

Investigación de tintes en conservación textil

Fanny Espinoza Moraga
Carolina Araya Monasterio

RESUMEN

A través de un proyecto de investigación de tintes, el Departamento Textil del Museo Histórico Nacional puso en marcha su nuevo laboratorio de análisis científico en conservación. Este proyecto surgió a raíz de la dificultad de encontrar en el comercio telas de fibras naturales con los colores adecuados para ser usados como parte del soporte en el proceso de restauración y montaje de piezas de la colección textil del Museo.

Los principales objetivos del proyecto eran investigar la composición y comportamiento químico de algunos tintes y evaluar su estabilidad y resistencia a diversos factores de deterioro.

Esta investigación incluyó la aplicación de técnicas y análisis instrumentales para cuantificar las alteraciones físico-químicas que presentaron los diversos tintes sometidos a diferentes ensayos de estabilidad. Además, se utilizó la colorimetría como método de medición cuantitativa del color.

Los resultados finales fueron registrados en un documento que contiene las cartas de colores de los tintes estudiados y las conclusiones que resultaron de los diversos experimentos.

ABSTRACT

Through a dye research project, the Textile Department of the National Historic Museum started its new scientific analysis laboratory for conservation. The project originated in the problems to find natural fiber fabrics in the marketplace, in colors appropriate to be used as part of the support in the process of restoring and mounting works in the Museum's textiles collection.

The main goals of the project were to study the chemical composition and behavior of certain dyes and evaluate their stability and resistance to a number of deterioration factors.

The research project included the application of instrumental techniques and analysis, in order to quantify the physicochemical alterations shown by the different dyes undergoing several stability essays. Colorimetry was additionally employed as a quantitative measuring method for color.

The final outcome was recorded in a document containing the color charts for the dyes studied, as well as the conclusions drawn from the experiments.

Fanny Espinoza Moraga, Conservadora Textil, Museo Histórico Nacional.

Carolina Araya Monasterio, Químico Especialista en Conservación. Subdirectora Ejecutiva, Museo de Ciencia y Tecnología.

INTRODUCCION

La colección de tejidos que cautela el Departamento Textil del Museo Histórico Nacional comprende alrededor de 4.000 objetos, que incluye vestuario civil, militar, religioso y sus respectivos accesorios; banderas y estandartes, y una pequeña cantidad de piezas precolombinas.

Una de las actividades más importantes de este Departamento es la conservación de la colección, que incluye procesos de restauración, en que se deben utilizar telas como soporte para ciertas reintegraciones, las que deben tener características y colores similares a las de la pieza original. Otra actividad del Departamento Textil es la exhibición de la colección en diversas exposiciones, para lo cual es frecuente que se necesiten textiles con tintes modernos, que son usados como parte del montaje de las piezas.

Habitualmente es difícil encontrar en el comercio telas de fibras naturales con los colores y tintes adecuados para la restauración y exhibición de objetos de la colección. Surge así la inquietud de investigar la composición y comportamiento químico de algunos de estos tintes y evaluar su estabilidad y resistencia frente a diferentes factores de deterioro.

Investigaciones semejantes se han llevado a cabo en otros países¹, con la diferencia que estos estudios han utilizado tintes monocromáticos para cada muestra, mientras que nuestra investigación se basó en formulaciones utilizando tres tintes distintos para lograr cada color (tricromías de tintes). Esto facilitó la obtención del objetivo de lograr la homologación de colores.

Las diversas conclusiones que se encontraron en la bibliografía nos hicieron reflexionar sobre el tema, ya que algunos resultados eran contradictorios entre sí. Este fue uno de los factores que influyó en la elección, tanto de los tipos de ensayos como de tintes a utilizar².

La investigación realizada nos permitió dilucidar los tipos de tinturas más adecuadas para ser usadas en la conservación de textiles antiguos, tomando como base telas y tintes de fácil acceso en el comercio chileno.

Con toda la información obtenida luego de llevar a cabo este estudio, se confeccionaron las cartas de colores, las cuales contienen los registros y conclusiones de todos los ensayos realizados a cada uno de los tintes y telas analizados, quedando así un material de referencia destinado a los especialistas en Conservación Textil.

