

Ce travail cherche à mettre en évidence l'influence des copolymères d'acide acrylique/maléique (sel de sodium) dans le dépôt pendant le lavage des impuretés solides, telles que le noir de fumée, sur des tissus en coton avec et sans adoucissant. Ces polymères ont été étudiés en variant le poids moléculaire et le pourcentage de poids dans la chaîne. Quant aux adoucissants, nous avons utilisé des composés du type "esterquat". Les tensio-actifs utilisés dans le lavage ont été des mélanges de dodécylbenzènesulfonate de sodium et des alcools gras éthoxylés avec 6, 8, 10 et 20 m. OE.

**Mots clés:** Déposition de lavage, adoucissants, coton, "esterquat", mélange de tensio-actifs, polymères acrylique-maléique.

## 1. INTRODUCCIÓN

La redeposición de impurezas previamente extraídas del sustrato de algodón durante el proceso detergente es un fenómeno complejo que depende de la interacción de varias variables: a) Condiciones de lavado b) Detergente utilizado c) Tipo de impurezas y d) Sustrato<sup>1)</sup>. Para prevenir la deposición de tales impurezas se pueden añadir a los detergentes los polímeros orgánicos que mantienen en suspensión la suciedad insoluble y evitan que vuelva a depositarse sobre el sustrato<sup>2)</sup>. Los polímeros que vienen siendo utilizados para potenciar la acción coadyuvante de la zeolita en las formulaciones detergentes sin fosfatos son los del tipo de carboxilato<sup>3)</sup>. Estos polímeros presentan muchas prestaciones derivadas de su acción en el secuestro de iones cálcicos, dispersión de la suciedad y de su acción en evitar las incrustaciones de sales sobre el tejido, por lo que es importante conocer sus prestaciones en el aspecto de evitar la redeposición de impurezas sólidas sobre los artículos textiles<sup>4)</sup>.

Por otro lado la adición de suavizantes a los tejidos de algodón después del lavado es un norma usual escogida por los consumidores, actualmente los suavizantes de esterquat son los mas utilizados que proporcionan al tejido un acabado superficial

\* Dr.Ing. Fco. Javier Carrión Fité, Profesor Titular 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.

\*\* Dr. Raúl Ricardo Díaz Contreras, Profesor en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional de México.

característico que influye en el fenómeno de la redeposición de impurezas.

Este trabajo tiene como objetivo la obtención de la influencia de los polímeros de acrílico/maléico con diferente proporción de mezcla y de diferente peso molecular en el fenómeno de la redeposición de impurezas sobre un artículo de algodón. Este tejido fue tratado con suavizante del tipo esterquat..

El fenómeno de la redeposición de impurezas sobre el tejido de algodón sin y con suavizantes se realizó en presencia de los tensioactivos: aniónico DBSS y del no-iónico alcohol graso etoxilado en función de su diferente longitud de cadena oxietilenada con 6, 8, 10 y 20 m. OE.

## 2. EXPERIMENTAL

### 2.1. Materiales

#### 2.1.1. Tejido

Se empleó un tejido de algodón 100% que tuvo un tratamiento de descruado y blanqueo químico, suministrado por Acabados Castell (Barcelona). Este tejido tuvo las siguientes características: a) peso: 172.14 g.m<sup>-2</sup>; b) densidad del tejido: urdimbre: 28 hilos.cm<sup>-1</sup> y trama: 26 pasadas.cm<sup>-1</sup>; c) los títulos de los hilados fueron: 26 Tex Z y 42 Tex Z; d) la estructura corresponde a tejido de calada, ligamento tafetán.

#### 2.1.2. Productos químicos

##### 2.1.2.1. Suavizante

Se utilizó el suavizante esterquat, suministrado por Unilever Research (Inglaterra), con las siguientes características: a) naturaleza química, cadenas grasas de ester de amonio cuaternario; b) P.M.= 678 g.mol<sup>-1</sup>; c) sólidos=85.72%; d) preparación: emulsión al 5%.

##### 2.1.2.2. Componentes del detergente

##### 2.1.2.2.1. Tensioactivos utilizados

a) Tensioactivo aniónico: Dodecibenceno-sulfonato sódico (DBSS), reactivo para análisis, suministrado por Sigma.

b) Tensioactivo no iónico: Alcoholes grasos etoxilado con 6 m. OE (AE-6), suministrado por ICI con la referencia Synperonic 91-6, con un índice de hidroxilo de 134.

