

Estudio de tejidos alternativos al Tetex TR para uso como material de refuerzo en la restauración de soportes de tela pintados: primeros resultados

DANIEL MORALES
MARTÍN*
ALICIA SÁNCHEZ ORTIZ

Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, Departamento de Pintura y Conservación-Restauración, Calle Pintor el Greco 2, 28040 Madrid, España.

* damorao3@ucm.es
alician@ucm.es

Estudo de tecidos alternativos ao Tetex TR para uso como material de reforço no restauro de suportes de tela pintados: primeiros resultados

Study on alternative textiles to Tetex TR for use as reinforcement material in the restoration of paintings on canvas support: first results

Resumen

El presente trabajo recoge los resultados obtenidos en un primer análisis experimental planteado con la finalidad de encontrar un tejido de refuerzo con las características funcionales del Tetex TR (un tejido de poliéster), material que actualmente se encuentra fuera del mercado. El estudio se ha dividido en varios puntos: por un lado, se han seleccionado cuatro tipos diferentes de tejidos que han sido sometidos a un examen visual bajo microscopio para determinar sus principales aspectos estructurales; por otro, se ha preparado una serie de maquetas sobre las que poder comparar y evaluar el comportamiento mecánico, la estabilidad química y la reversibilidad de los tejidos, antes y después de sometidos a un proceso de envejecimiento artificial. Los resultados alcanzados muestran las posibilidades que ofrecen algunos de los tejidos testados como posibles sustitutos del Tetex TR en intervenciones locales del soporte textil, incorporando así materiales nuevos, accesibles y económicos al ámbito de la restauración de pintura de caballete.

Resumo

O presente trabalho reúne os resultados obtido numa primeira análise experimental realizada com a finalidade de encontrar um tecido de reforço com as características funcionais do Tetex TR (um tecido de poliéster), material que atualmente se encontra fora do mercado. O estudo foi dividido em várias partes: por um lado, selecionaram-se quatro tipos diferentes de tecidos que foram submetidos a um exame visual no microscópio para determinar os seus principais aspetos estruturais; por outro, preparou-se uma série de maquetas para poder comparar e avaliar o comportamento mecânico, a estabilidade química e a reversibilidade dos tecidos, antes e depois de serem submetidos a um processo de envelhecimento artificial. Os resultados alcançados mostram as possibilidades que oferecem alguns dos tecidos testados como possíveis substitutos do Tetex TR em intervenções locais do suporte têxtil, introduzindo, assim, materiais novos, acessíveis e económicos no restauro de pintura de cavelete.

Abstract

The present work shows the outcomes from a first experimental analysis that aimed to find a support fabric with the functional features of Tetex TR (a polyester fabric), which, currently, is no longer produced. The study is divided in different stages: on the one hand, four different fabrics were selected and tested by a visual exam under a microscope in order to determine their main structural features; on the other hand, several mock-ups were prepared to compare and evaluate the mechanical behavior, chemical stability and reversibility of the fabrics, before and after an artificial ageing process. The results show the possibility of replacing Tetex TR with some of the tested fabrics for local interventions on textile support, introducing new accessible and affordable materials into the field of canvas painting restoration.

PALABRAS CLAVE

Tetex TR
Mínima intervención
Tejidos de refuerzo
Pintura de caballete
Conservación-
Restauración

PALAVRAS-CHAVE

Tetex TR
Intervenção mínima
Tecidos de reforço
Pintura de cavelete
Conservação e restauro

KEYWORDS

Tetex TR
Minimal intervention
Reinforcement fabrics
Painting on canvas
Conservation-Restoration

Objetivos de la investigación

Este trabajo tiene como objetivo general encontrar uno o varios tejidos cuya naturaleza, características estéticas, estructurales y funcionales, sean iguales o similares a las del Tetex TR. Para alcanzar dicho propósito y poder evaluar la adecuación de los nuevos tejidos propuestos como materiales de refuerzo en la consolidación del soporte textil en pintura de caballete, se ha preparado una serie de maquetas con diferentes tipos de tela que han sido expuestas a ciclos de radiación ultravioleta como principal fuente de degradación. A partir de las mediciones colorimétricas realizadas antes, durante y después del proceso de envejecimiento acelerado, se ha podido determinar el comportamiento y la reversibilidad de los tejidos en función de la metodología de aplicación del adhesivo y del tipo de soporte a intervenir, además de conocer su estabilidad química en el tiempo.

Introducción

En las últimas décadas, los criterios de conservación-restauración en pintura sobre lienzo (especialmente aquellos que atañen a la intervención del soporte) han ido experimentando una progresiva y paulatina evolución que continua abierta en la actualidad. El punto de partida se sitúa en 1974, momento en el que los profesionales de la disciplina comienzan a tomar conciencia de la problemática que suponían los tratamientos invasivos en el soporte textil [1], lo que a su vez contribuyó a abrir una vía de reflexión para buscar alternativas metodológicas más respetuosas con el original. De este modo, se divulga, entre otros, el empleo de resinas sintéticas desarrolladas específicamente para ser utilizadas en el ámbito de la restauración, siendo un ejemplo de ello la Beva 371 formulada por Gustav Berger [2].

Con el transcurso de los años se produce un nuevo cambio en la ética profesional, lo que va a repercutir de forma directa en la teoría y en la práctica de la conservación. Este busca minimizar el carácter invasivo de los procesos de intervención, avance que arroja las primeras pinceladas sobre el concepto de lo que actualmente se entiende como mínima intervención [3]. Gracias a ello, se empiezan a ensayar y a implementar diversos tratamientos de tipo local para tratar los deterioros en los soportes de tela pintados. Así mismo, dentro de este nuevo ámbito, se incluyen los avances tecnológicos cuyo objetivo es limitar los riesgos ocasionados por la manipulación de una obra durante las distintas fases de restauración [4]. No obstante, en campos como la conservación preventiva de la pintura de caballete, se hace apología a este criterio de intervención mínima; donde gracias al desarrollo informático se ha pasado de controlar [5] a evitar alteraciones sin tener la necesidad de intervenir de forma directa sobre las piezas [6].

Siguiendo esta filosofía, vigente hasta el momento, el lienzo como soporte ha experimentado una reconsideración,

gracias a la cual ha recuperado su valor como elemento histórico-material dentro del conjunto de atributos que integran a la obra de arte [7]. Se hace referencia a una cualidad que hasta entonces había sido ignorada, lo que ha estado ligado al sacrificio sistemático e innecesario (en la mayoría de los casos) del soporte en aras de priorizar la conservación estética de la superficie pictórica [8], considerada como el principal atributo de la pintura de caballete.