1 Cfr. Ogger, 1996; Farnsworth, 1995; Von Lerber, 1962.

2 Cfr. Ogger, 1996; Farnsworth, 1995; Von Lerber, 1996; Landi, 1992.

METODOLOGIA

El proyecto se llevó a cabo utilizando la metodología científica, siguiendo cuatro etapas en su desarrollo.

- a) Investigación de bibliografía disponible para permitir la selección adecuada tanto de los tintes como de los parámetros a controlar en los procesos de teñido.
- b) Proceso de teñido.
- c) Ensayos de estabilidad colorimétrica de los tintes a través de estudios de envejecimiento acelerado.
- d) Diseño y elaboración de la carta de colores.

PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES

Selección de tintes, técnicas de teñido y telas

Los tintes se eligieron según las referencias estudiadas. Se seleccionaron los colorantes directos y reactivos para las telas de algodón, ácidos para la seda y dispersos para las telas sintéticas.

De acuerdo a nuestro objetivo de seleccionar tintes de fácil acceso en el comercio nacional, se eligieron 2 empresas: CIBA y Anilinas HT. Esta última realizó el proceso de teñido en la misma empresa. CIBA donó los pigmentos y los químicos a utilizar y nos permitió acceder a su laboratorio de teñido para conocer los pasos a seguir en el proceso, el cual posteriormente se llevó a cabo en el laboratorio del Departamento Textil.

Las fibras textiles utilizadas fueron cuatro tipos diferentes de telas de algodón (batista, popelina, crea blanca, crea cruda), seda y polygal (mezcla de algodón y polyester), las que se escogieron en su mayoría conforme a lo que se encuentra en las tiendas.

Selección y formulación de colores

Se estudiaron los fundamentos de la colorimetría, escogiendo el método CIE_{Lab}³, el cual permite un fácil manejo de sus parámetros y evaluación de los resultados. Para todas las mediciones colorimétricas se utilizó el instrumento Espectrofotómetro Portátil DataColor-Internacional Modelo Microflash 200D.

El sistema CIE_{Lab} aproxima matemáticamente las diferencias percibidas por el ojo humano. Dicha percepción de los colores depende de tres variables:



Foto 1. Medición del color con el espectrofotocolorímetro. 1998.

3 Cfr. Datacolor Int., 1996.

matiz, saturación y luminosidad. Este sistema está basado en coordenadas cartesianas, cuyos ejes **L**, **a**, **b**, tienen los siguientes rangos: el eje **a** representa los colores desde el magenta al verde, el eje **b** representa los colores desde el amarillo al azul. Los colores son distribuidos en forma cilíndrica alrededor del eje **L** que va desde el negro al blanco⁴.

Los colores se seleccionaron de acuerdo a los objetos de la colección del Departamento Textil del Museo Histórico Nacional. Estos fueron: amarillo, azul, beige, turquesa, rojo, malva, morado, damasco y verde agua, los que se midieron con el espectrofotómetro, que indicó las coordenadas del color.

Para obtener la formulación de dichos colores se utilizó el software del laboratorio de teñido de CIBA, el cual al procesar las coordenadas indicó la proporción de los tintes que componen la tricromía de colores que se aplicó posteriormente en el proceso de teñido.

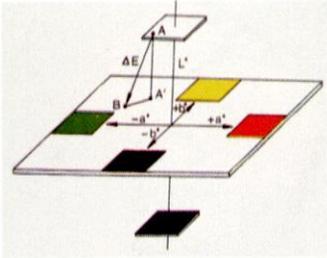


Foto 2. Coordenadas colorimétricas del sistema CIELAB. 1997.

Ensayo de solidez del colorante a la luz (XENOTEST 150S)

Se enviaron las muestras para un envejecimiento acelerado al laboratorio de análisis CESMEC. Este ensayo se realizó en un equipo XENOTEST 150S según la norma ASTM G-26, equipado con una lámpara de Xenon de 1.500 W con 180.000 lux de intensidad⁵, y tuvo una duración de 100 horas de exposición para cada prototipo. Las muestras fueron sometidas a una intensidad total de luz de 18 Mlx/hr, la cual es equivalente a haber expuesto las muestras durante 168 años a 50 Lux/hr, que son las condiciones ideales de luz para la conservación de textiles en museos.