El agua usada en la disolución de tensioactivos fue desionizada obtenida mediante un equipo Milli-Q plus de osmosis inversa aplicado al tratamiento de agua destilada con anterioridad.

##### 2.1.2.2.2. Sales para la preparación de agua de dureza conocida

Se preparó para los lavados, agua a 25 °HF mediante la utilización de agua bidestilada y

sales de MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O de Panreac, pureza del 99% y CaCl<sub>2</sub> de Panreac, de 95% de pureza.

### 2.1.2.2.3. Polímeros

Se utilizaron los polímeros del tipo acrílico/maléico CP-5 y CP-7, suministrados por Basf (Alemania) y el SP-O2, suministrado por Norsohaas (Francia). Sus características se indican en la tabla 1.

**TABLA 1**  
Características de los polímeros utilizados

	CP-5	CP7	SP02
ACRILICO/MALEICO (% en peso)	50/50	50/50	70/30
P.M. (g.mol <sup>-1</sup> )	70000	50000	77500
SOLIDOS (%peso)	40	40	39.55
pH	8.0	8.0	8.3
VISCOSIDAD(MPa.s)	2800	1200	1550

#### 2.1.2.3. Componentes de la fórmula de ensuciamiento

Se utilizó negro de humo Raven 1040, hecho por Columbian, con un diámetro de partícula de 29 nm y un área superficial de 85 m<sup>2</sup>.g<sup>-1</sup>, para su aplicación, se dispersó adecuadamente en alcohol isopropílico mediante ultrasonido.

## 2.2. Aparatos utilizados

### 2.2.1. Aparatos de lavado

Para los ensayos de lavado se utilizó un terg-o-tometro modelo 7243S, USA Testing Co. INC. , provisto de 6 botes de lavado.

### 2.2.2. Mediciones de la reflectancia del tejido

Las mediciones de la reflectancia del tejido utilizado, se realizaron en un espectrofotómetro Macbeth WE3000 (Inglaterra).

## 2.2. Procedimientos

### 2.2.1. Suavizado del tejido de algodón

El suavizante de esterquat fue aplicado al tejido de algodón por agotamiento, sumergiéndolo en un recipiente de acero conteniendo la solución suavizante bajo las siguientes condiciones operativas: a) 0.3% de suavizante s.p.f.; b) relación de baño = 1:15, c) temperatura: 40°C, d) tiempo: 4 minutos y con agitación (100 r.p.m.). El suavizante esterquat se aplicó en forma de emulsión al 5%.

### 2.2.2. Ensayos de deposición

Los ensayos de lavado se efectuaron basándose en la norma ISO 105-106/DAD. Las muestras fueron de 10x4 cm, la temperatura de lavado fue de 30°C, el tiempo de lavado fue de 30 minutos y el volumen de lavado de 150 ml. La cantidad de negro de humo introducida en cada

baño de lavado fue de 10 mg dispersados en alcohol isopropílico.

Cada ensayo de deposición fue el promedio de dos determinaciones y todos los ensayos se llevaron a cabo añadiendo el negro de humo después de haber tenido el tejido sumergido 40 minutos en la solución de lavado.

### 2.3.2.1. Determinación del grado de ensuciamiento del tejido

El grado de ensuciamiento se calculó usando la ecuación de Florio y Merserau<sup>5)</sup> a partir de los valores triestímulo obtenidos de las reflectancias del tejido antes y después del lavado. Tal ecuación es la siguiente:

$$\Delta C = \left[ (X_S - X_P)^2 + (Y_S - Y_P)^2 + (Z_S - Z_P)^2 \right]^{1/2}$$

donde:

$X_P$ ,  $Y_P$ ,  $Z_P$ , son los valores triestímulo de las muestras blancas antes de lavado y  $X_S$ ,  $Y_S$ ,  $Z_S$  son los valores triestímulo de las muestras después del ensuciamiento. Estos valores son el promedio de cuatro lecturas de reflectancia obtenidas girando la muestra 90° en cada determinación.

## 3. ENSAYOS REALIZADOS

La deposición de negro de humo sobre el tejido de algodón con y sin el suavizante ESTERQUAT fue llevado a cabo en presencia de diferentes concentraciones de la mezcla DE DBSS/alcohol graso etoxilado y también con estos tensioactivos por separado.

