

EFECTOS DE UN TRATAMIENTO ENZIMÁTICO SOBRE EL COLOR Y LAS SOLIDECESES DE TEJIDOS DE LANA TEÑIDOS *)

A. Riva*, J. Cegarra**, I. Algaba***, R. Prieto****

0.1. Resumen

En este trabajo se ha estudiado el efecto que produce un tratamiento enzimático en el color y las solideces de un tejido de lana teñido; para ello se realizaron una serie de tinturas a tres intensidades, pálida, media y oscura, con una tricromía de colorantes. Posteriormente a la tintura se realizó el tratamiento enzimático con una proteasa especialmente indicada para mejorar la mano de los tejidos de lana, así como para minimizar la vellosidad de la superficie. Los resultados obtenidos nos muestran que el tratamiento enzimático no produce variaciones importantes de color sino solamente ligeras variaciones que afectan fundamentalmente a la componente luminosidad; las solideces no se ven afectadas.

Palabras clave: Enzimas, tintura, color, lana

0.2. Summary: EFFECTS ON COLOUR AND SOLIDITY OF TREATING DYED WOOLLEN FABRICS WITH ENZYMES

This study investigated the effect that enzyme treatment produced on the colour and the solidities of a dyed woollen fabric. To do this, a series of dyeing processes were carried out at three different intensities: pale, medium and dark, using a trichrome of dyes. After dyeing, the fabrics were

treated with enzymes using a protease that was specially indicated for improving the feel of woollen fabrics, as well as minimizing the hairiness of the surface. The results show that the treatment with enzymes does not produce any major variations in colour, but only slight variations that above all affect luminosity; solidities are not affected.

Key words: Enzymes, dyeing, colour, wool

0.3. Résumé: EFFETS D'UN TRAITEMENT ENZYMATIQUE SUR LA COULEUR ET LES SOLIDITÉS DES TISSUS EN LAINE TEINTS

L'étude porte sur l'effet que produit un traitement enzymatique sur la couleur et les solidités d'un tissu en laine teint; pour cela, nous avons réalisé une série de teintures à trois intensités, pâle, moyenne et foncée, avec une trichromie de colorants. Après la teinture, nous avons réalisé le traitement enzymatique avec une protéase particulièrement recommandée pour améliorer le toucher des tissus en laine et minimiser la villosité de la surface. Les résultats obtenus indiquent que le traitement enzymatique ne produit pas de variations de couleur importantes, seulement de légères variations sur la composante luminosité principalement; les solidités ne sont pas modifiées.

Mots clés: Enzymes, teinture, couleur, laine

* Dra. Ascensión Riva Juan. Profesora Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Textil y Papelera (U.P.C.). Jefa del Laboratorio de Físico-Química de la Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

** Prof. Dr. Ing. José Cegarra Sánchez, Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Catalunya. Terrassa.

*** Ing. Ind. Inés Algaba Joaquín. Laboratorio de Físico-Química de la Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

**** Ing. Téc. Remedios Prieto Fuentes, Laboratorio de Físico-Química de Tintura y Acabados del INTEXTER (U.P.C.)

*) Este trabajo fue publicado en Melliland Textilberichte, nº 9, pág. 726-729 (2001)

1. INTRODUCCIÓN

La moda y los gustos de los consumidores están en constante variación; esto obliga a introducir nuevos acabados para conferir a los tejidos las características que exigen las tendencias del momento, en particular en lo referente a aspecto y al tacto.

A un buen acabado se le exige que cumpla con los fines buscados, que ataque lo menos posible a las características de la fibra, a la calidad de las tinturas y que además no sea perjudicial para el medioambiente.

El uso de enzimas en el acabado de la lana está siendo estudiado como una alternativa al acabado tradicional^{1,2,3}. También se está estudiando la posibilidad de la utilización de enzimas como agentes auxiliares en tintura^{4,5}.

Las enzimas son productos biológicos, menos contaminantes que los productos químicos utilizados tradicionalmente en el acabado, que ofrecen la posibilidad de modificar el aspecto de los tejidos para obtener el efecto buscado en el acabado.