La valoración de la solidez del colorante a la luz se basó en la norma ISO-R-105. Este método consiste en la evaluación que realiza un experto en base a una escala de grises y que asigna a cada muestra un determinado grado, al comparar su tonalidad y luminosidad. A cada grado le corresponde un número siendo el rango desde G-5 a G-1. G-5: sin decoloración; G-4: cambio leve; G-3: cambio notorio; G-2: cambio muy notorio; G-1: decoloración total.

Ensayo de solidez del colorante a la luz (Escala de Azules)

Debido a que los colorantes de las anilinas HT eran nuevos y desconocidos, se realizaron ensayos de solidez a la luz en algunas de las muestras teñidas con ellos. Se seleccionaron de acuerdo al material las telas de algodón batista y crea cruda, además de seda y polygal.

La valoración de la solidez del colorante a la luz, realizada en la empresa CAL-TEX, se basó en la norma ASTM D3514. Esta consiste en poner las muestras



Foto 3. Preparación de las formulaciones de los colores. 1998.

4 Cfr. Ogger, 1996

5 Cfr. Yudilevich, 1995

durante una cantidad de tiempo indefinida, a una cierta radiación Uv. Luego se hace una comparación visual de éstas con una muestra tipo, basada en la escala de referencia del *British Standard Blue Wool Lightfastness*, que va desde el grado 8 (ningún cambio de color) al grado 1 (cambio total de color). Bajo el grado 5 de solidez a la luz el color debe rechazarse por cuanto la degradación es muy notoria.

Ensayo de solidez al lavado

Se hicieron pruebas de resistencia de los tintes al lavado, mediante un proceso en el cual las muestras se sometieron a un lavado en una solución 0,1 g/l de detergente neutro a 30°C durante 10 minutos, en el laboratorio del Departamento Textil. Se midieron los parámetros colorimétricos de las telas sometidas a este ensayo con el espectrofotómetro antes y después de realizar el proceso; de esta forma se determinaron las variaciones de estabilidad y resistencia al lavado de los colorantes.

Diseño y elaboración de la carta de colores

Se diseñaron y confeccionaron las cartas de colores aplicando los sistemas de mediciones de color internacionales CIE Lab, acompañadas de una ficha técnica para efectuar los teñidos. Estas cartas de colores incluyen fórmulas de teñido, mediciones espectrales y comparación de los resultados entre los distintos test. Además se incluye una recomendación del tinte adecuado para los diferentes tipos de tela.

RESULTADOS

Se midieron los parámetros colorimétricos CIE Lab antes y después de los tratamientos a que fueron sometidas las muestras. Luego estos se procesaron matemáticamente para obtener el parámetro ΔE , el cual se define en función de las coordenadas de colorimetría L, a y b, antes mencionadas.

El parámetro ΔE indica cuantitativamente la eventual decoloración de los diferentes tintes y se define como sigue⁶:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$



Foto 4. Preparación de las soluciones de los tintes. 1998.

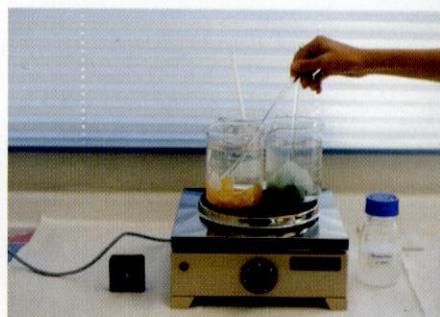


Foto 5. Proceso de teñido en el laboratorio del departamento textil. 1998.



Foto 6. Crea cruda y batistas teñida con tintes reactivo HT. 1998.

6 Cfr. Tímar-Balázszy & Eastop, 1998.

Ensayo de solidez del colorante a la luz (XENOTEST 150S)

En general los resultados de las muestras utilizando la escala de grises correspondieron en un 69,4% a la valoración G-1, en un 27,8% a la valoración G-2 y, en un 2,8% a la valoración G-3. Además a todas las muestras se les midieron los parámetros colorimétricos ΔE .