El copolímero de acrílico/maleíco en los ensayos de deposición fue aplicado a la concentración de 4% de polímero en la solución de lavado.

Las citadas mezclas de tensioactivos fueron ensayadas con las relaciones de tensioactivo aniónico/no-iónico siguientes: 1:0, 0,95:0,05; 0,85:0,15; 0,75:0,25; 0,5:0,5; 0,25:0,75 y 0:1. La concentración total de los tensioactivos fue de  $3 \times 10^{-3}$  M.

La dureza del agua utilizada fue de 25 °HF preparada a partir de una solución de 13,114 g.l<sup>-1</sup>, Mg Cl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O y 2,356 g.l<sup>-1</sup> de Ca Cl<sub>2</sub>.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Relación lineal entre el grado de ensuciamiento y la cantidad de negro de humo depositado sobre el tejido de algodón (rectas de calibración)

La relación lineal entre el grado de ensuciamiento y la cantidad de negro de humo depositada fue evaluada mediante la ecuación de Florio y Merserau<sup>5)</sup> a partir de las reflectancias de los tejidos y los logaritmos de las cantidades de negro de humo depositadas expresadas en mg

C.m<sup>-2</sup>. Esta linealidad para el tejido inicial de algodón y el tejido suavizado con esterquat se indica en la Tabla 2. El tensioactivo utilizado fue el tensioactivo aniónico DBSS a la concentración de  $3 \times 10^{-3}$  M y se utilizaron cantidades conocidas de negro de humo sobre el tejido con el objeto de obtener los ajustes correspondientes.

**TABLA 2**

Ajuste lineal entre el grado de ensuciamiento y el logaritmo de la concentración de negro de humo depositado ( $x = \log C$ ) en el tejido de algodón

Tejido suavizado	Ajuste lineal	Coef. de correlación
Original	$Y = 40.41 X$	0.9552
Esterquat	$Y = 37.37 X$	0.9725

### 4.2. Deposición de negro de humo sobre el tejido de algodón

Los resultados de las cantidades de negro de humo depositado sobre algodón en presencia de los tensioactivos DBSS y alcohol etoxilado con 6, 8, 10 y 20 m.O.E. para una concentración total de  $3 \times 10^{-3}$  M y con diferentes proporciones de mezcla de tales tensioactivos se indican para el tejido de algodón en la Figura 1 y con la adición de los polímeros CP5, CP7 y SP02 a las concentraciones de 4 % en las figuras 2, 3 y 4 respectivamente. Con el sustrato de algodón suavizado con esterquat en la Figura 5 y con la adición de los polímeros CP5, CP7 y SP02 en las figuras 6, 7 y 8 respectivamente.

En las figuras anteriormente referenciadas se puede indicar lo siguiente:

a) Influencia de la relación molar aniónico/no-iónico

En todos los casos, se obtuvieron mayores valores de deposición en presencia de tensioactivo aniónico DBSS y menores valores en los tensioactivos no iónicos AE6, AE10 y AE 20 para todos los polímeros ensayados.

En la mezcla de tensioactivos aniónico-no iónico, la deposición descendió al disminuir la proporción de tensioactivo aniónico en la misma aumentado en consecuencia la proporción de la cantidad de tensioactivo no-iónico.

Cabe mencionar que una pequeña cantidad de tensioactivo no iónico en la mezcla ( a partir del 5%) produjo una considerable disminución de la deposición en comparación con el tensioactivo aniónico DBSS por separado.

No debe olvidarse que se ha utilizado agua con una dureza de 25 °HF que provoca dada la adsorción de cationes polivalentes de Ca<sup>++</sup> y Mg<sup>++</sup> sobre la superficie negativa del tejido de algodón y la impureza sólida, una reducción de sus potenciales eléctricos y en consecuencia, facilitan la deposición de la impureza sólida.