Debido a la gran variedad de productos enzimáticos, se hace necesaria la experimentación de estos productos para poder determinar las posibilidades que tienen como productos de acabado.

El trabajo que aquí exponemos, es una aportación al amplio abanico de posibilidades que ofrece el acabado con enzimas, analizando específicamente la repercusión de un tratamiento enzimático en la calidad de las tinturas de los tejidos.

En este trabajo se ha estudiado el efecto que produce un tratamiento enzimático en el color y las solidez de un tejido de lana teñido; para ello se realizaron una serie de tinturas previas al tratamiento enzimático, para valorar el efecto que se pueda producir al aplicar dicho tratamiento tanto en el color final de los tejidos como en la solidez de dichas tinturas. El tejido de lana se tiñó a tres intensidades, pálida, media y oscura, con una tricromía de colorantes Lanaset que se caracterizan por su gran compatibilidad, de forma que se pueda valorar si el tratamiento enzimático posterior hace variar los parámetros tintóreos de esta tricromía, así como si afecta en menor o mayor grado a alguno de los colorantes que la forman.

Posteriormente a la tintura se realizó el tratamiento enzimático. Para el tratamiento enzimático se utilizó una proteasa especialmente indicada para mejorar la mano de los tejidos de lana, así como para minimizar la velosidad de la superficie. Las condiciones del tratamiento enzimático se eligieron de acuerdo con los resultados de un estudio previo⁶⁾ en el que se determinó la influencia de la concentración de enzima, temperatura y tiempo de tratamiento sobre las características del tejido de lana.

Los tejidos teñidos y tratados con enzimas, así como los tejidos teñidos y sin tratamiento enzimático, se sometieron a un fijado final según un proceso de acabado industrial.

Los resultados de las medidas de color ponen de manifiesto que el tratamiento enzimático produce un cierto cambio en el color de los tejidos teñidos, que se debe fundamentalmente a la variación en la componente luminosidad, siendo poco importantes las diferencias de matiz y croma. El acabado industrial produce cambios de color que son significativamente superiores a los producidos por el tratamiento enzimático; las diferencias de color entre los tejidos acabados y sin acabar son algo mayores en los tejidos tratados enzimáticamente que en los no tratados.

Los resultados de los ensayos de solidez de las tinturas indican que dichas solidez no se ven afectadas por el tratamiento enzimático.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materia

El tejido utilizado en los tratamientos es un tejido de lana 100%, destinado a artículos de lanería de alta calidad. Las características estructurales de este tejido son:

- Ligamento: Sarga batavia
- Masa laminar: 228 g/m²
- Densidad: Urdimbre, 30hilos/cm
Trama, 25 pasadas/cm

Antes del tratamiento enzimático, el tejido ha sido sometido a las siguientes operaciones:

- Lavado del tejido en cuerda en una máquina del tipo desgrasadora-batán con una solución de carbonato sódico y detergente no iónico
- Secado en máquina rame propia para artículos de lanería.

2.2. Colorantes y fórmula de tintura

Los colorantes utilizados son premetilizados 2:1 y pertenecen a la gama Lanaset (CIBA) y son los siguientes:

Amarillo Lanaset 2R
Rojo Lanaset G
Azul Lanaset 2R

Para la fórmula y proceso de tintura se siguieron las recomendaciones técnicas para dicha gama de colorantes⁷⁾. Se realizaron tricromías a tres intensidades diferentes. Los tres colorantes intervienen en la misma proporción para cada una de las intensidades ensayadas.

La fórmula de tintura fue igual para todas las intensidades, variando únicamente la cantidad de colorante a utilizar.

- Colorante 0,2% (pálida), 0,8% (media), 2% (oscura) s.p.f.
- Albeal SET: 1% s.p.f.
- Sulfato sódico: 10% s.p.f.
- Acetato sódico: 2 g/l
- pH : 4,5 con ácido acético
- R/B: 1/10

2.3. Proceso de tintura

Las tinturas previas al tratamiento enzimático se efectuaron según un proceso convencional cuyo esquema se presenta en la figura 1.

