



AVANCES DE
INVESTIGACIÓN

UNA EXPERIENCIA DE LIMPIEZA
DE LÍQUENES EN CERÁMICA
ARQUEOLÓGICA, ENSAYO CON
ETANOL Y AMONIO CUATERNARIO.

Déborah Mattos Droguett¹



¹ Universidad Mayor
de San Andrés, Carrera
de Arqueología. Email:
yenyubee@gmail.com

Resumen

Durante la prospección en el Valle bajo del Río Suches, situado al noreste del Lago Titicaca en Bolivia, nos hemos encontrado que un gran porcentaje del material cerámico arqueológico recolectado en la superficie está afectado por líquenes. Considerando que estos organismos causan un sesgo sustancial en los datos del análisis de la cerámica, ya que impiden que se pueda observar cabalmente ciertos atributos de los fragmentos de alfarería. Sumado a que las fibrillas del talo del líquen, penetran en la superficie de la cerámica, hecho que con el tiempo provoca una disgregación irreversible de la superficie del material. Se han tomado acciones para limpiar la colección, interviniéndola con una limpieza química – mecánica, cuyo procedimiento y resultados se exponen en este documento.

Palabras clave:

Líquenes, cerámica
arqueológica, limpieza.

Abstract

During the surface surveys in the lower Valley of the Suches River, northeast of the Titicaca Lake in Bolivia, we have come across that a great percentage of the archaeological pottery collected is affected by lichens. Considering that these organisms cause a bias in the data in the analysis of these ceramics since is not possible to observe with detail certain characteristics of the fragments of pottery. What's more the thallus fibers of the lichen penetrate in the surface of the ceramic, causing the disaggregation of the material with the passing of time. Actions were taken in order to clean the collection, intervening it with a chemical-mechanic cleaning; the procedures and results are exposed in this document.

Key words:

Lichens, archaeological
pottery, cleaning

Introducción

El año 2017 se llevó a cabo la fase de prospecciones del Proyecto IDH Construyendo una Cartografía Cultural en los Municipios de Jesús de Machaca y Escoma. En las prospecciones que se realizaron en el municipio de Escoma, región del valle bajo del Río Suches ubicada en la región Noreste del Lago Titicaca, se registraron 128 sitios arqueológicos. De estos solo cinco contaban con registro previo y 96 sitios fueron identificados como sitios fortificados de altura, que corresponden al Período Intermedio Tardío (1150- 1400 D.C.) (Chávez 2017:120).

Estos sitios fortificados de altura fueron ubicados en los cerros de esta región, donde se registró “ciudadelas fortificadas”. Las condiciones son agrestes, sin embargo, por la cercanía del lago estas son ligeramente más benignas que en otros lugares del altiplano, el suelo es poco profundo y rocas afloran. Organismos simbióticos que comparten características tanto de hongos como de algas, son endémicos de estas condiciones de vida y han colonizado las rocas del área y también el material arqueológico cerámico.

Aproximadamente novecientos fragmentos de alfarería fueron recolectados en esta prospección, dos tercios de esta muestra colectada estaba afectada por estos organismos en diferentes grados. (Figuras 1, 2 y 3). Al analizar la cerámica observamos que, en muchos fragmentos la presencia de los líquenes dificultaba la visibilidad de ciertos atributos de la cerámica, en especial en el corte donde el organismo no permitía observar totalmente las inclusiones de la pasta, creándose un sesgo en los datos. En otros fragmentos el líquen había disgregado la primera capa superficial del fragmento, perdiéndose la posibilidad de observar el tratamiento de superficie dado a la alfarería. Por lo que se toma la decisión de remover estos organismos de los tuestos de alfarería arqueológica para tener mejor visibilidad en los cortes y para detener el deterioro sobre las superficies de los tuestos.

También influyó en la decisión de remover estos organismos, el hecho de que, así como colonias de líquenes colonizaban el conjunto, también podrían existir colonias de bacterias que, aunque no se observen a simple vista pueden ser nocivas y afectar la epidermis de las personas que manipulen los tuestos. De manera que inicialmente la interrogante fue: ¿De qué manera limpiar la colección de líquenes y al mismo tiempo desinfectarla de posibles bacterias?

