

SORCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS EN LANA TRATADA CON BISULFITO SÓDICO: INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICO-MECÁNICAS

N. Gómez*, A. Naik**, R. Juliá*** y P. Erra****

0.1. Resumen

La sorción de hidrolizados proteicos en fibras queratínicas provoca una mejora en las propiedades físicas y químicas de fibras dañadas. En este trabajo se presentan los resultados de las modificaciones de estas propiedades en lana tratada con bisulfito sódico e hidrolizado proteico bien de colágeno o de queratina o de sus respectivos derivados anfífilicos cuaternizados y se comparan con las obtenidas para lana tratada sólo con bisulfito sódico.

Palabras clave: Lana, hidrolizados proteicos, bisulfito sódico, solubilidad en álcali, solubilidad en urea-bisulfito, resistencia a la tracción, pilling, descarga electrostática.

0.2. Summary: SORPTION OF PROTEIN HYDROLISATES IN WOOL TREATED WITH SODIUM BISULPHITE: INFLUENCE ON THE CHEMICAL AND PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

The sorption of protein hydrolisates in keratin fibres improves the physical and chemical properties of damaged fibres. This paper describes the results of modifying these properties in wool treated with sodium bisulphite and protein hydrolisate, either of collagen or keratin or their respective amphiphilic quaternary derivatives. The properties attained are compared to those of wool only treated with sodium bisulphite.

Key words: Wool, protein hydrolisates, sodium bisulphite, alkali solubility, urea-bisulphite solubility, tensile strength, pilling, electrostatic discharge.

0.3. Résumé: SORPTION D'HYDROLYSÉS PROTÉIQUES SUR LA LAINE TRAITÉE AVEC DU BISULFITE DE SODIUM: INFLUENCE DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSICO-MÉCANIQUES

La sorption d'hydrolysés sur les fibres kératiniques améliore les propriétés physiques et chimiques des fibres abîmées. Ce travail présente les résultats des modifications de ces propriétés sur la laine traitée avec du bisulfite de sodium et d'hydrolysé protéique de collagène, de kératine ou de leurs dérivés quaternisés, comparés aux résultats obtenus sur de la laine traitée avec du bisulfite de sodium seulement.

Mots clés: Laine, hydrolysés protéiques, bisulfite de sodium, solubilité dans un alcali, solubilité dans de l'urée-bisulfite, résistance à la traction, boulochage, décharge électrostatique.

1. INTRODUCCIÓN

La sulfitolisis ha sido empleada a nivel industrial para conferir a los tejidos de lana propiedades tales como plisado permanente, por otro lado, la sulfitolisis oxidativa ha sido empleada para conferir a la lana resistencia al encogimiento. Además, muchos procesos industriales, para conferir a la lana resistencia al encogimiento, basados en procesos oxidativos son seguidos de tratamientos con bisulfito sódico con el fin de eliminar el exceso de oxidante y los productos de oxidación secundarios. Sin embargo, el papel de estos tratamientos es más importante de lo que cabía esperar, ya que el efecto máximo se produce sólo después del tratamiento de sulfitolisis¹⁾.

Los tratamientos de sulfitolisis de la lana provocan la ruptura del enlace disulfuro, dando lugar a un resto de ácido cisteinsulfónico y a otro de cisteína. A pH ácido puede tener lugar la reformación de un nuevo enlace disulfuro. Por otro lado, el ácido cisteinsulfónico no se protona en medio acuoso en todo el rango de pH dando a la lana un carácter aniónico.

La extensión de la reacción de sulfitolisis en la lana depende de varios factores, siendo el más importante el pH. La reacción se favorece si se lleva a cabo en medio hidroalcohólico²⁾, debido probablemente a una mayor accesibilidad por parte

* Nieves Gómez de Paula, TGM (Técnico de Grado medio), Laboratorio de Parametría Textil, INTEXTER, Terrassa (UPC).

** Prof. Dr. Ing. Arun Naik Kardile, Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Responsable de Hilatura en la E.T.S.I.I.T. (U.P.C.). Jefe del Laboratorio de Parametría Física Textil del INTEXTER (U.P.C.).

