

Análisis científico de fibras arqueológicas

María Paz Lira Eyzaguirre

RESUMEN

Esta investigación se realizó dentro del proyecto *Conservación textil* (FONDART 45261) desarrollado en el Museo Antropológico Municipal de María Elena, durante el año 2000. Se trabajó con los textiles arqueológicos del sitio Chacance pertenecientes a la colección del museo. Con el fin de estudiar en profundidad el estado de conservación de las fibras de estos textiles y sus características básicas se analizó en microscopio óptico y en microscopio electrónico de barrido. Esto permitió observar sus características estructurales tanto internas como externas. A través de la microfotografía fue posible detectar las alteraciones morfológicas y mecánicas de las fibras y la presencia de microorganismos contaminantes. Se realizaron cultivos de hongos y bacterias a fin de determinar los niveles de contaminación activa presente en los textiles y su factibilidad de reproducción en el medio ambiente del museo, a la vez de proponer una estrategia de conservación adecuada a la realidad local. Se observó en las piezas analizadas la estructura textil, la fibra, las manchas, roturas y desgarros. Las microfotografías electrónicas mostraron la presencia de colonias de bacterias en las fibras, detritus salino, productos de descamaciones, glóbulos rojos y algunos restos de posibles hifas disecadas.

Palabras claves: fibras de camélido, fibras arqueológicas, análisis estructural y morfológico, contaminación microbiológica, microscopía electrónica de barrido

ABSTRACT

The research was performed as part of the FONDART 45261 "*Textile Conservation*" project at the María Elena Anthropology Museum in 2000. The work was done with the museums archaeological textile collection from the Chacance site. In order to deeply examine the textiles fibers condition and their basic characteristics, the fibers were analyzed through optical and scanning electronic microscope. This allowed studying both their internal and external structures. By means of microphotographs, it was possible to detect the morphological and mechanical changes in the fibers, as well as the presence of contaminating microorganisms. Fungal and bacterial cultures were carried out to establish the active contamination levels in the textiles and the possibility of microbial reproduction in the museum environment, so as to propose a preservation strategy according to local conditions. In the items analyzed, the textile structure, the fiber, the stains, the tears and the splits were inspected. Electronic microphotographs showed the presence of colonies of bacteria, saline detritus, desquamation products, red blood cells and some residues of possible dry hyphas in the fibers.

Key words: llama fiber, archaeological fibers, structural and morphological analyses, microbial contamination, scanning electronic microscopy

María Paz Lira Eyzaguirre, Artista Plástica y Restauradora, Universidad de Chile.

INTRODUCCION

Este trabajo forma parte de un proyecto de documentación, conservación y restauración de textiles que se realizó en el Museo Antropológico de María Elena. Se planteó reiteradas veces la dificultad de acceder a los materiales adecuados para el proceso de conservación por falta de recursos económicos. Fue justamente esa realidad, sumada a la necesidad de plantear un plan de conservación de textiles más a largo plazo y de mayor envergadura, lo que motivó la creación de un proyecto de análisis de los textiles arqueológicos. El proyecto se presentó en el FONDART Regional de Antofagasta, respaldado por la Universidad Católica del Norte. Fue seleccionado como uno de los proyectos ganadores y se desarrolló entre los meses de agosto y diciembre del 2000. El objetivo de este proyecto fue obtener información sobre el estado de conservación de los textiles de Chacance a través de estudios científicos, determinando la naturaleza de los materiales y su técnica de elaboración. Asimismo, se buscó diagnosticar el estado actual de los textiles en estudio, identificando los elementos o condiciones que afectan a las fibras y provocan procesos de deterioro. También se determinó los niveles de contaminación microbiana y las intervenciones anteriores que éstos presentaban. En base a los resultados obtenidos se pudieron establecer las condiciones más adecuadas para una conservación preventiva de los objetos y se seleccionó el método de intervención más apropiado para la conservación de los mismos. Los análisis y sus resultados se enfocaron como un aporte que trasciende a la restauración o conservación de estos objetos puntuales ya que se buscó sentar precedentes para otros proyectos de investigación en el área y futuros estudios comparativos a nivel nacional.

