

## ESTUDIO DE UN PRODUCTO AUXILIAR NO IÓNICO COMO ALTERNATIVA AL ELECTROLITO EN LA TINTURA DE LA LANA <sup>.)</sup>

A. Riva\*, R. Prieto\*\* y C. Yew Hin Clair\*\*\*

### 0.1. Resumen

El presente trabajo es un estudio de aplicación de un nuevo producto auxiliar de tipo no iónico que se propone como sustituto del electrolito en la tintura de la lana. Además, tomando como base los estudios llevados a cabo por los autores sobre aplicaciones enzimáticas en la tintura de lana, se intentan establecer los posibles efectos sinérgicos al utilizar un enzima junto con el nuevo producto auxiliar de tipo no iónico. Se comparan los resultados de absorción de colorante, diferencias de color en los artículos teñidos, así como algunas solidez entre: tinturas a baja temperatura efectuadas según un sistema convencional con electrolito y tinturas en las que se sustituye el electrolito por el nuevo auxiliar no iónico, por un enzima o por ambos simultáneamente.

También se han determinado algunos parámetros ecológicos (DQO, DBO, pH y conductividad) en los baños residuales de las diferentes tinturas estudiadas.

**Palabras clave:** Lana, auxiliares, enzimas, parámetros ecológicos.

### 0.2. Summary: STUDY OF A NEW AUXILIARY PRODUCT NON-IONIC TYPE, AS AN ELECTROLYTE SUBSTITUTIVE IN WOOL DYEING

This paper is an application study of a new auxiliary product non-ionic type, proposed as an electrolyte substitutive in wool dyeing. This paper intends to establish the possible synergetic effects on using an enzyme together with the new non-ionic auxiliary product. Results of dye absorption, colour differences in the dyed samples, and some colour fastness are compared between a conventional dyeing system with electrolyte and dyeing systems in which the electrolyte is substituted by the new non-ionic auxiliary, by an

enzyme or by both simultaneously.

Some ecological parameters (COD, BOD, pH and conductivity) have been determined in the residual baths of the different dyeings examined.

**Key words:** Wool, auxiliaries, enzymes, ecological parameters.

### 0.3. Résumé: ÉTUDE D'UN PRODUIT AUXILIAIRE NON IONIQUE POUR REMPLACER L'ÉLECTROLYTE DANS LA TEINTURE DE LA LAINE.

Il s'agit d'une étude sur l'application d'un nouveau produit auxiliaire de type non ionique, proposé pour remplacer l'électrolyte dans la teinture de la laine. En outre, à partir des études menées par les auteurs sur des applications enzymatiques dans la teinture de la laine, ils ont essayé d'établir les effets synergiques qui résulteraient éventuellement de l'utilisation d'une enzyme avec le nouveau produit auxiliaire de type non ionique. Ils ont ensuite comparé les résultats d'absorption de colorant, les différences de couleur sur les articles teints et certaines solidités entre les teintures à basse température effectuées selon un système conventionnel comme l'électrolyte et les teintures où l'électrolyte est remplacée par le nouveau produit non ionique, une enzyme ou les deux en même temps.

Ils ont aussi déterminé certains paramètres écologiques (DQO, DBO, pH et conductivité) dans les bains résiduels des différentes teintures étudiées.

**Mots clé:** Laine, auxiliares, enzymes, paramètres écologiques.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales en todos los estudios relacionados con el ennoblecimiento textil, tienen como uno de sus objetivos principales, el poder proponer fórmulas y/o procesos respetuosos con el medio ambiente y que puedan ser de aplicación industrial. Este objetivo, lógicamente, es también uno de los principales en los estudios sobre tintura y acabado de lana.

Dentro de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente, que podríamos englobar en los términos "tecnologías limpias", cabe considerar numerosos aspectos entre los que está el ahorro de energía.

Así, se están llevando a cabo numerosos estudios para poder realizar tinturas de la lana por debajo de la ebullición, los llamados procesos de

.) Publicado en "Tintoria", abril 2000, pág. 32-37.

\* 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 del INTEXTER (U.P.C.)

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

\*\*\* Corrine Yew Hin Clair. Ex-alumna de la U.M.I.S.T.

tintura a baja temperatura. Además del consiguiente ahorro de energía, este proceso de tintura es menos agresivo con la fibra de lana y supone, entre otras ventajas, menos amarilleamiento y enfieltramiento. Existen diversas propuestas, pero no siempre se obtienen resultados completamente satisfactorios.

En algunos de nuestros estudios sobre tintura de lana hemos introducido la utilización de enzimas como auxiliares en el baño tintóreo, observando que la acción enzimática en muchos casos facilita la absorción del colorante y mejora la igualación de las tinturas, lo cual favorece el poder realizar las tinturas a baja temperatura<sup>1)</sup>.