El tiempo de tintura a la temperatura máxima varia dependiendo de la intensidad de colorante. Para la intensidad pálida el tiempo fue de 20 minutos, 30 minutos para la intensidad media y 40 minutos para la intensidad oscura.

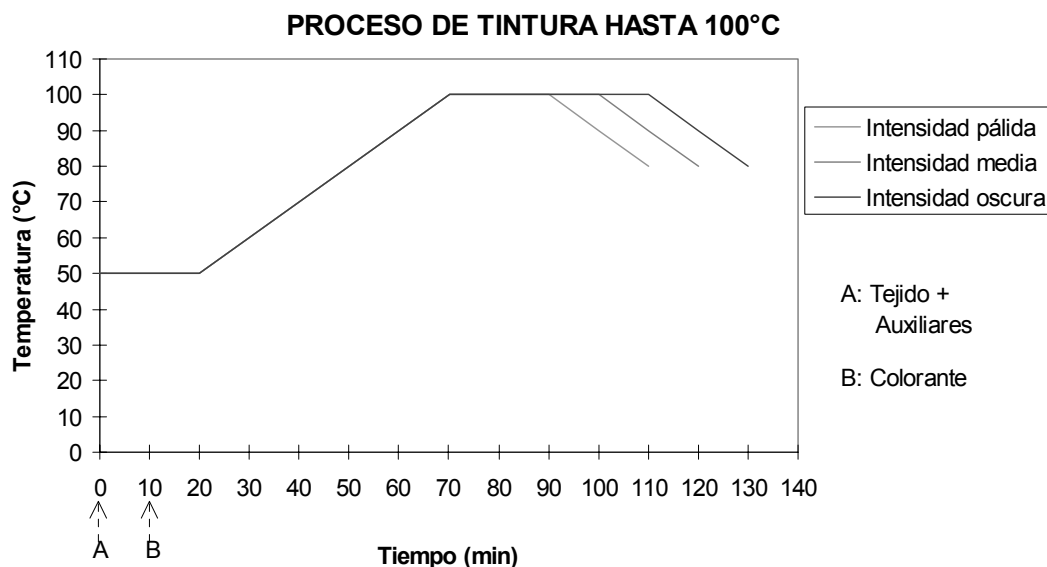


FIGURA 1: Proceso de tintura

2.4. Enzima y tratamiento enzimático

Para el tratamiento enzimático se utilizó el enzima Novolan T. La elección de este enzima se basa en los resultados de un trabajo previo donde se realizó un estudio comparativo de varios enzimas para aplicar al acabado de lana. En el mismo trabajo se determinaron las condiciones de aplicación óptimas de este enzima. El objetivo de dicho trabajo previo era la aplicación de un enzima para conferir al tejido de lana una mejor mano sin provocar un excesivo dañado de la fibra.

El enzima Novolan T (Novo Nordisk) es una proteasa producida por fermentación de un microorganismo del tipo *Bacillus* modificado genéticamente, según la información técnica correspondiente. Está especialmente indicado para mejorar la mano de los tejidos de lana impartiendo una mano suave y un especial caída, así como para minimizar la vellosidad de la superficie y el pilling³⁾.

El tratamiento enzimático posterior a la tintura se realizó en las condiciones óptimas deducidas del trabajo previo, antes mencionado, y son las siguientes:

Concentración del enzima Novolan T: 1% s.p.f.
 Temperatura : 45°C
 Tiempo: 15 minutos
 pH : 8,5 (con carbonato sódico)
 Relación de baño R/B: 1/10

Antes del tratamiento enzimático la lana se sumergió en un baño con carbonato sódico al 1% durante 30 minutos a 50°C, ya que de esta forma se consigue que el pH del baño de tratamiento enzimático se mantenga constante.

Al final del tratamiento enzimático, con el objeto de desnaturalizar el enzima, el tejido se trató

durante 5 minutos a la temperatura de 90 °C y pH inferior a 4 con ácido sulfúrico.

Tras la desnaturalización el tejido se aclaró varias veces para eliminar totalmente los restos de enzima y fibrillas desprendidas en el tratamiento.

