

Posibilidades que ofrecen las técnicas microscópicas en el estudio de tejidos de interés arqueológico. Algunos ejemplos ilustrativos

/ JESÚS GARCÍA-IGLESIAS (1*), RODRIGO ÁLVAREZ (1), ALMUDENA ORDÓÑEZ (1)

(1) Departamento de Explotación y Prospección de Minas, Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales. Universidad de Oviedo. C/ Independencia, 13, 33004 Oviedo (España)

INTRODUCCIÓN

El estudio de diferentes tipos de tejidos antiguos es un aspecto fundamental en muchos trabajos de investigación arqueológica. Las técnicas instrumentales más utilizadas para la caracterización de materiales arqueológicos, incluyendo tejidos, están enfocadas bien a la caracterización morfológica y estructural del material textil, o bien a la identificación y cuantificación de elementos y de sustancias que puedan dar información sobre su origen, tratamiento y conservación (García-Iglesias et al., 2007).

Algunas de las técnicas de análisis mineral más comunes pueden resultar útiles, habida cuenta de las ventajas que presentan: requieren escasa cantidad de muestra, resultan económicas y accesibles y proporcionan una información diversa, no habitual y de indudable interés para el arqueólogo, con la que podrá elaborar una contextualización arqueológica más amplia y más fundamentada.

A continuación, se presentan algunos resultados de la investigación realizada con telas de lino, mediante el empleo de microscopía óptica de polarización y de microscopía electrónica de barrido.

MICROSCOPIA ÓPTICA DE POLARIZACIÓN (MODO TRANSMISIÓN)

Normalmente, las muestras (fibras vegetales y sustancias ligadas a ellas) se disponen sobre un portaobjetos (con o sin cubreobjetos), lo que permite observar en aire, y pasar después a

inmersión (agua, aceite...). Esta técnica permite la caracterización morfológica y la determinación de la cristalinidad de las fibras; también el tipo e importancia de la (bio)degradación y el estudio de materiales añadidos.

Morfología y colores de Interferencia

La morfología y el índice de aplastamiento de las fibras condicionan su espesor y, por tanto, las características de las bandas de interferencia (color, anchura). En una fibra ideal y sana, los espesores máximos se presentan en una banda centrada, que es la que mostraría el color de interferencia de mayor orden; con paso lateral a ambos lados a bandas de colores de interferencia de orden menor. Cuando en una fibra tenemos una banda centrada con color de interferencia más bajo que las inmediatas bandas laterales, ello indica la existencia de un volumen hueco.

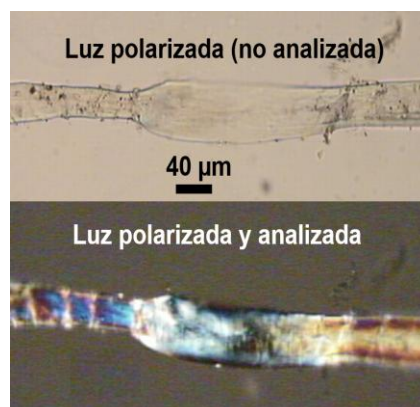


fig 1. Fibra con importante degradación mecánica. Presenta fuerte aplastamiento en la parte central y hueco irregular en la parte derecha.

Tipos de discontinuidades

Mediante la inmersión de las fibras en aceite, éstas se ven mucho más transparentes, al eliminarse la dispersión de la luz. De este modo resulta posible apreciar su grado de fragilización y su deterioro físico (dislocaciones, nodos...), así como sus propiedades cristalinas (pleocroísmo, polarización...).

Microorganismos y materia mineral

Mediante la inmersión de las fibras en agua, materiales solubles, como el NaCl y las resinas, y algunos microorganismos pasan al agua, quedando como parte del residuo sólido que ésta deja, al evaporarse.

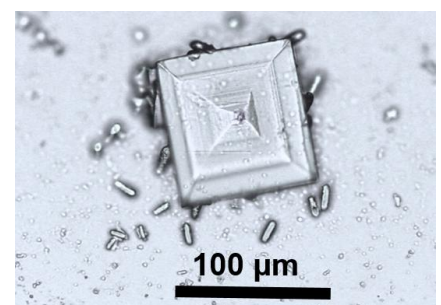


fig 2. Cristal cúbico de halita, con agrupación de microorganismo en su entorno.

MICROSCOPIA ÓPTICA DE POLARIZACIÓN (MODO REFLEXIÓN)

Es una técnica aplicable a materiales que pueden cementarse con resinas, y que permiten ser pulidos. Resulta útil en estudios selectivos, como serían los de correlación morfológica de secciones de algunas fibras como el lino.

palabras clave: Investigación Arqueológica, Lino, Microscopía Óptica, Microscopía Electrónica.

key words: Archaeological Research, Linen, Optical Microscopy, Scanning Electron Microscopy.

Estudio de secciones transversales

Las secciones de las fibras de lino son predominantemente elípticas. Su estudio permite realizar medidas de parámetros (diámetros, áreas, etc.) que posibilitan discriminar poblaciones diferentes de fibras, y establecer correlaciones positivas o negativas. El gráfico siguiente muestra cómo se diferencian tres telas de lino diferentes: una del siglo I (Sudario de Oviedo) y dos actuales, utilizando la relación de diámetros de la sección elíptica de las fibras, frente al área de esa sección.

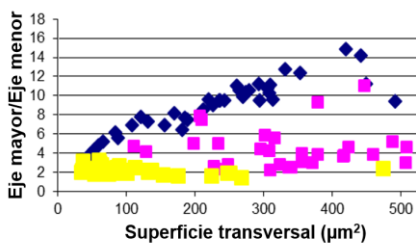


fig 3. Superficie transversal de fibras vs relación entre ejes para tres telas de lino: una tela actual usada (en azul), una tela actual sin usar (en rosa) y el Sudario de Oviedo (en amarillo).

MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

En este caso, se trabaja con pequeñas muestras extraídas del tejido. El estudio morfológico de la superficie de las fibras revela información de mayor interés que su análisis elemental, por lo que se trabaja con detección de electrones secundarios.

Esta técnica está muy indicada para el estudio de biodegradación de fibras. Proporciona información morfológica muy relevante, tanto de las fibras como de las adherencias superficiales, incluidos microorganismos. Permite determinar si el grado de (bio)deterioro que ha alcanzado una tela aconseja adoptar medidas especiales de protección y custodia.

La biodegradación de las fibras

La superficie de una fibra de lino de una prenda que no ha tenido uso es limpia y apenas presenta adherencias de ningún tipo, aunque sí resultan bien notorias las dislocaciones por esfuerzos mecánicos. Estas consideraciones se ilustran en la parte superior de la figura 4, en la que se puede observar una fibra de lino actual no usada: su superficie, muy limpia, no contiene adherencias, siendo bien visibles las estrías longitudinales

correspondientes a los haces de fibrillas aflorantes.

Con el envejecimiento, las fibras de lino que sufren biodegradación van desarrollando una costra superficial, generalmente irregular, que llega a tener un espesor de micras. Esta biocostra suele tener cierta textura hojaldrada. En ocasiones es posible observar bajo esta biocostra procesos de desfibrilación y corrosión del material celulósico de la fibra. Estos aspectos quedan patentes en la imagen central de la figura 4, que corresponde a una fibra de lino del Sudario de Oviedo. La presencia de microorganismos adheridos a la parte más externa suele ser tónica general de las fibras antiguas.

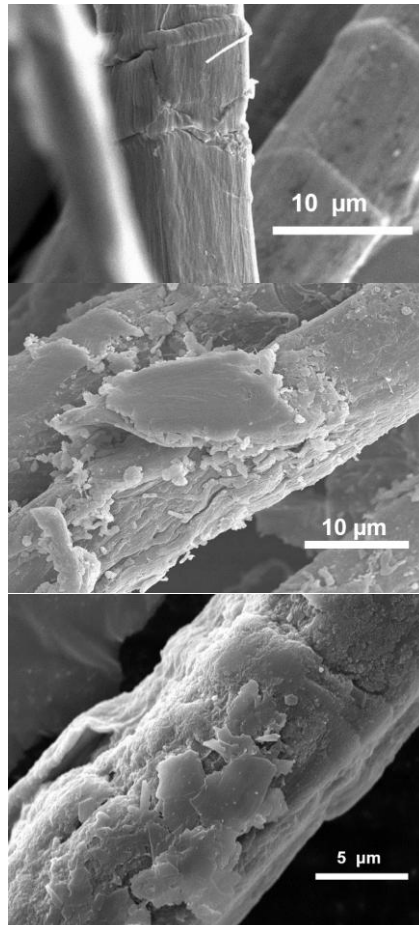


fig 4. De arriba abajo: fibra de lino reciente; fibra de lino del Sudario de Oviedo; fibra de lino del Sudario de Oviedo tras ser sometida al protocolo de limpieza para la datación radiocarbónica.

Biodegradación y edad de fibras

La inspección de fibras mediante microscopía electrónica de barrido resulta muy útil para determinar diferentes intensidades de biodegradación, y para establecer una

datación relativa entre telas diferentes. La influencia de estas costras de biodegradación en las dataciones por ^{14}C podría ser importante, si no es previamente eliminada (Rogers, 2005, entre otros). Se ha demostrado experimentalmente que los protocolos de limpieza empleados por los laboratorios de datación mediante el ^{14}C no eliminan totalmente esta contaminación. En la parte inferior de la figura 4 se muestra el aspecto de una fibra de lino del Sudario de Oviedo tras ser sometida al protocolo de limpieza habitual en las pruebas de datación radiocarbónica. Tal y como se aprecia en esta fotografía, la costra de biodegradación se eliminó de forma muy parcial, lo que necesariamente llevaría a un "rejuvenecimiento" de la muestra en el caso de datación radiocarbónica.

CONCLUSIONES

La microscopía óptica y electrónica son técnicas muy aptas para el estudio y caracterización de tejidos de interés arqueológico, aunque no se usen de forma sistemática en Arqueología. Resultan especialmente útiles en estudios de correlación entre tejidos, basados en la morfología y la biodegradación de fibras. La microscopía electrónica de barrido permite detectar fácilmente la presencia de costras de biodegradación en tejidos antiguos; y también mostrar que, en los procesos de limpieza aplicados por los laboratorios de datación mediante el ^{14}C , no se elimina totalmente esa contaminación. Ante estas evidencias, resulta razonable cuestionar cualquier datación radiocarbónica en la que no se haya verificado la total eliminación de los posibles residuos de biodegradación existentes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del Cabildo de la Catedral de Oviedo y de D. Felipe Montero Ortego.

REFERENCIAS

- García-Iglesias, J., Álvarez, R., García-Alonso, J.I. (2007): Valoración y crítica de técnicas aplicables al estudio y correlación de tejidos de interés arqueológico. *Actas del II Congreso Internacional sobre el Sudario de Oviedo*: 177-234.
- Rogers, R.N. (2005): Studies on the radiocarbon sample from the shroud of Turin. *Termochim. Acta*, **425**, 189-194. DOI: 10.1016/j.tca.2004.09.029.