Esta ideología ha permitido investigar, desarrollar, testar y aplicar un diverso número de tratamientos ajustados a la ética contemporánea, donde se busca operar preservando los valores propios de la pieza, de tal modo que la repercusión material sobre ella sea mínima [9]. En esta línea de actuación se encuentran las intervenciones locales con bandas perimetrales o el ribeteado, los puentes de hilo, las suturas, los parches, entre otros, que permiten paliar las alteraciones del soporte textil ciñéndose a la zona afectada [10]. Sin embargo, recientemente algunos de estos métodos, como es el caso de la colocación de parches, han demostrado su inaptitud como sistema de refuerzo al comprobarse que generan tensiones y deformaciones visibles por la cara del anverso [11]. Igualmente se habla de tratamiento local en aquellos casos donde se procede a la consolidación puntual del soporte mediante la aplicación de resinas u otros materiales que permitan recuperar las propiedades mecánicas de la tela [12]. Actualmente, uno de los tratamientos que ha probado su extraordinaria efectividad a la hora de intervenir sobre cortes y rasgados es la adhesión hilo a hilo, técnica diseñada por W. Heiber que permite recuperar la unidad estructural del soporte [13]. A pesar de sus ventajas, esta operación presenta algunas limitaciones, tales como las dimensiones del área a intervenir, la necesidad de un refuerzo que garantice la estabilidad física de la adhesión o la destreza manual por parte del restaurador [14], por lo que se hace necesario disponer de distintos métodos alternativos. Uno de ellos consiste en la consolidación del soporte mediante la adhesión de tiras de Tetex TR (tejido 100 % poliéster, con gramaje de 13 g/m² y batida de 30 × 24 hilos/cm²), colocadas a modo de refuerzo tras haber suturado el desgarro [15]. Este material, utilizado en la conservación del patrimonio textil [16], fue incorporado en el campo de la restauración de pintura de caballete en el año 2010 por el Centro de Restauración de Bienes Muebles de Cataluña (CRBMC). La elección del mismo fue el resultado de un ensayo experimental realizado con el fin de encontrar una metodología adecuada para intervenir la pintura El Gran día de Girona, obra de Ramón Martí Alsina [17].

Actualmente, la empresa responsable de la fabricación del tejido Tetex TR ha cesado su producción, por lo que se ha considerado conveniente llevar a cabo una investigación con la finalidad de encontrar otro material que pudiera suplir sus satisfactorias funciones. Además, de forma complementaria, se ha estimado oportuno estudiar y comparar dos sistemas metodológicos de aplicación del adhesivo, ya que la estabilidad del tratamiento depende en gran parte de este factor [18].

Diseño experimental

Preparación de las maquetas

Se han confeccionado ocho maquetas compuestas por una tela a modo de lienzo tensada sobre un bastidor de ángulos fijos cuyas dimensiones son 18 cm × 20 cm. Se eligieron como soporte textil los tipos de tela más comúnmente utilizados en pintura sobre lienzo tradicional y contemporáneo. De este modo, se trabajó con una tela 100 % lino, impermeabilizada con cola de conejo (8 %), y con un tejido 100 % algodón, preparado industrialmente con una imprimación universal. Con ayuda de una plantilla se practicaron en cada lienzo dos desgarros de 4 cm de longitud; en el proceso de generar este deterioro se evitó crear un corte limpio y se recreó lo más fielmente posible un caso real.

Para el tratamiento de consolidación del soporte se ha seguido la siguiente metodología: en primer lugar, se han suturado los rasgados utilizando Plectol B500 (40 % espesado con metilcelulosa (4 %), adhesivo compatible con la naturaleza de ambos tipos de lienzo [19]; en segundo lugar, los desgarros ya suturados, han sido reforzados mediante la adhesión de un fino tejido al reverso de la maqueta.

Los tejidos estudiados han sido escogidos en función de su aspecto formal respecto al Tetex TR. Para ello, se ha recurrido al mercado especializado en el ámbito de la conservación y a comercios específicos de textiles. Los materiales finalmente seleccionados han sido cuatro:

- Muestra n.º 1. Organza 100 % poliéster de color

marrón sin acabado adicional (01844) (Productos de Conservación). Tiene un gramaje de 70 g/m² y batidas de 60 × 40 hilos/cm². Este material se ofrece en el mercado como “tejido similar al Tetex” (Figura 1a).

- Muestra n.º 2. Organza 100 % poliéster catiónico de color blanco (78159) (Ribes i Casals), con gramaje de 40 g/m² y batidas de 30 × 40 hilos/cm² (Figura 1b).
- Muestra n.º 3. Gasa 100 % poliéster catiónico de color blanco (74009) (Ribes i Casals), con gramaje de 80 g/m² y batidas de 58 × 60 hilos/cm² (Figura 1c).
- Muestra n.º 4. Crepelina 100 % de seda natural sin apresto ni coloración (61000010) (CTS), con gramaje de 10 g/m² y batidas de 36 × 26 hilos/cm² (Figura 1d).

El adhesivo utilizado para unir las telas de refuerzo ha sido la Beva 371. El producto se ha aplicado de dos formas diferentes. Por un lado, ha sido pulverizado mediante un compresor de aire (Pro12Silent Cevik) equipado con una pistola aerográfica con boquilla de 1,2 mm de diámetro. Previamente, el adhesivo fue diluido en ciclohexano (1:2). La segunda metodología desarrollada fue el *nap-bond*. En este caso, la Beva se aplicó sobre los tejidos, tal cual se presenta, a través de una pantalla serigráfica del número 43.

Para que el tejido cumpla adecuadamente su función de refuerzo se le ha dado un margen de 1,5 cm a cada lado del rasgado [20], obteniendo como resultado un rectángulo de 7 cm × 3 cm, que ha sido recortado en zig-zag. La unión del refuerzo al reverso del soporte se ha llevado a cabo mediante la reactivación térmica (65-70 °C) del adhesivo.