*** Dra. Rosa Juliá, Colaboradora Científica, Dpto. Tecnología de Tensioactivos, C.I.D. (C.S.I.C.).

**** Dra. Pilar Erra, Profesora de Investigación Científica, Dpto. Tecnología de Tensioactivos, C.I.D. (C.S.I.C.).

del reactivo de los puntos hidrófobos de la fibra. También la presencia de tensioactivos catiónicos en el baño de tratamiento favorece la reacción en un amplio rango de pH a la vez que confiere a la lana resistencia al encogimiento, el mecanismo propuesto en este caso ha sido la atracción del anión bisulfito por parte del tensioactivo catiónico adsorbido en las fibras de lana³⁾. Dependiendo de la extensión de la reacción de ruptura del enlace disulfuro que tenga lugar en las fibras de lana, se producirá en ésta una mayor o menor modificación en las propiedades químicas y físico-mecánicas.

En el campo de la cosmética capilar se usan frecuentemente hidrolizados proteicos y sus derivados cuaternizados con el fin de disminuir los efectos adversos sufridos por el cabello humano debido a diferentes tratamientos capilares^{4,5)}. Dada la similitud tanto química como morfológica entre el cabello humano y las fibras de lana y de los tratamientos a los que son sometidos, hemos llevado a cabo un estudio de la extensión de la reacción de sulfitolisis en lana tratada con bisulfito sódico en presencia de derivados proteicos y de la modificación de sus propiedades químicas y físico-mecánicas.

2. MÉTODOS EXPERIMENTALES

2.1. Materiales y productos

Lana merina argentina suministrada por la empresa Corcoy, S.A., en forma de cinta, lavada, cardada y peinada según un proceso industrial. Los aceites y parafinas del ensimaje se eliminaron mediante lavado con una solución acuosa de tensioactivo no iónico al 1% (Laventin LW, BASF) durante 2h, a temperatura ambiente, sin agitación, seguido de un aclarado con agua. Después se dejó secar en una habitación acondicionada a 20°C y 60% HR.

Tejido de punto de lana merina (factor de cobertura 1.28 Tex/mm), suministrado por IWS, Ilkley, U.K. La limpieza del tejido, previa a su uso, se llevó a cabo por extracción con diclorometano en Soxhlet y posterior aclarado con etanol y agua. Después se dejó secar en una habitación acondicionada a 20°C y 60% HR.

Bisulfito sódico (BS): en solución acuosa al 40%, PROBUS.

Hidrolizados proteicos:

-Hidrolizado de colágeno (HC): Nutrilan I de PULCRA, S.A. en solución acuosa al 35%. Peso molecular medio de 500 a 2000 daltons.

-Hidrolizado de colágeno cuaternizado (HCC): Lamequat L de PULCRA, S.A. en solución acuosa al 36%. Denominación CTFA: "Lauril-dimetil-hidroxipropil amino péptidos". Peso molecular medio de 750 daltons.

-Hidrolizado de queratina (HQ): Crotein HKP

de CRODA, en forma de polvo blanco con un contenido en agua de 11.87%. Peso molecular medio de 500 Daltons.

-Hidrolizado de queratina cuaternizado (HQC): Croquat WKP de CRODA en solución acuosa al 32%. Denominación CTFA: "Cocodimonium hydrolysed keratin protein". Peso molecular medio de 700 Daltons.

2.2. Tratamientos

El tratamiento de sulfitolisis se llevó a cabo en solución acuosa de BS 0.5% s.p.b. a pH 4.2 en un baño termostatizado a 60°C durante 1h. La concentración de hidrolizado proteico en el baño de tratamiento fue 1% s.p.b. La relación de baño fue 1/30 para el tejido de punto y 1/40 para cinta. También se realizó un tratamiento en blanco en las mismas condiciones pero sin adición de productos químicos.

Los tratamientos se denominaron:

B(BS): Tratamiento en blanco.

BS: Tratamiento solo con bisulfito sódico.