En todas las telas los colorantes CIBA registraron mejores índices de solidez que los colorantes HT. En las telas de algodón los colorantes reactivos son más estables y sólidos a la luz que los colorantes directos (un ejemplo se observa en las figuras 1a y 1b).



Foto 7. Preparación de muestras para los análisis de solidez a la luz y al lavado... 1998.

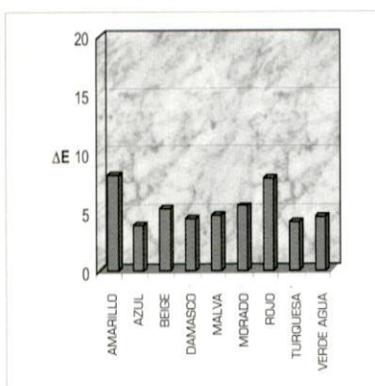


Figura 1a. Resultados de ensayos de solidez a la luz (XENOTEST 150-S) para la tela batista teñida con colorante reactivo CIBA.

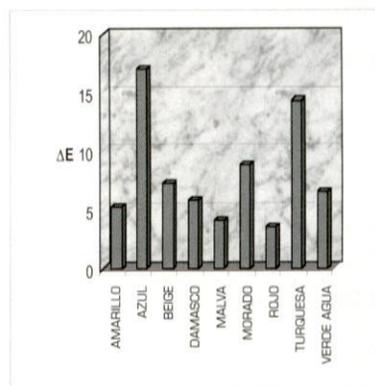


Figura 1b. Resultados de ensayos de solidez a la luz (XENOTEST 150-S) para la tela batista teñida con colorante directo CIBA.



Foto 8. Medición de los parámetros colorimétricos antes de los análisis de solidez. 1998.

El color más estable en las telas de algodón teñidas con colorantes reactivos CIBA y HT es el damasco seguido por el beige y el amarillo. El color con menor estabilidad a la luz en las telas de algodón teñidas con ambos colorantes es el azul, seguido por el turquesa y el morado.

En la tela polygal los colorantes CIBA son más estables que los colorantes HT. El color más estable en la tela polygal para ambos colorantes CIBA y HT es el beige, mientras que el color menos estable es el rojo seguido por el morado.

El color más estable en la seda para ambas marcas de colorantes es el verde agua, mientras que el color menos estable es el azul seguido por el morado.

Ensayo de solidez del colorante a la luz (Escala de Azules)

De acuerdo a la TABLA 1 los resultados obtenidos son:

El color *rojo* posee una alta solidez a la luz, tanto en colorantes directos como reactivos y en todas las telas analizadas.

El color *verde agua* sufrió degradación cuando se tiñó tela batista, tanto con colorantes directos como reactivos.

El color *amarillo* presentó baja solidez cuando se utilizó colorante reactivo H_r en batista y colorante ácido H_T en tela seda.

El colorante *azul* presentó buen comportamiento a la luz en colorante ácido utilizado para teñir la seda.

TABLA 1
RESULTADOS DE ENSAYO DE SOLIDEZ DEL COLORANTE A LA LUZ

COLORES	TELAS											
	BATISTA				CREA CRUDA				POLYGAL		SEDA	
	TIPO DE COLORANTE											
	REACTIVO		DIRECTO		REACTIVO		DIRECTO		DIRECTO/ DISPERSO		ACIDO	
	EA.*	ΔE	EA*	ΔE	EA*	ΔE	EA*	ΔE	EA*	ΔE	EA*	ΔE
AMARILLO	7	4.00	4	2.41	5	1.61	6	1.27	5	2.73	4	4.17
AZUL	5	3.14	4	4.43	7	1.16	2	0.78	4	5.49	6	0.89
BEIGE	5	1.75	3	4.03	5	3.91	6	4.24	5	2.15	5	1.47
DAMASCO	5	1.82	4	4.88	5	1.89	6	1.36	6	1.85	5	1.26
MALVA	**	**	3	5.93	3	1.72	3	2.82	4	1.95	4	1.54
MORADO	6	1.13	4	4.45	5	2.87	4	2.44	2	2.04	4	2.84
ROJO	7	0.18	4	2.27	5	2.79	5	1.83	2	2.05	6	1.47
TURQUESA	5	2.57	3	3.87	7	2.12	4	4.11	4	3.87	6	0.62
VERDE AGUA	3	3.64	3	5.48	6	2.85	6	2.31	5	2.72	6	0.82

* Escala de referencia de British Standard Blue Wool Lightfastness.