2.5. Operaciones de acabado de los tejidos

El acabado de los tejidos teñidos y posteriormente tratados enzimáticamente, así como el tejido teñido y sin tratar, se realizó en una empresa especializada en el acabado de lana, con lo que el proceso seguido fue totalmente industrial. Las operaciones realizadas son las que se describen a continuación.

Tundido: para eliminar las fibrillas que sobresalen del tejido.

Planchado en muleton: para obtener una superficie plana y libre de arrugas.

Fijado en continua: para fijar las dimensiones del tejido

Vaporizado libre: en este tratamiento se confiere al tejido cierto esponjado.

Decatizado en KD: para conseguir una superficie totalmente lisa.

3. PARÁMETROS DETERMINADOS

Para evaluar el efecto producido por el tratamiento enzimático sobre el color de la lana teñida, se determinaron los siguientes parámetros:

- Cambios de color:

Los cambios de color producidos por el tratamiento enzimático, así como los producidos por el proceso de acabado, se han determinado tanto para el tejido tratado enzimáticamente como para el no tratado. Dichos cambios de color se

evaluaron determinando las diferencias de color según CIELab (ISO 105-J03), para cada intensidad de tintura, entre:

- El tejido teñido y tratado enzimáticamente respecto al tejido teñido.
 - El tejido teñido, tratado enzimáticamente y acabado respecto al tejido teñido.
 - El tejido teñido, (no tratado enzimáticamente) y acabado respecto al tejido teñido.
- Solideces de las tinturas de todos los tejidos, tratados y no tratados enzimáticamente, después del proceso de acabado. Las solideces determinadas fueron:
 - Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial, según Norma ISO 105-C06
 - Solidez de las tinturas a la limpieza en seco; según Norma ISO 105-D01
 - Solidez de las tinturas al sudor; según Norma ISO 105-E04
 - Solidez de las tinturas al frote; según Norma ISO 105-X12
 - Solidez de las tinturas a la luz artificial; según Norma ISO 105-B02

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diferencias de color

Las diferencias de color según CIELab se han calculado comparando, para cada intensidad de tintura, cada uno de los tejidos tratados enzimáticamente y/o acabados con el tejido original teñido.

La diferencia de color total, DE, no indica si los cambios de color se deben a cambios de luminosidad, matiz o de croma del color.

Para poder establecer la naturaleza de los cambios de color producidos por el tratamiento enzimático se han calculado las diferencias de luminosidad DL, las diferencias de saturación DS y las diferencias matiz DT, según las expresiones:

Una diferencia de luminosidad de signo positivo indica que la muestra es más clara que la referencia, es decir, el tratamiento ha producido una pérdida de intensidad del color. Un mayor valor de DL significa que el tratamiento es más agresivo para el color de los tejidos.

Para la diferencia de saturación DS, una diferencia negativa indicará menos saturación de color en la muestra que en la referencia.

La diferencia de matiz DT, nos indicará si se ha producido alguna variación en el matiz del color durante los diferentes tratamientos y se

relaciona con la compatibilidad de los colorantes que forman la tricromía.

En las tablas siguientes se presentan, para cada intensidad de tintura, los valores obtenidos en la medida de los parámetros colorimétricos de los tejidos después del tratamiento enzimático y del acabado. También se presentan las diferencias de color tomando como referencia el tejido original teñido.

TABLA 1
Parámetros colorimétricos.
Tintura a intensidad pálida

	L	C	H	DL	DC	DH	DE
Tejido teñido	55,4	9,9	36,8				
Tejido teñido y tratado con enzimas	56,4	10,0	37,3	1,0	0,2	0,1	1,0
Tejido teñido, tratado con enzimas y acabado	59,2	9,5	40,3	3,8	-0,4	0,6	3,9
Tejido teñido, no tratado con enzimas y acabado	58,3	9,7	39,3	2,9	-0,1	0,4	2,9

