

COMPORTAMIENTO DETERATIVO DE LAS FORMULACIONES ECOLÓGICAS EN LA EXTRACCIÓN DE GRASAS Y PROTEÍNAS EN TEJIDO DE ALGODÓN APRESTADO Y TRATADO CON DIVERSOS SUAVIZANTES

F.J. Carrión* y M. Serra**

0.1. Resumen

En el presente trabajo se efectuó un estudio del comportamiento deterativo producido por una formulación ecológica, aplicada para el lavado de un tejido de algodón aprestado con una resina DMDHEU y tratado con diferentes suavizantes catiónicos, del tipo de amonio silicón y esterquat. A estos tejidos se aplicaron, antes del lavado, dos impurezas del tipo proteína y una tipo aceitosa. Los efectos del detergente, en la extracción de tales impurezas del tejido aprestado y tratado con los diferentes suavizantes, fueron obtenidos con la formulación ecológica completa y con la presencia y ausencia de enzimas y blanqueantes en la misma, en orden a obtener la influencia de estas variables en el comportamiento deterativo.

Palabras clave: Deterativo, formulaciones ecológicas, grasas, proteínas, algodón, aprestado, suavizantes.

0.2. Summary: DETERATIVE BEHAVIOURS OF ECOLOGICAL FORMULATIONS IN THE EXTRACTION OF LIPIDS AND PROTEINS IN FINISHED COTTON FABRIC TREATED WITH VARIOUS SOFTENERS

In this paper a study of detergency performance with ecological detergent formulation applied to the washing of cotton fabric finished with the resin DMDHEU and treated with different cationic softeners such as quaternary ammonium silicone and esterquat was obtained. Before the fabric washing two protein and one oily soil impurities types were applied. The detergent effect was determined in function of different softeners treatments to finished fabric and with different contents of the complete detergent formulation used with and without bleaching agent and with and without enzymes in order to obtain the influence of these variables in the detergency performance.

Key words: deterative, ecological, formulations, lipids, proteins, cotton, finishing and softeners.

0.3. Résumé. COMPORTEMENT DÉTÉRATIF DES FORMULATIONS ÉCOLOGIQUES DANS L'EXTRACTION DE GRAISSES ET DE PROTÉINES SUR DU TISSU EN COTON APPRÊTÉ ET TRAITÉ AVEC DIFFÉRENTS ADOUCISSANTS

C'est au cours de ce travail qu'a été réalisée une étude du comportement détératif produit par une formulation écologique, appliquée pour le lavage d'un tissu en coton apprêté avec une résine DMDHEU et traité avec différents adoucissants cationiques, du type silicone d'ammonium et sterquat. Deux impuretés du type protéine et une autre du type huileuse ont été appliquées à ces tissus avant le lavage. Les effets du détératif, sur l'extraction de telles impuretés du tissu apprêté et traité avec les différents adoucissants, ont été obtenus avec la formulation écologique complète et avec la présence et l'absence d'enzymes et de blanchissants dans cette dernière, afin d'obtenir l'influence de ces variables sur le comportement détératif.

Mots clé : Détératif, formulations écologiques, graisses, coton, apprêtes, adoucissants.

1. INTRODUCCIÓN

En el acabado de artículos de algodón y con el objeto de mejorar la recuperación del arrugado se aplican resinas, las cuales producen una pérdida de tacto así como una disminución de las propiedades mecánicas en el tejido, debido a la disminución del alargamiento por la fijación de los enlaces transversales entre sus cadenas macromoleculares, en la zona amorfa de la fibra^{1,2,3}. La aplicación de productos suavizantes proporciona una mejora de propiedades, tal como solicitan los consumidores al artículo textil, entre las que destaca la mejora al tacto, consiguiéndose artículos más suaves y, por tanto, más agradables y con mejor lisura, flexibilidad, compresibilidad y recuperación elástica⁴.

La sorción de tales suavizantes por parte de las fibras textiles se realiza por diversos mecanismos, pero básicamente mediante atracciones eléctricas más o menos débiles, y por tanto, con baja durabilidad tras el lavado (es el caso de un tensioactivo catiónico del tipo esterquat)⁵.