BS/HC: Tratamiento con bisulfito sódico en presencia de hidrolizado de colágeno.

BS/HCC: Tratamiento con bisulfito sódico en presencia de hidrolizado de colágeno cuaternizado.

BS/HQ: Tratamiento con bisulfito sódico en presencia de hidrolizado de queratina.

BS/HQC: Tratamiento con bisulfito sódico en presencia de hidrolizado de queratina cuaternizado.

2.3. Métodos de análisis

El ácido cisteinsulfónico y la cisteína fueron determinados como contenido en cisteína mediante el método descrito por Meichelbeck et al.⁶⁾. El ácido cisteínico fue determinado por electroforesis de hidrolizados de lana⁷⁾.

La determinación cuantitativa de hidrolizado proteico sorbido en las muestras de lana, se llevó a cabo por diferentes métodos:

(1) Determinación de la variación de la concentración de hidrolizado proteico cuaternizado en el baño de tratamiento, tomando alícuotas del mismo antes y después del tratamiento. Se empleó el método de valoración en dos fases descrito para tensioactivos catiónicos C.I.A. 8-66.

(2) Determinación de la cantidad total de hidrolizado proteico cuaternizado sorbido en las fibras de lana tratadas. Se procedió a hidrolizar totalmente las muestras de lana con ácido y se valoró, en una alícuota del hidrolizado obtenido, el contenido en hidrolizado de colágeno o de queratina cuaternizado según el procedimiento C.I.A. 8-66.

(3) Determinación de la sorción de hidrolizado proteico de colágeno en fibras de lana tratadas, evaluándose cuantitativamente el contenido en hidroxiprolina. Se empleó un método de análisis

descrito para tejidos biológicos con bajo contenido en hidroxiprolina⁸⁾.

(4) La adsorción superficial de hidrolizado proteico cuaternizado en las fibras de lana se determinó extrayendo el mismo de las fibras con diclorometano en un soxhlet durante 6h⁹⁾. En el extracto se valoró el hidrolizado proteico cuaternizado por el método de las dos fases.

La solubilidad alcalina se determinó de acuerdo con el método descrito en la norma UNE 40-204-72.

La solubilidad urea-bisulfito se determinó de acuerdo con el método descrito en la norma UNE 40-204-72.

El grado de blanco se determinó de acuerdo con el método descrito en la norma IWTO Test Method, Tech. Com., París 1986.

El tiempo de humectación se determinó midiendo el tiempo requerido para la inmersión completa de 1g de lana en 500ml de agua¹⁰⁾.

2.4. Determinación de las propiedades físico-mecánicas

La longitud y la barba de las fibras de lana se determinó en un Almeter de acuerdo con la norma BS 3183.

Las medidas de carga-elongación de una fibra individual de lana se realizaron en un dinamómetro Instron de acuerdo con la norma BS 3411.

El diámetro de las fibras se determinó en un lanómetro de acuerdo con la norma IWTO 28/82.

Las curvas correspondientes a la fuerza de elongación de las cintas de lana fueron obtenidas en un dinamómetro Instron y la tribocidad y el alargamiento isocárrico fueron calculados a partir de dichas curvas.

La resistencia a la tracción de los tejidos de punto de lana se determinó en un dinamómetro

Instron de acuerdo con la norma ASTM D1682-64.

La rigidez del tejido se determinó en un medidor de rigidez de acuerdo con la norma ASTM D1388-64.

La permeabilidad al aire de los tejidos se determinó con un rotámetro de acuerdo con la norma BS 3217.

La compresibilidad de los tejidos se determinó a partir de los espesores de los mismos a dos presiones diferentes (5 y 50 Kg/cm²) de acuerdo con la norma ASTM D1777-64.

La propensión al pilling de los tejidos se determinó en un Atlas Random Pilling Tester de acuerdo con el método ASTM D3512-82.