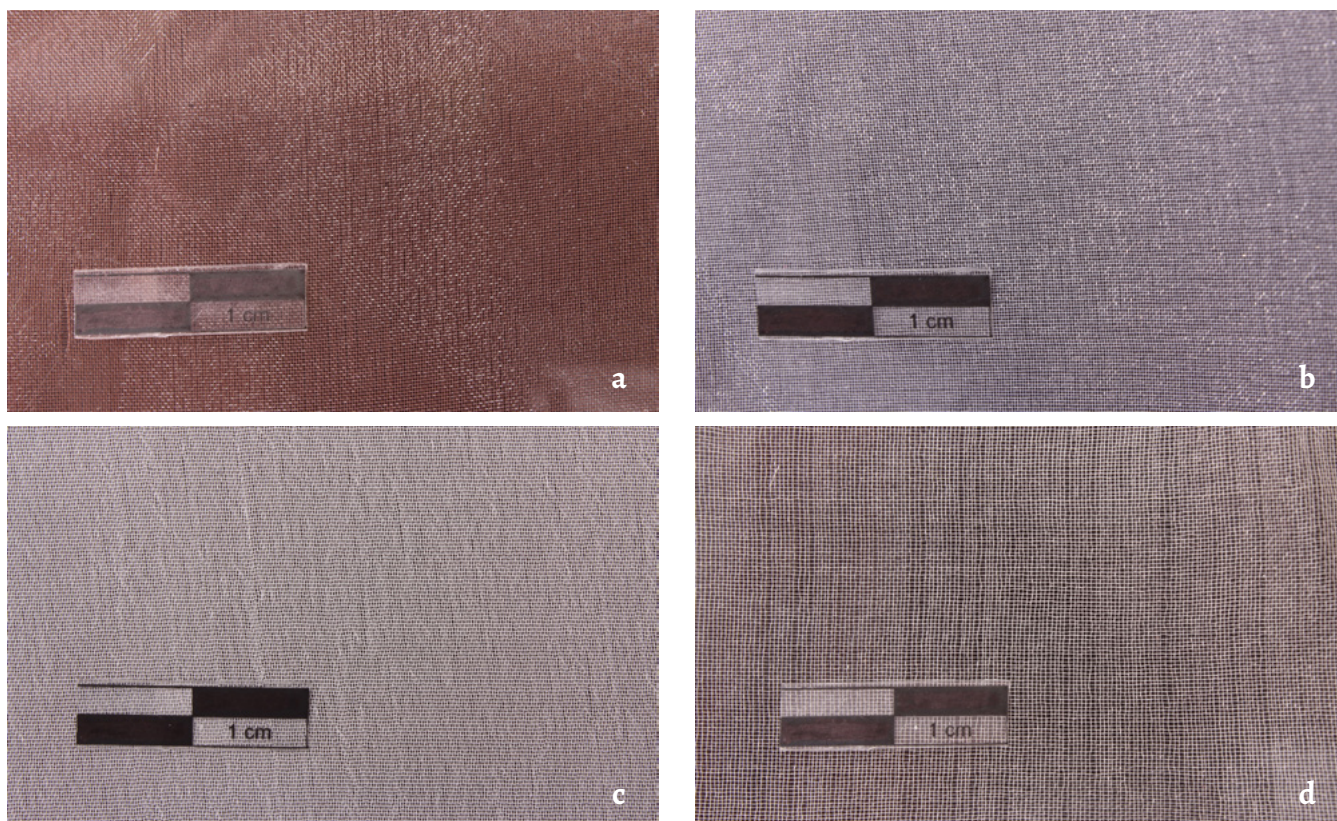


Figura 1. Presentación de los cuatro tejidos testados en el presente estudio: a) organza 100 % poliéster de color marrón; b) organza 100 % poliéster de color blanco; c) gasa 100 % poliéster color blanco; d) crepelina 100 % de seda natural sin coloración.

Tabla 1. Clasificación de las maquetas elaboradas para testar los cuatro tejidos de refuerzo seleccionados para este estudio.

Maqueta	Tipo de soporte	Desgarros				
		Sutura	Refuerzo A		Refuerzo B	
			Tejido	Adhesivo / método	Tejido	Adhesivo / método
1	Lino + cola de conejo	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Organza (M1)	Beva 371 / Nap-bond	Organza (M1)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
2	Lino + cola de conejo	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Organza (M2)	Beva 371 / Nap-bond	Organza (M2)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
3	Lino + cola de conejo	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Gasa (M3)	Beva 371 / Nap-bond	Gasa (M3)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
4	Lino + cola de conejo	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Crepelina (M4)	Beva 371 / Nap-bond	Crepelina (M4)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
5	Algodón + preparación universal	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Organza (M1)	Beva 371 / Nap-bond	Organza (M1)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
6	Algodón + preparación universal	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Organza (M2)	Beva 371 / Nap-bond	Organza (M2)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
7	Algodón + preparación universal	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Gasa (M3)	Beva 371 / Nap-bond	Gasa (M3)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada
8	Algodón + preparación universal	Plextol B500 (40%) + metilcelulosa (4%)	Crepelina (M4)	Beva 371 / Nap-bond	Crepelina (M4)	Beva 371 + ciclohexano (1:2) / pulverizada

De este modo, cada tela de refuerzo ha sido testada en dos maquetas con diferente tipo de soporte, para proceder a una comparación del comportamiento del mismo tejido en función de la metodología de aplicación del adhesivo (Tabla 1).

Estudio de caracterización

Los tejidos de refuerzo seleccionados se sometieron a un examen visual con microscopio digital USB, marca Dino-lite 2.0, modelo MDDLTVU1. Se trabajó con diferentes aumentos (100× y 200×) para observar las características superficiales de la estructura del tejido y la morfología de los hilos que lo constituyen.

Envejecimiento artificial

El estudio de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta (lámparas Ultra Vitalux 300 W), se ha realizado en la cámara climática del taller de la asignatura *Procedimientos y Técnicas Pictóricas*, con la colaboración del profesor Manuel Huertas Torrejón, catedrático del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid. Durante el periodo de envejecimiento artificial se ha trabajado con una temperatura de 50 °C y una humedad relativa del 10-20 %. En la cabina, además de los ocho facsímiles también se ha introducido una muestra (10 cm × 5 cm) de cada tejido de refuerzo.

Análisis colorimétrico

(método de evaluación de la estabilidad química)

Las mediciones colorimétricas se han obtenido con un espectrofotómetro, marca Konica Minolta, modelo CM-700d. Estas medidas se han llevado a cabo tanto en las muestras como en los tejidos adheridos a las maquetas, a

tiempo 0, y en ciclos de 24, 48, 72, 96, 192, 312 y 504 horas tras el envejecimiento.

Al no tratarse de una superficie opaca, las medidas de las muestras se han tomado siempre sobre el mismo fondo, uno blanco y otro negro, cotejando ambos resultados. En todos los ciclos (en las muestras y en las maquetas) se han tomado tres medidas consecutivas calculando posteriormente un valor medio. La evaluación de los cambios de color se efectuó según medidas de espectrofotometría esférica, en el espacio colorimétrico CIELAB: L^* = claridad; a^* = eje verde (-)/rojo (+); b^* = eje azul (-)/amarillo (+).

Examen con luz rasante

(método de evaluación de la estabilidad mecánica)

Siguiendo los ocho ciclos marcados para tomar las medidas colorimétricas, se realizó un estudio con luz rasante (lámpara fluorescente incidiendo tangencialmente sobre la maqueta desde el lateral izquierdo) para evaluar la estabilidad mecánica de los tejidos de refuerzo en relación al comportamiento del soporte durante el proceso de envejecimiento.

Reversibilidad

En las maquetas preparadas con los lienzos se comprobó la reversibilidad de los tejidos una vez finalizado el proceso de envejecimiento artificial. Mediante la aplicación de calor (65-70 °C) con espátula térmica se reactivó el adhesivo y se levantó el refuerzo tirando de él en ángulo plano respecto al plano del soporte textil. A continuación, se estudió el reverso de las telas para comprobar la cantidad de residuo que hubiese podido quedar en superficie. La observación visual se hizo con microscopio digital USB, marca Dino-lite 2.0, modelo MDDLTVU1, utilizando diferentes escalas (100× y 200×) y fuentes de luz (luz ultravioleta y luz led).