* Dr. Ing. F.J. Carrión Fité. Catedrático de Universidad del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera. Jefe del Laboratorio de Tensioactivos y Detergencia del INTEXTER (U.P.C.) y Editor de este Boletín.

** Dr. Ing. Miquel Serra Gasol. Profesor Titular de la Escuela de Ingeniería Técnica de Barcelona.

Actualmente, los suavizantes a base de siliconas han evolucionado en cuanto a su estructura química y a las prestaciones que proporcionan al tejido, consiguiéndose diversos tipos de suavizantes organosiliconados⁶⁾. Uno de estos tipos son los suavizantes de amonio silicona, que proporcionan una mejora notable de propiedades a los tejidos consiguiéndose mayor durabilidad tras el lavado que el que proporciona el suavizante a base de silicona reactiva convencional⁷⁾.

Los detergentes utilizados en el lavado doméstico, dadas las exigencias cada vez mayores de los consumidores, son formulaciones complejas, con un gran número de ingredientes, los cuales pueden ser clasificados en tres grupos: tensioactivos, coadyuvantes y agentes auxiliares. La totalidad de ingredientes del detergente contribuyen, con sus funciones específicas al proceso de lavado, y pudiéndose producir efectos sinérgicos entre sus ingredientes⁸⁾.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento detergente de una formulación ecológica (incluyendo Zeolita en lugar de tripolifosfato) aplicada para la extracción de proteínas y aceite, en tejidos de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con diversos suavizantes catiónicos del tipo de amonio silicona y esterquat.

Con la finalidad de obtener la influencia en el lavado de la extracción de las indicadas impurezas, en el tejido de algodón aprestado y suavizado con dos suavizantes del tipo amonio silicona de distinto peso molecular y de un suavizante de esterquat y la mezcla de ambos, se procedió a la aplicación de una fórmula detergente ecológica completa y con la presencia y ausencia de enzimas y agentes blanqueantes, en orden a obtener la influencia de estas variables en el comportamiento detergente.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

2.1.1. Tejido utilizado

Se empleó un tejido de algodón 100% que tuvo un tratamiento de chamuscado, descolado, descrudado y blanqueo químico suministrado por Quimitex (Barcelona). Las características físicas de este tejido fueron las siguientes: Peso: 182 g.m⁻²; Densidad del tejido: la urdimbre de 55 hilos cm⁻¹ y en trama de 26 pasadas. cm⁻¹; Ligamento raso. Los títulos de los hilados de urdimbre y trama fueron 25,2 tex/1 c.

2.1.2. Productos químicos

2.1.2.1. Aprestado

Se aplicó una resina del tipo reticulante. Se empleó el Fixapret CPN (BASF) que es un producto a base de DMDHEU (dimetilolglioxalmonoureina) con una concentración en sólidos del 45% y a pH 5-6.

2.1.2.2. Suavizantes catiónicos:

Se utilizaron los suavizantes siguientes:

a) Esterquat: Se utilizó un esterquat proveniente de un aceite de palma como materia prima, referenciado como AU-46, suministrado por Henkel (Pulcra de Barcelona), con un 90±2% de materia activa y peso molecular de 800 g.mol⁻¹.

b) Silicona de amonio cuaternario: Se utilizaron los productos suministrados por Hansa, Textilchemie GmbH siguientes: 1) Producto HF 6922 con un peso molecular de 2.500 g.mol⁻¹ y 50% de contenido en sólidos, preparado para su aplicación en forma de microemulsión por los autores de este trabajo⁷⁾ y 2) Producto HF 3474, con un peso molecular de 6.000 g.mol⁻¹ y 95% de contenido en sólidos; se preparó igual que el anterior producto en forma de microemulsión⁷⁾.