En los procesos de tintura tradicional, además de productos auxiliares igualadores, se utiliza como producto auxiliar un electrolito, el sulfato sódico, cuya misión es aumentar el agotamiento del colorante. Recientemente se proponen, como sustitutos de dicho electrolito, algunos productos auxiliares que representen menores cargas contaminantes en los baños residuales; en particular, se intenta mejorar los valores de DQO, DBO, pH y conductividad, con lo cual se obtendría un ahorro en productos químicos en la depuración de dichos baños residuales. Si tales productos auxiliares fueran suficientemente eficientes en la mejora del agotamiento del colorante y posibilitaran la tintura a baja temperatura su utilización conllevaría el ahorro de energía y la obtención de géneros de lana más suaves y con menos enfieltrado.

Se está investigando sobre las estructuras químicas de productos auxiliares más apropiadas para conseguir los objetivos citados; pero aún son necesarios muchos estudios de aplicación puesto que estructuras de productos auxiliares que pueden ser válidas para algunos tipos de colorantes no lo son para otros.

El presente trabajo es un estudio de aplicación de un nuevo producto auxiliar de tipo no iónico que se propone como sustituto del electrolito en la tintura de la lana. Además, tomando como base los estudios llevados a cabo por los autores sobre aplicaciones enzimáticas en la tintura de lana<sup>2, 3, 4, 5)</sup> se intentan establecer los posibles efectos sinérgicos al utilizar un enzima junto con el nuevo producto auxiliar de tipo no iónico. Se comparan los resultados de absorción de colorante, diferencias de color en los artículos teñidos, así como algunas solidez entre: tinturas a baja temperatura efectuadas según un sistema convencional con electrolito y tinturas en las que se sustituye el electrolito por el nuevo auxiliar no iónico, por un enzima o por ambos simultáneamente.

También se han determinado algunos parámetros ecológicos (DQO, DBO, pH y conductividad) en los baños residuales de las diferentes tinturas estudiadas<sup>6,7)</sup>.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Materia, enzima, colorante

**2.1.1. Materia:** tejido de lana blanqueado, 191 g/m<sup>2</sup>, 28 hilos/cm, 23 pasadas/cm, ligamento 2e1 b2,2. El tejido ha sufrido un tratamiento de relajación de acuerdo con el IWS Test Method no. 31 y ha sido acondicionado a un valor constante de pH 6.

**2.1.2. Colorante:** C.I. Acid Blue 80. Es un colorante ácido batanable seleccionado por su gran sensibilidad a las diferencias de afinidad por los colorantes presente en la fibra de lana<sup>8)</sup>.

**2.1.3. Producto auxiliar:** el nuevo producto auxiliar es un producto orgánico graso de carácter no iónico. En su presentación comercial es una emulsión de color blanco, soluble en agua en cualquier proporción; es compatible con los productos habitualmente utilizados en la tintura de lana. Según la información técnica de la firma productora se puede aplicar para facilitar el agotamiento de colorante ácidos y premetalizados sobre artículos de lana en sustitución del sulfato sódico<sup>9)</sup>.

**2.1.4. Enzima:** *Streptomyces Fradiae Protease* (S.F.P.): Este enzima ha sido usado en anteriores trabajos de los autores; es una proteasa activa sobre proteínas tan variables como la hemoglobina y la queratina, cubriendo un amplio rango de proteínas intermedias<sup>10)</sup>.

### 2.2. Fórmula y proceso de tintura

#### 2.2.1. Fórmula de tintura

Para establecer los posibles efectos del nuevo producto auxiliar no iónico estudiado se han comparado las siguientes fórmulas:

- Tintura convencional utilizando como producto auxiliar el electrolito sulfato sódico (que identificaremos como "Sal")
- Tintura utilizando como producto auxiliar el nuevo producto no iónico (que identificaremos como "Aux")
- Tintura utilizando como producto auxiliar el enzima (que identificaremos como "Enz")
- Tintura utilizando como producto auxiliar el enzima + nuevo producto no iónico (que identificaremos como "Aux/Enz")

Las tinturas se han efectuado a pH = 4,5 que es el apropiado para la tintura de lana con el colorante utilizado.

Se efectuaron también tinturas a pH = 6 (sólo en los casos de tintura en presencia de enzima). Se eligió este valor de pH por ser más próximo al de máxima actividad del enzima (pH = 7) y estar aún en el rango de pH ácido recomendado para el tipo de colorante utilizado; valores más elevados de pH dificultarían sensiblemente la absorción de colorante. El objetivo de estas tinturas fue estudiar la posible acción sinérgica del enzima y el nuevo

auxiliar, cuando el enzima presenta mayor actividad.