En vista de que no se encontró en la bibliografía una guía de procedimientos para remover los líquenes de cerámica arqueológica, se ha visto conveniente escribir una reseña de la experiencia acumulada al emprender la tarea de limpiar de líquenes esta colección de alfarería. Se ha consultado a profesionales



Figura 1:
Un líquen de talo crustáceo vegetando sobre cerámica arqueológica.



Figura 2:
Líquen afectando la superficie de la pieza.



Figura 3:
Líquen afectando el corte de los fragmentos de cerámica arqueológica.

en conservación del patrimonio, quienes han transmitido sus conocimientos brindando sugerencias, recomendaciones y respondiendo a la interrogante que planteamos, sugirieron el uso de Etanol y del Amonio Cuaternario al tres por ciento.

Este trabajo es el primer intento en lo que nos gustaría que sean una serie de experimentos usando diferentes sustancias, inicialmente se utilizaron las sustancias sugeridas por las conservadoras. De manera que a lo largo de estas líneas se expondrá: qué es un líquen, de qué manera afecta a la cerámica y la experiencia que se tuvo al realizar la limpieza química - mecánica utilizando Etanol y Amonio Cuaternario, los compuestos químicos que fueron empleados.

¿Qué tipo de organismo es un Líquen y cómo afecta a la cerámica?

Un Líquen es un organismo vegetal simbiótico, un consorcio de un hongo (ascomiceto o basidiomiceto), una alga (clorofícea o esquizofícea), y en ocasiones una cianobacteria (G.W.F Meyer 1978: 981).

En la estructura de un Líquen se observa Hifas, que son células alargadas de los hongos que rodean a las Gonidias, que son células de las algas (Figura 4). El alga, adaptada a bajas intensidades luminosas, es la encargada de realizar la fotosíntesis, convirtiendo la energía lumínica en moléculas de glucosa, mientras que las hifas fúngicas absorben el agua presentando a veces orificios aeríferos para favorecer la aireación del talo, que es el cuerpo vegetativo del líquen. De modo que las gonidias tienen la función de asimilación mientras las hifas entran en contacto con ellas, y toman una parte de la sustancia asimilada, dándoles el agua y las sustancias disueltas como sales. Así las algas se robustecen y se multiplican abundantemente por división (Rubio Diez, Ana María, 1987:343; G.W.F Meyer 1978: 981).

Los líquenes resisten temperaturas y condiciones extremas, crecen muy lentamente desarrollándose fácilmente sobre la corteza de árboles, rocas y hasta en suelos. En los terrenos áridos de rocas duras, los líquenes son los precursores de la vida vegetal, ya que recubren las rocas con sus costras y sus cuerpos

Estructura del cuerpo del líquen

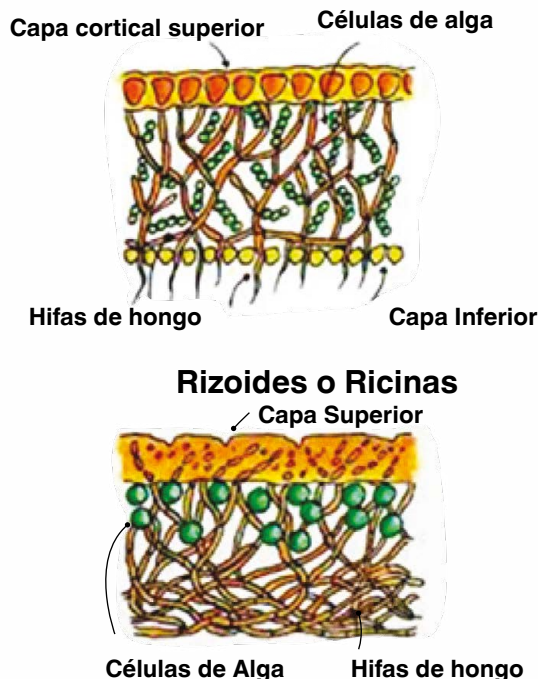


Figura 4:
Estructura celular en
los líquenes. Tomado
de www.kerchak.com

vegetativos coriáceos, penetrando con sus fibrillas entre las partículas de las rocas, desmenuzando su superficie con lo que inician la disgregación de la roca que luego será continua y ampliada por la acción erosiva de las aguas meteóricas.

