

# Lakamha'

**BOLETÍN INFORMATIVO  
DEL MUSEO DE SITIO  
Y ZONA ARQUEOLÓGICA  
DE PALENQUE**

**AÑO 6 / SEGUNDA ÉPOCA / No. 22  
ENERO-MARZO 2007**



**Control de crecimiento de  
microorganismos en el  
Trópico húmedo.**

# Presentación

*Por sus características geográficas, la denominada región del Usumacinta posee diversos agentes naturales que interactúan con los restos arqueológicos de sitios como Palenque, Yaxchilán y Bonampak, que se hallan enclavadas en áreas tropicales húmedas. Este ambiente proyecta al visitante una doble satisfacción al observar paisajes culturales de enorme valor escénico que requieren de programas periódicos para su conservación en los que se contempla detectar, prevenir, corregir y detener el daño causado por los elementos naturales en los que se encuentra inmerso ya que, animales, plantas y microorganismos encuentran en estos lugares el medio ideal para su desarrollo.*

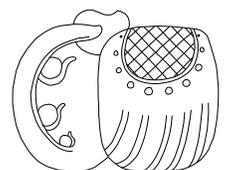
*Las algas son microorganismos que a menudo se presentan en las construcciones mayas como manchas de diferentes colores causando una impresión de descuido sin embargo, su control y posible eliminación sólo es posible mediante su comprensión. Para tal efecto actualmente se está llevando a cabo un estudio interdisciplinario por parte de especialistas de diferentes ramas.*

*El proyecto (PAPIIT IN214606) encabezado por el Doctor Eberto Novelo, está evaluando los efectos positivos y negativos que tienen las algas, dando a conocer que en muchos casos la eliminación total de estos elementos provocaría daños en la estabilización de las rocas, pues retienen la humedad ante los cambios bruscos de temperatura e impiden la abrasión causada por las lluvias, retrasando así el intemperismo.*

*Respecto a la conservación la Maestra Dulce María Grimaldi, hace un recuento de las actividades anteriormente efectuadas para el control y eliminación de dichos microorganismos señalando la necesidad de integrar el estudio realizado por los biólogos respecto a su comportamiento y crecimiento, y profundizar en el pleno conocimiento del deterioro que pueden estar causando, esperando así, encontrar soluciones a largo plazo, tema de estudio del proyecto “El Control de las Algas en las Zonas Arqueológicas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán: Área de Conservación y Restauración”.*

*Palenque, Chiapas*

*Marzo del 2007*





## CONSEJO NACIONAL PARA LA CULTURA Y LAS ARTES

Sergio Vela Martínez  
*Presidente*

## INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA

Alfonso de María y Campos  
*Director General*

Mario Pérez Campa  
*Secretario Técnico*

Laura C. Pescador Cantón  
*Coordinadora Nacional de Arqueología*

José Enrique Ortíz Lanz  
*Coordinador Nacional de Museos y Exposiciones*

Emiliano Gallaga Murrieta  
*Director del Centro INAH Chiapas*

Elisabeth Flores Torruco  
*Directora de las Zonas Arqueológicas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán*

Elena San Román Martín  
*Directora del Museo de Sitio "Dr. Alberto Ruz L'Huillier" de Palenque*

Dory C. Mac Donal Vera  
Nadia Aroche Fuentes  
*Responsables editoriales*

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

*Eberto Novelo,  
Mónica Ramírez y  
Alejandro Villalobos* **3**

En varios de los edificios de las antiguas ciudades mayas es común encontrar rastros de algas de diversos tipos y coloraciones. Esto se debe a su resistencia a la desecación, a las altas intensidades de luz y al suministro esporádico de nutrimentos.

Para efectos de conservación de los elementos arquitectónicos, actualmente se está llevando a cabo un monitoreo para evaluar los efectos positivos y negativos que tienen las algas sobre las estructuras de los sitios arqueológicos de Palenque, Bonampak y Yaxchilán.

## Importancia de las algas en la conservación de los monumentos prehispánicos de Palenque, Bonampak y Yaxchilán.

*Dulce María Grimaldi* **8**

El control y eliminación de las algas en zonas arqueológicas ha sido tema de estudio por muchos años proponiéndose para su eliminación diferentes alternativas, sin embargo, estas propuestas no han logrado resultados perdurables. Es por ello que desde el año 1993 un grupo de especialistas han implementado medidas para su control en el sitio de Palenque, derivándose en el actual proyecto que contempla la colaboración conjunta de restauradores del INAH y biólogos de la UNAM.