ANTECEDENTES TEORICOS Y METODOLOGICOS

Caracterización de las fibras de llama y alpaca¹

En este trabajo se estudian las fibras de largo limitado compuestas por proteínas de origen animal. Las fibras de alpaca y llama corresponden a esta clasificación. Es una fibra de queratina obtenida de la piel del camélido sudamericano. Con respecto a su producción se cuenta con registros etnográficos y arqueológicos. Estos últimos se deducen de los hallazgos recuperados en sitios prehispánicos, cuyos elementos asociados permiten la reconstrucción de las prácticas de producción. Algunos de estos elementos fueron utilizados para el hilado, semejantes a los que actualmente se usan en las comunidades indígenas. También se han encontrado fibras en diferentes etapas de producción: sin hilar, hilada y retorcida, en colores naturales y teñidos.

¹ Fuentes, 1965.

Características morfológicas

La superficie de la fibra es un conjunto de escamas superpuestas en una dirección hacia su punta (ver foto 1). Las escamas del pelo de camélido en comparación con la lana de oveja son menos protuberantes. Las fibras de alpaca Huancayo presentan escamas con bordes más sobresalientes que las fibras de alpaca suri (ver foto 2). Estas presentan en su superficie estriaciones longitudinales que corresponden a irregularidades que se observan en el corte transversal. Las fibras de alpaca y llama no tienen sección transversal circular, sino irregular, ovalada y triangular.²

El vellón de alpaca y llama en su composición básica contiene humedad, fibra, grasa y sudor, así como restos de excoiaciones epidérmicas e impurezas del medio ambiente, como tierra y restos vegetales. Todos estos elementos aparecen tanto en las fibras arqueológicas como en las actuales.

Características químicas

El pelo es una proteína compuesta de varios aminoácidos. La queratina del pelo es un polímero natural que presenta una composición química elemental: 50% de carbono, 16% de nitrógeno, 3.7% de azufre, 7% de hidrógeno y 23.5% de oxígeno. La fibra de alpaca se diferencia por tener un mayor contenido de azufre, 4.19%. La queratina es una materia córnea que no da cola por ebullición. Los álcalis se hinchan y acaban por disolverla, en cambio, resiste la acción de los ácidos diluidos aunque la hacen aumentar de tamaño.

Constitución de la fibra

Las fibras tienen un canal central pigmentado llamado médula, una capa intermedia llamada tejido cortical y una vaina externa llamada epidermis o capa epitelial (ver foto 3). La médula se puede identificar por microscopio con luz polarizada. El tejido cortical es la parte que recibe el tinte cuando la fibra es sometida a teñido. La epidermis se puede identificar por microscopio distinguiendo las escamas de la superficie.

Causas de deterioro en las fibras textiles³

Las fibras textiles se deterioran tanto por causas internas como externas. Estas pueden ser físicas, causadas por desastres naturales o por daños humanos, como la aplicación de técnicas inadecuadas de conservación. Las causas químicas son originadas por elementos que desencadenan reacciones químicas en los materiales, por ejemplo la radiación UV, que destruye tintas y pigmentos y hace quebradizos los textiles, o el dióxido de nitrógeno producido por los vehículos, que altera los colores de las tinturas y pone quebradizas las fibras. La luz produce alteraciones fotoquímicas. Las causas biológicas son originadas por animales, insectos y microorganismos que encuentran el alimento en las fibras destruyéndolas.

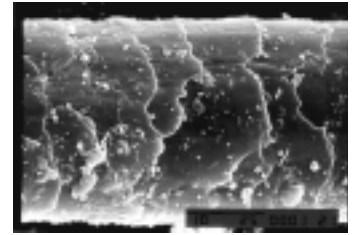


Foto 1: Características morfológicas de fibra arqueológica. Se observan escamas de queratina con presencia de bacilos y partículas de compuestos salinos. Muestra Chc T3 810048 (Unku). Microfotografía SEM.

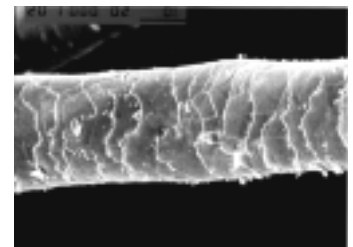


Foto 2: Fibra de alpaca actual, criadero San Nicolás. En la estructura externa de la fibra se observan bordes más sobresalientes que en la muestra arqueológica.

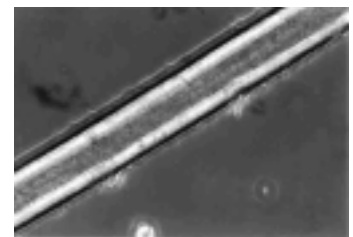


Foto 3: Muestra perteneciente a las tobilleras, Chc1 T7 810160. Estructura interna de la fibra, microscopio óptico 400X.

