

POTENCIALES ZETA DEL ALGODÓN EN PRESENCIA DE LA MEZCLA DE TENSIOSACTIVOS LAS (ANIÓNICO) CON ALQUILPOLIGLUCÓSIDO (NO IÓNICO)

F.J. Carrión*

0.1. Resumen

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

La doble capa eléctrica del tejido, caracterizada como potencial zeta, resulta un parámetro influyente en la deposición de impurezas sobre el mismo durante el lavado, por lo que resulta útil su estudio. El potencial zeta es dependiente de la carga de superficie del tejido y del medio polar en que esté inmerso.

En este trabajo, se tuvo como objetivo la determinación de los potenciales zeta de un tejido de algodón, sin teñir, y teñido con tres diferentes colorantes directos. Con objeto de obtener la influencia del estado superficial del tejido se hizo variar el potencial zeta del tejido mediante una resina de apresto del tipo DMDHEU o con un suavizante de un compuesto microemulsionado de aminosilicona. La influencia del medio, en tales potenciales zeta, se determinó en función de la presencia de diversos tensioactivos: aniónico, no iónico y sus mezclas. Los tensioactivos utilizados fueron el dodecilbencenosulfonato sódico LAS (aniónico) mezclado con un alquilpoliglucósido (APG) no-iónico, para obtener su influencia en la doble capa eléctrica en función de varias proporciones de mezcla aniónico/no iónico y de diferentes concentraciones totales de las mismas.

Palabras clave: tensioactivos, alquilpoliglucósido, potencial zeta, LAS, doble capa eléctrica, mezclas de tensioactivos

0.2. Summary: ZETA POTENTIALS OF THE COTTON IN THE PRESENCE OF THE SURFACTANTS MIXTURE LAS (IONIC) WITH ALKYL POLY-GLUCOSIDE (NON IONIC)

With object to obtain good levels of biodegradability and ecotoxicity, they have appeared in the market the alkyl polyglucosides (APGs). These ionic surfactants, obtained from natural substances, are biodegradable 100% and they are very interesting for their application in the washing.

The double electrical layer of the fabric characterised by zeta potential, is a parameter, has influence in the deposition of impurities on fabric during washing, for this reason its study is useful. The variation of the superficial state of the fabric and the ionic solution in which it is immersed produces changes in their zeta potential.

In this work, the determination of the potentials zeta of a cotton fabric, without dyeing, and dyed with three different direct dyes was an aim. To obtain the influence of the superficial state of the fabric in the variation of the zeta potential a resin of type DMDHEU or a softening treatment of the fabric with microemulsion of ammonium silicone was treated. The influence of the surfactants in the electrical double layer was determined in function of the anionic, nonionic and its mixtures. The surfactants the sodium dodecylbenzenesulfonate (LAS) (anionic) mixed with alkylpolyglucoside (APG) (non-ionic), in different proportions at different total concentrations were used.

Key words: surfactants, alkylpolyglucoside, zeta potential, LAS, electrical double layer, mixture of surfactants

0.3. Résumé: POTENTIELS ZÉTA DU COTON EN PRÉSENCE DU MÉLANGE DE TENSIOSACTIFS LAS (ANIÓNICO) AVEC ALQUIL-POLYGLUCOSIDE (NON IONIQUE)

Dans le but d'obtenir de bons niveaux de biodegradabilité et de toxicité dans les produits tensioactifs, les alquilpolyglucosides sont apparus dans le marché. Ces tensioactifs non ioniques, obtenus à partir de substances naturelles, sont 100% biodégradables et sont très intéressants pour son application dans le lavage.

* Dr. Ing. Fco. Javier Carrión Fité. Catedrático de Universidad y Director del 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

La double cape électrique du tissu, caractérisée comme potentiel zêta, est un paramètre influent dans la déposition d'impuretés sur le même, pendant le lavage. Par conséquent son étude est utile. Le potentiel zêta est dépendant de la charge de surface du tissu et du moyen polaire dans lequel il soit immergé.

Dans ce travail, ont eu come objective la détermination des potentiels zêta d'un tissu de coton, sans teindre, et teint avec trois différents colorants directs. Dans le but d'obtenir l'influence de l'état superficiel du tissu on fait varier les potentiels zêta du tissu moyennant une résine de préparation du type DMHDEU ou avec un adoucissant d'un composé microémulsionné d'aminosilicone. On a déterminé l'influence du moyen, dans ces potentiels zêta, en fonction de la présence de divers tensioactifs: anionique, non ionique et leurs mélanges. Les tensioactifs utilisés ont été le dodecylbencenosulphonate sodique (LAS) (anionique) mélangé avec un alquilmultiglucoside (APG) non-ionique, pour obtenir leur influence sur la double cape électrique en fonction de plusieurs proportions de mélange anionique/non ionique et de différentes concentrations totales.