2.1.2.3. Componentes del detergente

a) Tensioactivos utilizados: 1) Tensioactivo aniónico: Dodecilsulfato sódico con una pureza del 99% suministrado por Merck. 2) Tensioactivo no iónico: Alcohol graso etoxilado con 7 m.O.E., con la denominación Synperonic A-7 suministrado por ICI España S.A. (Barcelona), con una pureza del 99,2% y peso molecular de 516.

b) Coadyuvantes: 1) Zeolita A suministrada por FMC Foret S.A. (Barcelona), 2) Carbonato sódico suministrado por Panreac con 99,8% de pureza; 3) Silicato sódico suministrado por Panreac, como reactivo puro para análisis y 4) El trisodio citrato-2-hidrato suministrado por Panreac con un 98% de pureza.

c) Agentes auxiliares: 1) Percarbonato sódico suministrado por Solvay (España), 2) Activador de blanqueo Mykon ATC White suministrado por Warwick International Limited (Inglaterra); 3) Enzimas: Se aplicaron las enzimas Durazym de 60 KLU.g⁻¹, Termamyl de 60 KLU.g⁻¹ y Lipolase de 100 KLU.g⁻¹, suministradas por NovoNordisk (Dinamarca).

2.1.2.4. Sales para la preparación de agua de dureza conocida

Se preparó para utilización en los lavados, agua de dureza de 40° HF, mediante la utilización de agua desionizada y sales de cloruro magnésico hexahidrato de Panreac del 99% de pureza y cloruro cálcico con 95% de pureza, suministrado por Panreac. La proporción de ambas sales en el agua fue de 3:1 molar, respectivamente.

2.1.2.5. Impurezas aplicadas al tejido

a) Proteínas: 1) Leche con huevo, en la proporción de 80 g. de leche entera 3% m.g y 20 g. de yema de huevo. 2) Leche con cacao, mezcla de leche entera y cacao y otros aditivos (emulgentes, estabilizantes, etc.) según fórmula que tienen comercializada Letona S.A. (Barcelona).

b) Solución de aceites: Se utilizó una mezcla del 50% a su vez mezcla de aceite de oliva refinado y aceite de oliva virgen, con una acidez máxima de 1° y 50% aceite refinado de girasol, de acidez máxima 0,2°. A esta mezcla se le aplicó el colorante Sudan III para microscopía., suministrado por Panreac, con el objeto de darle color al ensuciamiento producido por esta mezcla de aceites.

2.2. Aparatos

2.2.1. Aparato de lavado

Para los ensayos de lavado se utilizó un Tergo-O-Tometer modelo 7243S procedente de Testing Co.Inc.USA 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 WE300 (Inglaterra).

2.2.3. Aplicación de las suciedades líquidas

Las suciedades líquidas se aplicaron con la ayuda de un foulard horizontal de dos cilindros modelo FL de Benguerel (Barcelona).

3. Procedimientos

3.1. Aprestado del tejido

Se prepararon 100 g.l-1 DE Fixapret CPN (BASF) y 15 g.l-1 de cloruro magnésico hexahidrato. Se aplicó una impregnación en foulard del 90%, se secó a 150°C y se polimerizó durante 4 minutos a 160°C.

3.2. Aplicación de los suavizantes

El suavizante Esterquat fue aplicado al tejido de algodón aprestado por agotamiento bajo las condiciones siguientes: a) Emulsión de Esterquat (AU-46) se aplicó 1% s.p.f. pH 5-6; b) Temperatura: 40 °C; c) Tiempo: 30 minutos y d) Secado al aire. El agotamiento final, después de la aplicación de este suavizante, fue de 85,6%, obtenido por valoración del tensioactivo catiónico¹⁰.

Los suavizantes de amonio cuaternario HF 6922 y HF 3474 se aplicaron al tejido de algodón aprestado por agotamiento, con las condiciones siguientes: a) Microemulsión de HF 6922 se aplicó al 1% s.p.f. y la microemulsión de HF 3474 se aplicó al 1% s.p.f.; b) Temperatura: 40 °C; c) Tiempo: 30 minutos y d) Secado al aire. Los agotamientos finales después de la aplicación de estos suavizantes, fue para el HF 6922 de 91.1% y para el HF 3474 de 82.5%, ambos obtenidos por valoración de tensioactivo catiónico¹⁰.

Se aplicaron mezclas de los anteriores suavizantes al tejido de algodón aprestado mediante el método de agotamiento en las proporciones de 50:50 en peso, para las mezclas de AU-46/HF3474 y AU-46/HF 6922 en las mismas condiciones anteriores, con un total de 1% s.p.f. Los

agotamientos finales, después de la aplicación de tales mezclas fueron los siguientes: AU46/ HF 3474 de 87, 1% y para el AU46/HF 6922 de 89,4%, ambos obtenidos por la valoración de tensioactivo catiónico¹⁰.

