

LAS BENTONITAS EN LOS DETERGENTES ECOLOGICOS

F. J. Carrión

Instituto de Investigación Textil y Cooperación
Industrial de Terrassa (INTEXTER)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
España

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo principal conseguir una mejora en la suavidad del tejido de algodón en el mismo proceso lavado con tensioactivos ecológicos. Para ello, se añadió bentonita sódica al detergente, con el fin de producir un efecto de suavizado al ser lavado el tejido, pudiéndose obtener el denominado efecto "softergent".

La bentonita sódica (mineral formado por silicatos de aluminio hidratados) se mezcló con los tensioactivos utilizados en detergentes ecológicos. Este producto fue utilizado con un tamaño de partícula adecuado, que al poseer una gran superficie específica, facilitó su deposición en el tejido de algodón, produciendo el efecto deseado de aumentar la suavidad del tejido lavado.

Los tensioactivos utilizados fueron un aniónico: LAS, y los no iónicos: APG y AE, por separado y en mezcla aniónico con no-iónico, sin coadyuvantes, con el objeto de mostrar su poder detergente durante uno y varios lavados repetidos, en función de la naturaleza de los tensioactivos, y de sus mezclas por separado y en diferentes proporciones de mezcla de tensioactivo aniónico con no-iónico y en presencia, en todos los casos, de una concentración constante de bentonita sódica con dos tamaños de partícula. Se obtuvo la valoración de la suavidad (al tacto) subjetiva por parejas de muestras a partir de varios observadores y también la variación de blancura después de la deposición de la bentonita durante el lavado, la cual se comprobó por imágenes de microscopía electrónica SEM de las fibras de algodón del tejido.

SUMMARY

The primary aim of this work is to propose an improvement in the smoothness of the cotton fabric during the washing process with ecological surfactants. Sodium bentonite into the detergent formulations was added with the intention of producing a smoothed out effect while the fabric was washed, to obtain the denominated "softdetergent".

The sodium bentonite (composed mainly by hydrated aluminium silicates) was

Laboratorio de Tensioactivos y Detergencia del INTEXTER (UPC)
C/.Colon, 15 tel 00937398277 carrion@etp.upc.edu
08222 TERRASSA (BARCELONA) E S P A Ñ A

mixed with the surfactants used in ecological detergents. This product, with a suitable particle size was used, having a great specific surface, facilitated its deposition in the cotton fabric, producing an increase in its smoothness (handle) during and after the washing process.

The surfactants used in the detergent formulations were: one anionic LAS and the two non-ionics APG and AE separately and anionic with nonionic mixtures, without builders. The deterative effect after one and five repeated washings was shown, in all the cases in presence of one constant concentration of sodium bentonite and for two different particle sizes. The evaluation of the subjective handle by pairs of samples from several observers was obtained, and also the variation of whiteness as a result of the deposition of the bentonite during the washing, which was shown by images of electronic microscopy SEM of the fibers extracted from fabric.

1.- INTRODUCCION

En los artículos de algodón, para conferirles las propiedades deseadas por los usuarios, se añaden suavizantes, que son productos orgánicos que se absorben en el último aclarado del proceso de lavado. Entre estas propiedades destaca la mejora del sentido al tacto, consiguiéndose artículos suaves y, por tanto, más agradables y con mejor lisura, flexibilidad, compresibilidad y recuperación elástica (1, 2)

El suavizante de tipo orgánico también presenta sus desventajas al absorberse sobre los tejidos, como son la posible falta de biodegradabilidad, solidez y el aporte de mayor hidrofobicidad al tejido de algodón, con la consiguiente pérdida de su absorción de agua, y con decrecimiento del confort de la prenda o disminución de prestación para tejidos de toalla (3)

Existe la posibilidad de utilizar productos naturales, como es la bentonita sódica que, junto con el detergente, puede conseguir un efecto de suavizado mientras se lava, pudiéndose obtener el denominado "softergent" (4). Así, de esta forma, suavizando con este producto natural de menor coste y ecológico, se elimina la necesidad de añadir suavizante para el enjuagado final tras el lavado. Esto es posible por la excelente compatibilidad de la bentonita con todos los componentes actuales del detergente. Además, cabe esperar que no se redeposite la suciedad durante el lavado, ya que este compuesto natural es absorbente, reduce las incrustaciones en los tejidos, y es posible que reduzca la deposición de zeolitas en los mismos. Como sales inorgánicas con notable solubilidad en agua, respetan plenamente las exigencias medioambientales (5,6).