*Crecimiento de Scytonema guyanense en cultivo.*



*Relieve de la casa D en el Palacio mostrando manchas negras provocadas por microorganismos.*

# 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 nutrimentos. 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 nutrimentos (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.**

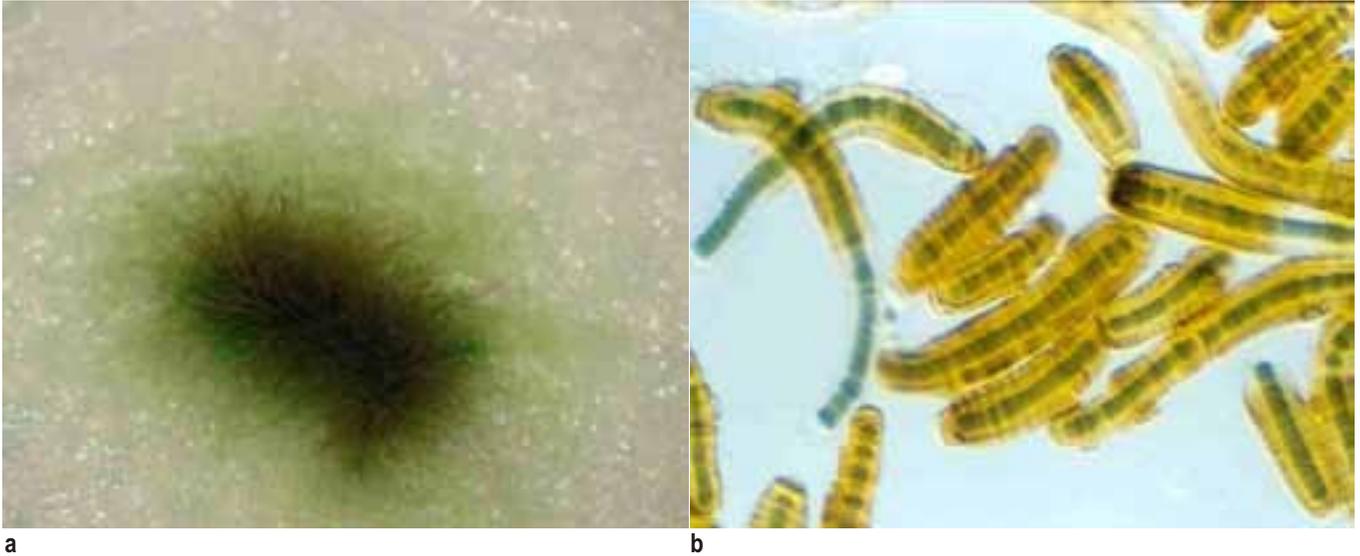


Figura 6. *Scytonema guyanense*. En la fotografía a, es posible apreciar su crecimiento en cultivo, mientras que en la fotografía b, se encuentra vista al microscopio a (400x).

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.

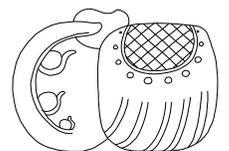
**\*Dr. Eberto Novelo<sup>1</sup>,  
M. en C. Mónica Ramírez<sup>2</sup> y  
Dr. Alejandro Villalobos<sup>3</sup>.**

- 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



# Importancia de las algas en la conservación de los monumentos prehispánicos de Palenque, Bonampak y Yaxchilán.

\*Dulce María Grimaldi



Crecimientos algales en el friso y crestería de la casa C del Palacio.

En las construcciones prehispánicas de sitios y zonas arqueológicas que se encuentran en las zonas cálidas húmedas, comúnmente llamadas del trópico húmedo, hay monumentos que han sido deteriorados por agentes biológicos. Diverso personal del Instituto Nacional de Antropología e Historia que se ocupa de la conservación en México se ha interesado en este problema/fenómeno. Este tipo de deterioro provoca manchas que cubren muros y elementos decorativos. Ellas son, en gran medida, causadas por la presencia de algas. Como es percibido fácilmente por expertos y visitantes, es un problema que suele llamar la atención. Sin embargo, es asombroso constatar que a pesar de las medidas llevadas a cabo en el pasado para controlar su crecimiento, las algas siguen presentes.