2 The Textile Institute Manchester, 1885: pp. 10-63.

3 Cronyn, 1990.

También las alteran cromáticamente debido a la producción de pigmentos que modifican los colores originales de los textiles.

Los microorganismos que afectan los textiles son hongos y bacterias que se desarrollan en las fibras cuando encuentran suciedad, fango, humedad y temperaturas altas, en especial si hay abundante carbono y nitrógeno como alimento, los cuales están presentes en los compuestos orgánicos en forma de proteínas y aminoácidos. Los microorganismos más dañinos para los tejidos son los hongos de la celulosa, pero éstos no prosperan en las fibras con queratina. Sin embargo, éstas pueden ser atacadas por bacterias, causando alteraciones fisicoquímicas.

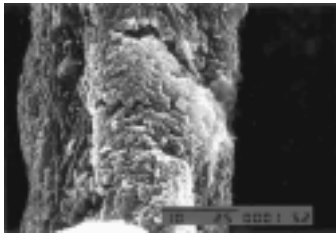


Foto 4: Muestra perteneciente a Unku café Chcl T3 181. Se observa gran colonia de bacterias cocáceas. Microfotografía SEM.

Las bacterias son organismos unicelulares y tienen diferentes formas, a partir de la cual reciben su nombre. Se dividen en tres grandes grupos: los bacilos en forma de bastones, los cocos de forma esférica y los vibriones en forma de bastones curvados. Estas se desarrollan en grandes colonias (ver foto 4) y tienen una alta resistencia a la temperatura, superando los 100°C, pero también son muy resistentes a las bajas temperaturas y la desecación. Las bacterias se destruyen por pasterización a 80°C por 10 minutos. El período vital es de 20 minutos cuando las condiciones de humedad y temperatura son óptimas. Tienen gran poder reproductivo y la materia orgánica de fácil descomposición favorece su multiplicación. Se puede tener una idea de la apariencia física de estos microorganismos por estudios microscópicos (ver foto 5). Sin embargo, sus características se estudian mejor en un cultivo puro. Un cultivo puro o axénico es aquel que contiene sólo una clase de microorganismo. Este se obtiene generando un medio apropiado para la reproducción de la célula microbiana de modo tal que contenga los nutrientes necesarios para su desarrollo.

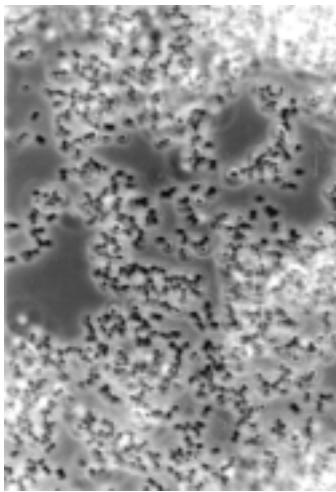


Foto 5: Colonia amarilla, microscopio óptico 1000X.

Los hongos son un grupo diverso de microorganismos unicelulares o pluricelulares que se alimentan mediante la absorción directa de nutrientes. Los alimentos (en el caso de las fibras celulósicas) se disuelven mediante enzimas que secretan los hongos, para posteriormente ser absorbidos a través de la fina pared de la célula, distribuyéndose por difusión simple en el protoplasma.

Junto con las bacterias, los hongos son causantes de la putrefacción y descomposición de toda materia orgánica. El daño que producen en las fibras puede ser óptico cuando la superficie del textil se llena de manchas de colores, las que varían según las especies. También se producen alteraciones fisicomecánicas cuando el tejido pierde elasticidad, haciéndose más rígido y quebradizo. El daño químico provocado por los hongos deriva de su sistema alimenticio. Éstos toman del aire agua, carbono y oxígeno, y de la fibra extraen, además de agua, iones salinos y moléculas orgánicas como celulosa. Los productos del metabolismo se depositan sobre la superficie textil en forma de óxidos de hierro, sulfatos, ácidos y aminoácidos. El síntoma más notorio del ataque de hongos en un textil son las

manchas. Éstas se caracterizan por tener una zona central muy oscura y una zona periférica clara. Los colores varían de amarillo a rosa, azul verdoso y negro, entre otros.