Mots clé: *tensioactifs, alquilmultiglucoside, potentiel zêta, LAS, double cape électrique, mélange de tensioactifs*

1. INTRODUCCIÓN

Los tejidos de algodón teñidos con colorantes directos pueden dar origen a la desorción del colorante durante el lavado, pese a haber sido tratados con un producto catiónico para aumentar la solidez del colorante¹.

En una solución del lavado, la mayor parte de los substratos textiles y las partículas de suciedad están cargadas negativamente, por lo que alrededor de su superficie aparece una doble capa eléctrica, con su correspondiente potencial zeta^{2,3}. Esto, a su vez, puede facilitar la desorción y adsorción de colorantes iónicos por parte del substrato, como es el caso de los colorantes directos, con la consiguiente decoloración del tejido teñido y manchado de tejidos blancos.

El potencial zeta de la fibra depende de los siguientes factores:

- 1) Superficie de la fibra, según esté modificada física o químicamente.
- 2) Medio polar en que está inmersa la fibra, que será variable según la naturaleza de los electrolitos y de los tensioactivos en solución acuosa.

Teniendo en cuenta las alteraciones superficiales del tejido acabado, cabe indicar que para el acabado de artículos de algodón y con objeto de mejorar la recuperación al arrugado, se

aplican resinas, como por ejemplo las del tipo de DMDHEU, las cuales producen una pérdida de suavidad y una disminución de las propiedades mecánicas en el tejido^{4,5}. Con la aplicación de productos suavizantes se proporciona a tales artículos una mejora de propiedades físicas, como solicitan los consumidores, entre las que destaca la mejora de la suavidad al sentido del tacto, y mejorando la flexibilidad, compresibilidad y recuperación elástica⁶, bien sea del tejido acabado con resina o sin tal acabado.

Los suavizantes catiónicos convencionales para el tejido de algodón son los del tipo Esterquat o de imidazolina⁷ o bien de amoniosilicona, ambos suavizantes catiónicos biodegradables que se unen al algodón mediante atracciones eléctricas. Estos productos, aplicados en forma de microemulsión, consiguen unas buenas prestaciones como suavizantes del tejido de algodón⁸.

Por todo lo indicado, en este trabajo se tuvo como objetivo inicial la determinación de los potenciales zeta de un tejido de algodón, sin teñir, y teñido con tres diferentes colorantes directos. Con objeto de obtener la influencia del estado superficial del tejido se hizo variar el potencial zeta del tejido con una resina de apresto del tipo DMDHEU y también con un suavizado del mismo con un compuesto microemulsionado de amoniosilicona.

La influencia del medio, en tales potenciales zeta, se determinó en función de la presencia de tensioactivos: aniónico, no iónico y sus mezclas. Los tensioactivos utilizados fueron el dodecylbencenosulfonato sódico (LAS) (aniónico) mezclado con un alquilmultiglucósido (APG) (no-iónico), para obtener su influencia en la doble capa eléctrica en función de varias proporciones de mezcla aniónico/no iónico y de diferentes concentraciones totales de las mismas.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

2.1.1. Tejidos

Se utilizó un tejido Standard de algodón percal EMPA 211. Las características del tejido fueron: densidad de urdimbre 45 hilos.cm-1 y por trama 44 hilos.cm- 1 el número del hilado por urdimbre de 11 tex y por trama de 11 tex con un gramaje de 90 g/m²

2.1.2. Colorantes

Los colorantes directos, suministrados por DyStar Hispania S.A., utilizados fueron los siguientes:

Azul Sirius BRR (CI Direct Blue 71):

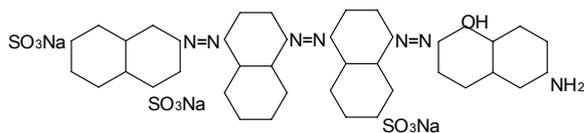


FIGURA 1: Azul Sirius BRR

Peso molecular: 1030 g/mol

Rojo Sirius 4B (CI Direct Red 81):

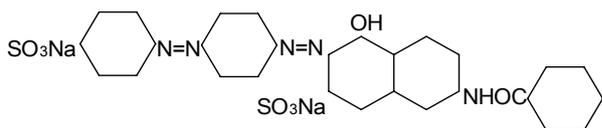


FIGURA 2: Rojo Sirius 4B

Peso molecular: 663 g/mol

Anaranjado Sirius GGL (CI Direct Orange 39):

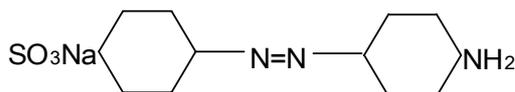


FIGURA 3: Anaranjado Sirius GGL

Peso molecular: 299 g/mol

2.1.3. Tratamiento auxiliar para mejorar la solidez al lavado

Se utilizó el producto auxiliar Sirius A de DyStar Hispania S.A. para la mejora de solidez al lavado de colorantes directos.