Entre los tensioactivos no-iónicos biodegradables cabe citar los alquilpoliglucósidos, 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 tensioactivos tienen unos informes de ecotoxicología favorables, ya que son 100% biodegradables. En consecuencia, el interés industrial en estos

compuestos se ha visto incrementado en los últimos años.(7). También cabe citar los tensioactivos no-iónicos de alcohol graso etoxilado, como tensioactivos muy utilizados en las formulaciones detergentes, dada su buena biodegradabilidad. (8)

El objetivo de este trabajo fue la influencia de la bentonita sódica juntos con los tensioactivos del detergente ecológico, en vistas a sus prestaciones absorbentes y de suavizado del tejido. La bentonita, que es una roca compuesta por mas de un tipo de minerales, está compuesta por silicatos de aluminio hidratados, perteneciendo al grupo de las montmorillonitas (arcillas esmécticas con una estructura de capas).(5).

Los tensioactivos utilizados fueron un aniónico: LAS, y los no-iónicos: APG y AE por separado ambos y en mezcla del tensioactivo aniónico con el no-iónico en varias proporciones de mezcla, con objeto de obtener su influencia en la detergencia, manteniendo constante la concentración de bentonita en las formulaciones, y utilizando dos tipos de tamaño de partícula diferentes. Con objeto de comprobar su efectividad como suavizante se procedió a la evaluación de la suavidad del tejido de algodón lavado, mediante el ensayo subjetivo del tacto del mismo. Asimismo, se efectuó la valoración de la posible pérdida de blancura del tejido por adsorción de la bentonita. Absorción, que fue comprobada mediante microscopía electrónica, obteniéndose fotografías al efecto de las fibras de algodón de los hilados del tejido.

2 PARTE EXPERIMENTAL.

2.1 Materiales

2.1.1 Tejidos.

a) Tejido de algodón ensuciado: Se utilizó el tejido de algodón sucio EMPA 101 con suciedad Standard (oleosa y sólidos)

b) El tejido algodón sin ensuciar: Para las determinaciones de tacto se empleó el tejido de algodón 100%, tejido patrón tipo EMPA 211, sin blanqueante óptico. Las características del tejido fueron: densidad de urdimbre de 45 hilos.cm⁻¹ y por trama de 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 m⁻²

2.1.2 Productos químicos.

2.1.2.1 Bentonita sódica.

Bentonita sódica con la denominación comercial Big Horn CH 325 de Wyo-Ben Inc, en Billings , Montana USA con una superficie específica de 82 m². g⁻¹ y un tamaño de partícula de 325 mesh (47 μ) 75%±4 %

Bentonita sódica con la denominación comercial Big Horn CH 200 de Wyo-Ben Inc, en Billings , Montana USA con una superficie específica de 82 m². g⁻¹ y un tamaño de partícula de 200 mesh (75 μ) 80%±4 %

2.1.2.2 Los tensioactivos utilizados fueron:

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

b.) Tensioactivos no-iónicos:

-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.

-Un alcohol graso etoxilado con 7 m.O.E de media, denominado Synperonic A7 suministrado por Uniqema en Redcar (Inglaterra), con una pureza del 100% de materia activa.

2.1.3. Agua utilizada

El agua utilizada para la preparación de las soluciones de lavado fue la resultante del paso de agua destilada de tipo comercial por un equipo Milli-Q de ósmosis inversa

2.2 Aparatos

2.2.1 Aparato de lavado

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

2.2.2 Espectrofotómetro

Las medidas de reflectancia de los tejidos se realizaron en un espectrofotómetro modelo Color i7 y provisto del software color iQC Standard, equipo de la firma X-Rite Incorporated de USA en Europa en Regensdorf (Suiza), provisto de lámpara de Xenon D65, con rango de medición de 360 a 750 nm , a intervalos de 10 nm., repetitibilidad 0,01 RMS ΔE CIELAB.

2.2.3 Microscopio Electrónico

Las fotografías de microscopia electrónica de este trabajo se realizaron en el microscopio electrónico de barrido SEM tipo GEOL-JSM-Serie 5610, capaz de proporcionar una resolución de imagen de 3.0 nm y permite observar muestras de 125 nm de diámetro

2.3 Procedimientos

2.3.1 Metodología de lavado del tejido teñido

Los lavados se realizaron en el Launder-O-meter provisto de botes de 500 ml:

a) Muestras de tejido: Tejido de algodón sucio Empa 101 de 10 x 4 cm para la evaluación de la detergencia y de muestras de tejido de algodón sin ensuciar 10 x 10 para la evaluación de la suavidad .b) Concentración del detergente la

fijada en cada ensayo, fue la misma para todos ellos; c) Volumen de baño: 150 ml con 10 bolas de acero para agitación; d) Temperatura de lavado fijada en cada ensayo C; e)Tiempo de lavado: 30 minutos y f) El agua estuvo exenta de iones.