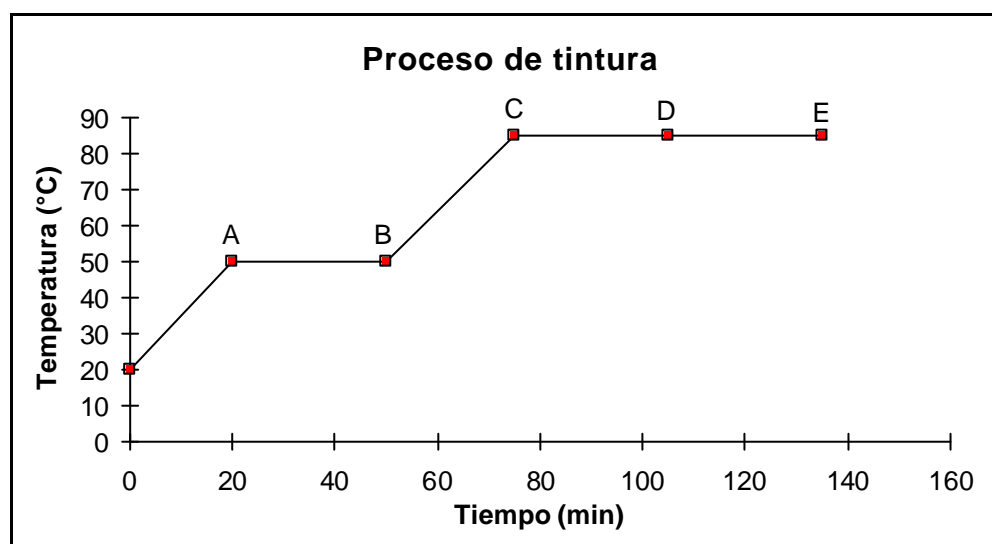
Las condiciones de los sistemas de tintura estudiados se presentan con detalle en la tabla 1. La relación de baño en todos los casos fue de 1/50.

**TABLA 1**  
 Fórmula de tintura

FORMULA DE TINTURA	1. "Sal"	2. "Aux"	3. "Enz"	4. "Aux/Enz"	5. "Enz"	6. "Aux/Enz"
Concentración de colorante (% s.p.f.)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Concentración de enzima (g/l)	–	–	1	1	1	1
Concentración de producto auxiliar (% s.p.f.)	–	0,1	–	0,1	–	0,1
Concentración de sulfato de sodio (% s.p.f.)	15	–	–	–	–	–
pH	4,5	4,5	4,5	4,5	6	6

### 2.2.2. Proceso de tintura

El proceso de tintura fue llevado a cabo siguiendo el siguiente esquema.



Se ha determinado la cinética de cada proceso de tintura introduciendo 5 muestras de tejido de lana en el volumen baño de tintura requerido, en diferentes recipientes y colocando todos ellos en un aparato Linitest a 20°C de temperatura. Cada uno de los recipientes fue extraído en uno de los puntos A-E indicados en el esquema.

La primera muestra fue extraída después de 20 minutos de tintura, cuando se alcanzó una temperatura de 50°C. Se escogió esta temperatura porque es la de actividad enzimática óptima. La siguiente muestra se extrajo a la misma temperatura y a los 30 minutos, tiempo que se estima suficiente para que el enzima actúe sobre la fibra y produzca un ataque sobre la epicutícula. A partir de este momento se produce la subida de la temperatura hasta 85°C y se extrae la siguiente muestra cuando se alcanza dicha temperatura. Las

dos últimas muestras se mantuvieron 30 y 60 minutos respectivamente a esta temperatura.

### 2.3. Parámetros determinados

**2.3.1. Cinéticas de tintura:** Se ha determinado la absorción de colorante en cada punto A-E del proceso de tintura.

**2.3.2. Diferencias de color:** En cada uno de los tiempos indicados, se ha determinado la diferencia de color CIELab entre las muestras teñidas en presencia de producto auxiliar, de enzima o de enzima y auxiliar, y las teñidas en presencia de sal.

**2.3.3. Solideces de las tinturas:** En las muestras teñidas se han determinado las solideces más relevantes para este tipo de tinturas:

Solidez de las tinturas al sudor: Este ensayo se ha realizado según las especificaciones de la norma ISO 105-E04

Solidez de las tinturas al frote (en seco y en húmedo): Según norma ISO 105/X12

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 a la luz artificial: Lámpara de gas Xenón: Según norma ISO 105-B02

**2.3.4. Parámetros ecológicos:** los parámetros ecológicos estudiados fueron:

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO): Según Norma AFNOR T-90-103

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Según Norma AFNOR T-90-101

pH: Según Norma APHA-AWWA-WPCF-424

Conductividad: Según Norma APHA 2510

## 2.4. Aparatos

- Las tinturas fueron realizadas en un aparato Linitest (Original Hanau).
- Las absorbancias de los baños de tinte para determinar los agotamientos fueron medidas en un espectrofotómetro Shimadzu UV-265.