El tiempo medio de descarga electroestática se determinó en un Static Voltmeter. En la actualidad este equipo no está en ninguna norma de ensayo textil, sin embargo, dada nuestra experiencia en fibras naturales, hemos establecido una escala de interpretación de los resultados, que mostramos a continuación: TDE excelente=0-3 segundos, TDE bueno=4-6 segundos, TDE moderado=7-9 segundos y TDE malo=mayor de 9 segundos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Propiedades químicas

Los tratamientos de sulfitolisis de la lana provocan una ruptura del enlace disulfuro de la cistina dando lugar a un resto de cisteína y a otro de ácido cisteinsulfónico, éstos a su vez pueden ser oxidados a ácido cisteico. Probablemente la presencia de hidrolizado proteico en el baño de tratamiento puede modificar la extensión de la reacción. La cantidad de cisteína y ácido cisteinsulfónico (valorado como cisteína), así como el ácido cisteico obtenidos en los diferentes tratamientos de sulfitolisis realizados se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

Contenido en cisteína mas ácido cisteinsulfónico y ácido cisteico para cinta y tejido de lana sin tratar y sometida a los diferentes tratamientos de sulfitolisis.

Tratamiento	Cisteína (% s.p.l.)		Acido cisteico (%s.p.l.)	
	Cinta	Tejido	Cinta	Tejido
NT	0.05	0.03	0.17	0.19
BS	1.30	1.22	0.25	0.28
BS/HC	1.28	--	0.22	--
BS/HCC	3.10	3.07	0.31	0.30
BS/HQ	1.35	--	0.23	--
BS/HQC	2.60	2.67	0.29	0.30

La presencia de hidrolizados proteicos en el tratamiento de sulfitolisis de la lana no modifica la extensión de la reacción, sin embargo, si los hidrolizados proteicos están cuaternizados se produce un aumento significativo en la extensión de la reacción. Este efecto catalítico ha sido también descrito para otros tensioactivos catiónicos⁽¹⁾, al igual que estos autores, podemos suponer la formación de micelas o de agregados moleculares con el anión bisulfito como contraión, pudiendo favorecer tanto la acción del agente reductor como la sorción de hidrolizado proteico cuaternizado⁽²⁾.

La sorción de hidrolizado proteico por parte de la lana fue evaluada de las siguientes formas:

- (1) Agotamiento del baño: Valorando los grupos catiónicos presentes en el baño.
- (2) Determinación de hidroxiprolina en las muestras tratadas con derivados de colágeno.
- (3) Determinación de los grupos catiónicos contenidos en las muestras de lana tratadas.

La adsorción superficial de los hidrolizados proteicos se determinó:

- (4) Por valoración, después de su extracción.

La Tabla 2 muestra las cantidades de hidrolizado proteico sorbido en cinta de lana.

TABLA 2

Cantidad de hidrolizados proteicos sorbidos en cinta de lana sometida a los diferentes tratamientos de sulfitolisis

Tratamiento	Sorción total (%s.p.l.)			Sorción superficial (%s.p.l.)
	(1)	(2)	(3)	(4)
BS/HC	—	1.59	—	—
BS/HCC	15.82	14.30	14.13	11.94
BS/HQ	—	—	—	—
BS/HQC	10.32	—	7.35	5.44

La sorción de HCC es mayor que la del HC y probablemente ocurre lo mismo para los derivados de queratina, esto puede significar que los hidrolizados cuaternizados incrementan la acción del bisulfito lo que a su vez incrementa la sorción del tensioactivo. Se observa, también, una sorción mayor para el derivado cuaternizado de colágeno que para el de queratina. Es posible que en el hidrolizado cuaternizado de queratina, debido a la acción del

bisulfito sódico, se formen restos de ácido cisteinsulfónico, fuertemente aniónicos, que podrían disminuir su sorción por parte de la lana. Respecto a la penetración de los hidrolizados cuaternizados es muy similar para ambos.

Estas modificaciones sufridas por las fibras de lana dan lugar a una modificación en sus propiedades químicas tal como se muestra en la Tabla 3.

TABLA 3

Valores de grado de blanco (GB), tiempo de humectación (TH), solubilidad en álcali (SA) y solubilidad en urea-bisulfito (SU-B) de las muestras de lana sometidas a los diferentes tratamientos.