Se efectuaron uno y cinco lavados repetidos de las muestras de tejido de algodón, con suciedad Standard EMPA

2.3.2 Ensayos de suavidad de los tejidos

La suavidad del tejido de algodón se comprobó mediante la evaluación subjetiva por tacto mediante la prueba sensorial de la mano del observador (apreciando las sensaciones de suavidad y compresibilidad), para lo cual se utilizaron 5 observadores que evaluaron las muestras de los tejidos por parejas, combinando la muestra original y las diferentes muestras de tejidos lavados en presencia de la bentonita con el tensioactivo aniónico, y con el no-iónico y en mezcla de ambos (9). En consecuencia, se procedió a la evaluación de las distintas parejas de muestras por cada observador. Las muestras de tejido a evaluar fueron de 10 x 10 cm y en cada pareja se obtuvo la de mayor suavidad por parte de cada observador. Siendo el computo de las veces que se selecciono como mayor suavidad el resultado comparativo entre ellas. Para evitar su contaminación por la grasa de las manos de cada observador se evaluaron trozos de tejido distintos previamente lavados en las condiciones de ensayo correspondientes.

2.4 Evaluación de los resultados.

2.4.1 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: (10)

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

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

2.4.2. Evaluación de la suavidad

La suavidad de los tejidos se obtuvo por el tacto subjetivo de distintos observadores, tal como se indicó anteriormente. Las muestras de tejido de algodón lavado EMPA 211 para la valoración de la suavidad fueron de LAS,

APG i AE y las mezclas de LAS con APG y LAS con AE en las proporciones aniónico:no-iónico a la concentración total por separado o en mezcla de 10^{-3} M.

2.4.3 Evaluación de la blancura de los tejidos de algodón.

La evaluación de la blancura del tejido original y de los tejidos lavados se efectuó a partir de las correspondientes reflectancias y con el índice de blancura de Ganz, según el software Color iQC estándar suministrado por X-Rite para su espectrofotómetro modelo Color i7.

2.5 Condiciones operativas

2.5.1 Condiciones de ensayo para la detergencia del tejido de algodón con suciedad Standard EMPA

El tejido de algodón con suciedad EMPA 101 fue sometido a 1 y 5 lavados repetidos, en las condiciones indicadas anteriormente con los tensioactivos seleccionados, que fueron el LAS y el APG por un lado, y el LAS y el AE por otro. Se utilizó la concentración de 10^{-3} M, por separado, y en mezcla de tensioactivo aniónico con no iónico, en las proporciones molares de 1:0; 0,8:0,2 ; 0,6:0,4 ; 0,4:0,6 ; 0,2 :0,8 y 0:1, sin coadyuvantes, a la temperatura de 40°C y durante 30 minutos en cada lavado. Las bentonitas ensayadas se utilizaron a la concentración de 0,8 g.l⁻¹ para la evaluación de la detergencia y para la evaluación de la blancura.

Todos los resultados, tanto de detergencia del tejido sucio como de blancura del tejido limpio, fueron promedio de dos ensayos paralelos en las mismas condiciones.

2.5.2 Condiciones de ensayo para la evaluación de la suavidad del tejido de algodón.

Las muestras de tejido de algodón lavado EMPA 211 para la valoración de la suavidad fueron las resultantes de lavados con LAS, APG, AE y las mezclas de LAS con APG y LAS con AE en las proporciones 0,6:0,4, a la concentración total de 10^{-3} M en ambos casos y con 2.4 g.l⁻¹ de bentonita.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Poder detergente en el tejido de algodón sucio con la utilización de LAS y APG, por separado y en mezcla con bentonita sódica.

Una vez lavado el tejido EMPA 101 en las condiciones indicadas anteriormente, y previamente a la valoración del poder detergente evaluado, se comprobó por microscopía electrónica la deposición de la bentonita sódica sobre el tejido de algodón. Las fotografías obtenidas de las fibras del tejido por microscopía electrónica se muestran en las Figuras 1 y 2 para la partículas bentonita Big Horn CH 325 y la bentonita Big Horn CH 200 respectivamente, depositadas en tejido de algodón EMPA 211 después de un lavado con LAS a la concentración indicada total indicada en el apartado 2.5.1

En las Figuras 3 y 4 se muestran los poderes detergentes, promedio de 2 evaluaciones (en % de impurezas extraídas), en función de las relaciones molares de los tensioactivos LAS (1:0) y Synperonic A7 (0:1) y APG (0:1) y las mezclas de aniónico con no-iónico indicadas en el apartado 2.5.1, todo ello después de 1 y 5 lavados repetidos. En la Figura 3, tales condiciones de lavado en presencia de Bentonita BH CH 325 y en la Figura 4 en presencia de la bentonita BH CH 200.

