

LAVADO DE POLIESTER, TEÑIDO Y SIN TEÑIR, MEDIANTE TENSIOACTIVOS ECOLOGICOS.

F.J. Carrión-Fité

-Instituto de Investigación Textil y Cooperación Industrial de Terrassa (INTEXTER)
-Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (DETIP)
Universidad Politécnica de Catalunya (UPC)
ESPAÑA

RESUMEN

Con objeto de obtener adecuados niveles de biodegradabilidad y toxicidad de los tensioactivos, han aparecido en el mercado los alquil poliglucósidos (APGs). Estos tensioactivos no iónicos, obtenidos a partir de sustancias naturales, son 100% biodegradables y resultan muy oportunos para su aplicación en el lavado.

En este trabajo se estudió el comportamiento del sangrado (migración del colorado) del tejido de poliéster teñido al ser lavado junto con el mismo artículo sin teñir, o bien con materiales textiles blancos (tejido multifibra). Los tensioactivos utilizados fueron; el dodecibencenosulfonato sódico (LAS) y el APG con cadena de C₁₂-C₁₄ con 1,4 grupos glucósidos (no iónico), por separado y en mezcla, sin coadyuvante y sin agua dura. Asimismo, se mostró su efecto detergente, en un tejido de poliéster sin teñir, utilizando agua dura, que fue previamente ensuciado con impurezas sólida y líquida (negro de humo y ácido oleico), El tejido de poliéster previo a al estudio de la migración al lavado, fue teñido con colorantes dispersos. Con el objeto de poder relacionar el comportamiento obtenido en el sangrado (migración) de tales colorantes dispersos, a partir de los potenciales zeta, tanto de los colorantes como del tejido de poliéster sin teñir, se aplicó la teoría de la heterocoagulación para el cálculo de la energía potencial total de interacción.

1- INTRODUCCION.

El notable desarrollo de los tensioactivos no iónicos como componentes dominantes en las formulaciones detergentes requiere una comprensión de sus prestaciones durante el lavado, no solamente como productos separados sino también como mezclas binarias con tensioactivo aniónico. (1)

Los componentes que se incluyen actualmente en los detergentes son, como mínimo, un tensioactivo aniónico, como es el alquilbencenosulfonato sódico, un tensioactivo no-iónico como es el alcohol graso etoxilado y el jabón, siendo los coadyuvantes, los agentes de blanqueo y electrolitos los otros componentes de los detergentes en polvo. Los tensioactivos de las formulaciones detergentes, bien sean en forma de polvo o líquida, están obtenidos a partir de derivados del petróleo.(2)

Con objeto de obtener buenos niveles de biodegradabilidad y toxicidad han aparecido en el mercado los poliglucósidos (APGs). Estos tensioactivos no iónicos, obtenidos de sustancias naturales, son 100% biodegradables y resultan muy interesantes para su aplicación en el lavado. Muestran buena

solubilidad, solamente son ligeramente sensibles con la presencia de electrolitos y raramente son influenciados por la dureza del agua. (3)

Una desventaja de los tensioactivos producidos a partir de materias primas del petróleo es que los niveles de biodegradabilidad y ecotoxicidad son, a menudo, menos aceptables que los tensioactivos que provienen de materiales naturales.

Los alquilpoliglucósidos pertenecen al grupo de tensioactivos no iónicos, preparados a partir de materiales crudos renovables, el almidón y grasa o derivados de la glucosa y alcoholes grasos. Para ello se utiliza la D-glucosa, probablemente la unidad orgánica natural más común. Estos poseen ciertas características típicas de los tensioactivos no iónicos y además unas propiedades de aplicación excelentes y unos datos de ecotoxicología favorables, ya que son 100% biodegradables; en consecuencia, el interés industrial en estos compuestos se ha visto incrementado en los últimos años. (4)

Teniendo en cuenta que en una solución del lavado, la mayor parte de los substratos textiles y las partículas de colorante disperso o suciedad están cargadas negativamente, alrededor de su superficie aparece una doble capa eléctrica, con su correspondiente potencial zeta (5) (6). Esto, a su vez, puede facilitar la desorción y adsorción de colorantes por parte del substrato, con la consiguiente decoloración del tejido teñido y manchado de tejidos blancos.

En este trabajo se estudió el comportamiento del APG con longitud de C_{12} - C_{14} con 1,4 grupos glucósidos, por separado y en mezcla con LAS, en diferentes proporciones molares, con objeto de mostrar la decoloración del poliéster teñido y su correspondiente manchado por su migración a materiales textiles blancos (tejido multifibra), al utilizar tales tensioactivos en el lavado sin coadyuvante y sin dureza. Asimismo, se mostró el efecto detergente de estos tensioactivos, con una dureza de lavado y utilizando en el lavado el tejido de poliéster sin teñir, ensuciado previamente con impurezas standard. Estas impurezas estándar fueron del tipo de negro de humo y ácido oleico. El tejido de poliéster fue teñido con colorantes dispersos de la familia Terasil SD.