b) Influencia de la longitud de cadena oxietilenada del tensioactivo no iónico

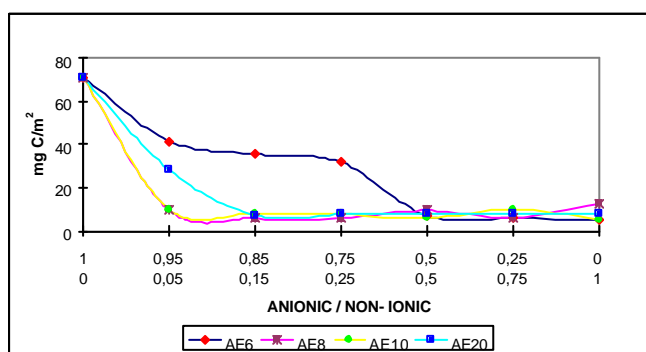
En general, al aumentar la longitud de cadena oxietilenada del tensioactivo no iónico, para todas las proporciones de mezcla ensayadas con el tensioactivo aniónico, se puede apreciar una disminución de la deposición obtenida en ausencia y presencia de los polímeros ensayados. Este comportamiento se puede asociar al mayor impedimento estérico proporcionado por el aumento de la longitud de la cadena oxietilenada del alcohol etoxilado<sup>6)</sup>.

c) Influencia de la naturaleza del polímero

Se observó que la presencia de polímero acrílico/maléico redujo aproximadamente 3.5 veces la deposición de impurezas en presencia de tensioactivo aniónico DBSS. Su efecto fue menos importante para el tensioactivo no iónico dado que inicialmente ya se partía de valores bajos en ausencia de tales polímeros.

Según se puede apreciar, por comparación entre polímeros de la misma proporción acrílico/maléico (50/50), el polímero CP5, de mayor peso molecular es el que redujo en mayor medida la deposición respecto al polímero CP7 de menor peso molecular.

Respecto al polímero SP02 con menor cantidad de grupos negativos que los anteriormente indicados, se produjeron unos valores de deposición algo superiores a los anteriormente indicados en todas las mezclas aniónico-no iónico ensayadas, tal comportamiento es atribuido a la estructura del copolímero (acrílico/maléico 70/30 % peso), que una vez adsorbido a la celulosa es capaz de provocar una disminución de su carácter negativo en menor cuantía que el producido por su tratamiento con los polímeros CP5 y CP7 (con mayor cantidad de grupos negativos en su macromolécula).



**FIGURA 1:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón en presencia de DBSS (aniónico) y AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas.

### 4.3 Deposición de negro de humo sobre tejido suavizado con esterquat

A partir de la figura 5 deposición sin polímero y de las figuras 6, 7 y 8 con los polímeros CP5, CP7 y SPO2 respectivamente cabe indicar para el tejido de algodón suavizado con esterquat lo siguiente:

a) Influencia de la relación molar de aniónico / no iónico

En general, los valores de deposición fueron mayores que los encontrados con el tejido sin suavizante.

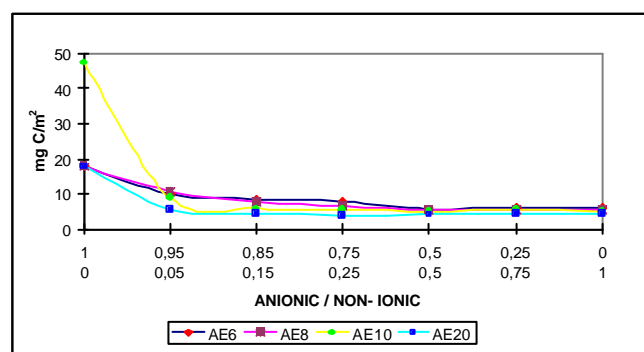
Se puede indicar lo mismo que se indicó anteriormente: la deposición de impurezas descendió en gran medida en presencia del tensioactivo aniónico y se presentó una menor deposición en presencia de los tensioactivos no-iónicos, los cuales presentaron menores valores de deposición.

b) Influencia de la cadena oxietilenada del tensioactivo no iónico

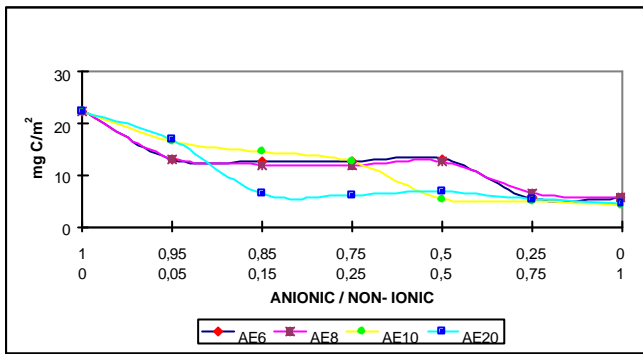
El tensioactivo no-iónico AE6 dio mayores valores de deposición que los tensioactivos no iónico AE8, AE 10 y AE20 sin polímero y con los polímeros CP7 y SP02.

c) Influencia de la naturaleza del polímero.