Las zonas arqueológicas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán, en el estado de Chiapas, son ejemplo de la estrecha vinculación entre la presencia de algas y la conservación de los monumentos prehispánicos que ahí se encuentran. Palenque cuenta con un clima con temperaturas máximas y mínimas de 29.7 a 22.4 C y una precipitación anual de 2156.1mm (Torres 1993:13). Por su parte, Bonampak se localiza en el corazón de la selva Lacandona, cuenta con una temperatura máxima y mínima de 27.2 C y 21.8 C, con una precipitación anual de 2609mm en promedio (Meave 1990:19). Finalmente Yaxchilán cuenta con una temperatura máxima de 26 C y

una mínima de 20 C, así como precipitación anual de 2000 a 2300mm (Herbert 1995).

Durante años los responsables de las zonas, arqueólogos y restauradores, han unido esfuerzos para enfrentar el problema, con biólogos del INAH y de otras instituciones académicas, como la UNAM y el IPN. Juntos han buscado soluciones para evitar la presencia de las algas en los edificios prehispánicos. Especialmente en la Zona Arqueológica de Palenque se han llevado a cabo las siguientes medidas:

- El registro e identificación de las especies de algas presentes en los monumentos,
- La observación macroscópica de los deterioros provocados por las algas en los sustratos de piedra caliza y estuco,
- La experimentación y aplicación de biocidas,
- La búsqueda de productos y técnicas alternativas, y
- La evaluación de todos esos tratamientos.

En general ha prevalecido la idea de que hay que eliminar el crecimiento de las algas mediante productos químicos, comúnmente llamados biocidas; en ocasiones, se han empleado combinándolos con otros medios de control de tipo mecánico. Sin embargo, las propuestas no han logrado resultados perdurables a largo plazo, por lo que después de algunos años, se observa que en los muros nuevamente han crecido las algas. Ciertamente, en parte, el problema es provocado



**a** Fotografía tomada en el año 1999 por H. Orea. Archivo de la CNCPC. **b** Fotografía tomada en el año 2002 por D.M. Grimaldi. Archivo de la CNCPC. **c** Fotografía tomada en el año 2006 por D.M. Grimaldi. Archivo de la CNCPC.

**Figura 1. Relieve de estuco ubicado en la casa D del Palacio . La fotografía a, muestra manchas negras provocadas por las algas, b, indica una mayor extensión de algas y c, presenta nuevamente infestación de algas a pesar de un tratamiento de limpieza aplicado al relieve.**

por la falta de una estrategia continua de mantenimiento, ya que no existen acciones sencillas de control para este problema tan complejo. Otra causa es que el presupuesto con que se cuenta para emprender estas acciones es limitado.

Desde el siglo XIX viajeros e investigadores realizaron observaciones respecto al crecimiento biológico en la zona de Palenque y su vinculación con el deterioro, como lo menciona Cedillo (1991) en su investigación. Las descripciones más antiguas de los crecimientos biológicos observados son poco precisas, confundiendo la presencia de algas con lama, líquenes, bacterias u hongos; aspecto que fue mejorando al paso del tiempo. Ya para principios de los 90s se tuvieron avances significativos en la identificación de especies de algas en la Zona Arqueológica de Palenque a través del acercamiento formal del investigador de la CNCPC, Biol. Torres (1993), y de biólogos del Instituto Politécnico Nacional en colaboración con las restauradoras Castro y Tapia (1993). Es importante resaltar el enfoque del investigador Torres, quien debido a su cercanía con el área de restauración y a su compromiso laboral además de la identificación propuso e implementó medidas para el control de las algas en la zona de Palenque.

Al mismo tiempo que se ha trabajado en la identificación de algas, se han desarrollado estudios para determinar la vinculación de las mismas con el medio ambiente, destacando el papel de la incidencia de luz y el contenido de humedad como dos factores determinantes en la distribución, frecuencia y abundancia de algas en las superficies, (Torres 1993:93). Así mismo, se han analizado los patrones de distribución de las algas sobre

las estructuras, y se ha descrito el deterioro que producen sobre el sustrato de piedra caliza y estuco, a partir de observaciones a nivel macroscópico y bibliografía existente (ver figura 1).

La tendencia de aplicar biocidas para eliminar las algas en forma masiva perdura hasta finales del siglo XX, aunque en las últimas décadas los investigadores y restauradores reconocen la importancia de mayor investigación para en un futuro sustituir el uso de biocidas por métodos inhibidores del crecimiento de las algas.