Tratamiento	GB	TH(s)	SA (%)	SU-B (%)
NT	51.0	>1000	14.8	42.6
B(BS)	51.2	>1000	12.8	41.5
BS	46.7	>1000	17.2	53.1
BS/HC	46.1	>1000	16.1	29.8
BS/HCC	44.9	196	14.6	30.6
BS/HQ	45.3	>1000	18.6	29.6
BS/HQC	46.8	261	14.1	30.2

Todas las muestras tratadas con bisulfito sódico (con o sin hidrolizado proteico) son más blancas que la lana original. Respecto al tiempo de humectación, las muestras tratadas con bisulfito sódico en presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados presentan una disminución considerable. La solubilidad alcalina de las muestras sometidas a los tratamientos BS, BS/HC y BS/HQ es mayor que la de la lana original, pero cuando el tratamiento tiene lugar en presencia de los

hidrolizados cuaternizados, los valores de solubilidad alcalina son muy cercanos al de la lana original. Las condiciones de tratamiento no afectan significativamente a los valores de solubilidad en urea-bisulfito. La muestra tratada con BS presenta un valor más alto para la solubilidad en urea-bisulfito que la original, sin embargo, cuando el tratamiento se realiza en presencia de hidrolizado proteico se observa una disminución en los valores de este parámetro.

3.2. Propiedades fisico-mecánicas

Los resultados obtenidos para las propiedades fisico-mecánicas de fibras de lana

sometidas a los diferentes tratamientos de sulfitolisis se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4

Valores de longitud (L), barba (B), resistencia a la tracción (RT), alargamiento de ruptura (AR), diámetro (D) y tenacidad (T) de fibras de lana sometidas a los diferentes tratamientos de sulfitolisis.

Tratamiento	L (mm)	B (mm)	RT (g _t)	AR (%)	D (μ m)	T (g _t /tex)
NT	51.4	67.6	4.6	42.4	19.5	11.8
B(BS)	48.5	65.3	4.5	43.1	19.3	11.9
BS	47.1	63.1	4.2	46.5	18.8	11.6
BS/HC	48.3	65.3	4.3	38.4	17.8	13.1
BS/HCC	48.2	65.6	4.4	37.4	18.1	13.3
BS/HQ	48.7	65.8	4.7	42.8	19.0	12.8
BS/HQC	48.7	67.5	4.6	35.8	19.1	12.1

Las fibras de lana tratadas con bisulfito sódico (con o sin hidrolizado proteico) presentan una disminución en su longitud respecto a las fibras originales. Esta disminución de la longitud también tiene lugar en el tratamiento en blanco B(BS), lo que significa que las condiciones de tratamiento ya provocan la disminución de la longitud de las fibras.

Debido al tratamiento con bisulfito sódico, la tenacidad de las fibras de lana disminuye, pero cuando el tratamiento de sulfitolisis se realiza en presencia de hidrolizado proteico se produce un aumento de este parámetro. Este incremento en la tenacidad es más acusado en los tratamientos llevados a cabo con hidrolizado de colágeno. Podemos suponer la existencia de enlaces hidrofóbicos o iónicos entre los hidrolizados sorbidos y los aminoácidos de la lana lo que podría contribuir

a estabilizar las cadenas peptídicas de las fibras¹³. Es importante señalar que las condiciones de tratamiento no provocan una modificación de la tenacidad, a pesar de que si observamos una modificación en las propiedades químicas.

La ruptura del enlace disulfuro de la cistina de la lana se asocia con un empeoramiento de algunas propiedades químicas y fisico-mecánicas de la lana, sin embargo, nosotros hemos encontrado una mejora de la solubilidad en alcali y urea-bisulfito así como en la tenacidad y resistencia a la tracción en las fibras tratadas con bisulfito sódico en presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados. Esta mejora es mayor es los tratamientos realizados con hidrolizado de colágeno cuaternizado.