2.1.4. Tensioactivos utilizados

Los tensioactivos utilizados fueron los siguientes:

- 1) Tensioactivo aniónico: El dodecil-bencenosulfonato sódico (LAS), reactivo puro para análisis suministrado por Sigma con una pureza del 80 %.
- 2) Tensioactivo no-iónico: Alquilpoli-glucósido (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 Glucocon 600 CS UP. La cantidad de materia activa fue de 50-53 %. El peso molecular medio fue de 409.8 g.mol⁻¹

2.1.4. Resina de apresto

Para el aprestado del tejido de algodón teñido se utilizó la resina Fixaprest ECO. de BASF, se trata de una resina de buena reactividad con una excelente solidez al lavado. Su estructura química es la dimetildihidroietilurea modificada (DMDHEU)

2.1.5. Suavizante

Se utilizó el suavizante catiónico microemulsionado preparado a partir del polímero de polisiloxano con amonios cuaternarios en el final de cadena con la denominación HF3474(HTC) de Hansa Textilchemie GmbH, con un peso molecular de 6000 g.mol⁻¹, una pureza de 95% y densidad a 25°C de 1 g.ml⁻¹. Se preparó la microemulsión del mismo con un tensioactivo anfótero y cotensioactivo⁹.

2.1.6. Agua utilizada

El agua utilizada en las soluciones acuosas de los tensioactivos y en las tinturas y tratamientos efectuados fue destilada con posterior tratamiento de purificación por osmosis inversa para garantizar su pureza mediante control por conductividad.

2.2 Aparatos

2.2.1. Aparato de tintura

Se utilizó un tint-control modelo PR, tipo D de Renigal S.A (España), que funciona con agitación del tejido dentro del baño de tintura que se mantiene estático.

2.2.2. Equipo para el aprestado del tejido

Se utilizó un equipo Pad Steam modelo KLD-HP de Ernest Benz AG (Suiza) y un rame modelo KTF/m 350 de Ernest Benz AG (Suiza)

2.2.3. Equipo para la determinación del potencial zeta

Las medidas de potencial zeta del tejido de algodón se realizaron en un equipo para la determinación del potencial zeta de tejidos por el método del potencial de flujo (Electro Kinet Analyzer) de marca EKA de Anton Paar (Austria).

2.3. Procedimientos

2.3.1. Proceso de tintura

Al tejido de algodón, antes de su tintura, se le efectuó un lavado previo en un programa de lavado para algodón a la temperatura de 40°C, en una lavadora doméstica Miele, empleando 4 g.l⁻¹ de detergente ECE

Posteriormente, se efectuó su tintura con los colorantes indicados en el apartado 2.1.2. en un equipo de tintura tint-control en las condiciones siguientes:

- 1) Concentraciones de cada uno de los colorantes utilizados: Rojo Sirius 4 B 2 % s.p.f de concentración inicial, alcanzando un agotamiento del 54,34% ; Azul Sirius BRR 2 % s.p.f de concentración inicial ,obteniéndose un agotamiento del 31,13 %; Anaranjado Sirius GGL 2 % s.p.f. de concentración inicial, obteniéndose un agotamiento del 41,55% b) Electrolito: Sulfato sódico 15 % s.p.f añadida durante el proceso tintóreo en tres porciones, c) Temperatura: 90°C y d) Tiempo de tintura: 45 minutos (con subida de 50°C a 90°C a la velocidad de 2°C.min-1). Una vez acabada la tintura se procedió a un enjuagado del tejido con agua destilada.
- 2) Tratamiento posterior de tintura: Se realizó con el producto auxiliar Sirius A 4 % s.p.f, a la temperatura de 40°C, durante 20 minutos y ajustando el pH 5-6 con ácido acético diluido. Posteriormente se realizó el aclarado correspondiente.

2.3.2. Aprestado del tejido.

El tejido de algodón se aprestó con la resina Fixapret ECO (BASF) con la estructura química de dimetiloldihidroxietilén urea (DMDHEU). Se aplicó a la concentración de 100 g.l⁻¹ junto con 20 g.l⁻¹ de cloruro de magnesio. Se escurrió el género en foulard al 95%, se secó a 110°C y se polimerizó en un rame durante 4 minutos a 160°C.

2.3.3. Suavizado del tejido

El indicado suavizante se aplicó al tejido de algodón aprestado a la concentración de 0.5% s.p.f. por el procedimiento de agotamiento, a la temperatura de 40°C, durante 20 minutos, con un secado posterior al aire¹⁴. Los agotamientos obtenidos del tejido suavizado fueron los siguientes: a) tejido sin teñir: 68 %; b) tejido teñido con anaranjado Sirius GGL: 60,15 %; c) tejido teñido con Rojo Sirius 48: 53,1%; d) tejido teñido con Azul Sirius BBR: 65,85%.

La determinación del potencial zeta ζ del tejido fue obtenido mediante la técnica de potencial de flujo (streaming potencial) basada en la circulación del flujo de la solución a través de la superficie del tejido. El tejido permaneció estático entre dos electrodos ubicados en una célula cilíndrica.