A la vista de los anteriores resultados se puede apreciar, en todos los casos, al cabo de 5 lavados que el poder detergente fue superior que después de un lavado, lo cual es perfectamente lógico.

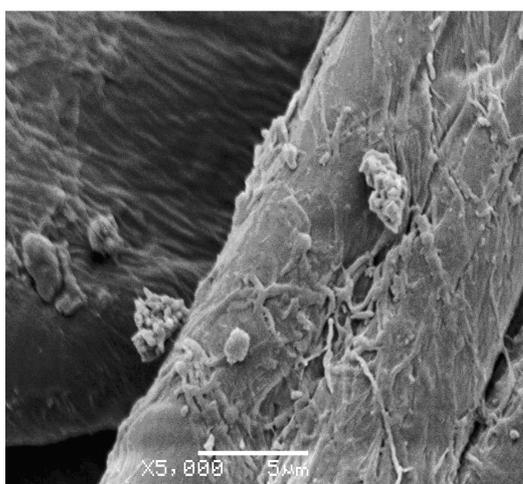


Fig. 1.- Imagen de las micropartículas (Big Horn CH 325) depositadas en tejido de algodón lavado con LAS (x 5.000)

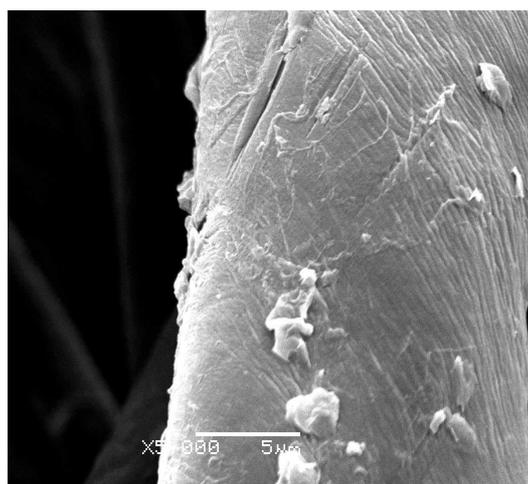


Fig. 2.- Imagen de las micropartículas (Big Horn CH 200) depositadas en tejido de algodón lavado con LAS (x 5.000)

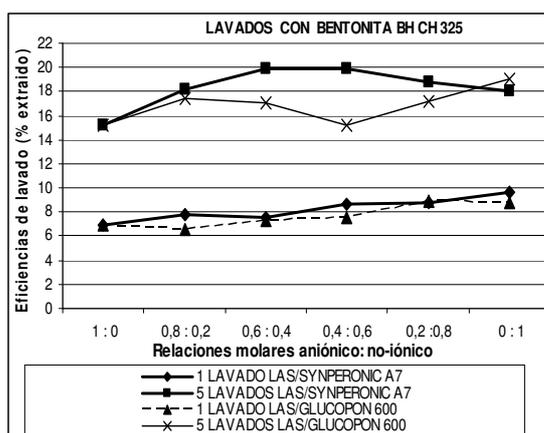


Fig. 3.- Eficiencias de lavado en presencia de Bentonita BH CH 325 y los tensioactivos LAS, Glucopon 600 (APG), Synperonic A7(AE) y sus mezclas para 1 y 5 lavados repetidos. (conc. 10^{-3} M).

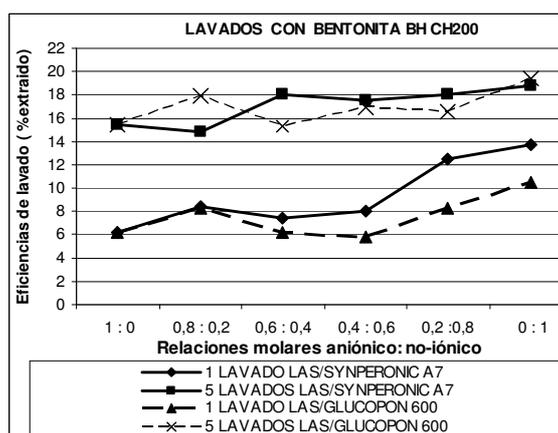


Fig. 4.- Eficiencias de lavado en presencia de Bentonita BH CH 200 y los tensioactivos LAS, Glucopon 600 (APG), Synperonic A7(AE) y sus mezclas para 1 y 5 lavados repetidos. (conc. 10^{-3} M).

