

Las algas epilíticas de las zonas tropicales en los monumentos mayas.

*Eberto Novelo, Mónica Ramírez y Alejandro Villalobos



Vista general del Palacio de Palenque, notándose el desarrollo de algas en las áreas oscuras.

La visita a los sitios arqueológicos mayas situados en la zona selvática tropical como Palenque, Bonampak y Yaxchilán, nos deja siempre con la impresión permanente de la grandeza de sus constructores y de la inmensa capacidad de la naturaleza en la recuperación de los espacios donde se ha limitado su crecimiento. La presencia de todo tipo de organismos (voladores, reptantes, corredores, silenciosos o ruidosos, etcétera) y del mar de plantas de todo tipo hace que los visitantes tengan una impresión doble y duradera (no solo por las picaduras de mosquitos). Sin embargo, pocos son los que se dan cuenta de las coloraciones variadas que cubren una buena parte de los muros y en muchos casos sólo se lamentan de las “manchas” que afectan la apariencia de los edificios y sus ornamentos.

Las manchas que vemos (por lo menos en las zonas tropicales) generalmente están formadas por algas. Estos son organismos microscópicos que por su crecimiento abundante pueden ocupar extensiones relativamente grandes. Las algas que crecen en las zonas arqueológicas tienen en común resistencias muy altas a la desecación, a las altas intensidades de luz y al suministro esporádico de nutrientes. Estas características hacen que muchas de esas algas sólo se encuentren en los sitios arqueológicos y no en la selva circundante o en edificios relativamente

más recientes (aunque esto puede deberse también al tipo de mantenimiento que reciben dichos edificios).

En un sustrato pétreo, las algas pueden jugar un papel importante en la transferencia de humedad, de nutrientes (metabólicos secundarios), de calor, etcétera. La mayoría de las algas de estas zonas cuentan con estructuras fisiológicas que les permiten la supervivencia en condiciones relativamente “adversas”, pues están cubiertas de mucílagos que permiten una hidratación rápida y evitan la desecación. También poseen paredes celulares gruesas y aceites que son acumulaciones de reservas metabólicas y que participan en la regulación del intercambio de agua con el exterior; otros mecanismos importantes son la presencia de pigmentos distribuidos en la célula o en las vainas mucilaginosas que funcionan como filtros solares. La combinación de estas características en los crecimientos masivos da la apariencia de texturas en forma de películas, fieltros o cubiertas mucilaginosas con coloraciones verdes (con una gran gama de tonalidades), parduscas, naranjas y negras.

Sobre estos crecimientos algales se desarrollan otros organismos como: nemátodos, ácaros, arañas, insectos, moluscos y sobre todo, plantas como: hepáticas, musgos y fanerógamas (plantas con raíces y hojas

verdaderas). Finalmente, también una gran cantidad de hongos y bacterias conviven en estas comunidades.

La gran diversidad de algas que se encuentran en los sitios arqueológicos hace, para los biólogos un sitio extremadamente importante por estudiar (ver figura 1). Sin embargo, su carácter de monumentos históricos hace que la responsabilidad por el estudio de las algas no sólo se enfoque hacia el conocimiento de su biología, sino también hacia los efectos (positivos y negativos) que producen en ellos.

Los efectos negativos se han reunido bajo el nombre de biodeterioro y existe en el mundo un intenso trabajo multidisciplinario para entenderlo y controlarlo.

Los principales factores de la presencia de las algas (en particular las rocas calizas) están ligados con la secreción de ácidos orgánicos que disuelven la roca en especial al interactuar con el agua. Otro factor importante es el aumento (facilitación) de la depositación de carbonato de calcio producto de la disolución derivada de escurrimientos o filtraciones de agua, la presencia de mucílago en la zona de escurrimiento favorece que los cristales de carbonato queden atrapados en la trama de algas y se acumulen formando costras cada vez más densas y duras; otras algas favorecen la depositación del carbonato por su actividad fotosintética.

Por último, el más evidente efecto negativo es el estético. Aunque para los biólogos un gran crecimiento de algas siempre es algo para disfrutar y conservar, a pesar que tales crecimientos afectan la apariencia de muros y ornamentos que se disfrutan mejor sin crecimientos algales sobrepuestos (Villalobos, 1984). (Ver figura 2).