2.3.4. Potencial Zeta

La determinación del potencial zeta ζ del tejido fue obtenido mediante la técnica de potencial de flujo (streaming potencial) basada en la circulación del flujo de la solución a través de la superficie del tejido. El tejido permaneció estático entre dos electrodos de Ag / AgCl ubicados en una célula cilíndrica. A partir de una relación lineal

entre el potencial en los electrodos U y un flujo del líquido, medido como diferencia de presión p para el flujo de la solución a través del paquete de tejido fue necesaria para el cálculo del potencia ζ , en un régimen estacionario. Con la pendiente de esta linealidad y aplicando la ecuación de Helmholtz-Smoluchowski (1.1) que se indica a continuación se calculó el potencial zeta, con el software correspondiente del equipo EKA de Anton Paar⁹.

$$\zeta = \frac{dU}{dp} \cdot \frac{\eta}{\epsilon \cdot \epsilon_0} \cdot \kappa \cdot 10^{-8} \quad (1.1)$$

donde: ζ (mV) ; dU/dp (mV/mbar) pendiente del potencial de flujo en función de la presión del mismo en la célula; η (mPa.s) es la viscosidad de la solución; ϵ_0 es la constante dieléctrica de la solución; ϵ (As/Vm) permitividad y κ conductividad de la solución.

Para la medición del potencial zeta de los diferentes sustratos, a diferentes concentraciones y relaciones molares, se preparan quince muestras circulares de tejido de dos centímetros de diámetro para cada medición. Estas muestras, previamente acondicionadas en la solución de medida mas de 24 horas, se colocarán en la célula cilíndrica con la finalidad de que la solución a ensayar con flujo perpendicular a la muestra a medir, tanto de izquierda a derecha como de derecha a izquierda. El valor del potencial zeta adoptado fue la media de seis mediciones, tres de derecha a izquierda y tres al revés.

Los sustratos utilizados fueron el tejido original de algodón sin teñir, teñido con los tres colorantes indicados, y con apresto o con suavizado.

Las concentraciones totales de tensioactivos fueron las siguientes: $2,5 \cdot 10^{-4}$ M ; $5 \cdot 10^{-4}$ M; $1 \cdot 10^{-3}$ M y $2 \cdot 10^{-3}$ M.

Las proporciones molares de LAS/APG fueron las siguientes: 1:0 (solamente LAS); 0,6:0,4; 0,4:0,6 y 0:1 (solamente APG).

Las condiciones operativas del proceso fueron las siguientes: Temperatura: 25°C.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Potenciales zeta del tejido de algodón sin teñir y teñido en presencia de soluciones acuosas de LAS y APG y sus mezclas

Los potenciales zeta a 25°C del algodón sin teñir y teñido con los colorantes CI Direct 71; CI Directo Red 81 y CI Direct Orange 39 en presencia de LAS se indican en la Figura 4, en presencia de APG en la Figura 7 y de las mezclas LAS/APG en las proporciones molares 0,6:0,4 y 0,4:0,6 se indican respectivamente en las figuras 5 y 6, todo ello en función de la concentración total de los tensioactivos.

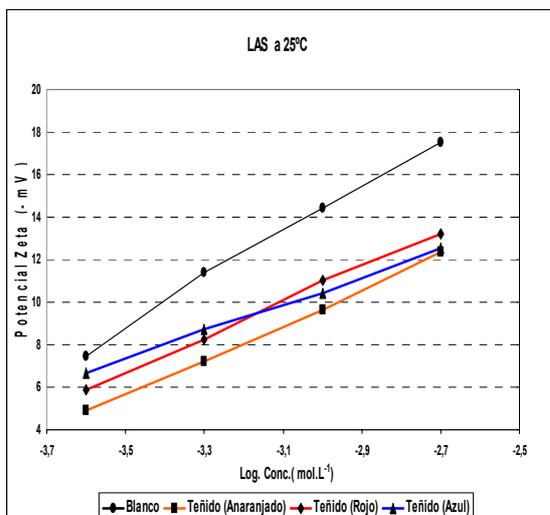


FIGURA 4: Potenciales zeta del algodón sin teñir y teñido con los colorantes: CI Direct Blue 71; CI Direct Red 81 y CI Direct Orange 39 en presencia de LAS a 25°C