Según las anteriores Figuras 3 y 4 , los tensioactivos no-iónicos Glucopon 600 (APG), Synperonic A7(AE), resultaron con mayores poderes detergentes que el

tensioactivo aniónico LAS, tanto al cabo de 1 lavado como de 5 lavados repetidos para cada bentonita ensayada (BH CH 325 y BH CH 200). Para las diferentes mezclas de tensioactivo aniónico con no-iónico, cabe indicar lo siguiente: Para la Bentonita BH CH 325 (Fig. 3) al cabo de 1 lavado las mezclas LAS /APG resultaron con similares poderes detergentes a las mezclas LAS/AE, y para 5 lavados repetidos, con la mezcla LAS/AE, en general, resultaron ligeramente superiores las eficiencias detergentes a la mezcla LAS/APG. Para la Bentonita BH CH 200 (Fig. 4) al cabo de 1 lavado las mezclas LAS/AE resultaron con superior poder detergente que la mezcla LAS/APG para 5 lavados repetidos y las mezclas LAS/AE, en general, resultaron con valores similares que la mezcla LAS/APG. Cabe señalar, para ambas mezclas, en general, que se obtuvo una ligera tendencia a aumentar la detergencia al aumentar la proporción de tensioactivo no-iónico en la mezcla, salvo alguna excepción que mantuvo dentro del error experimental, que se consideró (en función de las variaciones obtenidas) aproximadamente del 7 %.

También cabe indicar que el tamaño de partícula de la bentonita no ejerció una influencia significativa en los resultados de poder detergente obtenidos en todos los casos, siendo ambos con valores del mismo orden.

3.2 Evaluación de la blancura de los tejidos de algodón lavados en función de las mezclas de tensioactivos y bentonitas ensayadas de diferente tamaño de partícula.

Se ha evaluado el grado de blanco del tejido de algodón EMPA 211 sin ensuciar, teniendo en cuenta que los lavados indicados en el apartado anterior se han efectuado en presencia del ingrediente bentonita sódica, compuesto de color grisáceo, podría alterar el blanco del tejido. Este compuesto se deposita en la materia textil (fibras de algodón) durante el lavado, tal como se mostró por microscopía electrónica, para impartirle mejoras en sus propiedades, fundamentalmente, mejora del tacto, que será evaluado en este trabajo.

Las blancuras, promedio de dos determinaciones, según el índice de blancura Ganz, se muestran en la Figura 5 para la bentonita sódica BH CH 325 y en la Figura 6 para la bentonita sódica BH CH 200

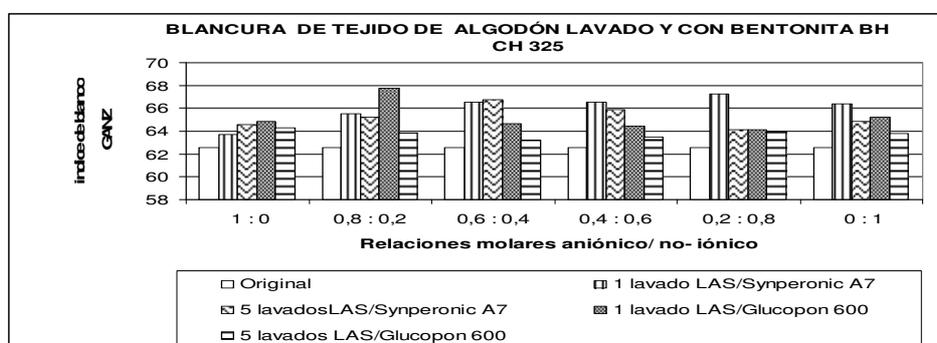


Fig. 5 Blancuras Ganz del tejido de algodón EMPA 211, después de 1 y 5 lavados repetidos con los tensioactivos LAS, GlucoPON 600 (APG) y Synperonic A 7 (AE), por separado y en mezcla en presencia de la Bentonita sódica GH CH 325