- Las diferencias de color se midieron en un colorímetro Elrephomat (Zeiss).
- Las solidez de las tinturas se determinaron mediante los siguientes aparatos:
  - Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial y a la limpieza en seco: Linitest
  - Solidez de las tinturas al sudor: Perspirómetros y estufa Selecta
  - Solidez de las tinturas al frote: Crockmeter
  - Solidez de las tinturas a la luz artificial: Xenotest 450
- Los parámetros ecológicos fueron determinados mediante los siguientes aparatos:
  - DBO: Oxímetro CRISON OXI 320
  - DQO: Reactor de análisis DQO ISCO RECORD 19
  - pH: pH-metro Scharlau HI 8414
  - Conductividad: Conductímetro CRISON

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Cinéticas de absorción

Las cinéticas de absorción del colorante para las tinturas efectuadas a pH=4,5 se muestran en la figura 1.

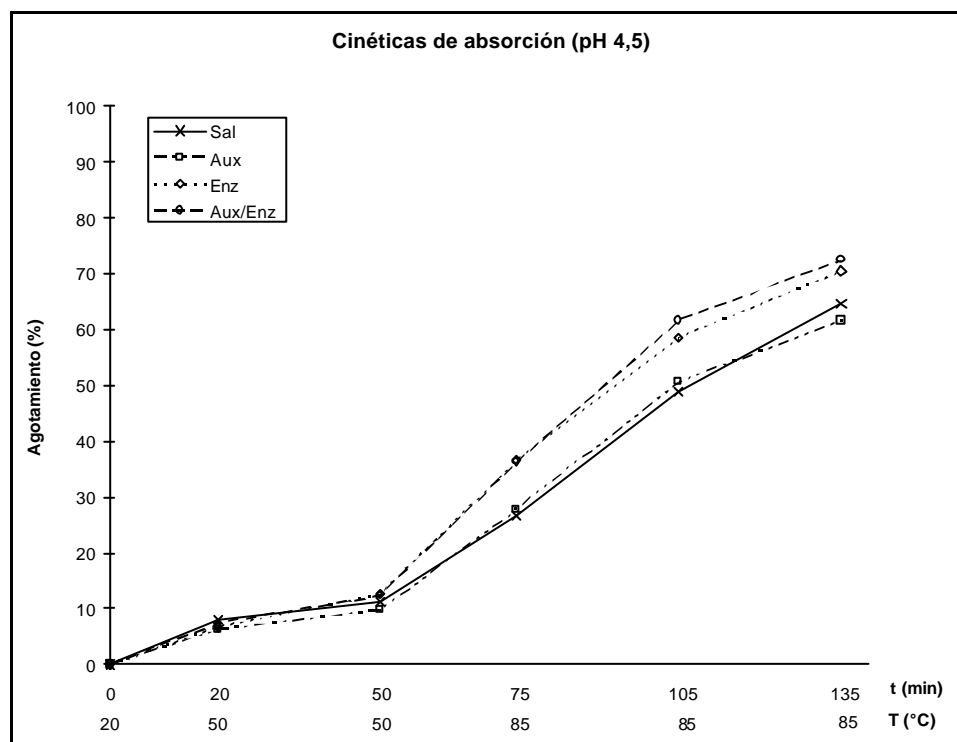


FIGURA 1: Cinéticas de absorción (pH 4,5)

Durante los primeros 50 minutos de tintura en que la temperatura sólo alcanza los 50°C, todas las cinéticas son muy lentas. A partir de los 50 minutos, en que la temperatura sube de 50°C a 85°C, las cinéticas lógicamente son más rápidas. Es en este punto cuando empiezan a apreciarse diferencias de absorción entre las tinturas en presencia o ausencia de enzima en el baño tintóreo. La presencia de enzima, tal como ya se había visto en estudios anteriores, facilita la absorción del colorante, con lo que al finalizar la tintura el agotamiento es superior. La curva de absorción correspondiente a la tintura en que se utiliza el nuevo producto auxiliar no iónico, en sustitución del sulfato sódico, es muy similar a la correspondiente a la tintura en presencia de sulfato

sódico. Podríamos decir, por tanto, que el producto auxiliar estudiado produce un efecto similar al de la sal en cuanto al agotamiento del colorante.