Los parámetros fisico-mecánicos de la cinta de lana se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5

Valores de alargamiento correspondiente a la fuerza máxima (A), tribosidad (T) y alargamiento isocárrico (AI) de cinta de lana sometida a los diferentes tratamientos estudiados.

Tratamientos	A(F _{max}) (%)	T (Kg/KTex)	AI (%)
NT	27.5	0.167	22.9
B(BS)	26.9	0.567	23.1
BS	27.5	0.456	26.7
BS/HC	23.7	0.573	21.9
BS/HCC	26.3	0.301	26.4
BS/HQ	30.0	0.397	25.8
BS/HQC	27.5	0.306	27.8

Las condiciones de tratamiento contribuyen a un incremento de la tribosidad de la cinta. Los valores de tribosidad, sin embargo, disminuyen con la presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados en el baño de tratamiento con bisulfito sódico, sólo la muestra tratada con hidrolizado de colágeno presenta un valor mayor. Las condiciones de tratamiento no influyen en el valor del alargamiento isocárrico, que mejora para todas las cintas tratadas

con bisulfito sódico excepto para el tratamiento en presencia de hidrolizado de colágeno.

A continuación se presenta el estudio de las propiedades físico-mecánicas de tejido de punto de lana sometido a tratamiento de sulfitolisis en presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados. Los valores de compresibilidad, dinamométricos y de encogimiento se presentan en la Tabla 6.

TABLA 6

Valores de compresibilidad (C), resistencia a la tracción (RT) y alargamiento de ruptura (AR) en las dos direcciones del tejido y encogimiento (E) de las diferentes muestras tratadas.

Tratamiento	C (%)	Columnas		Pasadas		E (%)
		RT (Kg _t)	AR (%)	RT (Kg _n)	AR (%)	
NT	47.44	23.2	35.9	17.5	66.2	50.5
BS	47.21	22.9	35.8	17.8	61.3	33.2
BS/HCC	41.99	24.2	36.2	18.1	63.4	13.8
BS/HQC	40.95	22.9	40.0	18.2	63.4	17.1

Las muestras tratadas con bisulfito sódico en presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados presentan una disminución en la compresibilidad, así como un ligero aumento de la resistencia a la tracción y el alargamiento de ruptura, pero sobre todo, cabe destacar la disminución del porcentaje de encogimiento para lavado acuoso.

Estos resultados concuerdan con otros descritos en bibliografía, en los que se encuentra que, tratamientos con bisulfito sódico en presencia

de tensioactivo catiónico provocan una disminución considerable del porcentaje de encogimiento de la lana¹⁴. Se ha postulado que el tensioactivo catiónico contribuye a transportar el anión bisulfito hacia la fibra incrementando su acción reductora, lo cual, a su vez, da lugar a un aumento de las cargas negativas en la fibra facilitando una mayor adsorción del tensioactivo¹⁵.

En la tabla 7 se muestran los parámetros funcionales de los diferentes tejidos tratados.

TABLA 7

Valores de rigidez (R), permeabilidad al aire (PA), grado de pilling (GP) y tiempo de descarga electrostática (TDE) de los diferentes tejidos tratados.

Tratamiento	R (mg-cm)	PA (cm ³ /s)	GP	TDE (s)
NT	7.1	4.5	1.5	20
BS	7.8	3.9	3	8
BS/HCC	8.0	4.1	5	5
BS/HQC	7.0	3.8	4	4

Como ya ha sido publicado¹⁶, cabe destacar los excelentes valores de grado de pilling y de tiempo de descarga electrostática obtenidos para las muestras tratadas con bisulfito sódico e hidrolizados proteicos cuaternizados, aunque también para lana tratada sólo con bisulfito sódico se obtienen valores mejores que los obtenidos para la lana original. Normalmente existe una correlación entre los valores de tiempo de descarga electrostática y grado de pilling. Cuanto menor es el tiempo de descarga

electrostática de un material textil, mayor es su grado de pilling, lo que significa una menor propensión a la formación de bolitas del tejido. Este efecto puede ser atribuido a un aumento de la carga iónica de las fibras debido, por una parte, a la formación de grupos iónicos y, por otra, a la adsorción de los hidrolizados proteicos cuaternizados, que ocurre preferentemente en la superficie de la fibra (Tabla 2). Por otro lado los derivados proteicos cuaternizados contienen diferentes grupos terminales -un grupo catiónico