Al morir los líquenes, sus restos se mezclan con el polvillo mineral de la roca que labraron formando una capa delgadísima de humus en la que pueden desenvolverse las esporas de criptógamas superiores y pequeñas fanerógamas que continúan y amplían la labor fertilizante de los líquenes (Font Jorge 1997:1362). Ellos son precursores de vida en un ecosistema, haciendo posible la introducción de organismos vivos en áreas sin presencia de suelo.

Como se ha mencionado arriba, el cuerpo vegetativo del líquen se llama talo, que es un aparato vegetativo propio de organismos vegetales inferiores como hongos y algas, en el que se confunden tallos, hojas y raíces. A través de ricinas o rizoides y otras estructuras que el líquen tiene, este se sujeta fuertemente de un sustrato, que como hemos visto por lo general se trata de suelos, rocas o cortezas de árboles. El líquen necesita de sustrato donde desarrollarse, pero no se alimenta de él (G.W.F Meyer 1978: 981).

Según los botánicos algunos talos de líquen han sido descritos como homeómeros, con repartición homogénea del alga y hongo es su estructura, estos líquenes son gelatinosos o filamentosos. Otros han sido descritos como heterómeros, donde el alga está limitada a una capa gonídica, cubierta por una capa cortical formada por hifas apretadas en otra capa. Entre los heterómeros se distinguen tres formas generales de vegetación: crustáceos o en forma de costra adherida al soporte y con hifas que penetran en él (Figura 5); foliáceos o a manera de hojas, con lóbulos grandes o pequeños más o menos desgarrados, adheridos solo por el medio o hasta los bordes con hifas rizoides (ricinas) y fruticulosos que tienen ramas erguidas, cilíndricas o en cintas, adheridas por la base (G.W.F Meyer 1978).

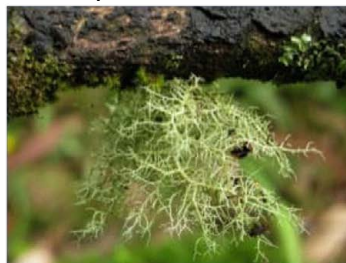
Líquenes cuyo hábitat es la cerámica arqueológica

Se ha mencionado que los líquenes se desarrollan fácilmente en las rocas y en la corteza de los árboles, ciertas especies de líquen especialmente los líquenes crustáceos tienen mayor capacidad de desarrollarse sobre un sustrato duro como las rocas. Los silicatos hidratados

Liquen crustáceo



Liquen fruticuloso



Liquen folioso



Liquen gelatinoso



Figura 5:
Tipos de líquenes.
Tomado de www.botanica2011.wordpress.com.

son los minerales que constituyen la arcilla, materia prima de la fabricación de cerámica. A través de la cocción, la pasta formada por arcilla y antiplásticos añadidos por el ceramista pierde el agua, hecho que causa que los silicatos y antiplásticos formen una sustancia dura similar a una roca. Ahora bien, al hallarse la cerámica en superficie sobre suelos poco transitados y disturbados, esta se encuentra susceptible de presentar colonias de líquenes. Como hemos revisado, los líquenes no se alimentan de la roca o del sustrato donde habitan, pero gradualmente destruyen este soporte, debido a que las hifas rizoides del talo penetran los pequeños espacios de la superficie donde colonizan, paulatinamente disgregándola.

En el caso de la cerámica arqueológica los líquenes producen un importante deterioro, porque las capas superficiales donde se realizan los distintos tratamientos de superficie o decoración desaparecen, dañando la pieza. Además, el análisis cerámico queda sesgado ya que no es posible observar y registrar los procedimientos de confección de la cerámica relacionados a tratamientos de superficie y decoración de la pieza afectada.