Exámenes globales y puntuales⁴

Los exámenes globales son estudios realizados a partir de la observación visual directa para estudiar la pieza sin alterarla ni intervenirla, también se denominan exámenes de superficie no destructivos. Dentro de éstos se utiliza la lupa simple, la observación a simple vista y el análisis comparativo a través de fotografías y microfotografías.

Los exámenes puntuales requieren toma de muestras del objeto en estudio de modo tal que se puedan obtener conclusiones generales a partir de muestras parciales. Para estos análisis se debe seleccionar con atención el área más adecuada para la toma de muestras, para lo cual sirven las técnicas de análisis global. A continuación se describen los alcances y limitaciones de las principales técnicas analíticas utilizadas en los exámenes globales y puntuales.

El microscopio óptico

Se trata de un sistema óptico de lentes de aumento que permite ver la estructura de la materia. Se utiliza para obtener aumentos fijos que varían de 100X hasta 1000X. Esto se logra con un juego de objetivos oculares de distintos aumentos que dan una buena resolución a la imagen observada y permiten una mejor observación de los detalles estructurales. Da mayor nitidez que la lupa simple.

La microfotografía

Se realiza en conjunto con los diferentes tipos de microscopios ya que se utiliza para registrar las observaciones realizadas a través de éstos. El aumento de la imagen real en microscopía permite obtener aumentos desde 40X hasta 400.000X, según sea el tipo de microscopio con que se éste trabajando. Estos análisis son válidos para exámenes puntuales.

El microscopio electrónico de barrido (SEM, scanning electron microscope)

Se utiliza habitualmente para el estudio detallado de las estructuras celulares y la observación de su morfología externa no requiere de cortes ultrafinos. Las muestras se preparan recubriéndolas con una fina capa de metal pesado, como el oro. El haz de electrones del SEM barre la superficie de la muestra y los electrones desviados por la capa de metal son recogidos y proyectados sobre una pantalla para producir una imagen. En el microscopio electrónico de barrido se pueden

4 Gómez, 1994: pp. 69-81.

observar muestras con una profundidad de campo extraordinaria y su rango de magnificación que va desde 15X hasta 400.000X. Sin embargo, la imagen obtenida permite visualizar solamente la superficie de la muestra.

METODOS, TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

Selección de textiles

Para la realización de los análisis antes señalados se seleccionaron 5 piezas textiles, teniendo como única condición el que se encontraran almacenadas en el depósito de colecciones, en vista que el objetivo central de esta investigación fue determinar los patrones de comportamiento de las fibras en las actuales condiciones ambientales de almacenamiento. Teniendo en cuenta, además, que estos textiles no han tenido tratamiento de conservación en 15 años y que el museo no cuenta con climatización ni elementos para el control de temperatura y humedad relativa.

No hay una norma única para el código de registro de las piezas ya que éstas provienen de diferentes excavaciones arqueológicas que, realizadas en el mismo sector, se efectuaron en diferentes momentos. El criterio de registro no se unificó ni actualizó. Las piezas seleccionadas se indican a continuación (ver foto 6):



Foto 6: Textiles seleccionados para análisis. Museo Antropológico Municipal de María Elena.

- Chc1 T3 181: *Unku* café claro tejido en faz de urdimbre, con franjas laterales tejidas en urdimbre complementaria doble faz.
- Chc1 T9 810183: Talega tejida en faz de urdimbre.
- Chc1 T2 CA 08115: Talega tejida en faz de urdimbre.
- Chc1 T7 810160: Tobilleras rojas formadas por cuerdas cortas.
- Ch T3 810 048: *Unku* blanco tejido en faz de urdimbre.

Todos estos textiles pertenecen al período Intermedio Tardío. Posteriormente llegó al museo una momia proveniente de una excavación en el río San Salvador, en el sector de Chalet 20, presumiblemente del período formativo, de cuyos textiles también se extrajeron muestras, ya que son de un período diferente a los otros y no han sido sometidos a desinsectación o fumigación.

Preparación de muestras

Una vez seleccionados los textiles se llevó a cabo la toma de muestras y se procedió a fotografiar las fibras fijadas con formaldehído en el microscopio óptico del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Católica del Norte, en Antofagasta. De cada una de las muestras se extrajeron microfibras, se colocaron en un portaobjeto de vidrio y se fijaron con agua mili-Q (agua tridestilada). Sobre

la muestra se colocó el cubreobjeto y se fijó en el microscopio. Se seleccionó un aumento entre 40X y 1000X, dependiendo del grosor de cada microfibras, para su observación.