3.3. Ensuciado del tejido de algodón aprestado

El ensuciamiento del tejido de algodón, aprestado y suavizado, se realizó mediante la utilización de un foulard, con una impregnación del 90%, aplicando las soluciones de leche con yema de huevo, leche con cacao y solución de aceites.

3.4. Metodología de lavado y su evaluación

Se preparó la fórmula detergente siguiente: a) Dodecilsulfato sódico 10%; b) Alcohol etoxilado con 7 m.O.E. 20%; c) Zeolita A 30%; d) Percarbonato sódico 13%; e) Mycon A 1,7%; f) Carbonato sódico 7.5%; g) Silicato sódico; h) Citrato trisódico dihidrato 0,5%; i) CMC 0,2%; j) Enzimas: Durazym 0,4%; Lipolase 0,3% y Termanyl 0,3% y k) Sulfato sódico 13.1%.

El proceso de lavado se realizó con las muestras del tejido considerado, cortado en trozos de 10 cm x 15 cm de tejido, previamente ensuciado o con aceite o proteínas. El lavado se realizó en un Tergo-O-Tometer, durante 30 minutos, a 40°C, en un volumen de baño de 300 ml y con una dosis de detergente de 7,2 g.l⁻¹, utilizando agua de 40°HF. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

La evaluación de la eficacia deterativa se llevó a cabo mediante el porcentaje de suciedad extraída como promedio de dos evaluaciones iguales, mediante la ecuación¹¹.

$$\% \text{ impureza extraída} = \frac{Y_{\text{lavada}} - Y_{\text{sucia}}}{Y_{\text{blanca}} - Y_{\text{sucia}}} \cdot 100 \quad (1)$$

en donde,

Y_{lavada} = Valor triestímulo de la muestra lavada

Y_{sucia} = Valor triestímulo de la muestra sucia

Y_{blanca} = Valor triestímulo de la muestra original limpia

Las reflectancias de los tejidos fueron medidas en el espectrofotómetro, y los valores obtenidos fueron el promedio de cuatro lecturas, obtenidas girando la muestra 90° antes de cada lectura.

3.5. Ensayos realizados

En este trabajo se procedió al lavado de los tejidos previamente ensuciados siguientes: 1) Tejido de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con 1% de suavizante esterquat ref. AU-46; 2) Tejido de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con 1% del suavizante de aminosilicona HF 3474; 3) Tejido de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con

1% del suavizante de aminosilicona HF 6922; 4) Tejido de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con 1% s.p.f. de mezcla AU-46/HF 3474 al 50/50 % en peso y 5) Tejido de algodón aprestado con DMDHEU y tratado con 1% s.p.f. de la mezcla de AU-46 /HF 6922 al 50/50 en peso.

Las impurezas aplicadas a los tejidos antes del lavado fueron las siguientes: 1) mezcla de leche con yema de huevo; 2) leche con cacao y 3) mezclas de aceites, en las proporciones ya indicadas.

Las formulaciones detergentes utilizadas en los lavados de yema con leche y leche con cacao fueron las siguientes: 1) La fórmula detergente completa indicada en el apartado 3.4; 2) Esta fórmula detergente anterior eliminando las enzimas; 3) Esta fórmula detergente eliminando el percarbonato sódico y activador de blanqueo y 4) Esta fórmula detergente utilizada en este apartado anterior 1 empleada sin enzimas, sin percarbonato sódico y sin activador de blanqueo.