De cara al problema: la limpieza de líquenes en la colección de alfarería

Ya que el objetivo de la recolección de esta muestra de fragmentos de alfarería fue su análisis con fines de investigación, nos enfrentamos al problema de que los líquenes impedían la visualización de ciertos atributos de la cerámica. Por procedimiento de campo los fragmentos fueron lavados, en este proceso los líquenes que tenían forma foliada se desprendieron, empero los que lucen como costra no pudieron ser removidos. Se observó que, de forma contraproducente al haberlos mojado, el agua revitalizó a los que estaban en letargia. Cabe resaltar que los líquenes no perecieron al estar dentro de bolsas plásticas donde los fragmentos de alfarería fueron

guardados. Tanto la presencia de estos organismos simbióticos como la posible existencia de bacterias en la colección condujo a que se tome la decisión de limpiar el material cerámico. La limpieza de líquenes de la colección de alfarería se llevó a cabo en el Laboratorio de Conservación del Patrimonio de la Carrera de Antropología y Arqueología de la Universidad Mayor de San Andrés.

De forma aleatoria se eligió una parte del conjunto total de la alfarería que fue sumergido en Etanol al 96 por ciento y otra parte sumergida en una disolución de Amonio Cuaternario al tres por ciento en agua desionizada.

El Etanol o Alcohol Etilico (C_2H_5OH) es un compuesto orgánico que produce cambios a nivel celular, su acción altera la fluidez de las membranas de las células, destruyéndola por reducción de su tensión superficial. También produce una deshidratación a nivel de las membranas interactuando directamente con las proteínas de la membrana, desnaturizándolas (Elvir 1993:1, Diomedi *et al.* 2017: 2). Por estos efectos sobre las células de organismos, el etanol es un antiséptico. A diferencia de otros antisépticos más poderosos y eficientes como el Yodo el Etanol es incoloro, volátil y no tiñe.

El Amonio cuaternario NR4+ corresponde a una familia de compuestos cuya estructura básica es el catión (NH_4^+). Sus usos más frecuentes son la limpieza y desinfección de superficies en centros hospitalarios, es compatible con materiales como el vidrio, cerámica, aluminio, acero inoxidable, goma, etc. Las moléculas de este compuesto desorganizan la disposición normal de la membrana celular, uniéndose irreversiblemente a los fosfolípidos y proteínas de esta estructura. También inactivan enzimas y desnaturizan proteínas esenciales para el desarrollo de las células, así como interactúan con la membrana plasmática. Los compuestos de amonio cuaternario presentan actividad desinfectante sobre bacterias vegetativas, hongos y virus (Diomedi *et al.* 2017:11). El amonio cuaternario es un biocida de

amplio espectro, desodorante, irritante, de coloración amarilla sin embargo no tiñe.

Debido a la naturaleza de los líquenes, además de la limpieza química, se tuvo que recurrir a la limpieza mecánica, ya que las hifas rizoides del talo del liquen penetraron las capas superficiales de los fragmentos de cerámica. De manera que cada fragmento fue sometido a una limpieza en primera instancia usando hisopos de algodón (Figura 8), como esto no era suficiente se utilizó un cepillo realizando un frotado cuidadoso para no dañar la pieza. En lugares puntuales donde los líquenes se alojaron con persistencia se utilizó un elemento metálico (bisturí) para poder desprender al organismo y luego se usó nuevamente el cepillo para arrastrar los restos de material vegetal fuera de la pieza. El bisturí es una herramienta muy importante para los conservadores, usada prácticamente en toda intervención de conservación. Es filo de manera que remueve las excrescencias, tiene la dureza necesaria para lograr una remoción mecánica exitosa y además es inoxidable.

Procedimientos experimentales con Etanol

- En primer lugar, se remojó los fragmentos en agua desionizada durante 24 horas.
- Posteriormente, se sumergieron los fragmentos en Etanol al 96 %

(Figura 6). Luego de un día de remojo se observó que el organismo perdió el color amarillo o verde característico y se tornó oscuro. El organismo que presumimos había muerto requería ser removido mecánicamente.

- Para la remoción mecánica se usó hisopos si el liquen se desprendía fácilmente o bisturí limpiando cuidadosamente los fragmentos. En casi todos los casos se tuvo que recurrir a esta última acción.

- Para finalizar y limpiar los rastros de líquenes que fueron removidos se lavó y cepilló con jabón líquido neutro.

- Se volvió a sumergir los fragmentos en agua desionizada durante 24 horas antes de ser secados. Para eliminar totalmente cualquier residuo de Etanol.