Castro y Tapia llevan a cabo una evaluación de los tratamientos con biocidas reportados para eliminar crecimientos biológicos, incluyendo a las algas, en donde dan cuenta de ciertas inconveniencias que resultan de este tipo de tratamiento; entre otras, ignorar las características del producto empleado y del sustrato original, con el consecuente desconocimiento de la reacción entre ambos, del empleo de materiales altamente tóxicos y algunos con efectos secundarios indeseables. También dan cuenta de la dificultad de llevar a cabo un seguimiento adecuado de los tratamientos anteriores debido a las deficiencias con que se registran dichos tratamientos.

Si bien con la aplicación de biocidas se obtuvieron resultados que a nivel estético y a corto plazo respondieron satisfactoriamente a su objetivo, así como aspectos positivos al disminuir la erosión de la superficie de las áreas donde se aplicó limpieza manual y reducción de costos de mantenimiento, las inconveniencias señaladas por Castro y Tapia llevan a considerar la necesidad de llevar a cabo el mantenimiento de las estructuras para disminuir la

humedad en los sustratos originales, así como de buscar otros métodos de control (ver figura 2).

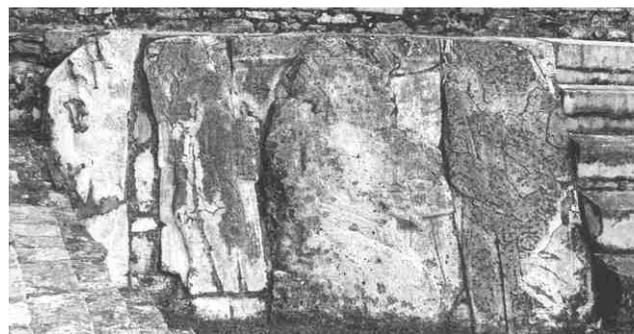
Además del empleo de biocidas se observa como hasta finales del siglo XX las investigaciones se centran en el estudio de las propiedades de los productos químicos empleados con este objetivo y la búsqueda en el mercado de otros productos que ofrezcan mejores propiedades. Las experimentaciones que se realizaban estaban enfocadas a probar, en general, diferentes biocidas, muchos de los cuales implicaban el riesgo de su manejo debido a su toxicidad.

Los tratamientos para eliminar de manera efectiva los crecimientos de algas también incluyeron el buscar en ocasiones productos que tuvieran acción remanente para prevenir nuevamente la infestación. Sin embargo, se reconocía la preocupación en cuanto a las repercusiones de los biocidas en los ecosistemas, reconociendo que su aplicación masiva y regular alteraría la cadena ecológica en la zona (Cedillo 1991: 118).

A pesar de los esfuerzos realizados, los estudios y las experimentaciones, las algas vuelven a colonizar los muros exteriores e interiores de templos y estructuras en poco tiempo. Para el año 2002 una visita de reconocimiento de la zona arqueológica de Palenque muestra que de nueva cuenta las estructuras prehispánicas se encuentran cubiertas por algas. La preocupación en el área de restauración se incrementa al notar deterioros asociados a las algas que anteriormente no habían sido observados. Es por ello que se plantea la necesidad de continuar la búsqueda de soluciones a partir del estudio y experimentación. Siendo finalmente en el año 2004 que se establece una colaboración entre restauradores del INAH y biólogos de la UNAM para continuar con este campo de estudio.

Una revisión de lo acontecido hasta el momento, permite identificar algunas áreas que se desea complementar y enriquecer, así como, áreas de mayor interés; algunas ya han sido señaladas en las investigaciones anteriores. Ejemplo de ello es el interés por definir con mayor precisión el deterioro que producen las algas; no todas se comportan de igual manera, ni de la misma forma durante el transcurso del año. Se requiere de mayor experimentación y análisis para observar microscópicamente los procesos que tienen lugar y relacionarlos con las observaciones a nivel macroscópico. De igual manera se hacen notar las omisiones en los reportes de las aplicaciones con biocidas realizadas anteriormente, con lo que resalta la necesidad de uniformar el reporte de los tratamientos aplicados con este fin y que también permita un posterior seguimiento del mismo.