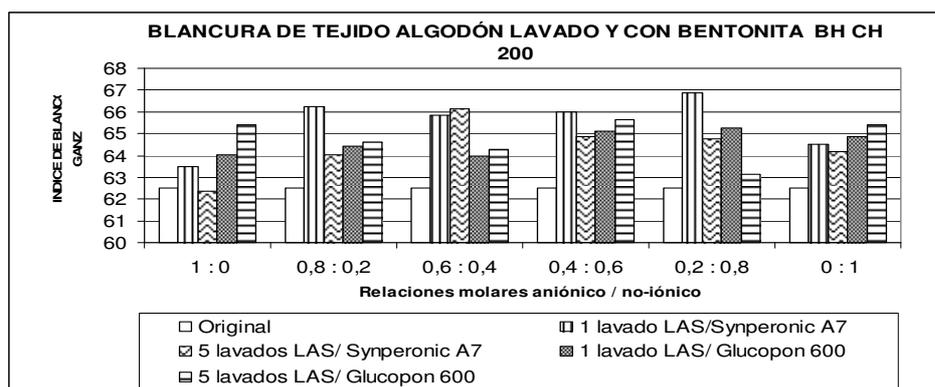


Fig. 6 Blancuras Ganz del tejido de algodón EMPA 211, después de 1 y 5 lavados repetidos con los tensioactivos LAS, Glucopton 600 (APG) y Synperonic A 7 (AE), por separado y en mezcla en presencia de la Bentonita sódica GH CH 200

A la vista de los resultados obtenidos (Fig. 5 y 6) de blancura según índice de Ganz, cabe indicar que no se ha producido, en ningún caso, descenso de la blancura inicial de tejido de algodón EMPA 211, por los ensayos de lavado repetidos efectuados (1 y 5 lavados) con los tensioactivos y mezclas ensayados en este trabajo en presencia de las bentonitas ensayadas de diferente tamaño de partícula.

Las diferencias de blancura obtenidas después de los lavados respecto al tejido inicial sin lavar fueron ligeramente superiores en todos los casos, y no existiendo, en general, diferencias significativas entre los tensioactivos ensayados y sus mezclas entre los lavados efectuados.

3.3 Evaluación de la suavidad

Con objeto de obtener el efecto de las bentonitas ensayadas, a la concentración de $2,4 \text{ g.l}^{-1}$ en el lavado, se procedió a la valoración de la suavidad mediante el tacto del tejido de algodón EMPA 211 tras el lavado con los tensioactivos indicados aniónico (LAS) (denominado A), no-iónicos (APG, AE) (denominado C), por separado y la mezcla aniónico con no-iónico en la proporción 0,6:0,4 (denominado B). Se efectuó la evaluación subjetiva por tacto de tales tejidos lavados entre ellos y con la muestra original (denominada O), las parejas de muestras resultantes fueron las siguientes: O con A; O con B, O con C; A con B; A con C y B con C. Con el objeto de evaluar la mayor suavidad obtenida en cada pareja se le dio el valor 1 voto por parte de cada observador a la muestra mas suave (11). Estas valoraciones se efectuaron al cabo de uno y cinco lavados repetidos, e intervinieron 5 observadores diferentes en las valoraciones, comparando los tejidos lavados con los tensioactivos LAS/Synperonic A7 por un lado, y por el otro lado los tejidos lavados con LAS/Glucopton 600, en ambos casos con los dos tipos de bentonitas ensayadas. BH CH 200 y BH CH 325.

El cómputo de las puntuaciones obtenidas como mas suaves se indican en la Figura 7 para los tensioactivos LAS, Synperonic A7 (AE) y su mezcla en las

proporción 0,6:0,4 y en la Figura 8 para el LAS, Glucopon 600(APG) y la misma proporción de mezcla de ambos, para las dos bentonitas ensayadas.

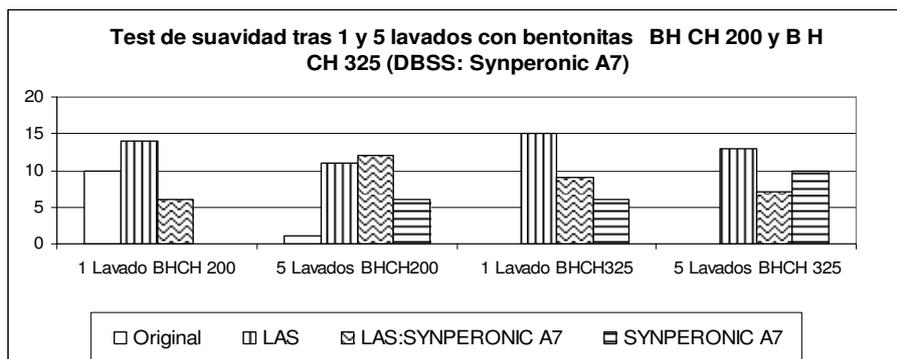


Fig. 7.- Valoración de la suavidad entre pares de muestra original de algodón comparada con tal muestra lavada con las bentonitas BH CH 200 y BH CH 325 y los tensioactivos LAS, Synperonic A7 (AE) y la mezcla de ambos.(0,6:0,4)