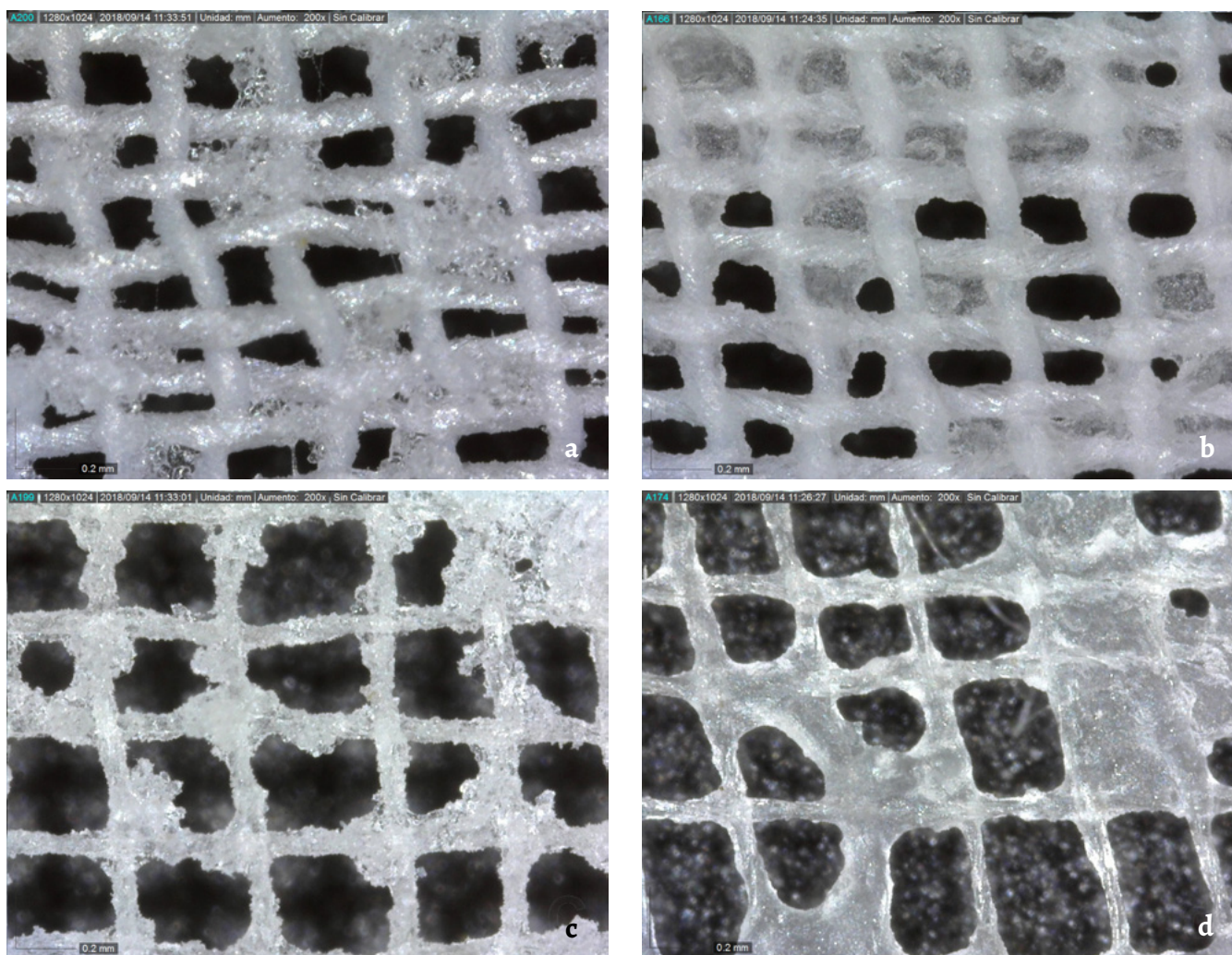


Figura 2. Estudio de ambas metodologías de aplicación del adhesivo Beva 371 con el microscopio digital USB. Imagen con luz led a 200x: a) adhesivo pulverizado sobre muestra 3; b) adhesivo aplicado mediante *nap-bond* sobre muestra 3; c) adhesivo pulverizado sobre muestra 4; d) adhesivo aplicado mediante *nap-bond* sobre muestra 4.

Resultados y discusión

Durante la aplicación del adhesivo en las telas de refuerzo se observó que de las dos metodologías desarrolladas, el sistema de pulverizado daba un resultado más óptimo que el *nap-bond* (dato corroborado bajo microscopio digital USB). El primero permite una distribución uniforme y homogénea de la Beva 371 sobre la superficie del tejido, mientras que al ser presionada a través de una pantalla (*nap-bond*) ésta queda incrustada en los intersticios de la trama. Además, el acabado es muy heterogéneo, variando según la densidad del tejido (Figura 2).

Estudio físico de caracterización

El gramaje de los tejidos testados se conocía previamente gracias a su ficha técnica, por lo que el estudio se centró en cerciorar este dato y en analizar la morfología de la estructura que conforman las distintas telas seleccionadas. En este punto se trabajó con un patrón de Tetex TR como referencia. Con el examen visual se pudo determinar que consiste en un tejido con ligamento en tafetán simple

conformado por hilos multifilamento, cuyas fibras (4 unidades) se retuercen sobre sí hacia la izquierda (sentido de torsión S) (Figura 3a). La muestra n.º 1 (organza) es un tejido de dos caras por trama [21], confeccionado por hilos monofilamento (Figura 3b). El tejido n.º 2 (organza) está constituido por hilos monofilamento que se entrelazan siguiendo un diseño en tafetán simple (Figura 3c). La muestra n.º 3 (gasa) tiene un ligamento en tafetán simple, en este caso conformado por hilos multifilamento con sentido de torsión en Z (Figura 3d). Finalmente, la tela n.º 4 (crepelina), al igual que la anterior, es un tafetán simple con hilos multifilamento, en el que varía el sentido de torsión de las fibras que dan cuerpo a los hilos, girando en este caso hacia la izquierda (sentido de torsión S) (Figura 3e).

Foto-envejecimiento

A la hora de cotejar los resultados obtenidos en el análisis colorimétrico de las muestras y de las maquetas, se observó una gran diferencia entre unos valores y otros. Las mediciones tomadas en las muestras independientes mostraron que esta irregularidad era atribuible al envejecimiento de los

soportes y de los adhesivos utilizados. Dado que el objetivo del estudio es analizar el comportamiento de las telas de refuerzo y no de este conjunto de materiales, nos centramos en los resultados colorimétricos de las muestras aisladas. Siguiendo los parámetros del sistema CIELAB, el eje de referencia de mayor relevancia para este estudio es aquel que mide el color amarillo, es decir el b^* (+) [22].

Muestra n.º 1: en este caso el eje de referencia ha sido el a^* , ya que al tratarse de un tejido de color marrón el parámetro b^* no ha dado unos datos correlativos. A lo largo del proceso de ensayo en la cámara de envejecimiento se ha producido un aumento progresivo del valor del eje a^* . De los materiales testados, este ha sido el más estable pasadas 24 horas en la cabina (Δa^* (1) 24 horas = 0,05 / Δa^* (2) 24 horas = 0,04). Al final del ciclo de envejecimiento programado se ha obtenido ΔE^* (1) y ΔE^* (2) iguales a 1,03 y 0,49 unidades CIELAB, respectivamente; se trata de una diferencia inapreciable para el ojo humano (Tabla 2). Este tejido presenta una estabilidad química propia de una composición 100 % poliéster [23].

Muestra n.º 2: a las 24 horas de envejecimiento, este material experimenta una alteración que se refleja mediante el aumento del valor b^* (Δb^* (1) = 0,77 / Δb^* (2) = 0,70). Este parámetro ha ido aumentando a lo largo del desarrollo del ensayo hasta alcanzar Δb^* (1) y Δb^* (2) en 504 horas de envejecimiento valores de 2,43 y 2,98, respectivamente. Sin embargo, esta variación cromática no es perceptible por el ojo humano ya que ΔE^* no es superior a 3 (ΔE^* (1) = 2,56 / ΔE^* (2) = 2,76) (Tabla 2). Junto a la muestra n.º 4, son los tejidos que más se han alterado respecto a los dos restantes. La alteración de este tejido no es propia de un material cuya composición es 100 % poliéster, como consta en su ficha

técnica, lo que lleva a cuestionarse la fiabilidad de este dato, pudiendo tratarse de una combinación de varios polímeros.

Muestra n.º 3: es el material químicamente más estable. La variación cromática del tejido ha sido reducida y progresiva (Δb^* (1) 24 horas = 0,42; Δb^* (1) 192 horas = 0,49; Δb^* (1) 504 horas = 0,80 / Δb^* (2) 24 horas = 0,13; Δb^* (2) 192 horas = 0,24; Δb^* (2) 504 horas = 0,39), mostrando finalmente ΔE^* (1) = 1,07 y ΔE^* (2) = 0,59 (Tabla 2). Este mínimo cambio cromático está ligado a la estabilidad química del poliéster, elemento 100 % constituyente del tejido analizado [23].