Resalta la necesidad de integrar un glosario que permita a restauradores y biólogos comunicarse fluidamente con una terminología adecuada. Se retoma el interés por



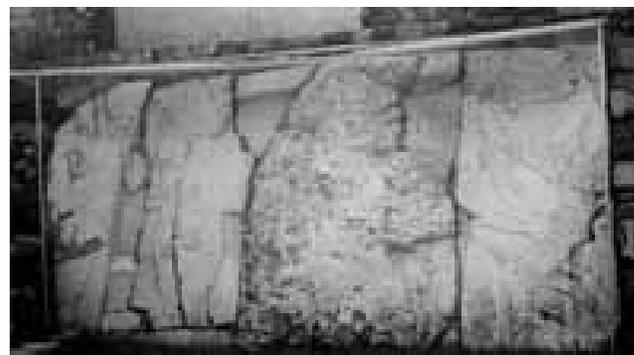
a  
Fotografía tomada en el año 1981 por R. Peralta. Archivo de la CNCPC.



b  
Fotografía tomada en el año 1982 por R. Peralta. Archivo de la CNCPC.



c  
Fotografía tomada en el año 1999 por H. Orea. Archivo de la CNCPC.



d  
Fotografía tomada en el año 2006 por M. Tapia. Archivo de la CNCPC.

**Figura 2.** Lápidas del Patio de los Cautivos ubicadas al interior del Palacio. La fotografía a, muestra microorganismos antes de su limpieza, b, presenta el proceso de eliminación de microorganismos, c, indica nuevamente la infestación de microorganismos y d, expone las lápidas después de haber eliminado los microorganismos durante una limpieza en el año 2001 y colocado una cubierta de protección.

contar con una ficha para el registro en campo, basándose en la propuesta de Castro y Tapia para los crecimientos algales, pero con la necesidad de vincular la información producto de las observaciones a nivel macroscópico y los análisis microscópicos.

Como resultado de ese primer acercamiento se establece un proyecto de investigación en el cual se pone énfasis en conocer el comportamiento y crecimiento de las algas ( a cargo del área de biología) y profundizar en el conocimiento del deterioro que puedan estar causando para entonces definir cuales de ellas realmente tienen que ser eliminadas, *El Control de Algas en las Zonas Arqueológicas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán: Área de Conservación y Restauración*. También se plantea el interés por definir si algunas algas pudieran estar favoreciendo la conservación de las estructuras de piedra o estuco, aspecto ya mencionado anteriormente por Torres (1993:9). Sobre todo se privilegia el control de los crecimientos algales, por encima de su eliminación en forma masiva.

Esta colaboración da inicio con el trabajo de identificación de algas en la Z. A. de Palenque, específicamente en el Palacio, por la maestra en ciencias Mónica Ramírez.

Con avances científicos actuales ella llevó a cabo una identificación de mayor precisión que la previamente realizada por Torres (Ramírez, 2006). A partir de este primer trabajo se establece la colaboración para estudiar y buscar métodos de control en las Zonas Arqueológicas de Palenque, Bonampak y Yaxchilán con la colaboración de biólogos y arquitectos de la UNAM, así como restauradores del INAH.

Eliminar a las algas porque causan un efecto desagradable, de abandono de los monumentos, no resulta suficientemente convincente teniendo en cuenta la aplicación de productos que a largo tiempo han mostrado tener efectos secundarios no calculados. Por otra parte, se trata de productos altamente tóxicos, con efectos no deseados sobre las mismas estructuras arquitectónicas o sus elementos decorativos.

En algunos casos los crecimientos tendrán que ser eliminados y no solo controlados, pero será necesario tomar en consideración el momento más indicado para ello, de acuerdo a las características de desarrollo, de tal forma que no implique esparcir esporas sobre otras superficies.

La propuesta de investigación recientemente planteada es a largo plazo, ya que requiere de un tiempo de identificación y de experimentación en laboratorio y en campo.

Estamos convencidos de que vale la pena, pues permitirá encontrar opciones que hagan posible la conservación del patrimonio cultural sin dañar ni menospreciar el papel de las algas en la conservación de los mismos monumentos. Sobre todo, esperamos brindar opciones para acciones más controladas, que combinen estrategias de mantenimiento para la conservación a largo plazo.

Agradecimientos.

Agradecemos a Pablo Torres y Rosario Grimaldi por sus comentarios y sugerencias.

## Bibliografía

Castro, María del Carmen y Martha I. Tapia.  
1993 Palenque Intervenciones Anteriores en Conservación: Seguimiento y Evaluación. Tesis de Licenciatura en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Muebles, texto mecano-escrito, Biblioteca de la CNCPC, México.

Cedillo, Luciano.

1991 La Conservación en Zonas Arqueológicas. Tres Décadas de Trabajo. Tesis de Licenciatura en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Muebles, texto mecano-escrito, Biblioteca de la CNCPC, INAH, México.