Para la identificación de las fibras se optó por una observación comparativa entre las fibras arqueológicas y fibras actuales de camélidos, obtenidas en el zoológico y criadero San Nicolás. Se tomaron muestras de pelo de alpaca y llama con el objeto de realizar los mismos análisis y efectuar el estudio comparativo de las características estructurales y morfológicas.

Las muestras destinadas para el SEM se fijaron con glutaraldehído y se enviaron al Servicio de Microscopia Electrónica de la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo.

Otro grupo de muestras se prepararon en placas de Petri estéril, bajo campana de flujo laminar, la cual crea un ambiente estéril con el objeto de impedir cualquier contaminación. Las placas de Petri se sellaron con parafilm y se enviaron al Laboratorio de Micología de la Universidad de Valparaíso para su estudio. De la misma manera se prepararon contramuestras y a cada una de ellas se le agregó DAPI, un reactivo colorante, con el objeto de teñir las bacterias o colonias presentes en las fibras. Luego de unos minutos de reposo las muestras se observaron en un microscopio de fluorescencia, el cual permitió detectar la presencia de bacterias.

Posteriormente se prepararon cultivos de las muestras arqueológicas para estudiar el desarrollo de estas colonias de bacterias. Su cultivo se realizó en un medio denominado agar nutritivo, el cual se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 121°C. Una vez estéril, el agar se repartió en las cápsulas de Petri y se dejó enfriar. Las fibras textiles se mojaron con el caldo nutritivo a fin de favorecer las posibilidades de crecimiento de las bacterias que están en las muestras y determinar si se encuentran o no activas. Las fibras húmedas con el caldo de cultivo fueron colocadas en cápsulas de Petri, unas con agar y otras sin. Se pusieron en una estufa a 28°C por un período de 48 horas. El resultado de los cultivos fue positivo y se decidió realizar la tinción de Gram con las colonias blancas y anaranjadas de las muestras provenientes de la momia San Salvador, Chalet 20. Este examen permite un nivel básico de clasificación de bacterias. Se aplicó a los cultivos un colorante básico denominado cristal violeta, luego una solución de yodo y, por último, se trató con alcohol y acetona. Las bacterias identificadas como Gram positivo son aquellas que retienen el complejo cristal violeta- yodo, permaneciendo azules y siendo indicativo de la presencia de bacilos (ver foto 7). Las bacterias Gram negativo se decoloran completamente, para poder observarlas se les aplicó un colorante de contraste, la safranina. Las bacterias tomaron el color rojo, pudiendo identificarse como Gram negativo, es decir, como una colonia de cocáceas (ver foto 8).

Para el cultivo de hongos las muestras de tejido se suspendieron y agitaron en agua estéril, posteriormente se sembraron en placas de PDA a 25°C durante 10

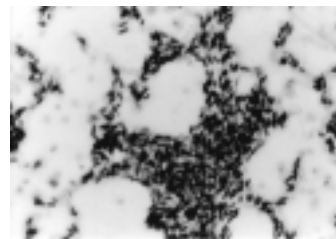


Foto 7: Muestra de Momia San Salvador, Chalet 20. Colonia blanca de bacilos, 1000X Bf. Gram+.

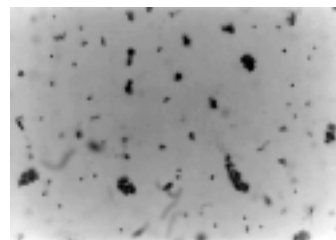


Foto 8: Muestra de Momia San Salvador, Chalet 20. Colonia anaranjada de cocáceas, 1000X Bf. Gram .

días. Con las muestras restantes se procedió a la tensión, disgregado y observación microscópica de las fibras.⁵

RESULTADOS

Análisis visuales y de microscopia

A partir de las observaciones a simple vista se pudo determinar en las piezas seleccionadas la estructura textil utilizada en su confección, el tipo de fibra y la presencia de manchas, roturas y desgarros, en general, el estado de conservación de cada una de ellas.

Con la lupa simple de aumento 15X se pudo identificar el material utilizado en la mayoría de las costuras realizadas en restauraciones anteriores. En la pieza Chc1 T3 181 (*Unku*), por ejemplo, se identificó como algodón industrializado actual. Este se diferencia de las costuras originales, realizadas con fibra de camélido color crudo en cuello y manga, por su textura, grosor y brillo.

