

# COLONIZACIÓN Y ALTERACIÓN DE MOSAICOS ROMANOS POR LÍQUENES Y BRIOFITOS

En general, las rocas pueden sufrir procesos de alteración de tres tipos: de tipo físico, producidos por destrucción mecánica, de tipo químico, debidos normalmente a sustancias agresivas presentes en la atmósfera, y de tipo biológico.

La alteración biológica se debe a la influencia ejercida por organismos vivos sobre los materiales pétreos, que comprenden desde bacterias, algas, hongos, líquenes, briofitos (musgos) y plantas superiores, hasta animales.

Algunos fenómenos de biodeterioro son la formación de pátinas de algas y líquenes, formación de eflorescencias por bacterias y la invasión por briofitos (musgos) y por plantas superiores.

El tipo y la abundancia de organismos vivos sobre piedra depende de la naturaleza del sustrato (textura, pH, cantidad de nutrientes, humedad), las condiciones climáticas (especialmente las microclimáticas) y el grado de polución.

Mientras la temperatura y la humedad ambientales sean favorables, las algas se desarrollan sobre piedras porosas; durante el tiempo seco las algas mueren pero las esporas permanecen, permitiéndoles volver a crecer cuando las condiciones ambientales vuelvan a ser favorables. Los líquenes se desarrollan muy lentamente y son muy resistentes a las condiciones extremas de temperatura y humedad, por lo que ocupan ambientes hostiles para la mayoría de las demás formas de vida vegetal. Los talos superficiales contienen al alga pero las hifas del hongo pueden penetrar profundamente en la piedra. Los musgos necesitan para vivir depósitos de humus (acumulación de organismos muertos). Los depósitos de humus aumentan cuando los musgos mueren y se desarrollan las plantas superiores, cuyas raíces pueden provocar efectos mecánicos de disgregación de materiales, provocando desprendimientos periódicos.

En este artículo nos vamos a centrar en el efecto de líquenes y briofitos (musgos) sobre un sustrato muy concreto, los mosaicos romanos del conjunto arqueológico de Itálica.

Las teselas, elemento fundamental de los mosaicos, están constituidas por diversos tipos de rocas (sedimentarias, metamórficas, volcánicas, etc.) y, junto al mortero que las traba, pueden considerarse un sustrato adecuado para la colonización por líquenes.

Itálica fue fundada por el general Escipión el Africano, en el año 206 a. C., después de la batalla de hipia frente a los cartagineses, en la última fase de la Segunda Guerra Púnica.

Durante el siglo II, el emperador Adriano, contribuyó grandemente al desarrollo de su ciudad natal, convirtiéndola en la primera ciudad monumental de Hispania.

Después de una fase de esplendor, que ocupa los siglos III y IV, la ciudad empezó a declinar hasta que finalmente fue abandonada y saqueada durante los siglos posteriores.

Las excavaciones en Itálica comienzan en el siglo XVIII pero no es sino hasta mediados del XIX cuando se desarrollan con intensidad.

Los mosaicos excavados a finales del siglo pasado se encuentran normalmente en casas particulares sevillanas, mientras que los que aún permanecen en Itálica son los excavados a partir del año 1919, con un período muy activo entre 1924 y 1932.

El estado general de conservación en que se encuentran los mosaicos y pavimentos es lamentable y alarmante y entre las principales causas de este deterioro caben citarse entre otras la presencia de arcillas expansivas en el subsuelo, las condiciones de humedad, las temperaturas extremas, las intervenciones inadecuadas, el abandono, las eflorescencias, los accidentes de diversa índole y el efecto de la fauna y flora (macroscópica y microscópica).

Las principales consecuencias sobre los pavimentos son: la alteración de los morteros, la perdida cohesión entre estos y las teselas, los hundimientos, elevaciones, fracturas y deformaciones, la formación de grietas y fisuras, la falta de materiales y consecuente aparición de lagunas, la separación de paños, la erosión de los bordes, la calcinación de teselas, la existencia de sales, solubles e insolubles y la aparición por último de una variada flora de organismos.

**J. G. Rowe**

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla

**C. Satz**

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, C.S.I.C.

Sevilla

**M. Sáenz**

Departamento de Análisis

I.A.P.H. Sevilla



Para ilustrar todo lo dicho y hacer algunos comentarios sobre la forma en que colonizan los mosaicos tanto líquenes como briofitos (mugos) nos centraremos en un mosaico de la llamada "Casa de Neptuno", pavimento constituido por teselas blancas y negras que dibujan un conjunto de estrellas y flores con una dimensión total de 4.9 x 4.5 m.

Las teselas, en este caso de mármol y con la superficie lisa, presentan forma cúbica y están regularmente cortadas con cerca de 1 cm de lado.

La característica más importante en lo referente a su estado actual es el extenso desarrollo de líquenes sobre ambos tipos de teselas, además de sobre el mortero.

En los estudios efectuados sobre el mosaico antes comentado se pueden diferenciar cuatro formas o estrategias de colonización por parte de líquenes y briofitos (mugos) que son las siguientes:

#### **I. Colonización directa sobre la superficie de las teselas.**

En este caso se trata de líquenes pioneros, de talo muy adherido al sustrato (talo tipo crustáceo) y bien adaptados al crecimiento sobre roca desnuda, con capacidad para fijarse sobre el sustrato, penetrar a través de la superficie y tomar iones de ésta.