En la tintura en presencia de enzima más el nuevo producto auxiliar la absorción del colorante por la fibra es muy parecida a la correspondiente a la tintura en que sólo se utiliza el enzima como producto auxiliar; sin que sea importante la diferencia, el agotamiento final es algo superior en el caso de utilizar simultáneamente el enzima y el nuevo producto auxiliar no iónico.

Las cinéticas de absorción de colorante correspondientes a las tinturas a pH = 6 se muestran en la Figura 2.

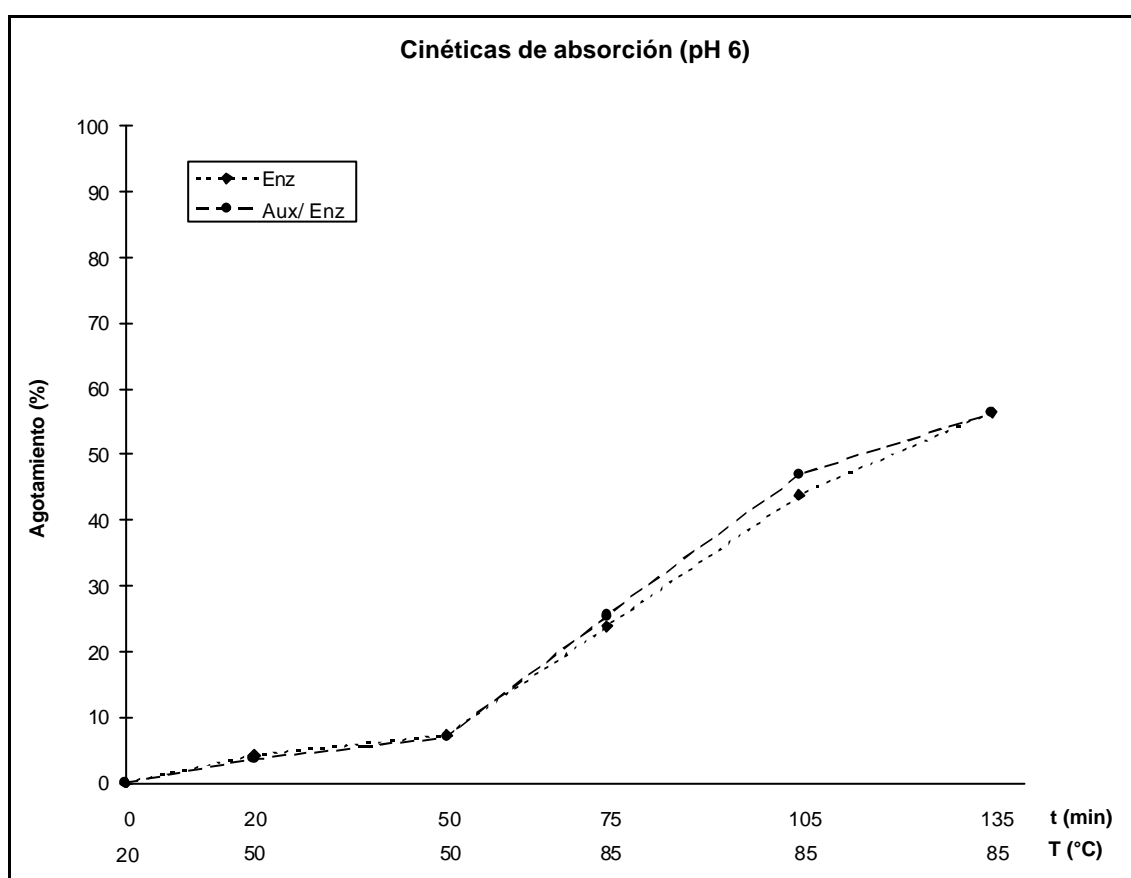


FIGURA 2: Cinéticas de absorción (pH 6).

En estas gráficas de nuevo se aprecia la pequeña absorción de colorante hasta los 50 minutos de tintura y el cambio brusco en la pendiente de las curvas de cinética a partir de este punto. Las cinéticas son prácticamente coincidentes y el agotamiento final es idéntico.

En la Figura 3 se agrupan, para facilitar su comparación, todas las curvas de absorción de colorante correspondientes a las tinturas a los dos pH estudiados.

