

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN
IIHAA – ESCUELA DE HISTORIA**

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN DE CULTURA,
PENSAMIENTO E IDENTIDAD DE LA SOCIEDAD GUATEMALTECA



**CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES
MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN
CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO:
PROPUESTA TÉCNICA PARA SU CONTROL
SITIO ARQUEOLÓGICO YAXHA**

Lic. Daniel Aquino Lara
Coordinador del proyecto

Mónica Varinia Matute Rodríguez
Auxiliar de Investigación II

Giovanni Flores González
Auxiliar de Investigación I

Walda Renée Salazar Flores
Investigadora Asociada

Adriana Lucía Segura Rodas
Investigadora Asociada

NUEVA GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN
DICIEMBRE DE 2008



forma cat-09-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO
PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

El Proyecto de Investigación “*Crecimiento y distribución de organismos vegetales menores en la arquitectura prehispánica y su relación con el deterioro del Patrimonio Cultural edificado: propuesta técnica para su control. Sitio arqueológico Yaxha*” se ha hecho realidad gracias al co-financiamiento de la Dirección General de Investigación USAC, por medio de la asignación **2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97**, que tuvo como principal contrapartida el apoyo material y humano de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural a través de la administración del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo. El aval académico se obtuvo del Instituto de Investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas de la Escuela de Historia USAC, fundamental en el desarrollo de las actividades científicas de la investigación. También se agradece el apoyo del Herbario del Centro de Estudios Conservacionistas USAC, laboratorio que nos apoyo durante la fase de identificación de los organismos vegetales menores.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	04
RESUMEN	05
INTRODUCCIÓN	07
ANTECEDENTES	10
1. Marco Metodológico	13
1.1 Justificación	13
1.2 Objetivos	16
1.3 Metodología	16
2. Presentación de resultados	20
2.1 Sitio arqueológico Yaxha	20
<i>Contexto medio ambiental</i>	
<i>Historia prehispánica</i>	
<i>Patrimonio cultural edificado</i>	
2.2 Organismos vegetales menores	31
<i>Algas</i>	
<i>Briofitas</i>	
<i>Líquenes</i>	
2.3 Conservación del Patrimonio Cultural	45
<i>Criterios Internacionales y Legislación</i>	
<i>Factores de alteración y deterioros</i>	
<i>Pruebas de conservación preventiva</i>	
3. Discusión de resultados	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	70
1. Lista de Catálogos y Fichas de Información	
2. Fichas de recolección de datos	
3. Catálogo de áreas seleccionadas	
4. Catálogo de dibujo arqueológico	
5. Catálogo de dibujo biológico	
6. Catálogo de recolección de muestras biológicas	
7. Catálogo de organismos vegetales menores	
8. Catálogo de dibujo de conservación	
9. Catálogo de pruebas de conservación preventiva	
10. Catálogo de arquitectura prehispánica Yaxha	
11. Ponencia presentada en el XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Museo Nacional de Arqueología y Etnología.	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1. Restauración monumental de arquitectura prehispánica	13
Figura 2. Arquitectura prehispánica maya	15
Figura 3. Distribución de sitios arqueológicos	19
Figura 4. Mapa topográfico de Yaxha	20
Figura 5. Contexto medio ambiental de Yaxha	21
Figura 6. Mascarón Preclásico Tardío, Yaxha	23
Figura 7. Dibujo isométrico de Yaxha	25
Figura 8. Idealización Acrópolis Este, Yaxha	27
Figura 9. Edificio 137, Acrópolis Norte Yaxha	28
Figura 10. Edificios 134 y 146, Acrópolis Norte Yaxha	29
Figura 11. Edificio 1, Grupo Maler Yaxha	29
Figura 12. Edificio 375, Acrópolis Principal Yaxha	30
Figura 13. Análisis de cobertura vegetal	31
Figura 14. Crecimiento de alga epilítica, Yaxha	33
Figura 15. Crecimiento de alga verdeazulada, Tikal	34
Figura 16. Crecimiento de alga verde, Yaxha	35
Figura 17. Crecimiento de briófito hepática, Yaxha	39
Figura 18. Crecimiento de briófito musgo, Yaxha	41
Figura 19. Crecimiento de líquen crustáceo, Yaxha	43
Figura 20. Análisis estadístico aplicación de pruebas de conservación	49
Figura 21. Aplicación de Tratamiento 2 (T-2), cata 2008-MMV-005	52
Figura 22. Análisis aplicación de pruebas de conservación por estrato	52
Figura 23. Aplicación de Tratamiento 2 (T-2), cata 2008-MMV-013	53
Figura 24. Aplicación de Tratamiento 3 y 4 (T-3 y T-4),	54
Figura 25. Aplicación de Tratamiento 4 (T-4), cata 2008-MMV-054	52