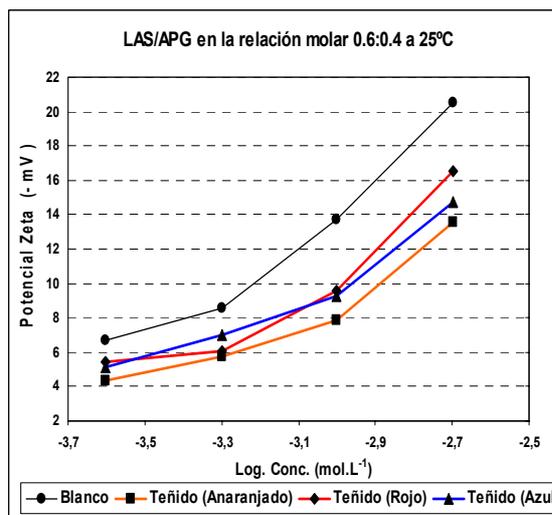


FIGURA 5: Idem a la Fig 4 para la proporción molar LAS/APG de 0,6: 0,4 a 25°C

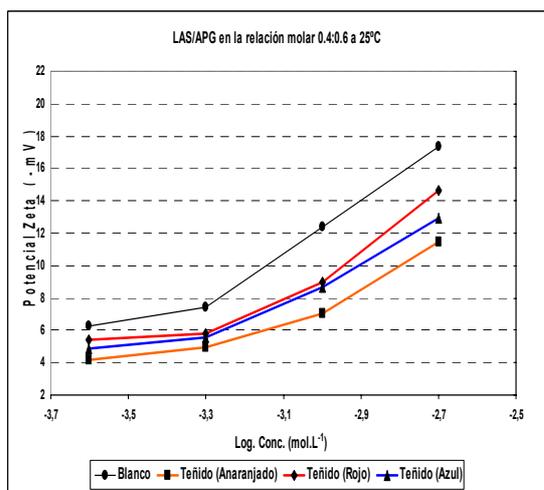


FIGURA 6: Idem a la Fig 4 para la proporción molar LAS/APG de 0,4:0,6 a 25°C

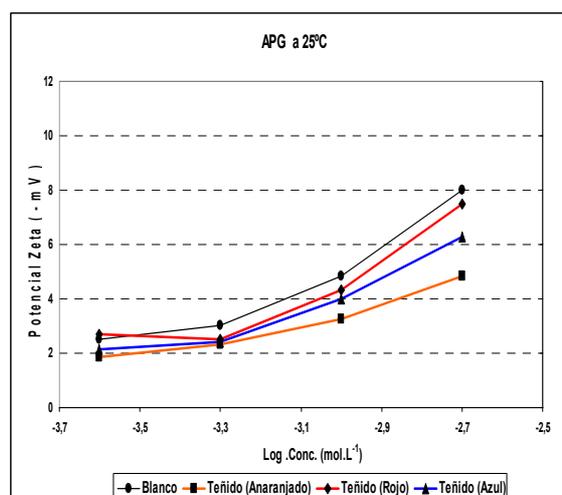


FIGURA 7: Idem a la Fig. 4 en presencia de APG a 25°C

Todos los potenciales zeta del algodón encontrado en las Fig. 4-5-6 y 7 fueron de signo negativo¹⁰⁾ y aumentaron, en valor absoluto, al aumentar la concentración total de las soluciones acuosas de tensioactivos utilizados LAS y APG y sus mezclas LAS/APG. Los potenciales zeta (en valor absoluto) del algodón sin teñir descendieron al ser teñido con los colorantes directos ensayados, tanto para los tensioactivos por separado como en mezcla. El CI Direct Orange 39, de menor peso molecular y un grupo sulfónico, es el que produjo los menores de

potencial zeta en función de la concentración total de los tensioactivos. Con respecto a los otros dos colorantes empleados, en general, el CI Direct Red 81, de peso molecular medio y dos grupos sulfónicos, dio valores superiores a los otros colorantes y el Azul Direct Blue 71, de mayor peso molecular y dos grupos sulfónicos, le correspondieron, en general, valores intermedios.

El algodón sin teñir y teñido, en presencia de LAS, le correspondieron mayores valores de potencial zeta (valor absoluto) (Fig. 4) que los potenciales zeta correspondientes al APG (Fig. 7) y

sus mezclas dieron valores de potencial zeta intermedios, en todos los casos con las mismas concentraciones molares totales de tensioactivo. Las mezclas LAS/APG (Fig. 5 y 6) dieron valores de potenciales zeta, en general, más similares en sus valores a los obtenidos con el LAS que con el APG, en las concentraciones ensayadas, tanto para el algodón sin teñir, como el teñido con los colorantes ensayados

3.2. Potenciales zeta del tejido de algodón sin teñir y teñido suavizado con polisiloxano catiónico en presencia de las soluciones acuosas de LAS y APG y sus mezclas

Con el tratamiento de suavizante de polisiloxano catiónico (con grupos amino) al tejido de algodón sin teñir y teñido con los colorantes ensayados en presencia del LAS, APG y sus mezclas (Fig. 8-9-10 y 11), proporcionó valores de potencial zeta negativos del mismo orden que los indicados en el apartado anterior 3.1, con las mismas tendencias entre tejido sin teñir y teñido con los colorantes ensayados en función de la influencia de la naturaleza de los tensioactivos LAS Y APG por separado y en mezcla y de su concentración total.

Cabe indicar, igualmente, que al LAS y sus mezclas con el APG le correspondieron mayores valores de potencial zeta que el APG.

3.3. Potenciales zeta del tejido de algodón sin teñir y teñido aprestado con microemulsión de polisiloxano catiónico en presencia de LAS y APG y sus mezclas.