Muestra n.º 4: al igual que la muestra n.º 2, este tejido sufrió una fuerte variación cromática transcurridas 24 horas del envejecimiento en la cámara climática (Δb^* (1) = 1,00 / Δb^* (2) = 0,52). En la última medición, realizada a las 504 horas del ciclo, los valores de Δb^* (1) y Δb^* (2) eran iguales a 2,25 y 2,46 unidades CIELAB, respectivamente. No obstante, la alteración no es perceptible por el ojo humano ya que ΔE^* no es superior a 3 (ΔE^* (1) = 2,34 / ΔE^* (2) = 2,91) (Tabla 2). La inestabilidad química de este tejido viene dada por la naturaleza proteica de la seda, lo que la hace susceptible a la fotodegradación [23].

Evaluación cualitativa del comportamiento mecánico

A lo largo del envejecimiento acelerado se han producido en ambos tipos de soporte una serie de tensiones y de deformaciones derivadas del comportamiento de los mismos frente a unas condiciones climáticas de elevada temperatura y baja humedad [24]. Estas alteraciones han sido más pronunciadas en el lienzo de algodón que en el de lino, tal y como era de esperar. En los dos casos, los movimientos del soporte fueron visibles tras llevar 24 horas introducidas las maquetas en la cámara climática.

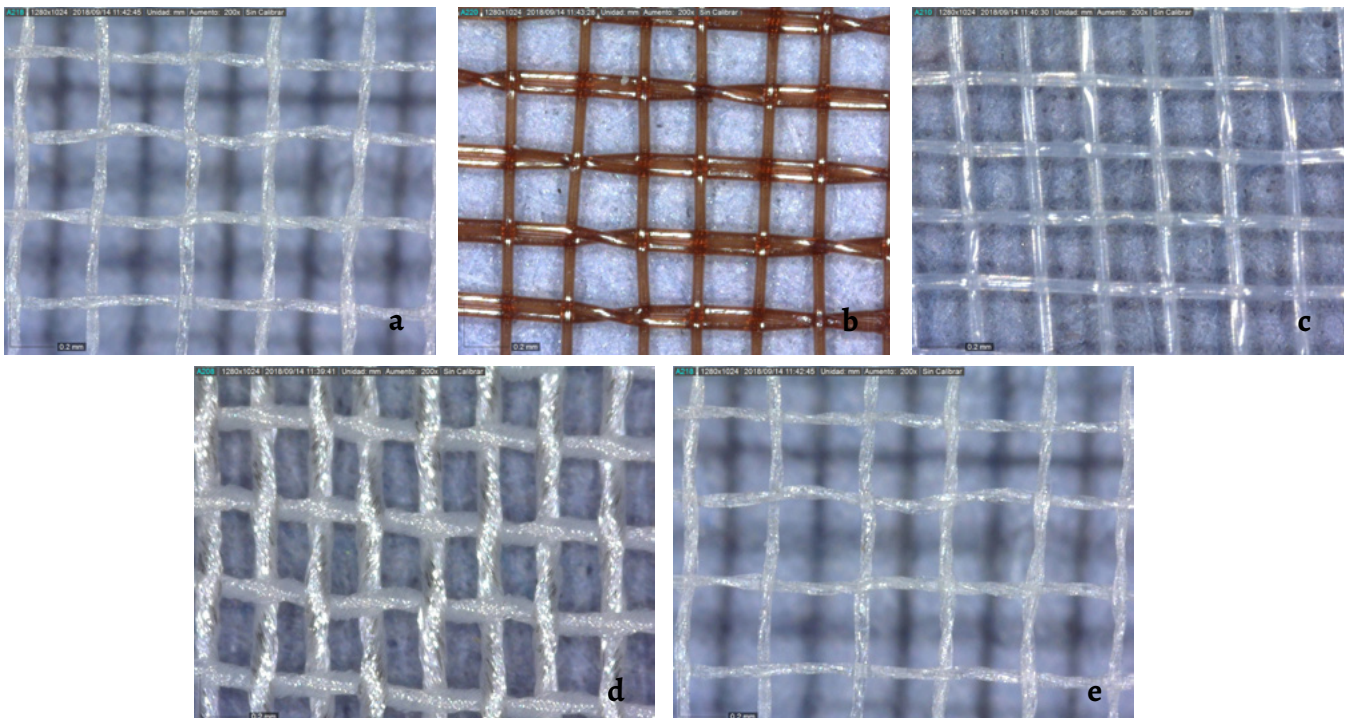


Figura 3. Resultado del examen físico de caracterización con el microscopio digital USB. Imagen con luz led a 200x: a) Tetex TR; b) muestra 1; c) muestra 2; d) muestra 3; e) muestra 4.

Estudio de tejidos alternativos al Tetex TR para uso como material de refuerzo

Tabla 2. Resultados del análisis colorimétrico realizado en las muestras aisladas sobre fondo blanco (1) y sobre fondo negro (2).

M	T	L* (1)	a* (1)	b* (1)	$\Delta L^*(1)$	$\Delta a^*(1)$	$\Delta b^*(1)$	$\Delta E^*(1)$	L* (2)	a* (2)	b* (2)	$\Delta L^*(2)$	$\Delta a^*(2)$	$\Delta b^*(2)$	$\Delta E^*(2)$
Organza (M1)	0	67,14	4,58	4,94	-	-	-	-	24,98	2,59	2,93	-	-	-	-
	24	66,24	4,63	5,30	0,90	0,05	0,36	0,97	25,13	2,55	2,61	0,15	0,04	0,32	0,36
	48	66,68	4,69	4,70	0,46	0,11	0,24	0,53	24,86	2,76	2,82	0,12	0,17	0,11	0,24
	72	66,85	4,74	5,02	0,29	0,16	0,08	0,34	24,75	2,71	2,68	0,23	0,12	0,25	0,36
	96	65,99	4,81	5,62	1,15	0,23	0,68	1,36	24,82	2,72	2,69	0,16	0,13	0,24	0,32
	192	66,66	4,84	4,96	0,48	0,26	0,02	0,55	24,77	2,79	2,66	0,21	0,20	0,27	0,40
	312	67,17	4,94	5,03	0,03	0,36	0,09	0,37	24,89	2,81	2,91	0,09	0,22	0,02	0,24
	504	66,27	5,14	4,93	0,87	0,56	0,01	1,03	25,19	2,98	3,15	0,21	0,39	0,22	0,49
Organza (M2)	0	95,44	1,48	-4,58	-	-	-	-	44,32	1,12	-6,59	-	-	-	-
	24	94,98	1,33	-3,81	0,46	0,15	0,77	0,91	44,47	0,96	-5,87	0,12	0,16	0,70	0,73
	48	95,24	1,20	-3,05	0,20	0,28	1,53	1,57	43,79	0,98	-5,63	0,53	0,14	0,96	1,11
	72	95,20	1,29	-3,33	0,24	0,19	1,25	1,29	43,88	0,90	-5,36	0,44	0,22	1,23	1,32
	96	95,08	1,25	-3,17	0,36	0,23	1,41	1,47	44,26	0,87	-5,22	0,06	0,25	1,37	1,39
	192	95,17	1,19	-2,85	0,27	0,29	1,73	1,77	44,30	0,80	-4,94	0,02	0,32	1,65	1,68
	312	94,85	0,91	-2,63	0,59	0,57	1,95	2,12	44,32	0,70	-3,89	0,00	0,42	2,70	2,73
	504	94,92	0,89	-2,15	0,52	0,59	2,43	2,55	44,02	0,61	-3,61	0,41	0,51	2,98	2,77
Gasa (M3)	0	95,45	0,54	-0,64	-	-	-	-	64,54	0,02	-0,73	-	-	-	-
	24	94,90	0,45	-0,22	0,55	0,09	0,42	0,70	64,70	-0,08	-0,60	0,16	0,10	0,13	0,23
	48	94,86	0,59	-0,14	0,59	0,05	0,50	0,76	60,04	-0,02	-0,55	0,5	0,04	0,18	0,53
	72	95,13	0,61	-0,22	0,32	0,07	0,42	0,53	64,54	-0,05	-0,50	0,00	0,07	0,23	0,24
	96	95,04	0,61	-0,06	0,41	0,07	0,58	0,71	64,63	-0,03	-0,51	0,09	0,05	0,22	0,24
	192	94,91	0,58	-0,15	0,54	0,04	0,49	0,73	64,71	-0,05	-0,49	0,70	0,07	0,24	0,74
	312	94,80	0,43	0,05	0,63	0,11	0,69	0,94	63,98	-0,07	-0,57	0,56	0,09	0,16	0,59
	504	94,75	0,43	0,16	0,70	0,11	0,80	1,07	64,10	-0,06	-0,34	0,44	0,08	0,39	0,59
Crepelina (M4)	0	94,08	0,67	-0,16	-	-	-	-	40,13	-0,07	0,43	-	-	-	-
	24	93,82	0,48	0,84	0,82	0,19	1,00	1,31	40,11	-0,02	0,95	0,02	0,05	0,52	0,52
	48	94,10	0,65	0,92	0,02	0,02	1,68	1,68	39,97	0,00	1,37	0,16	0,07	0,94	0,95
	72	93,96	0,64	0,92	0,12	0,03	1,08	1,09	39,74	-0,07	1,14	0,39	0,00	0,71	0,81
	96	93,98	0,61	0,86	0,10	0,06	1,02	1,03	39,78	-0,07	1,16	0,35	0,00	0,73	0,81
	192	94,08	0,57	1,08	0,00	0,10	1,24	1,24	40,04	-0,12	1,22	0,09	0,05	0,79	0,79
	312	93,48	0,38	2,04	0,60	0,29	2,20	2,30	41,68	-0,10	2,42	1,55	0,03	1,99	2,52
	504	93,48	0,43	2,09	0,60	0,24	2,25	2,34	41,62	-0,17	2,91	1,49	0,10	2,48	2,91