** Sin medición, error en muestra estándar.

El color *damasco* obtuvo los mejores índices de solidez a la luz, puesto que el único índice bajo se observó en tela batista teñida con colorantes directos HT.

Ensayo de solidez al lavado

Telas de algodón

Los colorantes reactivos en general tienen mejor solidez al lavado que los colorantes directos, siendo mínima la diferencia. Los colorantes reactivos HT tienen mejor solidez al lavado que los colorantes reactivos CIBA, excepto en la tela popelina. Los colorantes directos CIBA tienen mejor solidez al lavado que los colorantes directos HT.

En promedio la tela batista teñida con colorantes reactivos HT es la más estable al lavado (figura 2a), mientras que en promedio la tela que presenta menos estabilidad al lavado es la crea blanca teñida con colorantes directos HT.

En promedio los colores con mayor resistencia al lavado son el *morado*, *turquesa* y *verde agua*, tanto en los colorantes reactivos como en los colorantes directos. En tanto, que los colores *azul* y *beige* son los menos resistentes.

Telas polygal y seda

En la tela polygal, los colorantes HT son más estables al lavado que los colorantes CIBA. En la misma tela, el color *morado* es el más resistente, y el *beige* el menos resistente.

En la seda, los colorantes CIBA son más resistentes al lavado que los colorantes HT. Entre los colores más resistentes están el *beige* y el *amarillo*; el menos resistente es el *malva* (figura 2b).

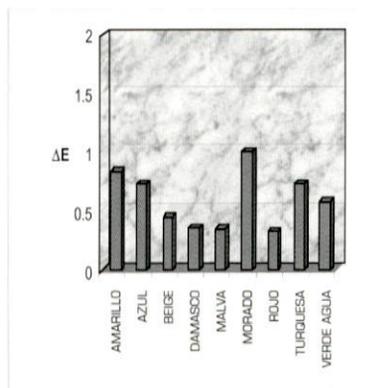


Figura 2a. Resultados de ensayos de solidez al lavado para la tela batista teñida con colorante reactivo HT.

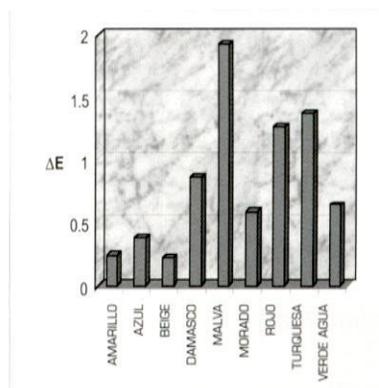


Figura 2b. Resultados de ensayos de solidez al lavado para la tela seda teñida con colorante ácido CIBA.



Foto 9. Medición de los parámetros colorimétricos antes de los análisis de solidez, cálculo del ΔE . 1998.

COLOR: ROJO
FORMULACION

Colorantes	%
Amarillo Sup. RL	1,910
Burdeos Dto. B	1,940
Azul Supra BRL H/C	0,130

TELA: CREA CR.
COLORANTE



DIRECTO H.T.

Colorantes	%
Amarillo Chenzol ME-3R	6,870
Rojo Chenzol ME-3B	8,000
Azul Marino Chenzol ME-SB	0,625



REACTIVO H.T.

Colorantes	ml
Amarillo ARLE 154%	5,100
Burdeos 3BLE 100%	15,400
Azul FGLE 220%	0,200



DIRECTO CIBA

Colorantes	ml
Amarillo FN-2R	10,450
Rojo FN-R	19,130
Marino FN-B	1,740



REACTIVO CIBA

Foto 10. Formulación del color rojo de los tintes directos y reactivos de las empresas CIBA y H.T. 1998.