TABLAS

Tabla 1. Resultados preliminares del monitoreo ambiental	22
Tabla 2. Tipología de edificaciones prehispánicas de Yaxha	26
Tabla 3. Análisis de cobertura vegetal, áreas interiores	32
Tabla 4. Análisis de cobertura vegetal, áreas exteriores	32
Tabla 5. Diferencias morfológicas en esporofitos	37
Tabla 6. Diferencias morfológicas en talo	38
Tabla 7. Briófitas de Yaxha	41
Tabla 8. Aplicación de pruebas de conservación preventiva	50

RESUMEN

Actualmente se pueden observar más de 300 edificios prehispánicos restaurados en diversos sitios arqueológicos de Petén, que exponen elementos arquitectónicos y urbanos de la antigua civilización Maya. Lamentablemente, los materiales constructivos se ven altamente afectados por factores físicos, químicos y biológicos, lo que provoca un acelerado deterioro y conduce a la pérdida irreversible de nuestro patrimonio cultural edificado. El problema de la conservación integral de dichos elementos alcanza niveles complejos, lo que demanda largos periodos de investigación, análisis y evaluación, por lo que el presente estudio solamente pretende enfrentar uno de los factores de deterioro de los elementos arquitectónicos, identificado generalmente como microflora, lanas o manchas, conformado por diversos organismos vegetales menores, que crecen sobre las superficies expuestas de los edificios mayas, acelerando el proceso natural de degradación de la roca caliza y sus derivados.

Aunque en ocasiones anteriores se han realizado esfuerzos dispersos o esporádicos para el “*control*” de los crecimientos vegetales sobre la arquitectura maya de la Reserva de la Biosfera Maya, en ninguna ocasión se han sistematizado los procedimientos y actualmente se ha perdido la mayor parte de la información generada. Está claro que la conservación de la arquitectura maya tiene una historia tan larga como la restauración, sin embargo, muchos esfuerzos de *mantenimiento técnico* o *conservación preventiva* realizados en sitios como Tikal y Uaxactún no han sido reportados de manera concreta, por lo que se han perdido las distintas metodologías empleadas a lo largo de 50 años, y peor aún, no se conocen los resultados obtenidos de las mismas aplicaciones. Por otra parte, este es uno de los primeros esfuerzos por involucrar a un investigador especializado en botánica, con el fin de identificar científicamente los distintos organismos vegetales menores que crecen sobre la arquitectura maya de Guatemala, información fundamental para comprender el proceso de deterioro del patrimonio cultural edificado y proponer procedimientos de mitigación exitosos, contribuyendo con la conservación preventiva de los bienes culturales.

En tal sentido, se ha seleccionado el sitio arqueológico Yaxha como el punto de estudio, puesto que en la última década han sido restaurados 34 edificios mayas de diversas características morfológicas, pero que comparten los mismos materiales y sistemas constructivos. Por otra parte, un factor importante para el planteamiento de la presente investigación es la considerable cantidad de características ecológicas, ambientales, materiales y contextuales que Yaxha comparte con otros sitios arqueológicos de la Reserva de la Biosfera Maya.