Las microfotografías electrónicas mostraron la presencia de colonias de bacterias en las fibras, detritus salinos, productos de descamaciones, glóbulos rojos (ver foto 9) y algunos posibles restos de hifas disecadas (ver foto 10). Se detectaron, además, daños estructurales y mecánicos en las fibras por fatiga de material. También se pudieron realizar observaciones comparativas sobre las características morfológicas de las fibras arqueológicas y aquellas provenientes de camélidos actuales, estableciéndose patrones de similitud que permiten identificar las fibras arqueológicas como de camélido.

Las microfotografías efectuadas en microscopio óptico permitieron realizar observaciones comparativas sobre la estructura interna de las fibras y definir las características formales de las bacterias presentes en ellas, así como sus sistemas de agrupación en colonias.

Cultivo de bacterias

Chc1 T7 810160 (Tobilleras)

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta tres colonias de forma circular, dos más pequeñas de color amarillo y una de color blanco.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta dos colonias aisladas color amarillo.

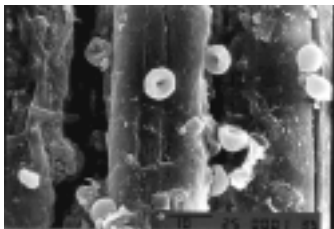


Foto 9: Muestra de Talega Chc1 T2 CA 08115. Se observa presencia de cloruro de sodio y glóbulos rojos.



Foto 10: Muestra perteneciente a las tobilleras Chc1 T7 810160. Presencia de formas lineales, posibles hifas secas. Se observan tres tipos diferentes de formas bacteriales. Microfotografía SEM.

⁵ Laboratorio de Micología de la Universidad de Valparaíso, 2000.

Chc1 T9 810183 (Talega)

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta dos colonias de forma circular color blanco y dos más pequeñas de color amarillo.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta cuatro colonias pequeñas, tres blancas y una de color amarillo.

Chc1 T3 181 (Unku)

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta dos colonias de forma circular color amarillo y una más pequeña de color blanco.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta dos colonias color amarillo en superposición con una colonia blanca más pequeña y aislada.

Chc1 T2 CA 08115 (Talega)

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta dos colonias de forma circular con bordes irregulares de color amarillo y una más pequeña de color blanco.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta dos colonias de tamaño similar, una de color blanco y otra de color amarillo.

Chc T3 810048 (Unku)

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta cuatro colonias de color amarillo.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta una colonia color amarillo y una blanca.

Momia San Salvador – Chalet 20

a) La cápsula con caldo nutritivo y agar presenta tres colonias de forma circular de color blanco y dos colonias color amarillo.

b) La cápsula con la fibra sólo humedecida en caldo nutritivo presenta una colonia aislada color blanco.

Cultivo de hongos⁶

El cultivo de hongos tuvo como propósito detectar la presencia de algunos microhongos viables sobre las fibras, a fin de comparar si las esporas allí presentes corresponden al tipo de hongo anemófilo o de suelo presente actualmente en la zona. Esta situación que podría permitir cierta extrapolación al ambiente en épocas

⁶ *Ibid*: extracto.

remotas, ya que por sus condiciones edáficas y climáticas presenta escasa variación en el tiempo. A continuación se detallan los resultados alcanzados en este análisis.

Chc1 T9 810183 (Talega)

Tejido con regular cantidad de detritus de hifas, presencia de conidios hialinos de paredes lisas, redondos y algunos de base trunca sin contenido citoplasmático (6-8 x 5-6 micrómetro). En el cultivo se desarrollaron escasas colonias de *Penicillium chrysogenum thom.*

Chc1 810160 (Tobilleras)

Se observaron dos tipos de fibras: una más ancha con médula más oscura y otras sin médula. No se registró colonización fúngica en cultivo, pero se observó la presencia de algunos conidios redondos de unos 6 µm de diámetro, levemente denatiáceos, color café claro.

Chc T3 810048 (Unku)

Se observaron fibras con mucho detritus, las que se aprecian alteradas en ciertos sectores, quizás por el tiempo. Se registró la presencia de conidios redondos apiculados de base trunca (tipo *Scopulariopsis*) y algunos conidios ovoides, apiculados en ambos extremos, de color café claro, lisos y finamente rugosos (tipo *Cladosporium*). En cultivo se desarrolló una sola colonia de *Trichoderma* sp.