La deposición de los colorantes dispersos en el poliéster sin teñir es debida a diversas causas, tales como fuerzas de tipo mecánico, químico, eléctrico y de la adsorción. En este trabajo, este fenómeno, impulsado por las fuerzas eléctricas se ha tratado de estudiar con la teoría de la heterocoagulation (7) a partir del estudio de los potenciales electrocinéticos, tanto del potencial zeta del tejido de poliéster por el método del potencial de flujo, como de los potenciales zeta de los colorantes dispersos obtenidos por microelectroforesis. Se estudió la relación existente entre el grado de manchado por colorante disperso del tejido de poliéster sin teñir y el comportamiento electrocinético de los colorantes dispersos en el baño de lavado.

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

2.1.1 Tejidos.

Se utilizó un tejido de poliéster standard del tipo 30 A (Código 30000) wfk Testgewe GmbH (Germany) y un tejido multifibra ISO DW Style 42 (8)

2.1.2 Productos químicos

Los tensioactivos utilizados fueron los siguientes:

1) Tensioactivo aniónico: El dodecilbencenosulfonato sódico, reactivo puro para análisis suministrado por Sigma con una pureza del 80 %.

2) Tensioactivo no-iónico:

Alquilpoliglucósido (APG) con 1,4 grupos glucósidos y una longitud de cadena alquílica de C₁₂-C₁₄ suministrado por Cognis-Iberia S.L., bajo el nombre comercial de Glucopon 600 CS UP. La cantidad de materia activa fue de 50-53 %. El peso molecular medio fue de 409,8 g.mol⁻¹

2.1.3 Colorantes

Los colorantes dispersos suministrados por Ciba, fueron los siguientes: Rubi Terasil SD y Amarillo Terasil SD.

2.1.4 Productos auxiliares

Se utilizó un tensioactivo no-iónico tipo Sandozina NIA (Clariant) para el lavado previo del artículo y la Univadina DPL (CIBA) como dispersante y la Dilatina POE liq (Clariant) como carrier de tintura.

2.3 Aparatos

2.3.1 Aparato de lavado

Para los ensayos de lavado se utilizó un Launder-O-meter de Atlas Instrument (USA)

2.3.2 Aparato de tintura

Se utilizó un equipo de tintura Tin- Control de Renigal, en el cual se produce una agitación del tejido en el baño de tintura estático.

2.3.3 Espectrofotómetro

Las medidas de reflectancia de los tejidos se realizaron en un espectrofotómetro Macbeth WE-300 de Malvern (Inglaterra), provisto del correspondiente software para la determinación de la caracterización del color en tejido a partir de las reflectancias del mismo.

2.3.4 Aparatos para las medidas del potencial zeta y tamaños de partícula.

Para la determinación de los potenciales zeta y tamaño submicra de los colorantes disperses se utilizó un equipo de microelectroforesis Zetasizer Nano-ZS de Malvern Instruments (UK). Para la determinación del potencial zeta del poliéster mediante la técnica del potencial de flujo se utilizó un EKA Electrokinetic Analyzer de Antón Paar (Austria)

2.4 Procedimientos.

2.4.1 Ensuciado de los tejidos de poliéster

El tejido de poliéster sin teñir fue previamente ensuciado con la solución siguiente: 0.25 g de negro de humo; 1.25 g de ácido oleico y 248.5 g de percloroetileno. Una vez homogeneizada dicha solución mediante la acción de agitación por ultrasonidos, se procedió al fulardado del tejido a una impregnación del 90%, obteniéndose tras ello un ensuciamiento uniforme en el mismo.

2.4.2 Proceso de tintura

Al tejido de poliéster, antes de su tintura, se le efectuó un lavado previo a 30°C con 0,5 g/l. con Sandozina NIA, a la temperatura de 30°C durante 20 minutos.

Posteriormente, la tintura con los colorantes indicados en el apartado 2.1.3 se efectuó en las condiciones siguientes:

Colorante disperso: 2 % spf
Dispersante Univadina DPL : 0,5 g/l.
Carrier Dilatina POE liq 16% spf
pH =5,5 con ác. Acético.
Temperatura de tintura: 100°C
Relación de baño: 1/40
Tiempo de tintura: 90 minutos

La eliminación del colorante superficial después de la tintura: 0,5 g/l de detergente no-iónico (Sandozina NIA) a 40.°C se efectuó durante 30 minutos, tras lo cual se efectuó el enjuague correspondiente.