Con el fin de afrontar la problemática de la mejor manera posible, se ha conformado un equipo multidisciplinario de investigadores, en la búsqueda de una solución integrada, que incluya las tres áreas del conocimiento relacionadas: arqueología, biología y conservación del patrimonio. Como sabemos que cada especialidad posee procesos y métodos específicos, se ha realizado un esfuerzo considerable por sistematizar todas las labores de investigación, recopilación de datos, análisis y evaluación, con el fin de conjugar de manera coherente los resultados obtenidos a lo largo del estudio.

Inicialmente, en ámbito arqueológico se ha realizado el inventario de arquitectura maya en Yaxha, al mismo tiempo que se han identificado los sistemas

y materiales constructivos de los 34 edificios restaurados hasta la fecha. La clasificación tipológica de las edificaciones prehispánicas, tomando como única categoría de análisis las características morfológicas, ha permitido identificar que el 32% de los edificios restaurados corresponde a las construcciones tipo palacio, seguidos del 29% representado por los edificios piramidales, mientras que el resto se divide entre basamentos constructivos y plataformas bajas. El análisis estadístico de superficie de las 60 áreas seleccionadas ha permitido identificar tres tipos de sustrato material: bloques calizos que cubren el 68.72% de la muestra, estuco que representa el 21.43% de la superficie y el embono que cubre el restante 9.85%. Aunque los tres sustratos se encuentran en contextos interiores y exteriores, el estuco ha sido registrado primordialmente en el interior de los edificios restaurados.

Los distintos crecimientos que cubren la arquitectura maya de Yaxha se han llamado comúnmente “*microflora*” lo que encierra un sinnúmero de posibilidades, por lo que ha sido necesario conocer acertadamente cada uno de los organismos presentes y su comportamiento fisiológico. Algas, briófitas y líquenes han sido registrados sobre la arquitectura restaurada de Yaxha, siendo las primeras las más abundantes y las últimas las menos representadas. El análisis de cobertura vegetal ha determinado su ubicación, distribución y alcance, respecto del sustrato material, identificando una gran predilección por los bloques calizos y el estuco. En cuanto a las condiciones medio ambientales, la orientación de las áreas no se considera una verdadera variable, puesto que se registraron crecimientos de manera indiscriminada. Las algas verdes y cianobacterias crecen tanto en ambientes exteriores como interiores, destaca un alga filamentosa de color naranja (familia *Trentepohliaceae*) que formaba pequeños céspedes aislados. Por su parte, las briófitas se registraron únicamente en contextos exteriores, determinando 6 especies distintas, siendo la *Syrrhopodon incompletus* la predominante. Mientras tanto, es interesante que por el momento solo se han registrado líquenes crustaceos que no crecen directamente sobre la roca caliza, sino sobre gruesas capas de briófitas encontradas en contextos exteriores.

Luego de realizar el diagnóstico de conservación y la caracterización de los deterioros, se ha determinado que los daños son de naturaleza superficial y no estructural, destacando la erosión, pulverización, fisuras y cavernas, afectando principalmente a los bloques calizos y las capas de estuco. Los factores de alteración son principalmente de carácter biológico, aunque se ha registrado intemperismo en todas las áreas exteriores. Siguiendo los criterios internacionales de conservación y gestión del patrimonio cultural, así como los procedimientos propuestos por el Instituto de Antropología e Historia, se han realizado un total de 55 catas de conservación preventiva, como resultado de la aplicación de 4 tipos de pruebas en distintas coberturas vegetales y sustratos materiales, evaluando la reacción inmediata y a mediano plazo. Aunque será necesario realizar una evaluación posterior para confirmar la efectividad de las aplicaciones, preliminarmente se ha determinado que la prueba *tipo T-4* es la más eficiente, pero a la vez la más costosa, por lo que se sugiere alternar los procedimientos *tipo T-3* y *T-4* con una frecuencia de 6 meses. Por las características propias del estuco y por las condiciones ambientales de los contextos interiores, se recomienda realizar únicamente el procedimiento *tipo T-4 delicado* una vez al año.