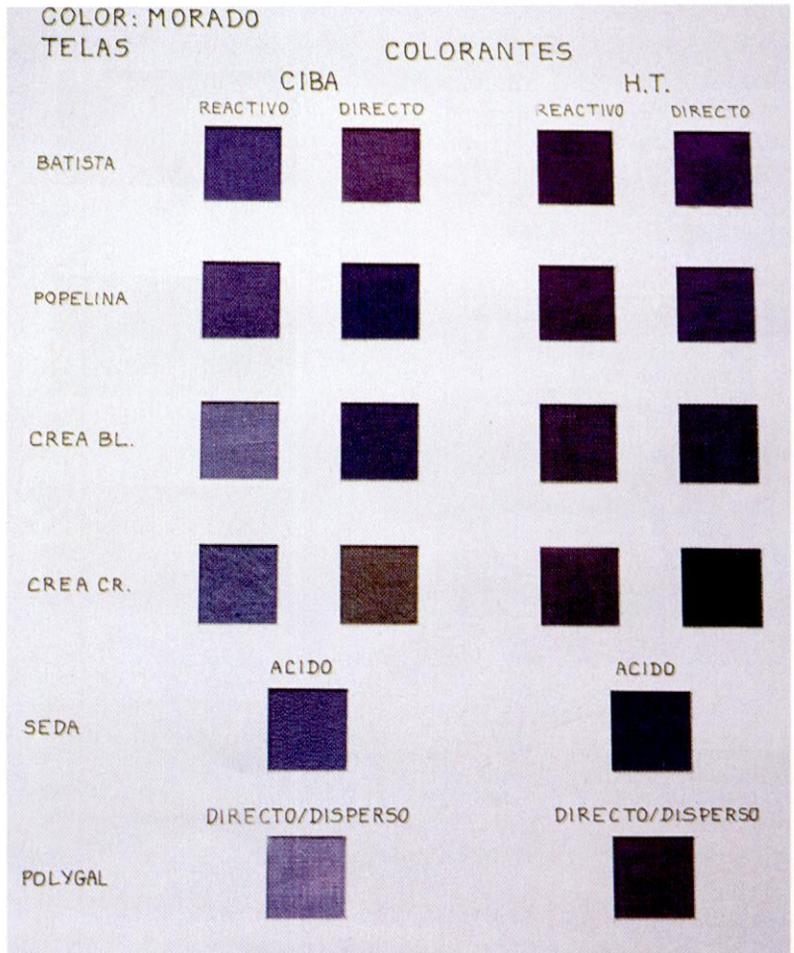
DISCUSION

Los estudios publicados por otros investigadores se han basado en experimentaciones con tintes monocromáticos; en cambio, nuestro proyecto se basó en la formulación de colores con tricromías de tintes por lo tanto, no se pueden comparar directamente los resultados, ya que se deben considerar las interacciones producidas a nivel molecular entre los tintes que componen cada formulación.

A nivel internacional no se ha llegado a un acuerdo con respecto a este tema, ya que diversas publicaciones no esclarecen cuál tipo de colorante es más estable a la luz y al lavado, por tanto, más adecuado para ser usado en conservación.

Por otro lado, aunque se llegara a un acuerdo, no se debe descartar el hecho que existen diversos factores ambientales que son fuentes de deterioro y que, eventualmente, pueden alterar la estabilidad de los tintes.

Foto 11. Comparación del color morado entre los diferentes tipos de tintes y telas estudiados. 1999.



La acción de la fijación de los tintes en las telas de algodón puede tener cierta influencia, debido al blanqueo óptico a que fueron sometidas en su proceso de manufactura (batista, crea blanca, popelina). La verificación de este factor sería materia de un estudio específico sobre el tema.

En relación a los procesos de envejecimiento acelerado, para medir la resistencia de los tintes a la luz llevados a cabo en las empresas CAL-TEX y CESMEC, son mas exactos los realizados en CESMEC. Esto debido a que el ensayo se efectúa durante un tiempo determinado con una lámpara de Xenón de una intensidad definida, controlando además la emisión UV y los factores ambientales de humedad relativa y temperatura, quedando así el ensayo dependiente sólo de la variable lumínica.