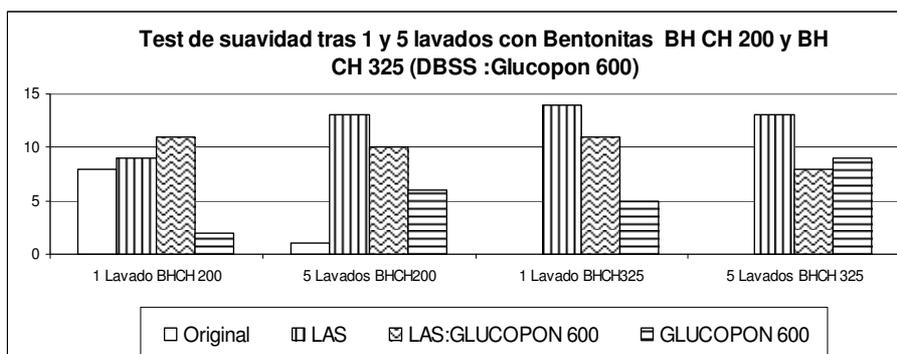


Fig. 8.- Valoración de la suavidad entre pares de muestra original de algodón comparada con tal muestra lavada, con las bentonitas BH CH 200 y BH CH 325 y los tensioactivos LAS, Glucopon 600 (APG) y la mezcla de ambos.(0,6:0,4)

En las Figuras 6 y 7 se puede apreciar, teniendo en cuenta que las valoraciones del grupo de muestras de 1 lavado se efectuaron por un lado y las de 5 lavados repetidos por otro, sin comparación entre ellas, y ambas fueron comparadas con la muestra original limpia, lo siguiente:

En general, se observó una mayor suavidad que el tejido inicial de algodón sin lavar con los tejidos lavados con Bentonita, principalmente, al cabo de uno y cinco lavados repetidos, con mayores diferencias al cabo de cinco lavados repetidos, respecto a la muestra original limpia.

Al tejido de algodón lavado con el tensioactivo aniónico (LAS) le correspondió mayor suavidad que el tejido original sin lavar en todos los casos, (tanto al cabo de un lavado como cinco lavados repetidos), y que el tejido lavado con el tensioactivo no iónico (Synperonic A7 o Glucopon 600). Siendo dicho efecto algo mayor para la Bentonita GH CH 325 en ambos casos.

En el tejido de algodón lavado con cualquiera de los tensioactivos no iónicos ensayados, su suavidad aumentó de uno a cinco lavados repetidos con mayores incrementos de suavidad que con el tensioactivo aniónico. Cabe indicar, en general, que al cabo de 1 lavado repetido con estos tensioactivos no-iónicos se experimentó menor suavidad que la muestra original. Sin embargo, en el tejido lavado con tensioactivo aniónico, al cabo de un lavado, la suavidad obtenida fue mayor que el tejido original.

Los tejidos de algodón lavados con la mezcla de tensioactivos aniónico con no-iónico (0,6:0,4) se mostraron más similares al comportamiento en la suavidad obtenida con el tensioactivo aniónico, excepto al cabo de 5 lavados repetidos con Bentonita GH CH 325, que se presentó un comportamiento más similar a los tensioactivos no-iónicos AE y APG.

Para los tensioactivos, Synperonic A7 como, Glucocon 600, la suavidad obtenida con las Bentonitas, en los lavados repetidos, aumentó considerablemente para los tensioactivos no-iónicos con las dos bentonitas utilizadas, y se mantuvo con los tensioactivos aniónicos, en general, con ligeros descensos de 1 a 5 lavados repetidos (principalmente, en la Bentonita GH CH 325).

3.- CONCLUSIONES.

Con referencia al comportamiento de las bentonitas en relación a la suavidad proporcionada al tejido de algodón y en la detergencia de los tensioactivos ecológicos aniónico el LAS y los no-iónicos el AE (Synperonic A7) y el APG (Glucocon 600) y sus mezclas, cabe indicar lo siguiente:

1) Los detergentes sintéticos proporcionan, en general, un tacto áspero a los tejidos de algodón lavados, y la adición de bentonita en el lavado mejoró su suavidad durante el lavado, siendo una alternativa a los suavizantes orgánicos utilizados después del lavado. Mediante la acción de este producto natural microdispersado, que es completamente ecológico, el efecto de suavidad en el tejido aumentó con los lavados repetidos.