2.4.3 Metodología de lavado del tejido de poliéster teñido y de tal tejido sin teñir, ensuciado.

Los lavados del tejido de poliéster teñido se realizaron en el Launder-O-meter provisto de botes de 500 ml: a) Muestras de tejido: Tejido de poliéster teñido de 10 x 4 cm puesto entre una muestra del mismo tejido sin teñir y una muestra de tejido multifibra (ISO DW Style 42) ambas de las mismas dimensiones y cosidas en forma de libro (por un extremo); b) Concentración del detergente la fijada en cada ensayo ($1 \times 10^{-3} \text{M}$); c) Volumen de baño 150 ml con 10 bolas de acero para agitación;. d) Temperatura de lavado fijada en cada ensayo, 25° C; e) Tiempo de lavado: 30 minutos.

El lavado del tejido de poliéster sin teñir, previamente ensuciado, se efectuó con estas mismas condiciones, lavando solamente este tejido en muestras de 10 x 4 cm, utilizando agua con una dureza de 25° hf y a la temperatura de 30°C y una concentración total de $5 \times 10^{-3} \text{M}$.

2.4.4 Dureza del agua de lavado

La dureza fue preparada a partir de agua desionizada por adición de las sales de $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ con pureza de 99% y Ca Cl_2 con pureza de 95%, ambas suministradas por Panreac (6)

2.5 Evaluación de los resultados.

2.5.1 Evaluación de la detergencia.

La evaluación de la detergencia fue determinada mediante el porcentaje de impureza extraída, como promedio de dos evaluaciones, usando la ecuación siguiente: (7)

$$\% \text{ DETERGENCIA} = \frac{R_{\text{lavada}} - R_{\text{ensuciada}}}{R_{\text{blanca}} - R_{\text{ensuciada}}} \times 100$$

dónde:

R_{lavada} = Medidas de reflectancia del tejido lavado expresado como el triestímulo Y

$R_{\text{ensuciada}}$ = Medidas de reflectancia del tejido ensuciado expresado como el triestímulo Y

R_{blanca} = Medidas de reflectancia del tejido blanco sin ensuciar expresado como el triestímulo Y

2.5.2 Diferencias de color de las muestras teñidas y muestras sin teñir

Después de los correspondientes lavados se efectuaron las determinaciones de las diferencias de color en el espacio CIELAB entre la muestra antes de lavar y las muestras teñidas lavadas. Por otro lado, se determinó el grado de manchado (por migración del colorante) de las muestras blancas después del lavado, comparándolas con las muestras originales sin lavar y sin teñir (blancas), obteniéndose las correspondientes diferencias de color debidas al manchado del colorante correspondiente.(9)

2.5.3 Cálculo del potencial total de energía.

El potencial de energía de interacción entre la partícula esférica de colorante y la superficie plana del tejido, debido a la existencia de la doble capa eléctrica en ambos, fue calculado por la ecuación (4):

$$V_{E,S/P} = a.D / 4.K.T [(\psi_1^2 + \psi_2^2). \ln \{ \exp (2\kappa H_0) - 1 / \exp (2\kappa H_0) \} + 2 \psi_1 . \psi_2 . \ln \{ \exp (\kappa H_0) + 1 / \exp (\kappa H_0) - 1 \}] \quad (1)$$

donde, a es el radio de la partícula esférica considerada en cm. para las diferentes proporciones de LAS:APG siguientes: 1:0; 0,8:0,2; 0,6:0,4;0,4:0,6; 0,2:0,8 y 0:1, K es la constante de Boltzman, T es la temperatura absoluta a 289°C, ψ_1 y ψ_2 son los potenciales de superficie de los materiales considerados, aproximadamente, el potencial zeta del tejido de poliéster y el de la partícula de colorante respectivamente, ambos en la solución de lavado, κ es el recíproco del parámetro de longitud de Debye-Hückel (10), obtenido con un valor de 1053751,65 cm^{-1} para una concentración total de $1 \times 10^{-3} \text{M}$, considerada como la fuerza iónica existente.

$$\kappa = [4.\pi . e^2 (n_+ Z_+^2 + n_- Z_-^2) / D.K.T]^{1/2} \quad (2)$$

donde Z_+ or $-$ es la valencia de las especies iónicas en solución, n_+ or $-$ es la concentración (iones. cm^{-3}) de las mismas especies en solución, e es la carga del electrón y D es la constante dieléctrica, H_0 es la distancia entre el poliéster no teñido y la partícula de colorante.