El tratamiento de apresto del tejido de algodón sin teñir y teñido con los colorantes ensayados (Fig. 12-13-14 y 15, para el LAS, mezclas: LAS/APG 0,6:0,4 y 0,4:0,6 y APG, respectivamente) proporcionó valores de potencial zeta negativos mayores en valor absoluto que los obtenidos en ausencia de tal apresto, fenómeno motivado por el aumento, por un lado, de la hidrofobicidad del algodón por efecto de la resina DMDHEU y, por el otro, por el menor hinchamiento de la fibra de algodón por relleno de la parte amorfa de la misma por la resina de apresto. Cabe indicar las mismas tendencias entre tejido sin teñir y teñido, en función de la naturaleza de los colorantes y en función de la influencia de la naturaleza de los tensioactivos LAS Y APG por separado y en mezcla para varias concentraciones totales de tales tensioactivos.

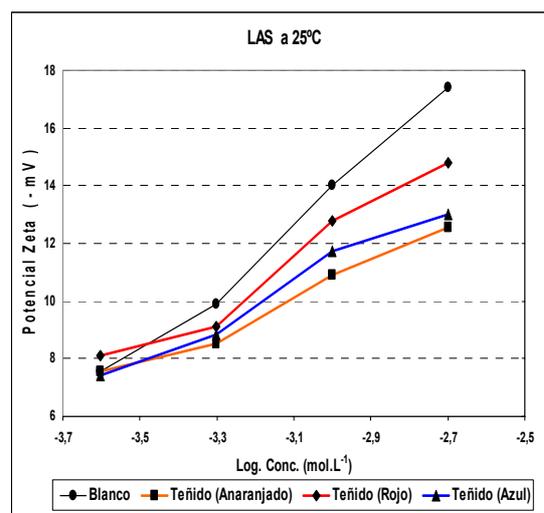


FIGURA 8: Potenciales zeta del algodón suavizado sin teñir y teñido con los colorantes CI Direct Blue 71; CI Direct Red 81 y CI Direct Orange 39 en presencia de LAS a 25 ° C

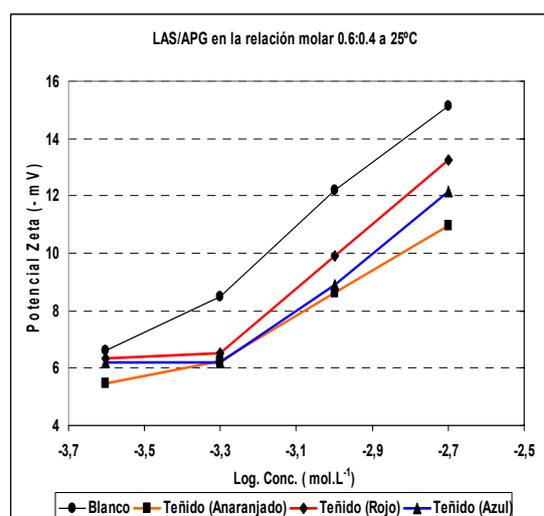


FIGURA 9: Idem a la Fig 8 (algodón suavizado) para la proporción molar LAS/APG de 0,6:0,4 a 25 °C

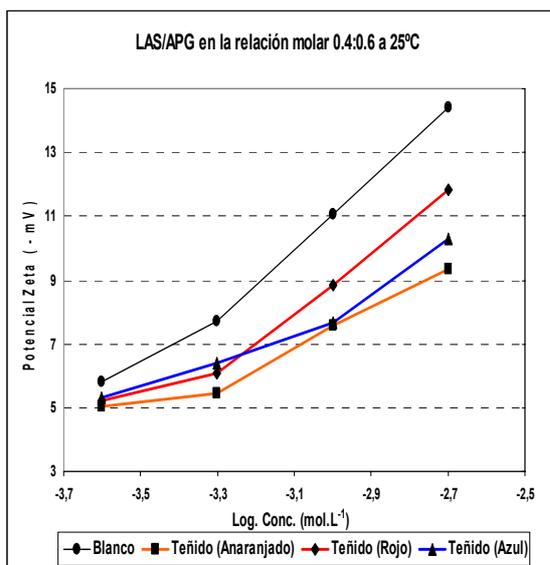


FIGURA 10: Idem a la Fig. 8 (algodón suavizado) para la proporción molar LAS/APG de 0,4:0,6 a 25 °C