Al analizar los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de solidez a la luz, la evaluación de los datos, en el caso de la escala de grises ISO R-105 y la escala de referencia de *British Standard Blue Wool Light-fastness*, no son tan precisas debido, en gran medida, a que estas mediciones dependen de diferentes

Foto 12. Comparación de los resultados en el color azul de los diferentes análisis de solidez en telas de algodón con tintes de la empresa CIBA. 1999.

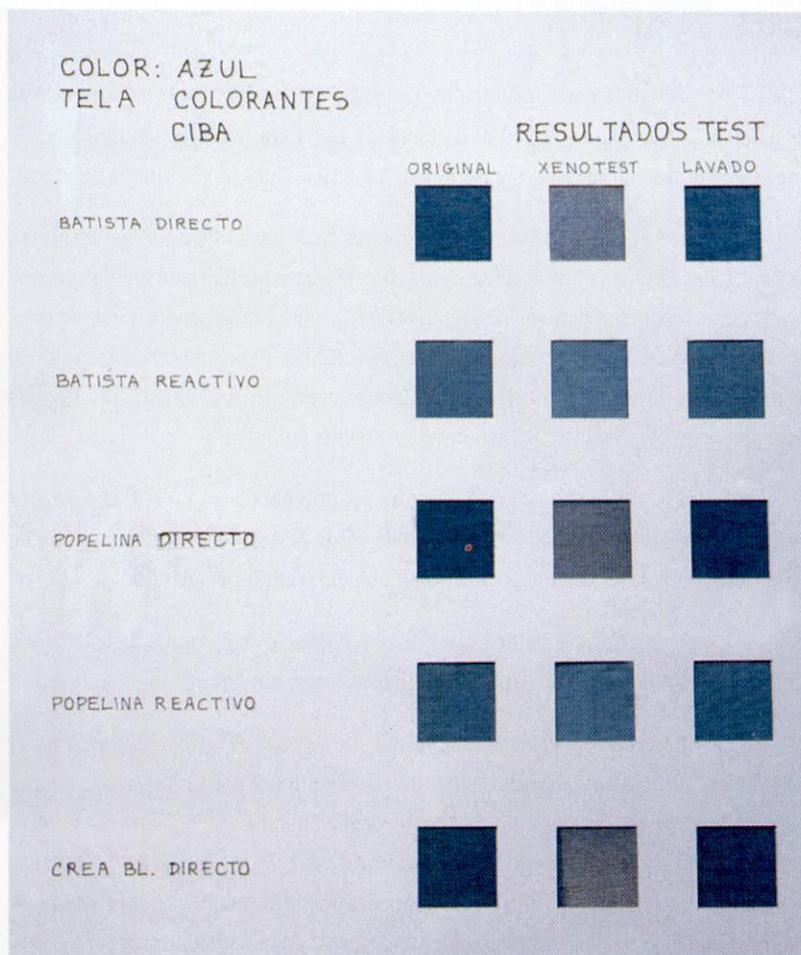


Foto 13. Carta de colores de los tintes estudiados. 1999.

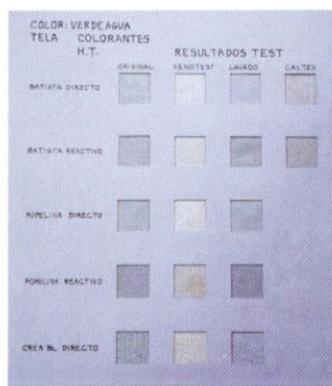
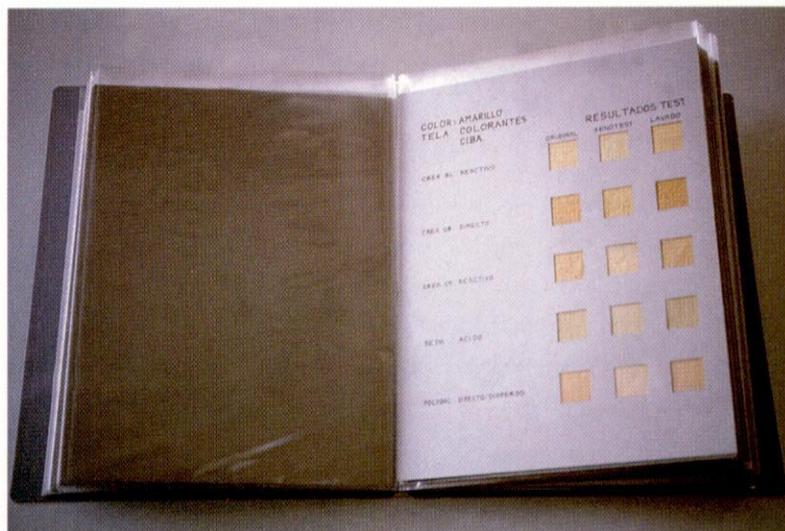