La energía potencial de interacción entre las partículas esférica y la superficie plana del sólido debida a Van der Waals fue calculada por (10):

$$V_{A,S/P} = - A_{12/3} / 6.K.T [2.a (Ho + a) / Ho (Ho + a) - \ln (Ho + 2.a) / Ho] \quad (3)$$

$$A_{12/3} = (A_{11/3} \cdot A_{22/3})^{1/2} \quad (4)$$

La constante de Hamaker para el poliéster en agua ($A_{11/3}$) fue considerada como 5×10^{-14} ergs (8). La constante de Hamaker para los colorantes dispersos en agua ($A_{22/3}$) fue considerada como 5×10^{-13} ergs (10).

La energía potencial total de interacción entre la partícula de colorante y el tejido (superficie plana) fue calculada por la suma de $V_{E,S/P}$ and $V_{A,S/P}$. (11).

$$V_{T,S/P} = V_{E,S/P} + V_{A,S/P} \quad (5)$$

2.6 Condiciones operativas.

2.6.1 Condiciones de ensayo para la detergencia del tejido de poliéster sin teñir, previamente ensuciado

El tejido de poliéster ensuciado fue sometido a 10 lavados repetidos en las condiciones indicadas anteriormente (sin adjuntar el tejido multifibra) con los tensioactivos seleccionados, que fueron el dodecibencenosulfonato sódico, y el Alquil poliglucósidos (APG) Glucocon 600 CS UP con 1,4 grupos glucósidos. Se utilizaron a la concentración de $5 \cdot 10^{-3}$ M por separado y en mezcla con las proporciones molares de tensioactivo aniónico: no-iónico de 1:0 ; 0.8:0.2 ; 0.6:0.4 ; 0.4:0.6 ; 0.2:0.8 y 0:1, con una dureza del agua de 25° h f, sin coadyuvantes, a la temperatura de 30° C y durante 30 minutos con las condiciones operativas de lavado indicadas anteriormente.

2.6.2 Condiciones de lavado para las soluciones acuosas de tensioactivos utilizados para el lavado del tejido teñido

Los tensioactivos utilizados fueron el dodecibencenosulfonato sódico (LAS) y el alquil poliglucósido (Glucocon 600 CS UP) con 1,4 grupos glucósidos. Ambos fueron empleados a la concentración de 1×10^{-3} M por separado y en mezcla con las proporciones molares de tensioactivo aniónico: no iónico de 1:0, 0.8:0.2; 0.6:0.4; 0.4:0.6; 0.2:0.8 y 0:1, sin coadyuvantes, ni dureza del agua. La temperatura de lavado fue de 25°C.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Eficiencia detergente en tejido de poliéster con la utilización de APG y LAS, por separado y en mezcla.

En la Figura 1 se indica el porcentaje de impurezas extraídas del tejido de poliéster sin teñir, previamente ensuciado según se indica en el apartado 2.4.1. Este tejido fue tratado con 10 lavados repetidos en las condiciones de lavado indicadas en el apartado 2.6.1. (12).

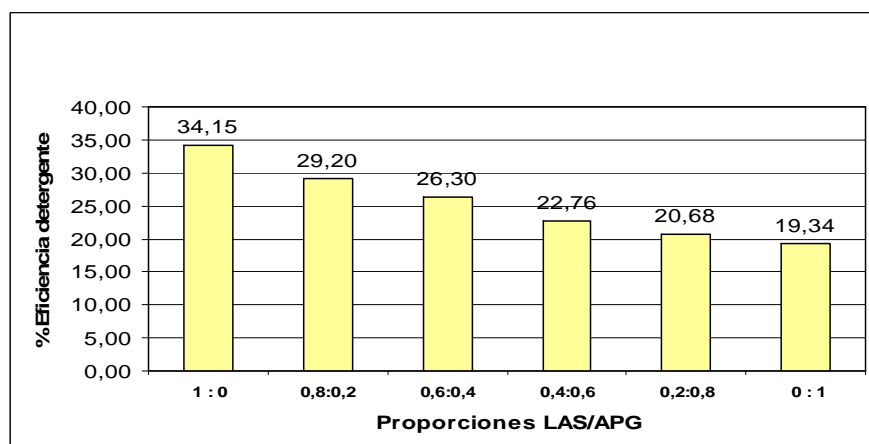


Fig. 1 Porcentaje de impurezas extraídas del tejido de poliéster, después de 10 lavados repetidos, para las diferentes proporciones de mezcla LAS/APG indicadas y con las condiciones especificadas en el apartado 2.6.1 (30°C y 25^ohf)

De los resultados indicados en la Fig 1, cabe indicar que después de 10 lavados repetidos, la mayor eficiencia detergente se obtuvo con el tensioactivo aniónico LAS (1:0) y la menor con el APG (0:1). Con respecto a las mezclas de tensioactivos ensayadas, al aumentar la proporción de tensioactivo APG en la mezcla, la eficiencia detergente disminuyó, con valores intermedios a los obtenidos con los tensioactivos APG y LAS por separado.