Chc1 T3 181 (Unku)

Se registraron fibras con abundante presencia de detritus vegetal, regular cantidad de conidios tipo *Scopulariopsis*. En cultivo se desarrolló *Rizophus oryzae went* y *Preisen greeligs* en forma abundante.

Chc1 T2 CA 08115 (Talega)

Se trata de fibras con poco detritus, sin presencia de micelios fúngicos y escasos conidios tipo *Scopulariopsis*. En cultivo se desarrollaron escasas colonias de *Penicillium chrysogenum*.

Los análisis efectuados indican que la totalidad de las muestras analizadas presentan aún un tejido intacto y firme, sin mostrar índices de ataque fúngico. No se encontró en ninguna de las muestras un desarrollo hifal alrededor del pelo, salvo la muestra *Chc1 T9 810183 (Talega)* presentó, entremezcladas con el tejido, estructuras filamentosas finas, poco ramificadas y sin septos, semejante a un micelio (?). Se aclara que las mencionadas semejanzas eran más bien en cuanto a forma que a estructura, y no había indicios de ataque a la lana.

Lo más determinante fue el hallazgo de varias muestras de conidios redondos, hialinos, lisos, de base trunca y de ápice a veces aguzado, sin contenido

citoplasmático, lo que estaría indicando la vejez de estas estructuras reproductivas. Por sus medidas y forma, lo asociamos al género *Scopulariopsis*, un taxón común en muchos tipos de suelo, incluso arenosos, resistente a microcompuestos tóxicos (entre ellos los arsenicales) y con alta capacidad de atacar los sustratos queratínicos. Los integrantes de este género son comunes en los pelajes de animales de compañía, así como vacunos, caballares y otros asociados a la economía del hombre. Es probable que su presencia en las muestras analizadas tenga dicho origen, o sea, que esté asociado a la microbiótica de la piel y la lana de llamas, vicuñas y otros. Quizás la especie podría estar relacionada con *Scopulariopsis konigii* o *S. flava*, que presentan conidios lisos, o en su contraparte rugosos con la *S. brevicaulis*, ya que con el tiempo el aspecto rugoso de la superficie de la pared conidial puede haberse perdido. Los otros conidios que se observaron directamente en los tejidos, al parecer, pertenecen a géneros más comunes (*Cladosporium?*) presentes en el aire y la vegetación. La presencia de cultivos de *Penicillium chrysogenum*, *Rhizophus oryzae* y *Trichoderma* sp., sólo indican una contaminación aérea reciente.

DISCUSION DE RESULTADOS

Los métodos utilizados en los exámenes de microscopía óptica y sus resultados en las microfotografías permitieron realizar un análisis comparativo con patrones preestablecidos para fibras de llamas.⁷ Los resultados alcanzados llevaron a establecer coincidencias no sólo en sus descripciones morfológicas y estructurales, sino que también en sus características visuales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las publicaciones que se tomaron como referencia pertenecen a investigaciones desarrolladas en el extranjero, lo que podría significar algunas divergencias en los resultados obtenidos, si éstos se comparan con estudios realizados a nivel nacional. En Chile el estudio microscópico de fibras textiles, en función de proyectos de conservación, es relativamente nuevo, razón por la cual no hay publicaciones nacionales al respecto. No obstante, se han realizado algunos trabajos similares en el campo de la arqueología, aún cuando sus objetivos apuntan a resolver otros problemas de investigación.⁸

Este proyecto se caracteriza por ser un estudio exploratorio dentro de las metodologías y procedimientos aplicados en la conservación de textiles arqueológicos, que normalmente se desarrollan en los laboratorios de conservación y restauración. Por esta razón, no se presentan estudios comparativos en relación al análisis de colonias de bacterias y hongos, ya que éstos no han sido desarrollados en el país.

Los resultados alcanzados en el estudio de hongos plantean la ausencia de una contaminación activa, dado que la mayoría de los restos presentes en las fibras se encuentran secos. Aquellos que prosperaron en los cultivos se relacionan con

7 The Textile Institute Manchester, 1885: pp. 10-63 ; Appleyard, 1978: pp. 12-15, 72-79.

8 Benavente *et al.*, 1991.

hongos que están en el aire y no en el sustrato donde se encontraban los textiles. Por tanto, cuando se hace referencia a una posible contaminación reciente se plantea que ésta aconteció inevitablemente en el lugar donde se realizaron los cultivos y no a una contaminación en el depósito de textiles del museo.