TABLA 2
Parámetros colorimétricos.
Tintura a intensidad media

	L	C	H	DL	DC	DH	DE
Tejido teñido	36,7	11,8	29,3				
Tejido teñido y tratado con enzimas	37,3	12,1	30,2	0,6	0,2	0,2	0,6
Tejido teñido, tratado con enzimas y acabado	40,8	11,5	29,2	4,1	-0,4	0	4,1
Tejido teñido, no tratado con enzimas y acabado	40,4	11,5	29,4	3,7	-0,3	0	3,7

TABLA 3
 Parámetros colorimétricos.
 Tintura a intensidad oscura

	L	C	H	DL	DC	DH	DE
Tejido teñido	24,8	12,5	27,8				
Tejido teñido y tratado con enzimas	24,7	12,4	27,7	-0,1	0	0	0,1
Tejido teñido, tratado con enzimas y acabado	28,8	12,1	27	4	-0,3	-0,2	4,1
Tejido teñido, no tratado con enzimas y acabado	28,4	12,1	26,8	3,6	-0,4	-0,2	3,6

4.1.1. Diferencias de color total: DE

Las diferencias de color producidas por el tratamiento enzimático disminuyen cuando la intensidad de tintura aumenta.

En los tejidos tratados enzimáticamente, las diferencias de color producidas por el posterior acabado son similares para las intensidades media y oscura, y ligeramente superiores a las obtenidas para la intensidad pálida.

Cabe destacar que las diferencias producidas por el acabado son de valor muy superior a las producidas por el tratamiento enzimático.

4.1.2. Diferencias de luminosidad, croma y matiz

Para todas las intensidades de tintura, los valores de diferencias de luminosidad son casi iguales a los obtenidos para las diferencias de color; las diferencias de saturación y de tono presentan valores muy bajos, que prácticamente no tienen ninguna incidencia en la diferencia de color total.

Por todo esto se puede afirmar que las diferencias de color total son causadas casi exclusivamente por una disminución de la luminosidad de las muestras, es decir, un aclaramiento de las mismas. No se producen desviaciones significativas de matiz causadas por el tratamiento enzimático o por el proceso de acabado, o sea, se mantiene la tricromía y no hay uno de los colorantes que se vea más afectado que los demás.

Cabe destacar que las diferencias producidas por el acabado son de valor muy superior a las producidas por el tratamiento enzimático.

4.2. Solideces de las tinturas

Las solideces de las tinturas se han determinado, en todos los casos, en los tejidos acabados.

4.2.1. Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial

Los resultados se muestran en la tabla 4.

TABLA 4
 Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial

Intensidad →	Muestra →	Pálida		Media		Oscura	
		No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Degradación		4-5	4-5	4	4	4	4
Descarga	Algodón	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Lana	5	5	5	5	4-5	4-5

Las solideces de las tinturas, tanto para los tejidos tratados como no tratados enzimáticamente, son bastante elevadas. El tratamiento enzimático no afecta a la solidez al lavado ya que no varían los valores de degradación ni los de descarga sobre lana y algodón. Sin embargo, al aumentar la

intensidad de tintura, las solideces presentan valores algo más bajos.

4.2.2. Solidez de las tinturas a la limpieza en seco

Los resultados se muestran en la tabla 5.

TABLA 5
Solidez de las tinturas a la limpieza en seco

Intensidad →	Pálida		Media		Oscura	
Muestra →	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Degradación	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Descarga	5	5	5	5	5	5

Las solideces de las tinturas a la limpieza en seco presentan valores muy elevados. Los resultados obtenidos son iguales para todas las intensidades de tinte y para todos los tejidos, es decir, el tratamiento enzimático no influye sea cual sea la intensidad de tinte.

4.2.3. Solidez de las tinturas al sudor

Los resultados de solidez de las tinturas al sudor ácido y alcalino se presentan en la tabla 6 y la tabla 7 respectivamente.

TABLA 6
Solidez de las tinturas al sudor ácido

Intensidad →		Pálida		Media		Oscura	
Muestra →		No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Degradación		4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Descarga	Algodón	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Lana	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4

TABLA 7
Solidez de las tinturas al sudor alcalino

Intensidad →		Pálida		Media		Oscura	
Muestra →		No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Degradación		4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Descarga	Algodón	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
	Lana	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

El tratamiento enzimático no causa un efecto negativo sobre la solidez de las tinturas al sudor. En cuanto al efecto de la intensidad de tinte, sólo en el caso de la tinte a intensidad oscura se produce una variación de medio punto en la descarga sobre lana.