Las formulaciones detergentes utilizadas en los lavados fueron: 1) La fórmula detergente completa (denominada A) indicada en el apartado 3.4; 2) La fórmula detergente A., eliminando el percarbonato sódico y activador de blanqueo (blanqueantes) y 4) La fórmula detergente A, sin enzimas, sin percarbonato sódico y sin activador de blanqueo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Siendo el objetivo de este trabajo la evaluación de la detergencia de un mismo tejido de algodón aprestado, el cual ha sido tratado con diferentes suavizantes (tratamientos indicados en el apartado 3.5), se ha decidido primero demostrar que tales tratamientos superficiales eran diferentes a efectos de comportamiento detergente y al mismo tiempo que las formulaciones ensayadas daban diferente resultado de detergencia. Para ello, se efectuaron dos diseños por bloques completos, entre los valores de eficiencia detergente obtenida (como porcentaje), uno para la extracción de la leche con cacao, para las cuatro formulaciones detergentes y cuatro primeros tratamientos del tejido indicados en el apartado 3.5. Del análisis de la varianza obtenida para cada impureza de proteína ensayada, se encontró que existían diferencias significativas entre los tratamientos de suavizantes estudiados y entre las formulaciones detergentes ensayadas.

4.1. Extracción de la suciedad de leche con yema de huevo del tejido de algodón aprestado y tratado con diversos suavizantes

4.1.1. Influencia de la fórmula detergente

Los porcentajes de impureza proteínica extraída (leche con yema de huevo), después de un

lavado en las condiciones indicadas en el apartado 3.4 y la evaluación correspondiente especificada en el mismo, son los que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

Porcentaje de impureza extraída (leche con yema de huevo) de los tejidos de algodón con los tratamientos indicados mediante lavado con las formulaciones detergente especificadas (promedio de 8 mediciones)

Tratamientos	Fórmula detergente completa (A)	Fórmula (A) sin enzimas	Fórmula (A) sin blanqueante y activador de blanqueo	Fórmula (A) sin enzima, blanqueante y activador de blanqueo
Algodón con DMDHEU y AU-46	93,3± 4,1	31,3±1,1	70,8± 1,1	21,6 ±1,9
Algodón con DMDHEU y HF3474	63,8± 6	26,5±4,4	52,9± 2,7	28,4 ±2,3
Algodón con DMDHEU y HF6922	45,8± 4,5	32,5±2,3	40,8± 3,3	9,8±0,6
Algodón con DMDHEU y AU46/HF3474	72,4±3,8	47,9±7,7	63,8±3,7	31,4±2,9
Algodón con DMDHEU y AU46/HF6922	74,3±3,5	41,8±3,5	62,5±3,8	32,2±2,5

A la vista de los resultados de la Tabla 1, que corresponden a la impureza proteínica extraída (leche con yema de huevo) del tejido aprestado y suavizado con cada uno de los suavizantes indicados anteriormente (esterquat AU-46, amino-siliconas, HF 3474, HF 69 22 y las mezclas AU-46 con HF 3474 y AU-46 con HF 6922), cabe indicar los siguiente:

El detergente con la formulación completa (A) es el que dio un mejor rendimiento, con un mayor porcentaje de extracción de impureza en todos los tratamientos del tejido considerados, lo cual resulta lógico por el contenido de aditivos de esta formulación detergente. La misma formulación detergente, utilizada sin la presencia del blanqueante: percarbonato sódico y del activador de blanqueo, resultó con menos eficiencia detergente que la anterior.

Al eliminar de la fórmula detergente considerada las enzimas, resultó una disminución considerable de la detergencia obtenida para todos los tratamientos suavizantes del tejido. Hecho que nos muestra el efecto de tales enzimas, especialmente de tipo proteasa (Durazym), que efectúan la potenciación de la eliminación de manchas a base de proteínas. Dicha enzima hidroliza la proteína de la mancha, y de esta manera se forman péptidos que se disuelven o dispersan fácilmente en el líquido de lavado.

Hay que indicar que las tres enzimas incluidas en la fórmula detergente completa (A)

tienen una excelente estabilidad al almacenamiento en detergentes que contienen blanqueante¹³⁾, y son fácilmente biodegradables.

Cuando en la fórmula detergente completa (A) son suprimidas tanto las enzimas, como el agente blanqueante: percarbonato sódico y el activador de blanqueo, se produce una mayor disminución de la eficacia deterativa para todos los tratamientos suavizantes del tejido de algodón aprestado (Tabla 1).