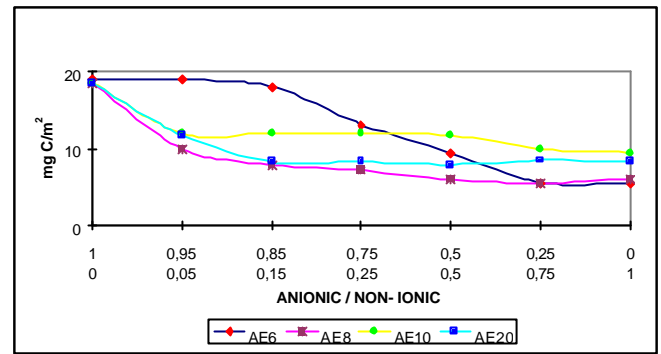
En general, el polímero acrílico/maléico disminuyó considerablemente la deposición de impurezas cuando cuando se usó el tensioactivo aniónico DBSS y un efecto menos acusado en el caso de los tensioactivos no-iónicos que incluso inicialmente ya presentaban valores de deposición menores. En el caso de las mezclas de tensioactivos aniónico con no-iónico el polímero CP5 de mayor peso molecular es el que redujo en mayor medida la deposición del tejido suavizado en comparación con los otros polímeros. En general, el tratamiento suavizante produjo unos mayores valores de deposición usando los polímeros ensayados, respecto a los tejidos no suavizados.



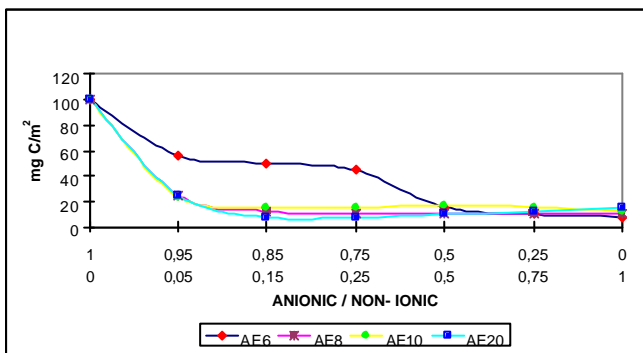
**FIGURA 2:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón usando polímero CP5 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas



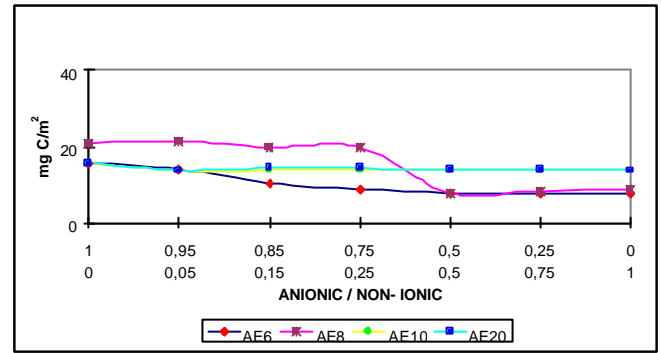
**FIGURA 3:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón usando polímero CP7 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas.



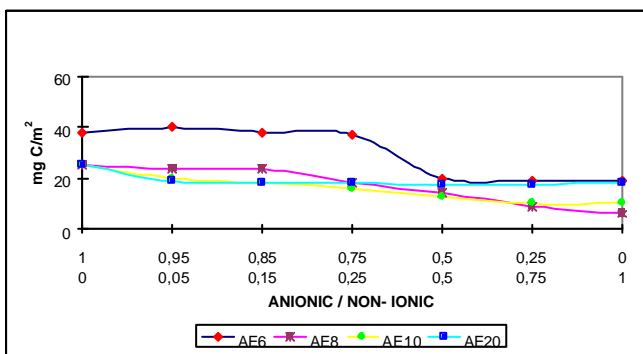
**FIGURA 4:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón usando polímero SP02 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas.