- El secado fue a la sombra, este duró durante varios días para cerciorarnos que los fragmentos tengan la menor humedad posible antes de ser guardados en bolsas de plástico.

Procedimientos experimentales con Amonio Cuaternario

- Se remojó los fragmentos en agua desionizada durante 24 horas.
- Posteriormente se sumergieron los fragmentos a tratar en Amonio Cuaternario al 3 % (Figura 7). Este compuesto químico, al igual que los demás de su



Figura 6: Tratamiento con Etanol, fragmentos sumergidos en la sustancia.

tipo, es comercializado en una alta concentración de manera que se debe proceder a diluirlo al porcentaje requerido para poder ser utilizado. Para esto nos remitimos a la etiqueta del producto donde se encuentra información sobre su porcentaje de concentración y su densidad, con estos datos se realizó un sencillo cálculo estequiométrico que partió del dato requerido es decir el 3% de concentración. Se obtuvo una sustancia básica muy jabonosa y espumante.

Luego de sumergir los fragmentos en esta disolución se observó que los líquenes tardaron mucho más tiempo en perder sus colores y no se llegaron a oscurecer por completo. Así mismo se observó que la disolución reblandeció al organismo, lo que logró que el posterior cepillado saque material vegetal con relativa facilidad esto también debido a la naturaleza básica jabonosa del amonio

cuaternario al tres por ciento y a sus propiedades biocidas (Figura 9).

- Para la remoción mecánica se usó hisopos, cepillos y bisturí para remover las costras que se encontraban más fijadas en los fragmentos.

- Se remojó nuevamente los fragmentos en agua desionizada durante 24 horas antes de ser secados en la sombra durante varios días, esta última operación se realiza especialmente para asegurarnos que cualquier sal que pudo haberse formado por la utilización de compuestos en base de amoníaco sea disuelta (Figura 10).

- El secado fue a la sombra, este duró durante varios días para cerciorarnos que los fragmentos tengan la menor humedad posible antes de ser guardados en bolsas de plástico.



Figura 7:
Fragmento de cerámica
sumergido en NH_4
Cuaternario al 3%.



Figura 8:
Procedimientos de
remoción de los
líquenes.



Figura 9:
Se utilizó un cepillo y
bisturí en la mayor parte
de los casos.



Figura 10:
Líquenes crustáceos
muy persistentes,
removidos con bisturí.

No se observaron cambios ni en la estructura ni en la coloración de los fragmentos de cerámica.

Conclusiones y Recomendaciones

Se han registrado las siguientes observaciones.

El NH4 Cuaternario al tres por ciento fue una sustancia muy recomendada por su poder biocida. Al ser una sustancia básica muy jabonosa fue muy efectiva para reblandecer el talo del liquen, facilitó que el procedimiento de eliminación mecánica pueda desprender el liquen de la superficie de la cerámica más fácilmente, sin imprimir tanta energía en este procedimiento. No se observaron cambios ni en la coloración ni en la estructura de los fragmentos. Sin embargo, luego de un año se observó que, en el corte es decir las partes fracturadas de los fragmentos, en las partes muy porosas donde hay pequeñas cavidades había líquenes sobrevivientes con colores amarillentos y verdosos que se observaron con lentes de aumento.

Recomendamos el uso de equipo de protección personal para manipular esta sustancia porque aún al emplearla en una concentración muy baja es muy irritante para las mucosas de las vías aéreas. Cabe destacar que el amonio cuaternario no debería haber sido usado para sumergir, sino solo empapar el teso cerámico con pincel o compresa. Luego de dicha acción y la posterior limpieza se recomienda sumergir la cerámica en agua desionizada y en esa agua los fragmentos deberían lavarse muy bien para alejar todos los residuos de esta sustancia, esto para evitar cualquier daño a las piezas cerámicas (Comunicación personal Irene Delaveris 2020).