M = muestras de tejidos; T = horas de las muestras en la cámara climática

En el lienzo de lino, los tejidos 3 (gasa) y 4 (crepelina) se han adaptado correctamente a los cambios dimensionales del soporte. Cabe destacar que las muestras de estos tejidos, donde el adhesivo ha sido aplicado mediante *nap-bond*, no han cumplido completamente su función de refuerzo debido a que se ha observado la aparición de una deformación en la línea de desgarro con forma de *cordillera* (Figura 4). Los tejidos 1 (organza) y 2 (organza) se han despegado (siendo indiferente la metodología de aplicación del adhesivo) de las

maquetas tras llevar 72 y 24 horas, respectivamente, dentro de la cámara (Figuras 5 y 6).

En las maquetas con tela de algodón, los cuatro tejidos testados se han marcado por la cara del anverso (siendo indiferente la metodología de aplicación del adhesivo). Esta alteración es más pronunciada a partir de las 24 horas del envejecimiento acelerado. Además, en aquellos desgarros reforzados con el tejido 1 (organza) y 2 (organza), las tensiones generadas han sido mayores (Figura 4).

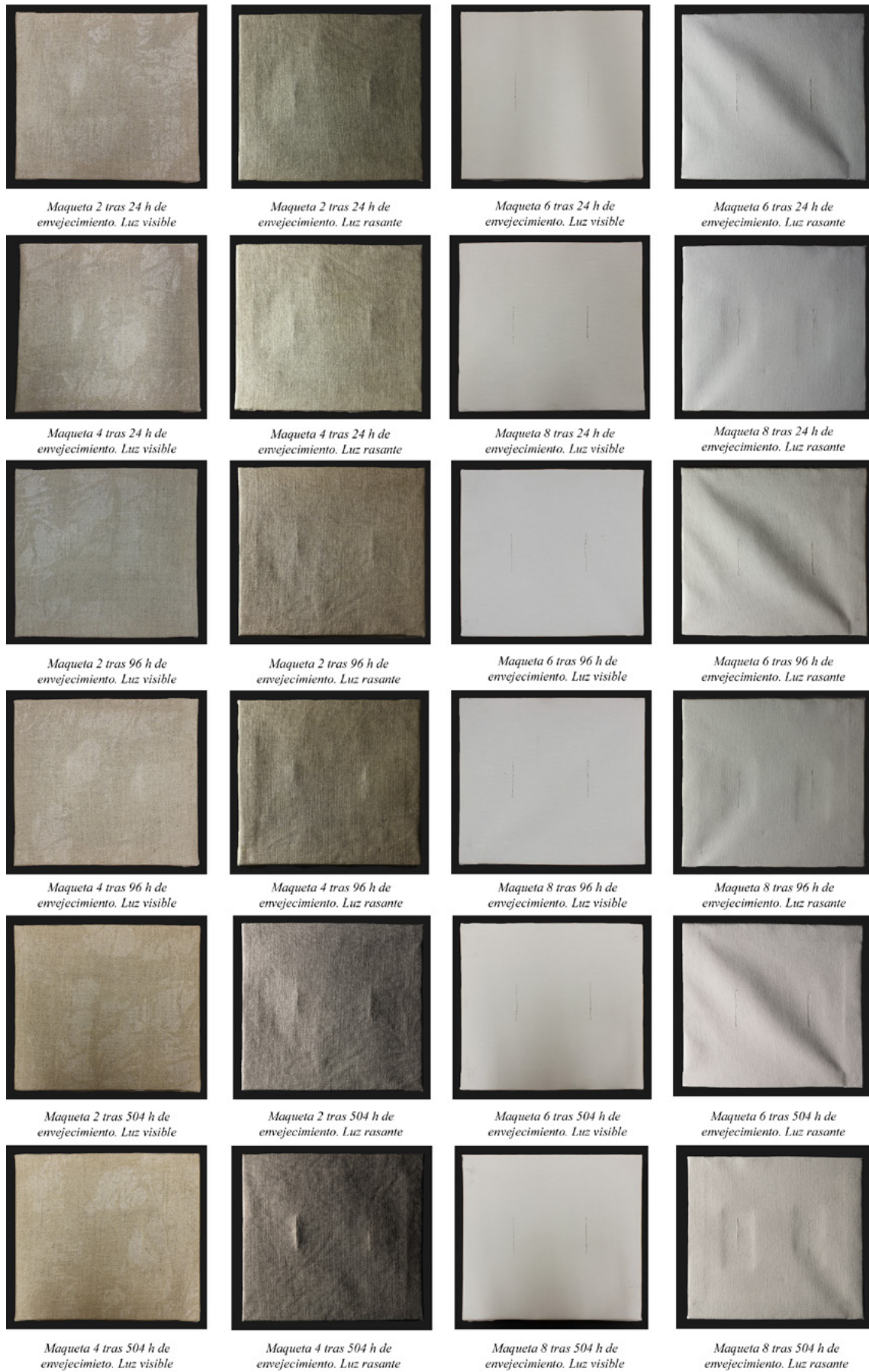


Figura 4. Estudio cualitativo del comportamiento mecánico de los tejidos 2 (organza) y 4 (crepelina) en relación a los soportes de lino (maquetas 2 y 4) y de algodón (maquetas 6 y 8), en ciclos de 24, 96 y 504 horas de envejecimiento artificial en la cámara climática.