Un tema que no se ha desarrollado mucho en el estudio de



Figura 1. Depósitos de algas ubicadas en la Torre del Palacio.



Figura 2. Crecimiento de algas sobre un muro (*Trentepohlia aurea*).

las algas que crecen en los monumentos históricos del mundo es de los efectos positivos, por lo tanto no existe documentación adecuada al respecto. Tres asuntos confluyen en este tema, la conservación de la biodiversidad, la educación ambiental y del entorno donde se ubican los sitios arqueológicos y los efectos estructurales.

Hemos dicho que la mayoría de las algas que crecen en estos sitios no se encuentran (o al menos no son tan abundantes) en otros lugares. Para los ficólogos (los que estudian a las algas) significa un inmenso trabajo de inventario y documentación de las especies presentes. Muchas de ellas son nuevas para la ciencia, es decir no han sido descritas previamente y quizá sólo se encuentren en estos lugares. Los sitios de donde se describen estas especies nuevas se denominan localidades tipo y son consideradas como un sitio a conservar. Al valor histórico de los monumentos mayas se le añade así, el valor de ser hogar de especies algales únicas en el mundo.

Los monumentos históricos son sitios educativos por excelencia, al conocimiento ofrecido sobre la historia de nuestro país y sus habitantes antiguos, se añade el conocimiento del entorno donde vivieron dichos habitantes.

El conocimiento del entorno es una condición para asegurar la conservación de la naturaleza y ésta, en el caso de las selvas tropicales, es extremadamente rica. Las algas presentes en los monumentos son parte de las relaciones biológicas complejas que unen la producción de oxígeno, alimento y hogar para muchos otros organismos.

El conocimiento de estas tramas biológicas que se inician con el desarrollo algal puede ser motivo para fomentar la conservación del entorno natural.

Desde este punto de vista, la conservación de la biodiversidad significa revalorar la actividad cotidiana de los habitantes originales con su entorno y también, entender el significado de mantener una relación de respeto con el medio ambiente a lo largo de nuestra historia.

El otro aspecto positivo de la presencia de las algas se refiere a su capacidad de retención de humedad. En estos sitios donde la humedad relativa es fluctuante a nivel microambiental, las algas permiten una estabilidad en las tasas de evaporación y por tanto los cambios drásticos de temperatura en la roca son minimizados. Al mismo tiempo, la presencia de algas mantiene protegido al sustrato de la abrasión directa causada por la lluvia y en el caso donde existe presencia de lluvia ácida, es una ayuda importante. El mantenimiento de condiciones de temperatura y humedad con cambios moderados retrasa el intemperismo climático y por ello la microestructura de las rocas puede mantenerse sin alteraciones por más tiempo.

Gracias a un apoyo especial de la UNAM (Proyecto PAPIIT IN214606) iniciamos el estudio de las algas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán (ver figura 3 y 4). Los objetivos principales de este proyecto son la caracterización del biodeterioro algal a partir del conocimiento de las especies de algas que crecen en esos sitios. El conocimiento de las especies es posible sólo con

la obtención de cultivos y de un registro preciso de las condiciones microambientales donde crecen. Finalmente pretendemos generar un modelo básico de las condiciones microambientales y los crecimientos relacionados que nos ayude a entender la distribución de dichos crecimientos en cada zona. De estudios previos ya se ha obtenido un panorama muy complejo de los crecimientos y las algas que los componen y también algunos elementos que ayudarían al control de los crecimientos algales en zonas críticas de conservación.

Algunos de los elementos que nos referimos y que justifican los estudios actuales se refieren a la identificación actualizada de las especies presentes, la descripción de patrones de reproducción de algunas de las especies más abundantes y la distribución de las mismas en relación con la iluminación solar. Aunque estos datos pueden ser obtenidos de manera general y en una visión macroscópica, nuestra contribución apunta a los elementos microscópicos del problema.