Los líquenes característicos de este tipo de ataque, que pertenecen entre otros al género *Caloplaca*, presentan un talo sin capa cortical inferior; por lo que se aplican al sustrato directamente por la médula, con el consecuente aumento, en lo referente al biodeterioro, que esto conlleva.

El ataque al sustrato es tanto mecánico como químico. Mecánicamente, la gran capacidad de imbibición de agua por el liquen (hasta 35 veces su propio peso) da lugar a variaciones de volumen de forma que las estructuras que han penetrado en el interior de la roca actúan a modo de cuñas. Las diferencias de volumen entre los estados húmedos y secos (hinchamientos y contracciones), producen microfracturas.

El biodeterioro químico por parte de los líquenes está asociado a la síntesis y excreción de ácidos orgánicos (normalmente ácido oxálico) y ácidos liquénicos. Estos últimos, al depositarse en el exterior de las hifas (filamentos) de la médula, son los

principales responsables de este tipo de efecto químico negativo.

#### **2. Colonización de morteros y posterior invasión de las teselas.**

Los líquenes que utilizan esta estrategia de ataque no tienen suficiente capacidad para colonizar rocas desnudas, debido básicamente a su carácter menos pionero, y colonizan sustratos alterados, blandos, más ricos en elementos nutritivos y que son más favorables para una colonización por especies con mayores requerimientos ecológicos en general.

El tamaño del poro, la desintegración y disolución de minerales, un sustrato más rico y un régimen de agua más favorable contribuyen en gran medida a facilitar la colonización del mortero.

#### **3. Colonización por especies indiferentes al sustrato.**

Esta tercera estrategia de colonización es llevada a cabo por un grupo de especies con un comportamiento ecológico poco específico o independiente del sustrato y sobre todo con un carácter, en general, más nitrófilo, es decir, más dependiente de la materia orgánica que pueda existir en el sustrato.

Estos tres tipos de colonización representan, en mayor o menor medida, los estadios iniciales de lo que se llama "sucesión de comunidades". Una vez establecidas estas comunidades de especies se lleva a cabo el cuarto tipo de ataque al sustrato: la colonización por especies liquenícolas.

#### **4. Colonización por especies liquenícolas (especies que viven sobre otros líquenes).**

Estas especies liquenícolas o "epífitas", ya poco o nada pioneras, necesitan para su crecimiento, al menos en los estados iniciales de su desarrollo, germinar sobre otros líquenes dada su incapacidad para hacerlo sobre el sustrato desnudo, y suponen por tanto el estado final y maduro de la colonización.

En estas etapas finales de colonización los líquenes recubren total o casi totalmente las teselas y los morteros de tal forma que llegan incluso a enmascarar el dibujo original del mosaico.

Los briofitos (mugos) no compiten con los líquenes en la colonización por las teselas, pero sí lo

hacen, y a veces con éxito, en la colonización de los morteros.

El ataque de líquenes con talo crustáceo a estos morteros conduce a la sucesión apareciendo posteriormente líquenes con talos de mayor tamaño (y de tipo foliáceo) añadiendo de esta manera mayor cantidad de materia orgánica al sustrato cuando estos talos mueren. Cuando la comunidad ha llegado a su madurez y hay suficiente humus para retener agua y poder nutrir a otras especies superiores pueden aparecer briofitos (musgos), que posteriormente prepararán el sustrato para la colonización por plantas vasculares (plantas con flores).

El biodeterioro por efecto puramente mecánico de estas plantas es muy notable, dado su gran tamaño, lo que lleva, en determinadas ocasiones, a la ruina total del mosaico.

No obstante, y en ciertas zonas de los mosaicos, la sucesión no implica necesariamente que los líquenes sean los colonizadores pioneros. Algunas especies de briofitos, ecológicamente equivalente a aquellos, ocupan el mismo sustrato. Esto es particularmente posible en los morteros, donde las rugosidades, diferencias de nivel con respecto a las teselas y una mayor persistencia de la humedad, favorecen el depósito de partículas atmosféricas, materia orgánica, etc.

Incluso en estos casos los primeros colonizadores pueden ser también cianobacterias y algas, que ocupan pequeños huecos y fracturas donde el agua queda retenida por un período de tiempo mayor; que a veces llegan a formar incluso asociaciones simbióticas con briofitos (musgos).

Las algas se extienden sobre la superficie del mortero y forman una costra dura, constituida por muclagos, que cementa partículas de polvo y material transportado por el viento. Esto favorece la retención de humedad durante períodos más prolongados.

Los briofitos (musgos) aprovechan la capacidad de fijar nitrógeno de las cianobacterias y esto podría explicar por ejemplo la rápida proliferación de aque-lllos en determinadas zonas de los mosaicos.

Una vez establecidos los briofitos, y posteriormente las plantas vasculares, las raíces de estas últimas producen grietas, fisuras, elevaciones y deformaciones del mosaico, liberándose las teselas del mortero que las traba, pudiéndose llegar incluso, como comentábamos anteriormente, a su ruina total.

En resumen, la prevención del ataque de los mosaicos por líquenes y briofitos (musgos), es de capital importancia para su conservación, ya que ambos colonizan los morteros, disgrégandolos y favoreciendo una posterior implantación de vegetales superiores.



Las teselas, elemento fundamental de los mosaicos, están constituidas por diversos tipos de rocas y, junto al mortero que las traba, pueden considerarse un sustrato adecuado para la colonización por líquenes.