3.1 Diferencias de color del tejido de poliéster teñido con colorantes dispersos y migración para el poliéster no teñido.

En las Figuras 2 y 3 se muestran los resultados de las diferencias de color CIELAB para el tejido de poliéster teñido con los colorantes Rubí Terasil SD, y el Amarillo Terasil SD, respectivamente, tal como se ha especificado en la sección 2.5.2, y la migración sobre el tejido no teñido después de un lavado, bajo las condiciones indicadas en el apartado 2.6.2

Los resultados obtenidos, para todas las mezclas de tensioactivos ensayadas, nos mostraron que, durante el lavado, el manchado de los colorantes Rubí Terasil SD, sobre tejido de poliéster no teñido, fue mayor en sus valores de diferencia de color que el de la decoloración producida con la pérdida de colorante en el tejido de poliéster teñido.

La diferencia de color del tejido de poliéster sin teñir, producido por la migración del colorante Rubí Terasil SD (Fig 1) fue, en general, algo mayor en presencia del LAS que en presencia del APG. Para las mezclas de estos tensioactivos, en general, los valores obtenidos fueron similares a los obtenidos en presencia del tensioactivo no iónico APG. Para el colorante Amarillo Terasil SD (Fig 2) las diferencias de color por migración de este colorante fueron menores y similares, sin diferencias significativas entre las mezclas y los tensioactivos por separado

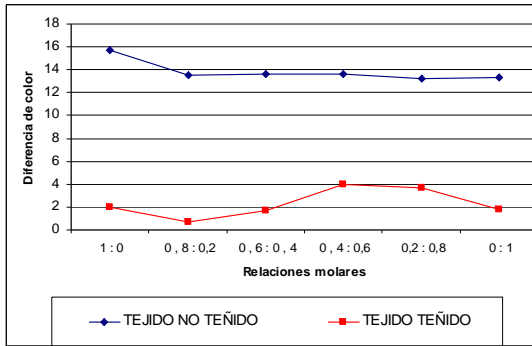


Fig. 2. Diferencias de color del tejido de poliéster teñido con el colorante Rubí Terasil SD y su sangrado sobre el tejido de poliéster sin teñir, ambos para las diferentes proporciones de mezcla de LAS:APG 600 CS UP y por separado, después de un lavado a 25°C.

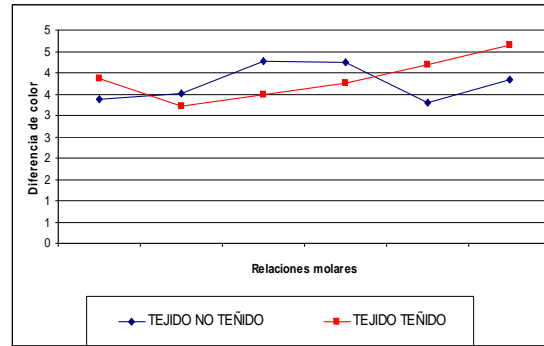


Fig. 3. Diferencias de color del tejido de poliéster teñido con el colorante Amarillo Terasil SD y su sangrado sobre el tejido de poliéster sin teñir, ambos para las diferentes proporciones de mezcla de LAS:APG 600 CS UP y por separado, después de un lavado a 25°C.

Si consideramos las diferencias de color del tejido teñido, cabe indicar que con el colorante Amarillo Terasil SD se produjo una ligera mayor decoloración que el colorante Rubí Terasil SD, sin diferencias significativas en las diferencias de color en cada colorante en función de los tensioactivos ensayados por separado y sus mezclas

3.2 Diferencias de color en el tejido de poliéster teñido con colorantes dispersos y su migración sobre tejido de multifibra.

En las figuras 4 y 5 se muestran las diferencia de color en el tejido de poliéster teñido con los colorantes Rubí Terasil SD y Amarillo Terasil SD respectivamente, después de un lavado bajo las condiciones especificadas en el apartado 2.6.2 en presencia del tejido de multi-fibra compuesto de diacetato, algodón, poliamida, acrílica y lana

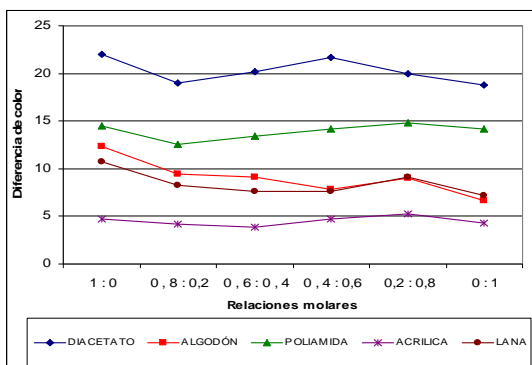


Fig. 4. Diferencias de color del tejido multi-fibra producidas por la migración del colorante Rubi Terasil SD, después de un lavado con el tejido de poliéster teñido para diferentes proporciones de LAS:APG600CS y por separado a 25°C.