Torres (1991) registró para todo Palenque un total de 34 especies y esa es la principal referencia que existe a la flora del sitio. En cambio, Ramírez (2006) registró 16 especies dominantes (es decir, más abundantes) sólo del conjunto Palacio en el mismo lugar. Las diferencias numéricas podrían parecer irrelevantes a simple vista, sin embargo, hay que considerar que los criterios para la caracterización de las especies han cambiado considerablemente en los últimos años y algunas de las especies nombradas originalmente



Figura 3. Estación de monitoreo de algas ubicada en el grupo Murcielagos de Palenque.



Figura 4. Detalle de la estación de monitoreo.

ahora son parte de complejos de especies mejor caracterizados.

Un ejemplo interesante es la presencia casi ubicua de *Scytonema guyanense*, una *Cyanobacteria filamentosa*, que posee una vaina mucilaginoso con un pigmento que funciona como filtro a los rayos ultravioleta (la *scytonemina*) y que colorea las vainas de un tono amarillento a pardusco. El crecimiento masivo de esta especie produce películas mucilaginosas negras que se desprenden fácilmente cuando están completamente hidratadas (en la época de lluvias) y casi sin material del sustrato. Durante la época de “secas”, los márgenes de los crecimientos de *Scytonema* se contraen y se convierten en hojuelas que se desprenden con partículas del sustrato. Una gran parte de los crecimientos de esta especie se mantiene fuertemente adherida a la roca y es más difícil de separarla (ver figura 5). Al observar al microscopio recolecciones de diferentes sitios o épocas del año se pueden registrar variantes morfológicas correspondientes a varias especies descritas previamente. Una observación más detallada puede dar como resultado la presencia de dos o más conjuntos de caracteres en un solo filamento (¡como si existieran dos especies en un solo individuo!).

El cultivo de esta especie en condiciones de laboratorio y después de observaciones cuidadosamente registradas dio como resultado una gama de variantes morfológicas que se expresan según los cambios ambientales y que pudieran confundirse con diferentes especies.

Está presente principal y abundantemente en los muros exteriores, con condiciones de insolación alta y constante durante todo el año. En muros interiores se presenta menos abundante y asociada con otras especies no filamentosas.

Los crecimientos algales con coloraciones negras también son producidas por especies no filamentosas (unicelulares coloniales), pero en este caso los pigmentos que oscurecen se encuentran en el interior de las células y su fisiología y forma de crecimiento son diferentes de los de *Scytonema*. Este ejemplo puede aplicarse a las otras 15 especies más abundantes registradas por Ramírez para darse una idea de la complejidad del asunto. Falta estudiar con detalle (con métodos de microscopía electrónica o confocal) la manera como los filamentos de *Scytonema guyanense* se adhieren al sustrato y si en su estado seco existe algún tipo de fijación especial (ver figura 6). También faltan los estudios de los efectos sobre la roca debido a los pigmentos y ácidos extracelulares en los crecimientos tan abundantes que produce.

Esos estudios nos darán una idea más clara del papel que juega *Scytonema* y si su presencia debe interpretarse como parte del biodeterioro o como parte de la bioconservación de los monumentos.

El desarrollo de las algas no puede evitarse en condiciones naturales pues las estructuras de resistencia, de dispersión e incluso las células vegetativas mismas están presentes en todas partes y son transportadas por cualquier medio (agua, aire, animales, etcétera).



Figura 5. Crecimiento de *Scytonema guyanense* sobre un muro.