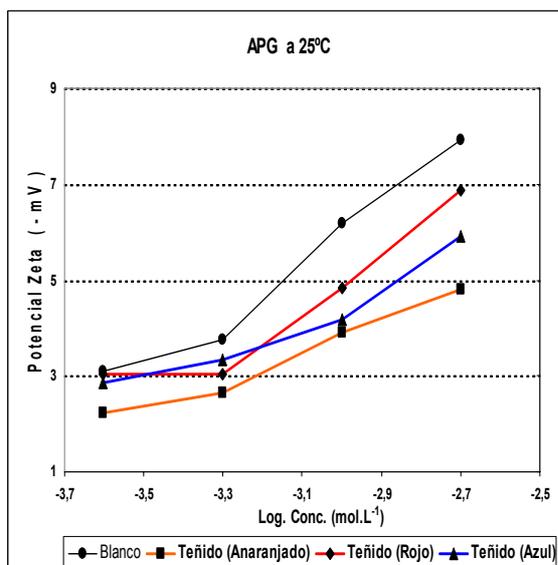


FIGURA 11: Idem a la Fig. 8 (algodón suavizado) en presencia de APG a 25 °C

Cabe deducir, igualmente mayores valores de los potenciales zeta del algodón aprestado en presencia del tensioactivo aniónico LAS, dada su contribución al aumento de la carga negativa de superficie del algodón proporcionada por su adsorción sobre el mismo y los menores valores de potencial zeta obtenidos con el tensioactivo no-iónico APG, proporcionada por la ausencia de incremento de carga dada por este tensioactivo no-iónico, una vez adsorbidos ambos sobre el algodón. Para las mezclas ensayadas de

ambos, cabe indicar que se obtuvieron resultados intermedios con valores de potencial zeta entre el LAS (mayores valores) y el APG (menores valores), con valores mas cercanos al tensioactivo aniónico, en general, y descendieron tales valores al disminuir la cantidad de tensioactivo aniónico en la mezcla. Al aumentar la concentración total de los tensioactivos por separado o en mezcla aumentaron los valores de potencial zeta (en valor absoluto), todos ellos con valores negativos.

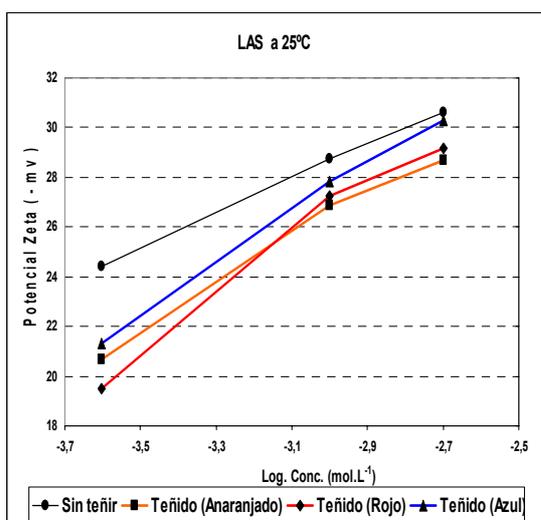


FIGURA 12: Potenciales zeta del algodón aprestado sin teñir y teñido con los colorantes: CI Direct Blue 71; CI Direct Rojo 81 y CI Orange 39 en presencia de LAS a 25°C.

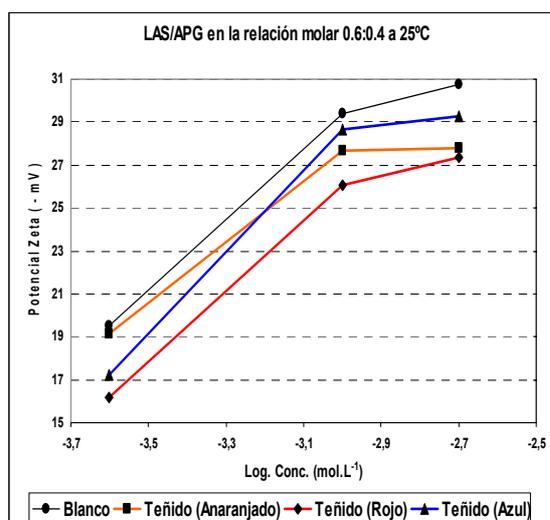


FIGURA 13: Idem a la Fig. 12 (algodón aprestado) para la proporción molar LAS/APG dede 0,6 :0,4 a 25 °C

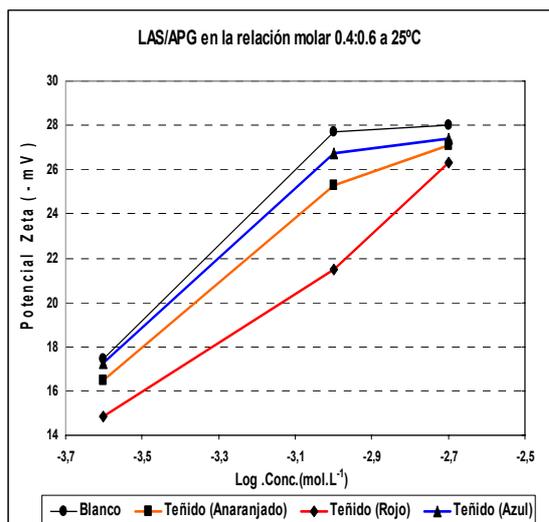


FIGURA 14: Idem al Fig. 12 (algodón aprestado) para la proporción molar LAS/APG de 0,4:0,6 a 25°C