(amonio cuaternario), una cadena hidrofóbica alifática y grupos ácidos, básicos e hidroxilo (aminoácidos)- por lo que se puede suponer que su sorción por parte de las fibras de lana se debe simultáneamente a la formación de enlaces iónicos, hidrófobos y puentes de hidrógeno, de forma que estos derivados peptídicos podrían actuar como un adhesivo débil entre fibras contiguas restringiendo su movimiento¹⁷.

4. CONCLUSIONES

4.1. La sorción de hidrolizados proteicos cuaternizados en muestras de lana tratadas con bisulfito sódico no modifica el grado de blanco, disminuye la solubilidad alcalina y el tiempo de humectación respecto a lana tratada sólo con bisulfito sódico.

4.2. La presencia de hidrolizados proteicos cuaternizados en el baño de tratamiento con bisulfito sódico disminuye el porcentaje de encogimiento de los tejidos de punto en lavado acuoso, aumentan la tenacidad y elasticidad de la fibra y mejora de manera muy considerable el tiempo de descarga electrostática así como la propensión al pilling.

4.3. Todas estas modificaciones encontradas pueden significar una mejora del aspecto estético de las prendas realizadas con lana así tratada.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Sra. D. Filgueira, a la Srta M. Escusa y a la Srta. I. Muñoz su colaboración en el trabajo experimental y a la DGICYT (Proyecto PB93/0026) su financiación.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Maclaren, J.A. and Milligan, B.; "The Chemical Reactivity of Wool Fibre", Science press, (1981).

2. Blankenburg, G.; *Melliand Textilber.*, **48**, 686, (1967).
3. Juliá, M.R., Erra, P., García Domínguez, J. e Infante, M.R.; *J.S.D.C.*, **101** 66, (1985).
4. Bonadeo, Y. y Variati, G.L.; *Cosmetics and Toiletries*, **92**, 45, (1977).
5. Domsch, A., Bush, P. y Hensen, H.; *Fette und Ole Fettderivate Folgeprodukte*, **114**, 695, (1988).
6. Meichelbeck, H., Hack, A.G. y Sentler, C.; *Z. Gesamte Textteilind.*, **70**, 242, (1968).
7. UNE 40-241-73.
8. Bergman, I. y Loxley, R.; *J. Anal. Chem.*; **35**, 1961, (1963).
9. De Boos, A.G. y Finnimore, E.A.; *Tenside Detergents*; **19**, 262, (1982).
10. Umehara, R., Shibata, Y., Ito, H. y Sakamoto M.; *Proc. of 8th I.W.T.R.C.*, Vol IV, 421, Christchurch (1990).
11. Erra, P., Coderch, L., Juliá, R., Infante, R. y García Domínguez, J.J.; *Text. Res. J.*, **56**, 611, (1986).
12. Pons, R., Burry, R., Erra, P. y Treiner, C.; *Colloid Polym. Sci.*, **269**, 62, (1991).
13. Lewis, D.M.; *Rev. Prog. Coloration*, **19**, 49, (1989).
14. Erra, P., Juliá, M.R., Burgués, P., Infante, M.R. y García Domínguez, J.; *Proc. of 7th I.W.T.R.C.*, Vol IV, 332, Tokio (1985).
15. Gómez, N., Juliá, M.R., Muñoz, I. Infante, M.R. y P. Erra; *I.W.T.O., Technical Committee, Raport nº7*, Punta del Este Meeting 1992.
16. Gómez, N., Naik, A., Juliá, R. y Erra, P.; *Text. Res. J.*, **64**, 648, (1994).
17. De Boos, A.G. y Finnimore, E.; *J. Textile Inst.*, **75**, 81, (1984).

Trabajo recibido en: 1997.12.04.

Aceptado en: 1997.12.31.