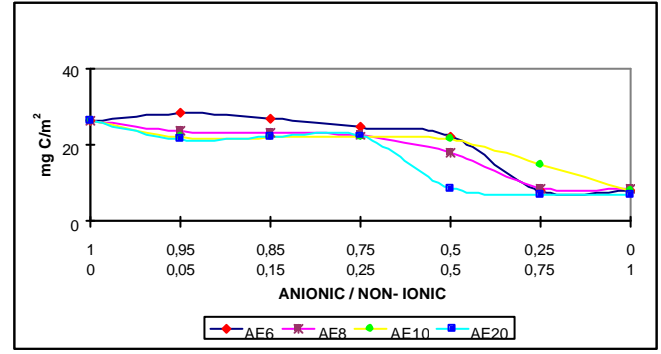
**FIGURA 5:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón suavizado con esterquat y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas.



**FIGURA 6:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón suavizado con esterquat usando polímero CP5 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas.



**FIGURA 7:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón suavizado con esterquat usando polímero CP7 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas..



**FIGURA 8:** Deposición de negro de humo en tejido de algodón suavizado con esterquat usando polímero SP02 y DBSS (aniónico), AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20 (no-iónico) y sus mezclas..

## 5. CONCLUSIONES

Para la deposición de impureza sólida en el tejido de algodón se pueden indicar las siguientes conclusiones:

**5.1.** Los valores de deposición del tensioactivo aniónico DBSS fueron superiores a los valores de los tensioactivos no-iónicos AE-6, AE-8, AE-10 y AE-20.

**5.2.** En la mezcla de tensioactivos aniónico con no-iónico la deposición en el tejido de algodón descendió al disminuir la proporción de tensioactivo aniónico y aumentar la concentración de tensioactivo no-iónico en la mezcla.

**5.3.** Pequeñas cantidades de tensioactivo no iónico en la mezcla ( menor del 5%) produjeron mayores descensos de la deposición obtenida que el tensioactivo aniónico por separado.

**5.4.** La dureza del agua produjo una reducción del potencial eléctrico debido a la adsorción de cationes polivalentes en consecuencia se facilitó la una deposición de impureza sólida.

**5.5.** Al aumentar la longitud de cadena oxietilenada del tensioactivo no-iónico se produjo una menor deposición con y sin los polímeros utilizados. Este efecto se asoció al impedimento estérico de la cadena oxietilenada del tensioactivo no-iónico.

**5.6.** Con la utilización de polímeros de acrílico/maléico se redujo en 3.5 veces la deposición para el tensioactivo aniónico DBSS. Este efecto fue menos importante para el tensioactivo no-iónico ya que inicialmente se obtuvieron menores valores de deposición sin los polímeros.

**5.7.** El polímero CP5 de mayor peso molecular, para una misma proporción de acrílico/maléico, presentó una menor deposición que el polímero de menor peso molecular CP7

**5.8.** Una estructura química del copolímero menos negativa, tal como la proporción de acrílico/maléico 70/30 % en peso, aumentó la deposición obtenida respecto a los copolímeros 50/50 % (CP5 y CP7).

Para la deposición de impureza sólida en el tejido de algodón suavizado se pueden indicar las conclusiones siguientes:

**5.9.** Los valores de deposición en el tejido suavizado fueron mas elevados que los obtenidos con el tejido sin suavizar.

**5.10.** Las mezclas del tensioactivo aniónico con el no-iónico AE-6 con menor longitud de cadena oxietilenada, en general, dieron mayores valores de deposición que las otras mezclas de tensioactivos ensayados con tensioactivos no-iónicos de mayor longitud de cadena oxietilenada (AE-8, AE-10 y AE-20) e igualmente se puede indicar en presencia de los polímeros CP7 y SP02.

**5.11.** En general, el polímero CP5 de mayor peso molecular es el que redujo en mayor medida la deposición del tejido suavizado en comparación con los otros polímeros.

## 6. AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Subdirección General de Formación y Promoción del Conocimiento del Ministerio de Educación y Ciencia el soporte financiero del proyecto PB95-0770, en el que se incluye este trabajo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Carrión F.J., Revista de la Ind. Textil 358,76-84 (1998).
2. Cutler W.G. Kissa E. Detergency theory and technology, Marcel Dekker, Surfactant Sc. Series vol 20 (1987).
3. Carrión, F.J. Boletín INTEXTER, 113, 55-60 (1998).
4. Gauthier F. y al. Journ.Com. Esp., Deter 27, 293-304 (1997).
5. Florio, F.A., Merserau E.P., Text. Res. J., 25, 641 (1955).
6. Rosen M.J. Surfactants & Interfacial Phenomena Second Edition, John Wiley & Sons, New York (1989).

Trabajo presentado en: 1999.06.23.

Aceptado en: 1999.06.30.