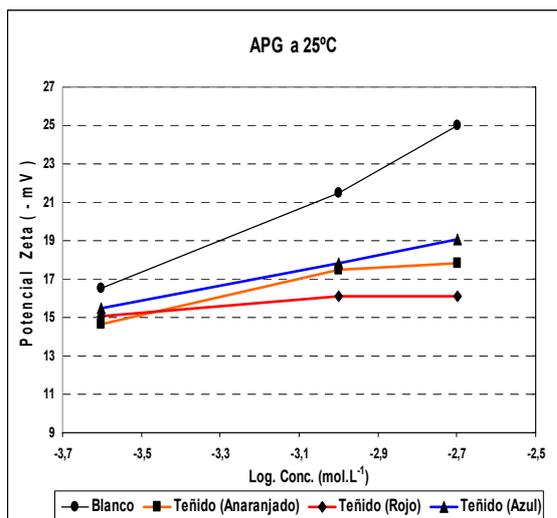


FIGURA 15: Idem a la Fig. 12 (algodón aprestado) en presencia de APG a 25° C

4. CONCLUSIONES

Con referencia a los potenciales zeta del tejido de algodón hallados en presencia de soluciones acuosas de tensioactivos: dodecilsulfonato sódico (LAS) y el tensioactivo no iónico alquil poliglucósido (APG) y sus mezclas (aniónico con no iónico), con diferentes tratamientos del tejido: sin teñir, teñido, suavizado y aprestado, cabe observar los siguientes resultados:

4.1. Los potenciales zeta del algodón fueron de signo negativo y aumentaron, (considerados en valor absoluto), al aumentar la concentración total de las soluciones acuosas de tensioactivos utilizados tanto para el LAS y APG por separado y sus mezclas LAS/APG 0.6:0.4 ; 0.4:0.6.

4.2. El tejido de algodón sin teñir dio mayores valores de potencial zeta que el tejido teñido. Al colorante de menor peso molecular y un grupo sulfónico el CI Direct Orange 38 le correspondieron los menores valores y a los otros dos colorantes de mayor peso molecular, el CI Direct blue 71 y el CI Direct red 81 con dos grupos sulfónicos cada uno, les correspondieron mayores valores.

4.3. Al tejido de algodón, en presencia del tensioactivo aniónico LAS, le correspondieron mayores valores de potenciales zeta que en presencia del tensioactivo no-iónico APG. A las mezclas ensayadas les correspondieron valores intermedios.

4.4. En tejido teñido y sin teñir, suavizado con polisiloxano catiónico microemulsionado, se observaron valores de potencial del mismo orden que sin este suavizante y las mismas tendencias para los colorantes ensayados y la influencia de la concentración total de los tensioactivos por

separado y en mezcla y su naturaleza aniónica o no iónica.

4.5. Al tejido de algodón aprestado con DMDHEU, tanto del tejido teñido como sin teñir, le correspondieron valores de potencial zeta (en valor absoluto) superiores al tejido si aprestar, debido al aumento de la hidrofobicidad y disminución del hinchamiento de la fibra en solución acuosa proporcionado por tal resina.

4.6. Los comportamientos mostrados con el tejido aprestado sin teñir y aprestado del tejido teñido con los colorantes ensayados, fueron con los mismas tendencias encontradas para el tejido sin tratamiento apresto, considerando las mismas variables estudiadas, como fueron la concentración de los tensioactivos, colorantes utilizados e influencia de la naturaleza del tensioactivo aniónico y no iónico por separado y en mezcla.

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 del Proyecto MAT2004-04893, en el que se incluye este trabajo y a DyStar Hispania S.A., BASF y Hansa Textilchemie GmbH, por el suministro de los colorantes directos, la resina de apresto y el suavizante, respectivamente. Asimismo, a Iván Casas Pérez por la ayuda prestada en la parte experimental de este trabajo.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Falbe J. editor. Surfactants in Consumer Products. Theory, Technology and Application, Springer-Verlag, Berlin (1987).
2. Verwey E.J.W. y Overbeek J. Th. Theory of the Stability of Lyophobic Colloids. Ed. elsevier. Amsterdam (1948).

3. Derjaguin B.V.y Landau L.D. Acta Physichim. U.R.S.S. 663 y Darjaguin D.V.Trans Farady Soc, 36, 730 (1940).
4. Trotman E.R. Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres Sexta Edición,, Edward Arnold, London (1984).
5. Manual Textil Finishing publicado por Basf (1980).
6. Mallison P.J. J.Soc. Dyer Colour. 90, 67 (1974).
7. Carrión F.J., Boletín INTEXTER, 93, 71-85 (1988).
8. Carrión F.J. Patente en preparación.
9. Manual de instrucciones de Anton Paar GmbH, Grz, Austria, ElectroKinetic Analyser, pág 59. Software Version: VisioLab EKA 1.00
10. Suzawa. T, Kogyo Kagaku Zasshi, 64, 573 (1961).