Herbert Pesquera, Luz de Lourdes.

1995 Presentación de una Zona Yaxchilán, Chiapas, Tesis de Licenciatura en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Muebles, texto mecano-escrito, Biblioteca de la CNCPC, INAH, México.

Meave del Castillo, Jorge.

1990 Estructura y Composición de la Selva Alta Perennifolia de los Alrededores de Bonampak. Colección Científica. INAH, México.

Ramírez, Mónica.

2006 Caracterización de los crecimientos algales causantes del biodeterioro en la Zona Arqueológica de Palenque (Chiapas, México). Tesis de maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática), texto mecano-escrito, Facultad de Ciencias. UNAM, México.

Torres, Pablo.

1993 La Ficoflora de la Zona Arqueológica de Palenque, Chiapas, Colección Científica. INAH, México.

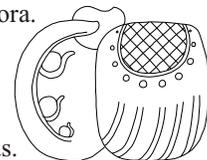
### \*M. Dulce María Grimaldi

Restauradora de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH.

Ahora también puedes consultar Lakamha' en línea y bajar los archivos pdf a tú computadora.

Visítanos en  
[www.antropologia.inah.gov.mx](http://www.antropologia.inah.gov.mx)

Encuétranos en la sección de revistas.



# Noticias

## Proyecto con la Agencia Espacial NASA “El Sol Nos Une A Todos”

En un esfuerzo para hacer la astronomía más relevante, la NASA ha realizado una maniobra innovadora. La agencia espacial, en colaboración con la Universidad de California-Berkeley, el INAH, y muchas otras instituciones educativas y grupos comunitarios, ha girado su atención del espacio a la Tierra para explorar los logros astronómicos de las civilizaciones antiguas. “El Sol Nos Une A Todos” (We Are One Under The Sun) reúne un grupo multi-disciplinario de astrónomos, arqueólogos, antropólogos, y educadores en un proyecto de tres años. Diseñado para despertar una perdurable apreciación e interés hacia la ciencia, matemáticas y tecnología, el programa enfatiza la rica herencia científica que se desarrolló en el nuevo mundo. El programa “El Sol Nos Une A Todos,” bajo la dirección de la Dra. Isabel Hawkins (NASA/Berkeley), la Dra. Nelly Robles (Z. A. Monte Albán/INAH) y el Arqlgo. José Huchim (Z.A.Uxmal/INAH), ha sido recientemente aprobado por el Consejo de Arqueología del INAH, lo que proveerá futuras oportunidades para replicar el programa en varias zonas arqueológicas.

La evolución de este programa inició con una serie de eventos para celebrar los solsticios, equinoccios y el paso del Sol por el cenit y el nadir en parques nacionales y zonas arqueológicas en México y Estados Unidos. Los exitosos eventos atraen a miles de participantes. Durante el paso cenital de mayo en Mérida y Uxmal, Yucatán, más de 1500 estudiantes, maestros, miembros de las comunidades mayas y público en general, asistieron a los eventos.

Durante la primera semana del pasado mes de Noviembre, el equipo de “El Sol Nos Une A Todos” se reunió nuevamente en Palenque. El evento coincidió con la Luna llena, el tránsito de Mercurio, y el paso del nadir. Ofreciéndose conferencias y talleres dirigidos a profesores de primaria, secundaria y preparatoria impartidos por expertos de la Universidad de California-Berkeley, NASA, zonas arqueológicas de Monte Alban, Uxmal, y Palenque y otras instituciones que enriquecieron la experiencia de los participantes. La visita a la zona arqueológica de Palenque y al Museo dieron la evidencia tangible del complejo conocimiento científico de los antiguos Palencanos.



Isabel Hawkins con profesores de Palenque en el sitio.



La Presidenta de Oxchuc, Chiapas, María Gloria Sánchez Gómez con Louise Meyer de Solar Household Energy y una olla solar.



Máscara procedente del Templo XVIII-A de Palenque, descubierta en 1956 por el Arqlgo. Alberto Ruz L´Huillier al excavar una cámara funeraria que contenía los restos óseos de dos individuos y diversos objetos entre los que destaca está pieza manufacturada en jadeíta, concha y obsidiana. Actualmente es posible apreciar esta máscara después de la última intervención efectuada por el restaurador Juan Alfonso Cruz Becerril, en el Museo de sitio de Palenque.