4.1.2. Influencia de los tratamientos suavizantes en la extracción de la impureza de leche con huevo

En la anterior Tabla 1, al comparar los resultados de la extracción de impurezas de leche con yema de huevo para cada uno de los tratamientos suavizantes considerados (esterquat AU-46, con HF3474 y AU-46 con HF 6922), cabe indicar lo siguiente:

Tanto en el caso de la utilización en el lavado de la fórmula detergente A completa, como ésta sin los blanqueantes (percarbonato sódico y activador de blanqueo), el tejido de algodón aprestado y suavizado con el esterquat: AU-46 fue el que dio un mayor porcentaje de impureza extraída. Menores valores de impureza extraída correspondieron al tejido aprestado tratado con amino siliconas; HF 3474 y HF 6922, con pequeñas diferencias entre ellos. El tratamiento con HF 3474 (PM=6.000) dio mayor detergencia que el tratamiento con HF 6922 (PM=2500).

La eliminación de las enzimas en una formulación y en otra las enzimas y el blanqueante (percarbonato sódico y activador de blanqueo) de la formulación detergente completa A, tal como se indicó, descendió notablemente el efecto deterativo, respecto a los casos considerados anteriormente, por los motivos indicados en el apartado anterior para las enzimas, resultando valores similares para el tejido aprestado y suavizado con esterquat AU-46, y las amino siliconas HF3474 e inferior para la HF 6922. Las mezclas de ambos AU-46/HF3474 y AU-46/HF6922 dieron valores algo superiores a los anteriores.

4.2. Extracción de la suciedad de leche con cacao del tejido de algodón aprestado y tratado con diversos suavizante

4.2.1. Influencia de la fórmula detergente

Los porcentajes de impureza proteínica extraída (leche con cacao) en las condiciones indicadas en el apartado 3.4. y la evaluación correspondiente especificada en el mismo son los que se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

Porcentaje de impureza extraída (leche con cacao) de los tejidos de algodón con los tratamientos indicados mediante lavado con las formulaciones detergente especificadas (promedio de 8 mediciones)

Tratamientos	Fórmula detergente completa (A)	Fórmula (A) sin enzimas	Fórmula (A) sin blanqueante y activador de blanqueo	Fórmula (A) sin enzimas, blanqueante y activador de blanqueo
Algodón con DMDHEU y AU-46	90,8±1,1	24,4±3,1	93±4	14,6 ±3,3
Algodón con DMDHEU y HF3474	63,3± 6,3	23,1±3,6	84,7± 5	19,4 ±4,1
Algodón con DMDHEU y HF6922	67,4± 6	27,2±1,7	81,3±5,3	21,4±1,2
Algodón con DMDHEU y AU46/HF3474	58,2±3	11,4±0,2	60,9±0,8	12,1±2,7
Algodón con DMDHEU y AU46/HF6922	76,7±6,3	14,7±1,2	77,5±8,6	12,5±2,6

A la vista de los resultados de la Tabla 2, que corresponden a la impureza proteínica extraída (leche con cacao) del tejido aprestado y suavizado con cada uno de los suavizantes indicados anteriormente (esterquat: AU-46, amino siliconas: HF3474, HF 6922 y las mezclas AU-46 con HF-3474 y AU-46 con HF 6922), cabe indicar lo siguiente:

El detergente con la formulación completa (A) sin el blanqueante (percarbonato sódico y activador de blanqueo) es el que dio, en general, un mejor rendimiento, con un mayor porcentaje de extracción de impureza en todos los tratamientos del tejido considerados, lo cual resulta lógico por el contenido de enzimas de esta formulación detergente. La formulación detergente utilizada con la presencia del blanqueante percarbonato sódico y el activador de blanqueo, resultó con menor eficiencia deterativa que la anterior, con lo que se aprecia su efecto algo negativo en este caso.

Al eliminar de la fórmula detergente considerada las enzimas resultó una disminución considerable de la detergencia obtenida para todos los tratamientos suavizantes del tejido considerados. Este hecho, nos enseña el efecto de tales enzimas, especialmente las de tipo proteasa, (Durazym) en la potenciación en la eliminación de manchas a base de proteínas y las efectivas para la eliminación de chocolate (Termanyl), tal como se indicó anteriormente.