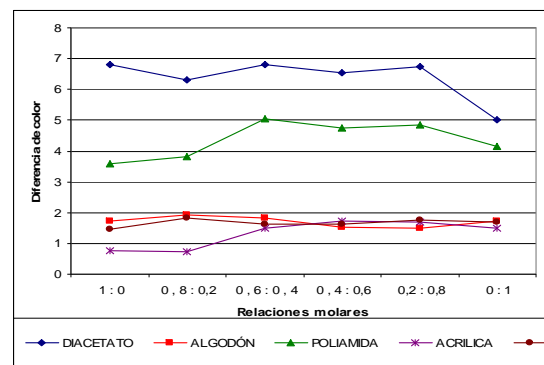


Fig. 5. Diferencias de color del tejido multi-fibra producidas por la migración del colorante Amarillo Terasil SD, después de un lavado con el tejido de poliéster teñido para diferentes proporciones de LAS:APG 600CS y por separado a 25°C.

Con respecto a la decoloración del tejido teñido y el grado de manchado del tejido multifibra (fig. 4 y 5) tanto para los colorantes Rubí Terasil SA como Amarillo Terasil SD respectivamente, cabe indicar lo siguiente: que el mayor grado de manchado (por migración en tejido sin teñir) del colorante se produjo en el tejido de diacetato y el menor en el tejido acrílico, los otros tejidos de poliamida, algodón y lana dieron valores intermedios, siendo, entre éstos, el efecto mas destacado sobre poliamida. Los efectos de manchado, determinados por diferencia de color del tejido no teñido fueron mayores con el colorante Rubí Terasil SD y menores con el colorante Amarillo Terasil SD.

Con referencia a las mezclas de los tensioactivos con respecto a las diferencias de color obtenidas (por migración en tejido sin teñir) se puede indicar que fueron poco significativas. En general, para los dos colorantes indicados, y especialmente en el tejido de diacetato, el tensioactivo aniónico dió mayores valores de diferencia de color que el tensioactivo no iónico.

3.3 Potenciales zeta del tejido del tejido de poliéster no teñido y de las partículas de colorante disperso, así como el tamaño de partícula de éstas.

Se han determinado los tamaños de partícula de los colorantes Rubí Terasil SD y Amarillo Terasil SD, utilizando el equipo indicado en el apartado 2.3.4. En la Tabla I se muestran estos resultados en función de los tensioactivos usados en los lavados. En la Tabla II se muestran los potenciales zeta del tejido de poliéster no teñido y de los colorantes Rubí Terasil SD y Amarillo Terasil SD, respectivamente, en función de los tensioactivos y de sus mezclas usadas en los lavados.

Tabla I

Tamaño de partícula medio (promedio de tres determinaciones) para los colorantes dispersos Rubi Terasil SD y Amarillo Terasil SD a 25°C en presencia de LAS y APG 600CS UP, por separado y en mezcla en diferentes proporciones, con una concentración total de $1 \times 10^{-3} M$

LAS: APG 600 CS UP	Rubí Terasil SD	Amarillo Terasil SD
	Diametro (nm)	
1:0	309.00 ± 16.64	487.67 ± 54.37
0.8:0.2	355.33 ± 42.03	461.33 ± 27.79
0.6:0.4	387.67 ± 27.63	421.00 ± 28.00
0.4:0.6	411.67 ± 45.72	450.33 ± 47.44
0.2:0.8	581.33 ± 37.61	503.00 ± 57.51
0:1	574.33 ± 64.27	639.33 ± 50.00

El colorante Amarillo Terasil SD mostró mayores valores de tamaño de partícula que el colorante Rubí Terasil SD. Cabe indicar, que en presencia de tensioactivo LAS, los tamaños de partículas fueron menores que en presencia

del tensioactivo no iónico APG, mostrándose valores intermedios para las mezclas de ambos tensioactivos, aumentado, en general, los tamaños de partícula, al aumentar en la mezcla la proporción de tensioactivo no iónico. Cabe señalar, que el mayor estado de agregación del colorante (mayor tamaño de partícula) se presentó al disminuir el potencial zeta (en valor absoluto) de la partícula de colorante disperso, atribuible al menor efecto de repulsión eléctrica (Tabla II).

Tabla II

Potenciales zeta (media de tres determinaciones) del tejido de poliéster sin teñir y de los potenciales zeta de los colorantes ensayados a 25°C en presencia de LAS, APG 600CS UP, por separado y en mezcla en diferentes proporciones molares respectivamente, y a la concentración de $1 \times 10^{-3}M$.