CONCLUSIONES

La estabilidad de las piezas textiles, pertenecientes a la colección del Museo Antropológico Municipal de María Elena, depende de su conservación estructural y matérica. Por tanto, los procedimientos de conservación preventiva que faciliten una mejor manipulación de los textiles arqueológicos, con un mínimo deterioro, son de gran importancia para la preservación de estas piezas. Cuanto menor sea la intervención en la materia original de los textiles, mayores son sus posibilidades de mantenerse estables en el tiempo.

Los análisis realizados permiten concluir que los textiles se encuentran contaminados con diversas colonias de bacterias que se hallan actualmente en estado latente, es decir, no están muertas, pero tampoco están activas generando daño a las piezas. Esto se pudo comprobar a través del cultivo controlado de las muestras, a las cuales se agregaron humedad, nutrientes y calor para su desarrollo y crecimiento. Por tanto, es posible concluir que el clima desértico y seco de María Elena es un factor favorable para detener el desarrollo de las bacterias. Si los textiles se mantienen en el ambiente donde están y se les realiza una limpieza periódica por aspirado, no deberían sufrir ningún deterioro.

Los daños estructurales de las fibras por acción mecánica sólo se pueden evitar tomando las medidas adecuadas para no mover los textiles en forma excesiva e innecesaria. Para esto el museo debe normar el acceso de los investigadores y desarrollar pautas para su manejo, en especial cuando éstos son revisados con fines de estudio y registro, ya que una manipulación descuidada puede ocasionar daños físicos y mecánicos en las piezas.

El desarrollo de políticas de conservación para colecciones, en museos de escasos recursos, es un tema que se debe atender con urgencia. Determinar el estado de conservación de una colección, como la realizada en el marco de este proyecto, es sólo el primer paso para la protección de nuestro patrimonio. Es necesario encontrar soluciones a los problemas detectados en los estudios de conservación o de lo contrario éstos no tienen ninguna utilidad. En el caso de los textiles del Museo de María Elena, la mayor urgencia es mejorar sus condiciones de almacenaje, evitando un incremento de la suciedad y el polvo que se adhiere a las piezas, y con ello, un ambiente propicio para el desarrollo de microorganismos.

El trabajo realizado constituye también un aporte significativo en términos metodológicos para la identificación y caracterización de fibras textiles, ya que sienta precedentes para otros estudios similares que se estén realizando actualmente en otros museos.

BIBLIOGRAFIA

- APPLEYARD, H.M. *Guide to the Identification of Animal Fibers*. Great Britain: Ed. Wira, 1978. pp. 12-15, 72-79.
- BENAVENTE, A., CUNAZZA, C. y GECELE, P. Metodología para la elaboración de patrones de fanéreos de camélidos sudamericanos e *Hippocamelus antitesis*: un análisis zooarqueológico. En: *Actas del XI Congreso Nacional de Arqueología Chilena*, tomo I. Santiago, Chile: Museo Nacional de Historia Natural y Sociedad Chilena de Arqueología, 1991. pp. 149-152.
- CRONYN, J.M. *The elements of archaeological conservation*. London, England: Routledge, 1990. 326 p.
- FUENTES, J.M. *Tejidos prehispánicos de Chile, Colección Max Hule. Museo Histórico Nacional*. Santiago, Chile: Andrés Bello, 1965. pp. 22-24, 26, 30.
- GÓMEZ, M.L. *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid, España: Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1994. 436 p.
- THE TEXTILE INSTITUTE MANCHESTER. *Identification of materials*. 7th ed. London, England: Manara Printing Service, 1985. pp. 5, 10, 63.
- UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO, LABORATORIO DE MICOLOGÍA. *Informe sobre cultivo de hongos*. Valparaíso, Chile, 2000. (doc. no publicado).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la participación, colaboración y apoyo en el área científica a la Químico Sabina Montoya con quien realicé el proyecto FONDART 45261, en la II Región de Antofagasta, Chile, durante el año 2000.

Fotógrafos: Sabina Montoya: fotografías 4, 6, 9, 10. María Paz Lira: fotografía 1. Laboratorio de Microscopia de la Universidad Católica del Norte: fotografías 2,3,5,7,8.