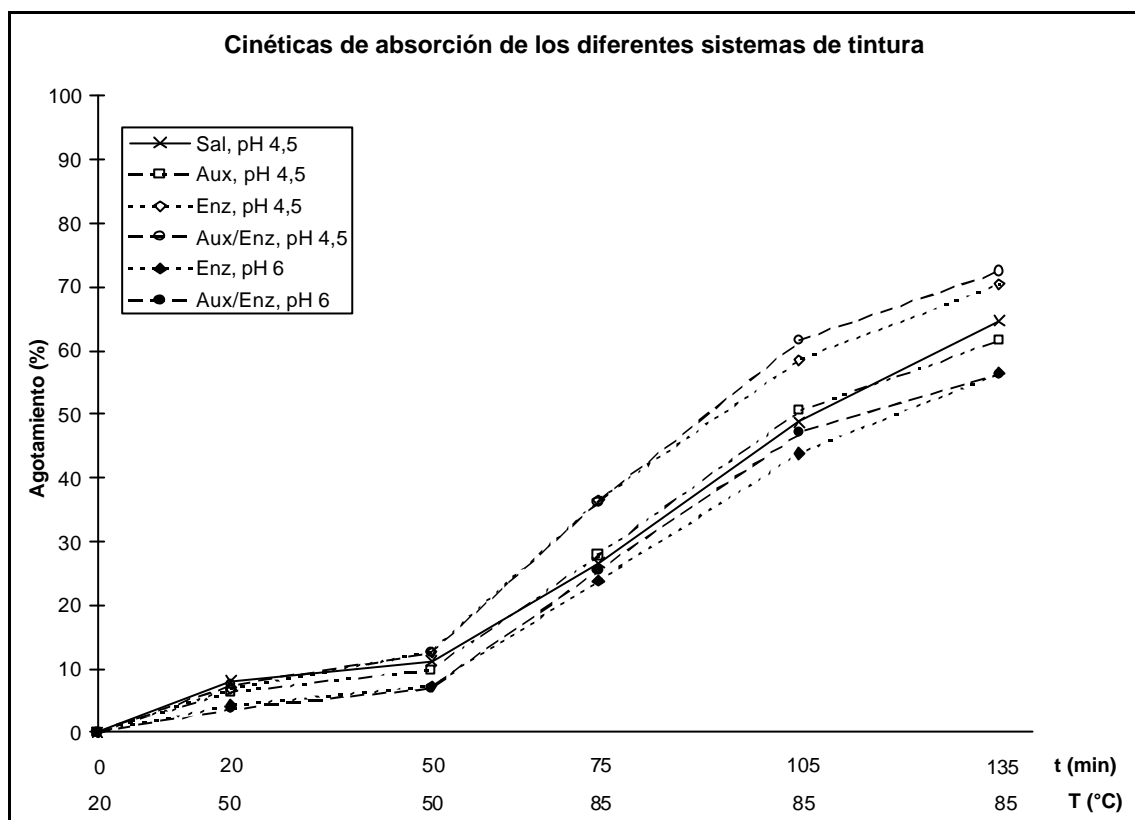


FIGURA 3. Cinéticas de absorción de los diferentes sistemas de tintura.

Debemos señalar que las cinéticas correspondientes a ambos valores de pH lógicamente no deberían ser comparables; en efecto, el pH más bajo es el más apropiado para la tintura con el colorante batanable utilizado y por tanto el agotamiento es superior; pero dado que, como ya hemos comentado, la presencia del enzima facilita la absorción del colorante permitiendo obtener mejores agotamientos, y sabiendo además que la acción enzimática sobre la lana es mayor a pH = 6, se puede apreciar que los agotamientos de las tinturas a pH = 6 no son tan

distantes como cabría esperar de los correspondientes a las tinturas a pH = 4,5 cuando estas últimas se efectúan sin la presencia de enzima.

### 3.2. Diferencias de color

Los valores colorimétricos y las diferencias de color CIELab entre los tejidos teñidos según los diferentes sistemas de tintura se presentan en la Tabla 2. Estos valores corresponden a los tejidos al final de la tintura (t=135 min).

TABLA 2  
 Diferencias de color

Sistemas de tintura	L	a	b	DL	Da	Db	DE
Sal (pH 4,5)	38.7	0.2	-38.6				
Auxiliar (pH 4,5)	38.6	0	-38.5	-0.1	-0.2	0.1	0.2
Enzima (pH 4,5)	37.1	1.0	-39.1	-1.6	0.8	-0.5	1.9
Aux. / Enzima (pH 4,5)	38.3	0.6	-38.9	-0.4	0.4	-0.3	0.6
Enzima (pH 6)	39.8	-0.3	-38.1	1.1	-0.5	0.5	1.3
Aux. / Enzima (pH 6)	40.4	-0.5	-38.2	1.7	-0.7	0.4	1.9

Ya que en todas las tinturas se ha utilizado un único colorante, el valor más importante a tener en cuenta es la diferencias de luminosidad (DL).