LAS:APG 600 CS UP	Poliéster no teñido	Rubí Terasil SD	Amarillo Terasil SD
	ξ (mV)		
1:0	-18.74 ± 0.984	-50.07 ± 0.66	-38.40 ± 2.35
0.8:0.2	-17.89 ± 1.828	-47.40 ± 1.27	-40.30 ± 0.98
0.6:0.4	-17.44 ± 1.009	-41.53 ± 0.32	-38.3 ± 1.14
0.4:0.6	-16.95 ± 0.674	-45.43 ± 0.06	-35.80 ± 0.35
0.2:0.8	-16.03 ± 0.617	-43.40 ± 1.67	-33.57 ± 0.85
0:1	-16.33 ± 0.167	-38.90 ± 0.46	-28.67 ± 0.91

Los valores de potencial zeta del tejido de poliéster sin teñir fueron menores (en valor absoluto) que los valores del tejido de los potenciales zeta de los colorantes dispersos en presencia de la concentración total de tensioactivos ensayados, tanto para el tensioactivo LAS como para el tensioactivo APG y para las mezclas de ambos ensayadas.

Los valores de los potenciales zeta del colorante Rubí Terasil SD, en presencia de los tensioactivos, resultaron mayores que los valores obtenidos con el colorante Amarillo Terasil SD.

Los potenciales zeta de los colorantes ensayados, fueron mayores en presencia del tensioactivo aniónico LAS que con el tensioactivo no iónico APG 600 CS UP. Para las mezclas de ambos tensioactivos sus valores fueron similares, independiente de la composición, pero no fueron mayores que el tensioactivo aniónico LAS.

3.4 Energía potencial total para la interacción entre los colorantes dispersos y el tejido no teñido

En la Tabla III se muestra el máximo de energía potencial total $V_{T,max}$ (KT) (especificada en el apartado 2.5.3) para el Rubí Terasil Ruby SD y el Amarillo Terasil SD respectivamente, en función de un concentración total de tensioactivo aniónico y de no iónico y de sus mezclas correspondientes.

Tabla III

Máximo de energía potencial total $V_{T,max} \cdot KT$ at 25° C en la solución de lavado para el poliéster no teñido en presencia del LAS y APG, por separado y en diferentes proporciones de mezcla, a la concentración total de 1×10^{-3} M y para cada uno de los colorantes dispersos ensayados (K es la constante de Boltzman y T es la temperatura absoluta a 298°C)

LAS:APG 600 CS UP	Rubí Terasil SD	Amarillo Terasil SD
	$V_{T,max} \cdot KT$	
1:0	3.03E-01	5.77E-01
0.8:0.2	3.15E-01	4.61E-01
0.6:0.4	3.41E-01	4.11E-01
0.4:0.6	3.30E-01	4.27E-01
0.2:0.8	4.20E-01	4.31E-01
0:1	4.42E-01	5.96E-01

Los mayores valores de la energía potencial total de interacción entre la fibra y el colorante, en función de LAS y APG por separado y en mezcla correspondieron al colorante Amarillo Terasil SD y los menores valores al Rubí Terasil SD, en todos los casos ensayados. Cabe indicar, que al colorante Rubí Terasil SD le correspondieron los mayores valores deposición de colorante sobre el tejido sin teñir, y al colorante Amarillo Terasil SD los menores valores (Fig. 4 y 5) , por tanto, existió una relación inversa entre ambos parámetros. En consecuencia, cabe señalar que a mayor valor de energía potencial total, resultaron menores valores de deposición de colorante sobre el tejido no teñido. Este comportamiento se obtuvo, tanto para el tensioactivo aniónico, como para el no iónico y para las mezclas ensayadas de ambos tensioactivo. En consecuencia, a mayor energía potencia total de barrera de interacción entre el colorante y el tejido de poliéster, menor resultó la atracción entre el colorante disperso y el tejido de poliéster, puesta de manifiesto por su menor deposición (migración) de colorante en tejido de poliéster no teñido.

4. CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado, con respecto al comportamiento detergente y a la migración de los colorantes dispersos, durante el lavado de tejido de poliéster teñido y sin teñir, con las soluciones acuosas de tensioactivos: dodecilsulfonato sódico (LAS) y el tensioactivo no iónico alquil poliglucosido (APG) y sus mezclas (aniónico con no-iónico), cabe efectuar las siguientes conclusiones:

4.1 La mayor eficiencia detergente se obtuvo con el tensioactivo anónico LAS y la menor con el tensioactivo no iónico APG. Con las mezclas de ambos la eficiencia detergente disminuyó al aumentar la proporción de tensioactivo no iónico en la mezcla y con valores intermedios a los componentes por separado.