Al eliminar en la fórmula detergente completa (A) aparte de las enzimas, el agente blanqueante percarbonato sódico y el activador de blanqueo, se produjo una mayor disminución de la eficacia deterativa para todos los tratamientos

suavizantes del tejido de algodón aprestado (Tabla 2).

4.2.2. Influencia de los tratamientos suavizantes en la extracción de la impureza de leche con cacao

En la anterior Tabla 2, al comparar los resultados de la extracción de impurezas de leche con cacao, para cada uno de los tratamientos suavizantes considerados (esterquat: AU-46, amino siliconas: HF 3474, HF 6922 y las mezclas AU-46 con HF 3474 y AU-46 con HF6922), cabe resaltar los siguiente:

Tanto en el caso de la utilización en el lavado de la fórmula detergente A completa, como ésta sin los blanqueantes (percarbonato sódico y activador de blanqueo), el tejido de algodón aprestado y suavizado con el esterquat: AU-46 fue el que dio un mayor porcentaje de impureza extraída correspondieron al tejido aprestado tratado con la mezcla AU-46/HF3474 en ambos casos. La otra mezcla AU-46/HF 6922 dio valores de eficacia detergente superior. Los tratamientos de tal tejido con HF3474 y HF6922 fueron similares en el comportamiento detergente siendo mayores para la

formulación sin blanqueante respecto a la formulación completa.

La eliminación de las enzimas en un caso y en el otro de las enzimas y además del blanqueante (percarbonato sódico y activador de blanqueo) de la formulación detergente completa A, tal como se indicó descendió notablemente el efecto detergente, respecto a los casos considerados anteriormente, por los motivos indicados en el apartado anterior para las enzimas, resultando valores similares para el tejido aprestado y suavizado con esterquat AU-46, y las amino siliconas, HF 3474 y HF 6922. Las mezclas de ambos AU-46/HF3474 y AU-46/HF6922 dieron valores algo inferiores a los anteriores.

4.3. Extracción por lavado de la suciedad aceitosa del tejido de algodón aprestado y tratado con los diversos suavizantes

Los porcentajes de impureza aceitosa (mezcla indicada en el apartado 2.1.2.5) después de un lavado en las condiciones indicadas en apartado 3.4 y la evaluación correspondiente especificada en el mismo, son los que se muestran en la Tabla 3 para la fórmula detergente A completa.

TABLA 3

Porcentaje de impureza extraída del tipo aceitosa del tejido de algodón con los tratamientos indicados utilizando la formulación detergente completa (A). (Resultados promedio de 8 mediciones)

Detergente	Algodón con DMDHEU Y AU-46	Algodón con DMDHEU y HF3474	Algodón con DMDHEU y HF6922	Algodón con DMDHEU y AU46/HF3474	Algodón con DMDHEU y AU46/HF6922
Fórmula detergente (A)	76,9 ±2,4	74,1 ±3,2	51,8± 0,7	47,8±3,5	58,6±7,2

4.3.1. Influencia de los tratamientos suavizantes en la extracción de la impureza aceitosa

En la anterior Tabla 3, al comparar los resultados de la extracción de impurezas aceitosas con la fórmula detergente completa (A), incluyendo Lipolase, para cada uno de los tratamientos suavizantes considerados (esterquat: AU-46, amino siliconas: HF3474, HF 6922 y las mezclas AU-46 con HP 3474 y AU-46 con HF 6922), cabe indicar lo siguiente:

Tanto en el caso del lavado del tejido de algodón aprestado y suavizado con el esterquat: AU-46 como del tejido aprestado y suavizado con el HF 3474 fueron los que dieron un mayor porcentaje de impureza extraída. Los menores valores de impureza extraída correspondieron al tejido aprestado tratado con la mezcla AU-46/HF 3474. La otra mezcla AU-46/HF 6922 dio valores de eficacia

detergente superior. El tratamiento de suavizado con HF 6922 dio un valor intermedio a los anteriores, siendo similar a estas mezclas consideradas.

5. CONCLUSIONES

5.1. Mediante un análisis de la varianza obtenida para la extracción de cada tipo de impureza de proteína del tejido de algodón tratado con diversos suavizantes, se mostró que existían diferencias significativas entre dichos tratamientos y para las formulaciones detergentes ensayadas, por lo que se procedió a su análisis comparativo.