2) El efecto detergente de los tensioactivos no-iónicos, en general, fue mayor que el tensioactivo aniónico, en presencia de las dos bentonitas ensayadas. En las mezclas ensayadas, en general, la detergencia obtenida aumentó con la proporción de tensioactivo no-iónico en la mezcla.

3) En general, tanto las bentonitas ensayadas y los tensioactivos y mezclas utilizadas presentaron en el poder detergente comportamientos similares, excepto la Bentonita BH CH 325 que las mezclas LAS /AE, que fueron algo mayores que las mezclas LAS/APG al cabo de 5 lavados repetidos; y en la Bentonita BH CH 200 al cabo de 1 lavado, las mezclas LAS / AE fueron algo mayores que las mezclas LAS/ APG

4) Las blancuras de los tejidos, según el índice de Ganz, fueron similares, con la utilización en el lavado de los tensioactivos y bentonitas ensayadas, no existiendo diferencias entre tensioactivos y sus mezclas, siendo, algo superiores que la blancura inicial al cabo de 1 y 5 lavados repetidos.

5) El incremento de suavidad del tejido de algodón lavado con bentonita fue mayor al cabo de cinco lavados que el tejido original lavado sin bentonita, tanto para el tensioactivo aniónico como los tensioactivos no-iónicos. Sin embargo, para las dos bentonitas ensayadas, al cabo de uno y cinco lavados repetidos la suavidad obtenida con el tensioactivo no-iónico fue menor que la obtenida con el tensioactivo aniónico.

6) Al tejido lavado con tensioactivo aniónico le correspondió mayor suavidad que al tejido lavado con tensioactivo no-iónico en todos los lavados efectuados, siendo mas efectiva la Bentonita GH CH 325. Sin embargo, cabe destacar el mayor aumento de suavidad de 1 lavado a 5 lavados con los tensioactivo no-iónicos para las dos bentonitas ensayadas.

7) Los resultados de suavidad con las mezclas de tensioactivos aniónico con no-iónico (0,6:0,4) tuvieron un comportamiento más similar al tensioactivo aniónico, en cuanto a la ganancia de suavidad del tejido no tratado, excepto al cabo de 5 lavados repetidos con Bentonita GH CH 325, que se mostró mas similar al tensioactivo no-iónico (AE o APG).

4. Agradecimientos.

Se agradece a la firma Wyo-Ben INc (USA); el suministro de las bentonitas Big Horn utilizadas; a la empresa Cognis Ibérica S.L el suministro del tensioactivo APG; a Uniqema el suministro del tensioactivo AE; al Departamento, Ingeniería, Textil y Papelera de la UPC la obtención de las fotografías de microscopía electrónica de este trabajo. Asimismo, a las colaboradoras Liliana Morer Pardillo y Maise Simó Cima por su valiosa ayuda en la labor experimental de este trabajo y a los observadores del Intexter que participaron en las valoraciones subjetivas de tacto de los tejidos.

5. Bibliografía.

- 1) March J.T. An Introduction to Textile Finishing, Chapman and Hall Ltd, (1966)
- 2) Mallison P.J., J. Soc. Dyer Colour, 990,67 (1974)
- 3) Kuo-Yann Lai, editor, Surfactant Science Series , Volumen 129. Liquid Detergents, 2ª edición. Capítulo 12 : Fabric Softeners, A, Crutzen CRC Press Boca Raton Fl(USA) (2006)
- 4) Doms y colb. United States Patent 5, 332, 513 de 26 Julio (1994)
- 5) Grim r.E. y Güven N, Colección Developments in Sedimentology. Volumen 24: Bentonites, Geology, Mineralogy Properties and uses. ed. Elsevier Scientific. Publishing Company, Amsterdam (1978)
- 6) Información técnica de Laviosa Chimica Mineraria- Livorno-Italia
- 7) Balzer D, Tenside Surf, Det, 286,6, 419-427 (1991)
- 8) Falbe J. Surfactants in Consumer Products, Theory , Technology and Application. Springer-Verlag, Berlín (1987).
- 9) Carrión , F.J., Comunicaciones de las Jornadas del Comité Español de la Detergencia, 31, 275-288, (2001)
- 10) Harris J.C. Detergency Evaluation and Testing, Interscience Publishers Inc. New York (1954)
- 11) Shenai V.A., Fabric Hand . Part II, Textile Dyer & Printer,3, 15-22 (1969)