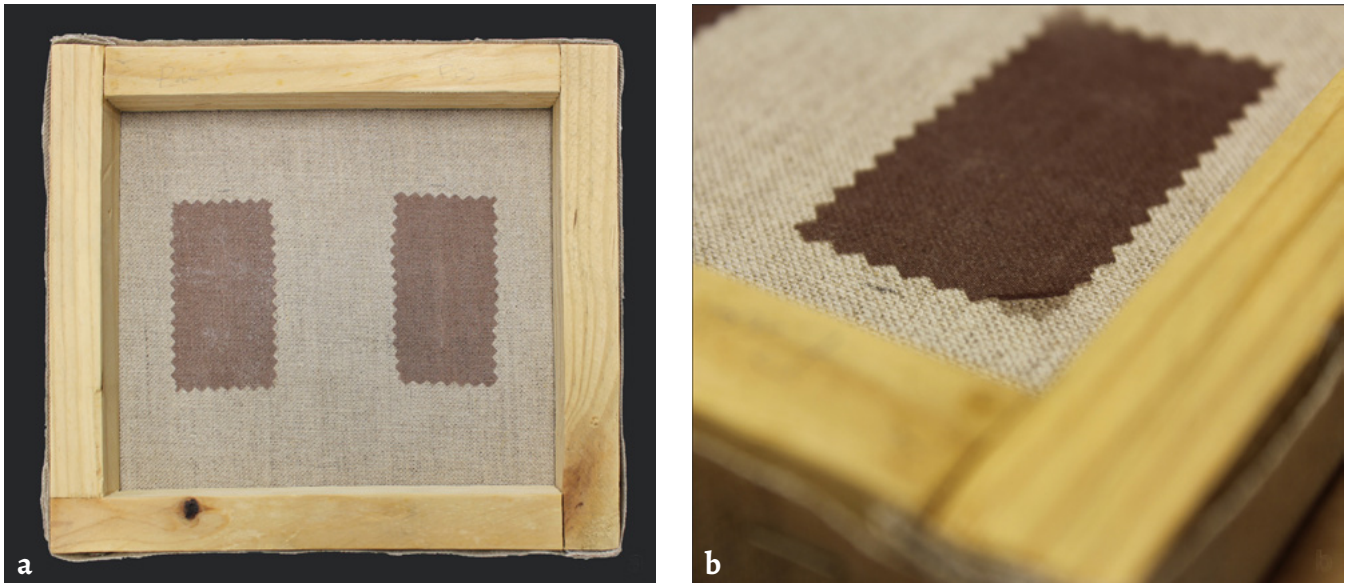


Figura 5. Maqueta 1 tras el tercer ciclo (72 horas) de envejecimiento artificial: *a)* vista general del reverso de la maqueta; *b)* detalle del levantamiento del refuerzo A.

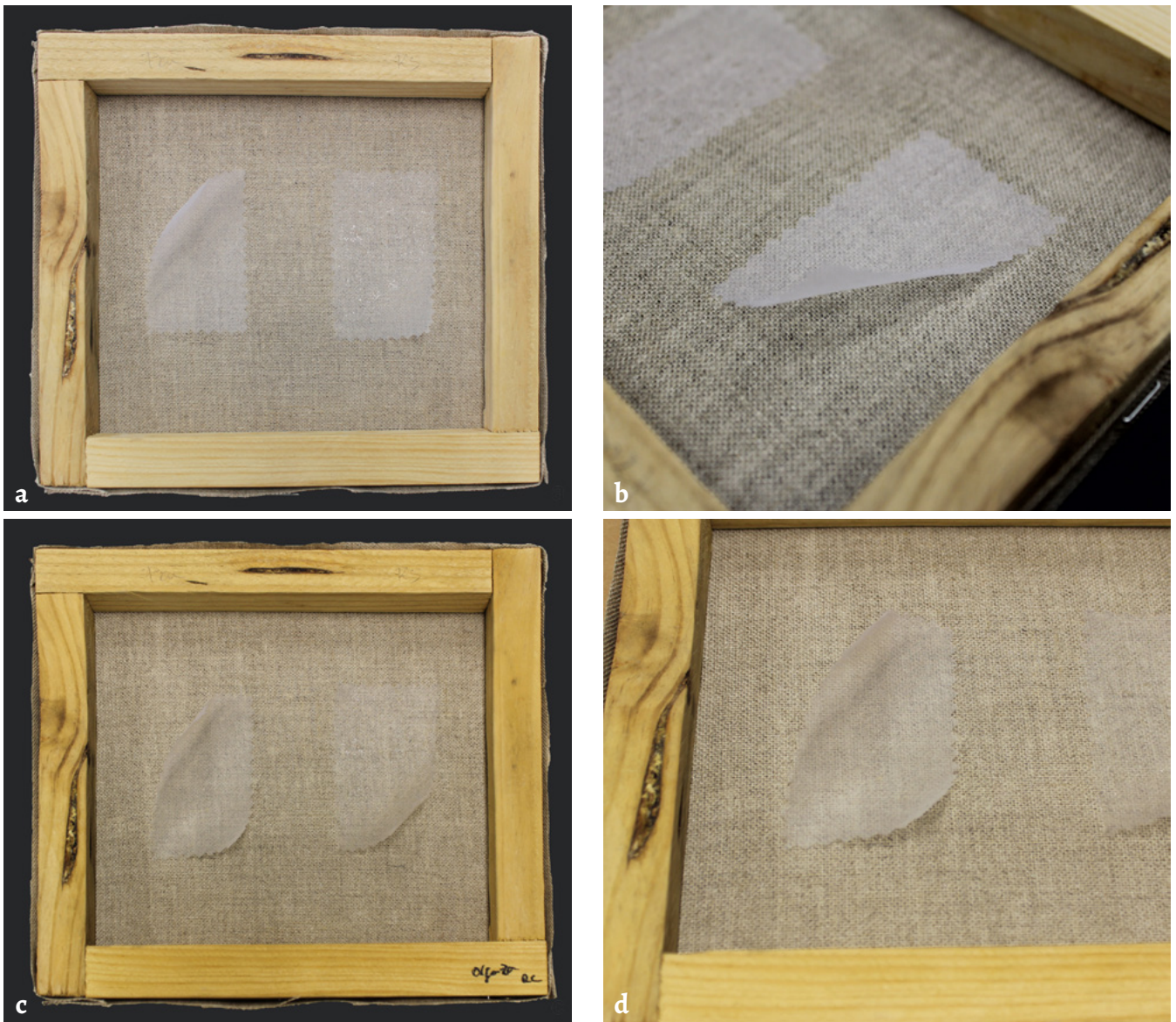


Figura 6. Maqueta 2 tras haber sido sometida al proceso de envejecimiento acelerado: *a)* vista general del reverso de la maqueta tras 24 horas en la cámara climática; *b)* detalle levantamiento del refuerzo A; *c)* vista general del reverso de la maqueta tras 504 horas en la cámara climática; *d)* detalle levantamiento del refuerzo A.

Reversibilidad

Tras haber retirado el tejido de refuerzo (tarea simple una vez reactivado el adhesivo) y analizar la superficie del reverso de las maquetas, se comprobó que ambas metodologías de aplicación dejan una cantidad reducida de Beva 371. Sin embargo, estos residuos se acentúan en aquellas telas donde se trabajó con el sistema de pulverización.