5.2. El detergente con la formulación detergente completa es el que proporcionó un mayor porcentaje de extracción de leche con yema de huevo del tejido aprestado y tratado con los suavizantes ensayados.

5.3. Al eliminar las enzimas en la fórmula detergente considerada, resultó una disminución de la detergencia para la extracción de la leche con yema de huevo del tejido aprestado.

5.4. Cuando en la fórmula detergente completa fueron eliminados, tanto las enzimas como el agente blanqueante, se produce la más baja disminución de la eficacia detergente para la extracción de la leche con yema de huevo en todos los tratamientos suavizantes efectuados al tejido aprestado.

5.5. Para la extracción de leche con yema de huevo del tejido, el tratamiento con esterquat fue el que dio el mayor porcentaje de impureza extraída. Menores valores fueron encontrados con el tejido aprestado tratado con amino silicona y se hallaron valores intermedios para las mezclas de esterquat y aminosilicona. La eficacia detergente descendió al eliminar las enzimas en la formulación detergente y al eliminar, tanto las enzimas como el agente blanqueante, se produjeron los menores valores de eficacia detergente.

5.6. La formulación detergente sin la presencia de blanqueante es el que proporcionó un mayor porcentaje de extracción de leche con cacao del tejido aprestado y con los tratamientos suavizantes efectuados.

5.7. Al eliminar las enzimas en la fórmula detergente considerada, resultó una disminución de la detergencia en la extracción de leche con cacao para todos los tratamientos suavizantes del tejido aprestado.

5.8. Cuando en la fórmula detergente completa son eliminados, tanto las enzimas como el agente blanqueante, se produce la más baja disminución de la eficacia detergente en la extracción de leche con cacao, para todos los tratamientos suavizantes efectuados al tejido aprestado.

5.9. Para la extracción de leche con cacao del tejido el tratamiento con esterquat fue el que dio el mayor porcentaje de impureza extraída. Menores valores fueron encontrados con el tejido aprestado tratado con amino silicona y se hallaron valores intermedios para las mezclas de esterquat con amino silicona. La eficacia detergente descendió al eliminar las enzimas en la formulación detergente y al eliminar tanto las enzimas como el agente blanqueante, se produjeron los menores valores de eficacia detergente, con valores similares entre el

esterquat y las amino siliconas y con valores inferiores para las mezclas.

5.10. Para la extracción de solución aceitosa del tejido aprestado y suavizado, el esterquat y la amino silicona con mayor peso molecular son lo que presentaron un mayor porcentaje de impureza extraída con la utilización de la fórmula detergente completa. La otra amino silicona (de menor p.m.) y sus mezclas con esterquat dieron valores de eficacia detergente menores.

6. AGRADECIMIENTOS

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, el cual ha permitido la realización de este trabajo. Asimismo, se agradece a todos los suministradores de los productos que se utilizaron.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Marsh J.T. An Introduction to Textile Finishing, Chapman & Hall Lts (1966)
2. Hall L., Textile Finishing, Publishing Company Inc., London, tercera edición, p. 135-259 (1966)
3. Manual del Acabado Textil publicado por BASF (1980)
4. Mallison P., J. Soc. Dyer Colour, **90**, 67 (1974)
5. Carrión, F.J., Boletín INTEXTAR, **93**, 71-85 (1988)
6. Carrión, F.J., Boletín INTEXTER, **112**, 61-66 (1997)
7. Carrión, F.J., Proceedings 17th IFATCC, pág. 253-255 (1996)
8. Lange K.R. Detergents and Cleaners, A handbook for Formulators, Hanser Publishers, Munich, 276 pág (1996)
9. Carrión, F.J., Patente en preparación
10. Norma UNE 55563 (equivalente a la ISO/DIS 2871)
11. Falbe, J. editor, Surfactants in Consumer Products, Theroy, Technology and Application, Springer-Verlag, Berlín (1987)
12. Montgomery D.C., Diseño y Análisis de Experimentos, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V., México, 589 pág. (1991)
13. Información técnica de NovoNordisk