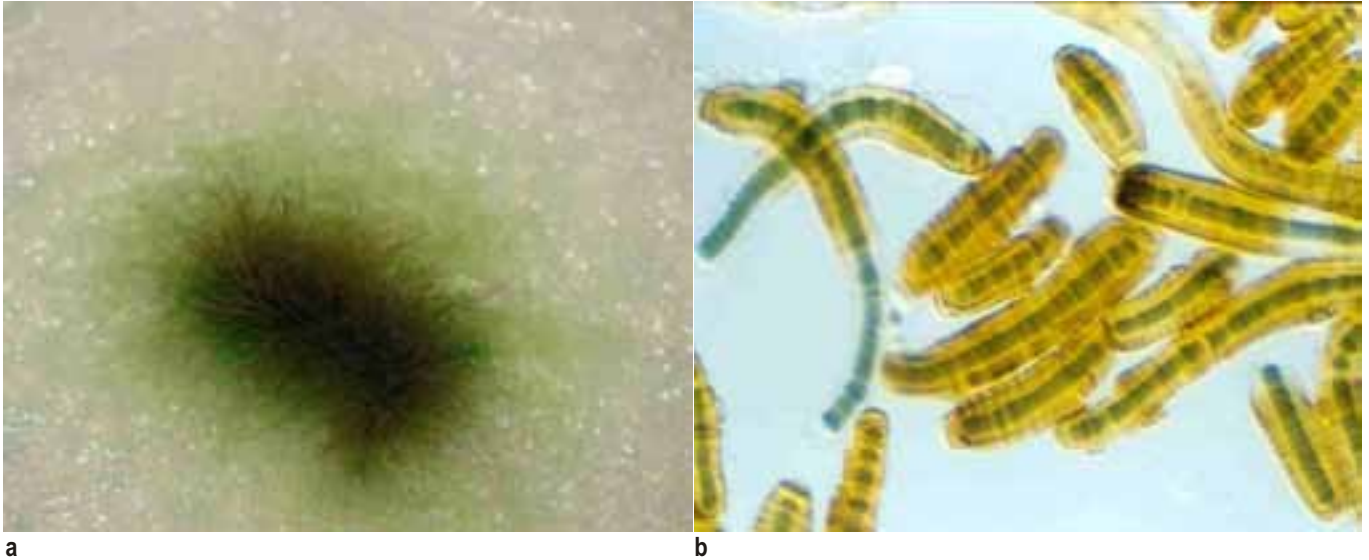


Figura 6. *Scytonema guyanense*. En la fotografía a, es posible apreciar su crecimiento en cultivo, mientras que en la fotografía b, se encuentra vista al microscopio a (400x).

Por ello, las acciones de limpieza que pretenden evitar la recolonización posterior de las algas son imprácticas o demasiado costosas.

Nuestra propuesta es la de desarrollar el concepto de control de los crecimientos algales, en oposición a la eliminación o limpieza drástica.

Cuando se aplican métodos de limpieza y después de algunas semanas se observa que las algas están nuevamente ahí, se genera una sensación de impotencia y se hace una búsqueda de métodos más radicales.

En cambio, la aplicación de métodos similares como mecanismos de control (equivalentes a la poda preventiva y estética a las plantas), parte de la idea de convivencia con las algas, también reconoce que los componentes biológicos que participan en el biodeterioro están presentes siempre y que existen mecanismos de disparo en la proliferación masiva que todavía no conocemos del todo.

Más aún, para el caso de las condiciones que nos ocupan, aunque se lograra erradicar a algunas de las algas, las superficies siempre estarán expuestas a la colonización de otras que ocuparán esos nichos vacíos.

Con la aplicación de métodos de control también se ayuda a conservar los crecimientos que podrían ser benéficos en la conservación de las estructuras arquitectónicas, se conserva la biodiversidad y se ayuda a explicar mejor porqué un muro cubierto de algas no “está feo”, más bien está lleno de vida.

Agradecimientos.

Agradecemos a la Dra. Rosaluz Tavera por sus comentarios que mejoraron este escrito y a la M. en C. Guadalupe Vidal por su colaboración en la preparación del material gráfico.

Bibliografía

Ramírez Vázquez, M.
2006. Caracterización de los crecimientos algales causantes del biodeterioro en la zona arqueológica de Palenque (Chiapas, México). Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México. 81 pp.

Torres Soria, P.
1991. La ficoflora de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 116 pp.

Villalobos, Alejandro, et al.
1994. Informe de inspección. Manejo y operación. Zona Arqueológica de Palenque. Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural del INAH. Churubusco, DF. México.

***Dr. Eberto Novelo1,
M. en C. Mónica Ramírez 2 y
Dr. Alejandro Villalobos 3.**

- 1) Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias,
- 2) Posgrado en Ciencias Biológicas y
- 3) Centro de Investigaciones de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional Autónoma de México.

¿**Quieres** recibir Lakamha' como un archivo pdf en tu cuenta de correo electrónico?

¿**Tienes** dudas o comentarios?

Lakamha@hotmail.com