Tomando como referencia la tintura cuyo auxiliar es el electrolito (sal), se aprecia que las

máximas diferencias se producen para las tinturas a pH = 4,5 cuyo auxiliar es el enzima y para las tinturas a pH = 6.

En el caso de la tintura a pH = 4,5 en presencia de enzima las muestras de lana

aparecen más oscuras lo cual concuerda con los resultados superiores de absorción de colorante. En las tinturas a pH = 6, dado que el agotamiento es algo inferior, las muestras, lógicamente, aparecen más claras. En la tintura en que se ha sustituido el electrolito por el nuevo auxiliar no iónico la diferencia de luminosidad es muy pequeña.

La comparación entre las muestras teñidas en presencia del enzima solo y las teñidas en presencia de enzima junto con el nuevo auxiliar no iónico permite apreciar ligeras diferencias de luminosidad. En los casos en que además del enzima está presente el nuevo producto auxiliar la luminosidad es algo superior, a pesar de que la

absorción de colorante era idéntica o algo superior. La aparente contradicción, en estos casos, entre los valores de luminosidad y los resultados de absorción de colorante podría explicarse por una mejor penetración del colorante en el interior de las fibras. No obstante, esta hipótesis no ha podido ser demostrada tratándose de diferencias tan pequeñas.

### 3.3. Solideces de las tinturas

Los valores de las solideces del color estudiadas se muestran en las Tablas 3 a 8.

#### 3.3.1. Solidez de las tinturas al sudor: Tabla 3 (alcalino) y Tabla 4 (ácido)

**TABLA 3**  
Solidez de las tinturas al sudor alcalino

SISTEMA DE TINTURA	DEGRADACIÓN	DESCARGA	
		ALGODÓN	LANA
Sal (pH 4,5)	5	3-4	4
Producto Auxiliar (pH 4,5)	5	4	4
Enzima (pH 4,5)	5	4	4
Aux./ Enzima (pH 4,5)	5	4	4
Enzima (pH 6)	5	4	4
Aux./ Enzima (pH 6)	5	4	4

**TABLA 4**  
Solidez de las tinturas al sudor ácido

SISTEMA DE TINTURA	DEGRADACIÓN	DESCARGA	
		ALGODÓN	LANA
Sal (pH 4,5)	5	4-5	4
Producto Auxiliar (pH 4,5)	5	4-5	4
Enzima (pH 4,5)	5	4-5	4
Aux./ Enzima (pH 4,5)	5	4-5	4
Enzima (pH 6)	5	4-5	4
Aux./ Enzima (pH 6)	5	4-5	4

#### 3.3.2. Solidez de las tinturas al frote: Tabla 5

**TABLA 5**  
Solidez de las tinturas al frote

SISTEMA DE TINTURA	EN SECO	EN HÚMEDO
Sal (pH 4,5)	4-5	4-5
Producto Auxiliar (pH 4,5)	4-5	4-5
Enzima (pH 4,5)	4-5	4-5
Aux./ Enzima (pH 4,5)	4-5	4-5
Enzima (pH 6)	4-5	4-5
Aux./ Enzima (pH 6)	4-5	4-5

**3.3.3. Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial: Tabla 6**

**TABLA 6**  
 Solidez de las tinturas al lavado doméstico y comercial

SISTEMA DE TINTURA	DEGRADACIÓN	DESCARGA	
		ALGODÓN	LANA
Sal (pH 4,5)	4-5	5	5
Producto Auxiliar (pH 4,5)	5	5	5
Enzima (pH 4,5)	4-5	5	5
Aux./ Enzima (pH 4,5)	4-5	5	5
Enzima (pH 6)	5	5	5
Aux./ Enzima (pH 6)	4-5	5	5

**3.3.4. Solidez de las tinturas a la limpieza en seco: Tabla 7**

**TABLA 7**  
 Solidez de las tinturas a la limpieza en seco

SISTEMA DE TINTURA	DEGRADACIÓN	DESCARGA EN EL BAÑO
Sal (pH 4,5)	5	5
Producto Auxiliar (pH 4,5)	5	5
Enzima (pH 4,5)	5	5
Aux./ Enzima (pH 4,5)	5	5
Enzima (pH 6)	5	5
Aux./ Enzima (pH 6)	5	5

**3.3.5. Solidez de las tinturas a la luz artificial: Tabla 8**

**TABLA 8**  
 Solidez de las tinturas a la luz artificial

SISTEMA DE TINTURA	DEGRADACIÓN
Sal (pH 4,5)	5-6
Producto Auxiliar (pH 4,5)	5-6
Enzima (pH 4,5)	5-6
Aux./ Enzima (pH 4,5)	5-6
Enzima (pH 6)	5-6
Aux./ Enzima (pH 6)	5-6

En esta serie de experiencias, más que valorar las solideces de las tinturas, se pretendía comparar dichas solideces en función del sistema de tintura, es decir, evaluar si el método de tintura, en presencia de enzima, del nuevo producto auxiliar, o del enzima más auxiliar, afecta a la solidez de los tejidos teñidos.