4.2.4. Solidez de las tinturas al frote

Los resultados de solidez al frote en seco y en húmedo son los indicados en la tabla 8.

TABLA 8
Solidez de las tinturas al frote

Intensidad →		Pálida		Media		Oscura	
Muestra →		No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Descarga	Seco	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4
	Húmedo	4-5	4-5	4-5	4-5	4	4

La solidez de las tinturas al frote, tanto en seco como en húmedo, presenta los mismos valores para tejidos tratados y no tratados con enzima. En cuanto a la intensidad de tinte, los

tejidos teñidos a intensidad oscura presentan solidez algo más bajas.

4.2.5. Solidez de las tinturas a la luz artificial
Los resultados se muestran en la tabla 9

TABLA 9
Solidez de las tinturas a la luz artificial

Intensidad →	Pálida		Media		Oscura	
	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.	No tratado	Tratado enzim.
Solidez a la luz	4-5	4-5	5	5	5	5

La solidez de las tinturas a la luz artificial ha resultado regular para la intensidad pálida, y algo mejor para las intensidades media y oscura. El tratamiento enzimático no afecta a las solidez obtenidas.

5. CONCLUSIONES

5.1. El tratamiento enzimático aplicado sobre tejidos teñidos no produce variaciones importantes en el color. Las pequeñas diferencias producidas por el tratamiento enzimático son mayores en las tinturas menos intensas.

5.2. Las diferencias de color producidas por el proceso de acabado industrial (fijado-vaporizado) son de orden muy superior a las producidas por el tratamiento enzimático, por lo que se puede afirmar que el tratamiento enzimático altera menos el color que un proceso usual de acabado de los tejidos.

5.3. La diferencia de color causada por el tratamiento enzimático, por el acabado o por ambos es debida fundamentalmente a un cambio en la componente luminosidad, siendo poco importantes los cambios de saturación y de tono. Esto significa que los tejidos acabados son más claros, pero se mantiene la proporción de cada colorante de la tricromía, es decir, no se ve más afectado un colorante que otro.

5.4. Las solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial, al sudor, al frote y a la luz artificial, no se ven afectadas por el tratamiento enzimático y mantienen los valores usuales para los tipos de colorantes utilizados, en todas las intensidades de tinte estudiadas.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Artextil la realización del proceso de acabado; a las empresas Novo Nordisk y Ciba Geigy el suministro del enzima y de los colorantes respectivamente y a la Sra. P. Ferrer su colaboración en el trabajo experimental.

7. BIBLIOGRAFIA

1. A. Riva, J. Cegarra, R. Prieto, "The role of an enzyme in reducing wool shrinkage", J.S.D.C., 109(5/6), 1993, 210-213 (1993)
2. R. Levene, Y. Cohen, D. Barkai, "Applying proteases to confer improved shrink resistance to wool". J.S.D.C., 112, January (1996)
3. J. Cegarra, A. Riva, J. Gacén, A. Naik, "Parametri chimici e fisici della lana trattata enzimaticamente con una cheratinasi". Tintoria, 4, 64-69, Aprile (1992)
4. A. Riva, J.M. Alsina, R. Prieto, "A new possible function of enzymes as auxiliary agents in wool dyeing". J.S.D.C., 115, 1999, April (1999)
5. A. Riva, J. Cegarra, R. Prieto, "Influence of enzymatic treatments on wool dyeing". Melliand Textilberichte, 934-938, Nov (1991)
6. A. Naik, J. Cegarra, A. Riva, M. Pepió, "Tailorability of worsted fabric treated with proteases", 68th IWTO Congress, Florence (Italy), June (1999)
7. Ciba-Geigy. Technical brochure of Lanaset dyes. Novo Nordisk. Technical brochure of the enzyme Novolan T