El Etanol al 96 por ciento mostró eficacia al momento de atacar al organismo, los colores verdes, amarillos y grises característicos del liquen pasaron a ser negros en pocas horas. Al parecer el alcohol desecó al liquen, dejando una costra oscura que al limpiarla se disgrega en partículas. A diferencia del Amonio Cuaternario el Etanol no es una sustancia jabonosa lo que condujo a que posteriormente se use jabón líquido neutro y se limpie con cepillos y bisturí para remover

de la mejor manera posible los restos del organismo. Después de un año se observa que en las fracturas y puntos de difícil acceso para los instrumentos de limpieza hay restos del organismo que casi en todos los casos están oscuros y secos como una costra, en muy raros casos habían sobrevivido. Al parecer solo restos que persisten debido a que ni el hisopo ni el bisturí pueden limpiar los pequeños resquicios microscópicos de las partes muy porosas, quedando mínimos restos del organismo que por su naturaleza resiste condiciones extremas y logra sobrevivir.

No se observaron cambios ni en la estructura ni en la coloración de los fragmentos de cerámica. El Etanol o Alcohol Etilico es volátil e inflamable, se deben tomar las debidas precauciones para su manipulación.

Para una próxima experiencia sería interesante observar el uso combinado de ambas sustancias. Primero sumergiendo el fragmento en Etanol, sustancia que ataca al organismo vegetal con mucha efectividad, y luego el Amonio Cuaternario, químico de acción biocida que reblandece las costras, y actúa como un jabón debido a su basicidad.

Otra experiencia interesante de observar sería el uso de antifúngicos naturales como ciertos aceites esenciales disueltos en etanol, potenciando su acción, siempre y cuando la sustancia resultante no altere los colores ni la estructura de la cerámica (Comunicación Personal Willma A. Arce 2021).

En las piezas más afectadas, los líquenes dejaron manchas negras puntuales que no se pudieron remover, una vez que han disgregado la capa superficial de la cerámica este daño es irreversible. También es importante mencionar que, si en los trabajos de prospección se identifica colonias de líquenes en la cerámica es preferible no lavarla hasta elegir el procedimiento a tomar. Para quitarle los sedimentos o restos de tierra es preferible retirar estos restos con un cepillo suave en seco. El agua puede reactivar líquenes que se encuentren en letargia.

Agradecimientos

El "Proyecto Construyendo una Cartografía Cultural en los Municipios Jesús de Machaca y Escoma: El Catastro Arqueológico (1era Fase)" fue financiado por la Universidad Mayor de San Andrés a través de los recursos del Impuesto Directo a los Hidrocarburos (IDH).

Agradecimientos a Marie Julie Declerck, Irene Delaveris y Erik Ruiz C., así como al personal del laboratorio de Conservación del Patrimonio de la UMSA que nos colaboró en todo momento.

Referencias Bibliográficas

- Chávez, J.
2017 Sitios arqueológicos registrados en el catastro arqueológico en Catastro Arqueológico Municipio de Escoma. En *Catastro Arqueológico del Municipio de Jesús de Machaca*, editado por J. Portugal, pp. 51-126. Plural Editores, La Paz.
- Meyer, G.W.F.
1978 Líquen. En *Enciclopedia Universal Ilustrada. Vol.30*. Editorial Espasa - Calpe S.A., Madrid - Barcelona. Vol. 30: 981.
- Font, J.
1997 Líquenes. En *Enciclopedia Océano Océano. Vol. 5*. Grupo Editorial S.A., Barcelona. Vol. 5:1362.
- Rubio Diez, A. M.
1987 Líquenes. En *Enciclopedia Aula. Vol. 3*. Cultural S.A., Madrid. Vol 3:343.
- Soto, D. M.
2015 Deterioro de fragmentos cerámicos por la acción de líquenes. En *Arqueometría Argentina, metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales: datación, caracterización, prospección y conservación, Memorias del V congreso de Nacional de Arqueometría*; pp. 207-220. Editorial Aspha, Buenos Aires.
- Elvir Mairena, J. R.
1993 Efecto del Etanol sobre las membranas biológicas. *Revista Médica Hondureña* 61(1): 20-24
- Diomedi, A. Chacón, E. Delpiano, L. Hervé, B. Jemenao, I. Medel, M. Quintanilla, M. Riedel, G. Tinoco, J. Cifuentes, M.
2017 Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. *Revista Chilena de Infectología* 34 (2):156-174.