Conclusiones

Finalizado este primer estudio, se llega a la conclusión que de los cuatro materiales testados, dos de ellos pueden ser una buena alternativa al Tetex TR a la hora de llevar a cabo trabajos de consolidación del soporte textil en pintura de caballete, siempre que se trate de un lienzo de lino o de naturaleza similar. Estos tejidos son la muestra n.º 3 (gasa) y la muestra n.º 4 (crepelina). De este modo, la gasa, material estable química y dimensionalmente, económica y de fácil accesibilidad, puede ser incorporada en el ámbito de la conservación-restauración, contando así con un nuevo producto en este campo. No obstante, ambos tejidos han pasado a una segunda fase en vía de desarrollo con el objetivo de medir cuantitativamente sus propiedades físico-mecánicas. De este análisis, los tejidos n.º 1 (organza) y n.º 2 (organza) han sido descartados ya que en el examen preliminar realizado y que aquí se presenta, han demostrado no ser aptos como material de refuerzo en soporte textil.

Según los resultados obtenidos durante la elaboración de las maquetas y el examen visual realizado con luz rasante, se recomienda aplicar el adhesivo mediante un sistema que permita una distribución homogénea y en superficie, de modo que se garantice una correcta adhesión entre las partes a unir.

En cuanto al soporte de algodón se ha de seguir trabajando, ya que ninguno de los cuatro materiales testados, ni la metodología desarrollada han dado buenos resultados.

Listado de proveedores

- Tela algodón con preparación universal: manufacturado por Phoenix Art Supplies & Framing, C/ Easton, 1810, Doylestown, EE.UU. (tel. +1 2153450908 / email: crear@phoenixartsupplies.com); adquirido en Cobalto, Material de Bellas Artes y Restauración, C/ Moral de la Magdalena, 13, Granada, España (tel. +34 858958348).
- Organza: manufacturado por Testfabrics, Inc., Av. Delaware, 415, West Pittston, EE.UU. (tel. +570 6030432 / email: info@testfabrics.com); y adquirido en Productos de Conservación S.A., C/ Almadén, 5, Madrid, España (tel. +34 914202167 / email: info@productosdeconservacion.com).
- Organza, gasa: adquirido en Ribes i Casals, C/ de Atocha, 26, Madrid, España (tel. +34 913694500).
- Tela Pattina, cola de conejo, Plextol B500, metilcelulosa,

Beva 371, ciclohexano, crepelina: adquiridos en CTS España Productos y Equipos para la Restauración S.L., C/ Monturiol, 9, Polígono Industrial San Marcos, Getafe, Madrid, España (tel. +34 916011640 / email: cts.espana@ctseurope.com).

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Restauración de Bienes Muebles de Cataluña (CRBMC) el haber permitido proseguir en el Departamento de Pintura y Conservación-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid este proyecto que se inició en sus talleres durante un periodo de prácticas externas dentro del Grado en Conservación de Bienes Culturales de la Universidad de Granada. De igual modo, esta investigación ha podido desarrollarse gracias al apoyo del Catedrático Manuel Huertas Torrejón, profesor del Departamento de Pintura y Conservación-Restauración en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, quien amablemente ha cedido la cámara de envejecimiento artificial para realizar las pruebas de ensayo.

REFERENCIAS

1. Villers, C. (ed.), *Lining Painting. Papers from the Greenwich Conference on Comparative Lining Techniques*, National Gallery of Art – Archetype Publications, Washington – London (2003).
2. Berger, G., 'Testing adhesives for the consolidation of paintings', *Studies in Conservation* 17(4) (1972) 173-194, <https://doi.org/10.2307/1505565>.
3. Bustin, M.; Caley, T. (eds.), *Alternatives to Lining*. United Kingdom Institute for Conservation, London (2003).
4. Barros, A.; Bone, L.; Clarricoates, R.; Dowding, H. (eds.), *Current Technical Challenges in the Conservation of Paintings*, Archetype – Icon Paintings Group, London (2015).
5. IPCE, *Fundamentos de Conservación Preventiva. Plan Nacional de Conservación Preventiva*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2015).
6. Roche, A., *La Conservation des Peintures Modernes et Contemporaines*, CNRS Éditions, Paris (2016).
7. Laudenbacher, K., 'Reentelados, parches y remiendos. Mucha tela', en *International Conference on Painting Conservation*, ed. M. Castell, L. Fuster, S. Martin & V. Guerola., Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2005) 111-118.
8. Macarrón, A., *Historia de la Conservación y la Restauración. Desde la Antigüedad Hasta el Siglo XX*, Tecnos, Madrid (2013).
9. Roudet, L., 'L'intervention minimale en conservation-restauration des Bienes Culturels: exploration d'une notion', travail de maître, Université Paris I Panthéon-Sorbonne, Paris (2007).
10. Bermeja, I., 'Tratamientos estructurales de refuerzo de soporte de pintura de caballete sobre lienzo', Trabajo final de grado, Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Madrid (2014).
11. Salas, C.; Porrás-Isla, M. (eds.), *Proyecto COREMANS. Criterios de Intervención en Pintura de Caballete*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid (2018).
12. Kolman, K.; Nechyporchuk, O.; Persson, M.; Holmberg, K.; Bordes, R., 'Preparation of silica/polyelectrolyte complexes for textile strengthening applied to painting canvas restoration', *Colloid Surface A* 532 (2017) 420-427, <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2017.04.051>.
13. Heiber, H.; Demuth, P., *Microcirugía Textil para el Tratamiento*

- de Rasgados en Pintura Sobre Lienzo*, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2006).
14. Orata, L., *Tagli e Strappi nei Dipinti su Tela. Metodologie di Intervento*, Nardini Editore, Firenze (2010).
 15. Bogan, R.; Gual, E.; Sala, M.; Silvestre, D., 'El gran día de Girona, la restauració d'una obra de gran format', *Unicum* **10** (2011), 5-23.
 16. Fulkerson, D., 'The abrasiveness of sheer overlay fabrics used in textile conservation', master's thesis, University of Rhode Island, Rhode Island (2005).
 17. Faxedas, M. (ed.), Ramón Martí Alsina. *El Gran Dia de Girona. Anatomia d'un Quadre*, Generalitat de Catalunya, Cataluña (2010).
 18. Martín, S.; Castell, M.; Iaccarino, A.; Robles, C.; Carpio, I.; Esteban, N., 'Estudio de los fallos adhesivos de las sustancias tack-melt y hot-melt: cuestiones relativas a los tratamientos perimetrales del soporte', *Arché* **3** (2008) 81-86.
 19. Costantini, D., 'Cold lining and mist lining: insights and possibilities of adaptation to the mediterranean climate', *CeROArt* **EGG 3** (2013), <https://journals.openedition.org/ceroart/3090> (acceso en 2018-10-3).
 20. Sánchez, A., *Restauración de Obras de Arte: Pintura de Caballete*, Akal, Madrid (2012).
 21. Vilatuña, A., 'Análisis y cálculos de telas de tejido plano que servirá de base para la implementación de un software textil', tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra (2007).
 22. Cotton Incorporated, 'Revisión de las causas del amarilleamiento en las telas', boletín técnico, Cotton Incorporated, Carolina del Norte (2002).
 23. Alonso, J., 'Manual control de calidad en productos textiles y afines' tesis de postgrado, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (2015).
 24. Roche, A. 'Comportement mécanique des peintures sur toile: Evaluation de la stabilité mécanique aux variations d'humidité et de temerature', en *International Conference on Painting Conservation*, ed. M. Castell, L. Fuster, S. Martin & V. Guerola, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2005) 189-212.

RECIBIDO: 2018.10.20

REVISTO: 2019.2.18

ACEPTADO: 2019.3.13

ONLINE: 2019.3.18



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Para ver una copia de esta licencia, visite

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.