Los resultados expuestos muestran que los valores de las solideces del color estudiadas

prácticamente no varían sea cual sea el sistema de tintura utilizado.

**3.4. Parámetros ecológicos**

Los resultados obtenidos en la determinación de los parámetros ecológicos estudiados se presentan en la tabla 9.



**TABLA 9**  
 Parámetros ecotoxicológicos

SISTEMA DE TINTURA	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	pH	CONDUCTIVIDAD (µmho)
Sal (pH 4,5)	3	171,98	5,87	2200
Producto Auxiliar (pH 4,5)	3	223,99	6,40	114
Enzima (pH 4,5)	564	1165,32	6,63	125
Aux./ Enzima (pH 4,5)	608	1204	6,56	124
Enzima (pH 6)	626,75	1288,01	6,99	120
Aux./ Enzima (pH 6)	626,75	13921	7,12	150

Los valores de DBO y DQO correspondientes a los baños residuales de las tinturas en presencia de sal o del nuevo producto auxiliar son bajos y muy similares entre sí.

La conductividad, en cambio, es mucho más baja en el caso de utilizar el nuevo producto auxiliar en sustitución del electrolito, tal como era de esperar.

Los valores de pH más ácido corresponden a la tintura en presencia de electrolito; en todos los demás casos los baños residuales tienen pH casi neutro.

La utilización del enzima como auxiliar de tintura da lugar a valores más altos de DBO y DQO que los correspondientes a las tinturas sin enzima, lo cual supondrá un tratamiento más intenso en la depuradora. No obstante, la relación entre DBO y DQO está entre 0,3 y 0,6 lo cual indica que los baños residuales son biodegradables. Los valores de conductividad son del mismo orden que los correspondientes a la tintura con el nuevo producto auxiliar.

#### 4. CONCLUSIONES

**4.1.** El nuevo producto auxiliar estudiado, al ser utilizado en sustitución del sulfato sódico, da lugar a agotamientos de colorante y cinéticas de absorción muy similares a los correspondientes a las tinturas en presencia de dicho electrolito convencional.

**4.2.** Los baños residuales de las tinturas con el nuevo producto auxiliar tienen valores de conductividad mucho más bajos y pH menos ácidos que los de las tinturas en las que se utiliza el electrolito; ello significa una mejora considerable de las características ecológicas de dichos baños. Los valores de DBO y DQO son prácticamente iguales.

**4.3.** Las tinturas en las que se ha utilizado el nuevo producto auxiliar junto con el enzima S.F.P presentan mayores absorciones de colorante que las tinturas en presencia de electrolito; este

aumento de la absorción hay que atribuirlo fundamentalmente a la acción del enzima. La presencia del nuevo producto auxiliar junto con el enzima parece producir una ligera mejora de la absorción respecto a la obtenida cuando se utiliza sólo el enzima; no obstante, los valores de agotamiento obtenidos no son aún suficientes como para poder considerar apropiado este sistema de tintura para baja temperatura.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a CEPA, PYMAG y SANDOZ por el suministro del enzima, el producto auxiliar y el colorante respectivamente. También agradecen a la Dra. M.C. Riva sus orientaciones en la determinación de los parámetros ecológicos y a la Sra. I. Algaba su ayuda en el tratamiento informático del texto y las figuras.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

1. A. Riva, J.M. Alsina, R. Prieto, Boston Meeting (IWTO), May 1997
2. A. Riva, M.C. Riva, R. Prieto, J. Cegarra, Abstracts Biotech'88
3. A. Riva, J. Cegarra, R. Prieto, J.S.D.C. Vol 109 May/June 1993, pp 210-213
4. J. Cegarra, A. Riva, J. Gacén, A. Naik, Tintoria, nº 4 Aprile 1992, pp 64-69
5. A. Riva, J. Cegarra, R. Prieto, Melliand Textilberichte, 11 / 91, pp 934-938
6. Metcalf and Eddy Inc., "Wastewater Engineering: treatment, disposal, reuse"
7. K.H. Mancy, W.L. Weber, "Analysis of industrial wastewater"
8. Sandoz España, Información técnica
9. Pymag S.A., Información técnica
10. CEPA, Información técnica

Trabajo presentado en: 2000.09.06.

Aceptado en: 2000.10.26.