Foto 14. Comparación de los resultados en el color verde agua de los diferentes análisis de solidez en telas de algodón con tintes de la empresa Hr

factores que influyen en el operador. Por otro lado, las mediciones realizadas con el espectrofotómetro son cuantitativas y certeras. Esto se demuestra por el grado de reproducción que estas tienen.

CONCLUSIONES

En todos los casos estudiados los tintes de la empresa CIBA fueron más estables a la luz que los tintes de la empresa HT. Para las telas de algodón, los tintes que presentan mejor resistencia a la luz y al lavado son los tintes reactivos.

Cuando se realizan montajes de textiles en exposiciones con luz artificial, se debe tener en cuenta que las telas de algodón blancas que han sido teñidas pueden presentar el fenómeno llamado metamerismo. Este consiste en producir alteraciones en la percepción final del color según el tipo de luz incidente. Esto se produce debido a que la mayoría de las telas blancas contienen blanqueadores ópticos anclados a la fibra celulósica responsables de este fenómeno.

Las telas de composición mixta como el polygal deben ser teñidas primero con tintes directos y luego dispersos. Debido a que el segundo proceso requiere de altas temperaturas se sugiere realizarlo en una empresa especializada.

En el caso de la seda, por su estructura química, se recomienda teñirla con tintes ácidos, por sus características de fijación y estabilidad a la luz y al lavado.

Es importante destacar que el desarrollo exitoso del proyecto se debió al trabajo del equipo multidisciplinario de profesionales, de diversas áreas, que participaron en él. Este equipo estaba formado, además de las autoras de este artículo, por Isabel Alvarado, conservadora textil; Paulina Jélvez y Priscilla Alvarado, diseñadoras textiles, quienes aportaron diferentes visiones desde su especialidad al tema de la investigación, lo cual enriqueció notablemente el trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa colaboración de la Señora. Gloria Bunout, Jefa del Laboratorio CIBA, quien nos prestó asesoría y facilitó los reactivos y colorantes necesarios para la realización de una parte de este proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- Datacolor International, Boletines Técnicos, 1996, 9 p.
- FARNSWORTH, J. *Light-fastness and stability of reactive dyes (Eg: Cibacron) versus direct dyes (Eg: Solophenyl) and the implications for dyeing support fabrics for textile conservation*. ICOM Conservation Committee, Newsletter Working Group of Textiles N° 2, 1995, pp. 5-6.
- LANDI, S. *The textile conservator's manual*. London, UK: Butterworth-Heinemann, Second Edition, 1992. 340 p.
- OGGER, B. *Fastness to light and washing of direct dyes for cellulosic textiles*. Studies in Conservation N°41, 1996. pp. 129 – 135.
- TÍMAR-BALÁZSY, Á. & EASTOP, D. *Chemical principles of textile conservation*. London, UK: Butterworth-Heinemann, 1998. 444 p.
- VON LERBER, K. *Cibacron F (reactive dye) versus Solophenyl (direct dye) for dyeing support fabrics for textile conservation*. ICOM Conservation Committee, Newsletter Working Group of Textiles N° 1, 1996. pp. 3-5.
- Yudilevich, K. *Decoloración del pastel seco: un estudio de resistencia a la luz de veintinueve colores al pastel*. Tesis para optar al grado de Licenciada en Arte con mención en restauración, Escuela de Arte, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1995. 59 p.