4.2 Las diferencias de color por el manchado del tejido de poliéster no teñido, debido al efecto de la migración de los colorantes ensayados, fueron mayores que la pérdida de color del mismo tejido teñido.

4.3 El colorante Rubí Terasil SD produjo mayores diferencias de color por migración en el tejido de poliéster sin teñir que el colorante Amarillo Terasil SD.

4.4 La decoloración del tejido teñido de poliéster fue algo mayor para el colorante Amarillo Terasil SD que para el Rubí Terasil SD.

4.5 Tanto para el colorante Rubí Terasil SD, como para el colorante Amarillo Terasil SD, se produjo un mayor manchado por migración en el tejido de diacetato y menor en el tejido de acrílica, y los tejidos poliamida, algodón y lana resultaron con valores intermedios, siendo mayor el manchado de la poliamida.

4.5 Para el diacetato, ambos colorantes mostraron mayor manchado del tejido de poliéster no teñido, en presencia del tensioactivo aniónico y menor en presencia del tensioactivo no iónico, siendo los valores obtenidos para sus mezclas intermedios y con diferencias poco significativas entre ellas.

4.6 El colorante Amarillo Terasil SD mostró mayores valores de tamaño de partícula que el colorante Rubí Terasil SD. Para los dos colorantes, en presencia de tensioactivos, los tamaños de partícula de los colorantes fueron menores para el tensioactivo aniónico (LAS) que en presencia del tensioactivo no iónico (APG) y para sus mezclas se presentaron valores intermedios. La menor repulsión eléctrica del APG influyó en estos resultados.

4.7 El tejido de poliéster no teñido presentó menores valores que los potenciales zeta del colorante, tanto para los tensioactivos por separado como en mezcla.

4.8 Los potenciales zeta del colorante Rubi Terasil SD fueron mayores que los obtenidos con el Amarillo Terasil SD.

4.9 Los potenciales zeta de los colorantes ensayados fueron mayores en presencia de tensioactivo aniónico y menores con el tensioactivo no iónico y valores intermedios para las mezclas de ambos.

4.10 La energía potencial total de interacción entre el tejido de poliéster no teñido y el colorante disperso, fue mayor para el Amarillo Terasil SD y menor para el Rubí Terasil SD.

4.11 En resumen, relacionando lo indicado anteriormente, cabe indicar que el mayor manchado del tejido no teñido se produjo con el colorante de menor energía potencial total (Rubí Terasil SD) y el menor manchado se produjo con el colorante de mayor energía potencial total (Amarillo Terasil SD). En resumen, a mayor energía potencia total de barrera (repulsión), menor será la atracción entre el colorante disperso y el tejido de poliéster.

5. Agradecimientos.

Se agradece a la Subdirección General de Proyectos de Investigación (Dirección General de Investigación) del Ministerio de educación y Ciencia, el soporte financiero en el Proyecto MAT 2004-04893, en el que se incluye este trabajo. Asimismo: a Cognis Ibérica S.L. por el suministro del APG; a Ciba por el suministro de colorantes dispersos y Clariant S.A. por los productos auxiliares. También nuestro agradecimiento a Liliana Morer Pardillo e Iván Casas Pérez por su ayuda en la parte experimental de este trabajo.

6. REFERENCIAS

1. Rosen M.J., Surfactants and Interfacial Phenomena. Second Edition. John Wiley & Sons. New York (1989)
2. Lange K.R., Detergents and Cleaners. A Handbook for formulators. Hanser Publishers. Munich (1994)
3. Balzer D. And Lüders H, Nonionic Surfactants. Alkyl Polyglucosides. Surfactant Science Series vol.91 Marcel Dekker Inc. New York. Basel (2000)
4. Balzer. D, Tenside Surf. Det. 286,6, 419-427 (1991)
5. Verwey E.J.W. y Overbeek J. Th. Theory of the Stability of Lyophobic Colloids. Ed. Elsevier. Amsterdam (1948)
6. Derjaguin B.V. y Landau L.D. Acta Physichim. U.R.S.S. 663 y Darjaguin D.V. Trans Farady Soc, 36, 730 (1940).
7. Imamura T, Tokiwa F, Nippon Kagaku Kaishi 2177-2183 (1972)
8. UNE 40148.1999/ISO 105-F10
9. AATCC Test Method 153-1985. Colour Measurement of Textiles: Instrumental
10. Kitahara A, Kagaku No. Ryoiki 24.402-409 (1972)
11. Carrión F.J. Tenside Detergents 21, 3:128-132 (1990)
12. Carrión F.J., Proceedings de las XXXVI Jornadas del CED (Comité Español de la Detergencia, 36, p 349-360, Barcelona, Marzo 2006.