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Maya constituye uno de los refugios de vida silvestre y conectividad ecológica mejor conservados de nuestro continente, solamente superado por la selva del Amazonas. Aunque es evidente la importancia biológica de esta reserva, existe una riqueza oculta bajo el espeso manto vegetal, que representa la herencia material de aquellos antiguos habitantes de la región, reconocidos mundialmente como La Civilización Maya. Aunque la RBM ocupa un pequeño porcentaje del territorio nacional, hasta la fecha se han registrado más de 2,000 sitios arqueológicos prehispánicos dentro del área protegida, hogar de las antiguas comunidades mayas, que varían en jerarquía y rango socio-político, pero que en su conjunto, formaron un complejo mosaico cultural de gran importancia, caracterizado por sus reconocidos alcances en las ciencias, las artes, la economía, la política y la religión.

Por medio de diversos programas de manejo, se han alcanzado importantes logros en la lucha por la conservación del patrimonio natural de la Reserva de la Biosfera Maya, sin embargo, el patrimonio cultural no ha corrido con la misma suerte. Partiendo de la premisa básica de nuestro quehacer cotidiano, consideramos que los procesos de conservación del Patrimonio Cultural deben tener como principal objetivo la prevención del deterioro y la preservación de los bienes patrimoniales para las generaciones presentes y futuras. Con esta referencia, es primordial comprender que el significado cultural y los valores adscritos de los sitios arqueológicos, fundamentan la búsqueda, formulación e implementación de estrategias de conservación apropiadas, las cuales deben adaptarse a la escala categórica de manejo, que se puede definir desde un pequeño objeto arqueológico hasta el conjunto del Patrimonio Cultural de la Nación.

Aunque una buena cantidad de los elementos culturales prehispánicos se encuentran en el universo del patrimonio intangible, significativas muestras materiales como la arquitectura, perviven como evidencia de aquella grandeza alcanzada hace más de catorce siglos y que hoy en día deben considerarse parte importante de la fuente de orgullo e identidad nacional.

El sitio arqueológico Yaxha se ubica en el sureste de la Reserva de la Biosfera Maya y desde que fue descubierto en 1904 constituye uno de los principales ejemplos de las ciudades prehispánicas de las tierras bajas centrales, abandonadas hace más de 1000 años. Hasta la fecha se han desarrollado diferentes proyectos de restauración de los edificios de Tikal, Uaxactún, Aguateca, Mirador y otros, algunos hace más de 40 años. Mientras tanto, en Yaxha recién ha finalizado la restauración de 34 edificios, por lo que se considera como una gran oportunidad, para identificar oportunamente los factores de deterioro e implementar programas de conservación preventiva fundamentados en la base teórica de estudios multidisciplinarios realizados en torno de la problemática.

Estamos conscientes que el simple hecho de restaurar los edificios prehispánicos no constituye un problema en sí, mientras que la falta de atención permanente y adecuada puede contribuir con la pérdida irreversible de nuestro patrimonio edificado. En este sentido, se considera fundamental buscar, identificar y determinar, alternativas viables de conservación para dichos elementos

culturales, que se caractericen por contar con principios operativos sencillos, económicos y principalmente efectivos, que basen su éxito en las labores preventivas.

Es evidente el gran esfuerzo que se ha realizado en el campo de la restauración arquitectónica prehispánica, pero lamentablemente, poco es lo que se ha hecho en el campo de la conservación de los monumentos edificados, principalmente a nivel de elementos constitutivos. Hasta la fecha no se ha tratado a profundidad los efectos de deterioro de la roca caliza, ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura maya. En vista de la magnitud y distribución de los sitios arqueológicos de la Reserva de Biosfera Maya con arquitectura expuesta, se considera que la realización del presente estudio implica la participación de un equipo multidisciplinario a lo largo plazo.

La problemática que da origen a la presente investigación, se sustenta en seis cuestionamientos de carácter pragmático: ¿Qué organismos vegetales menores crecen sobre la arquitectura prehispánica expuesta y cual es su efecto en el proceso de deterioro de los elementos constructivos? ¿Existe alguna correlación entre la presencia y distribución de los organismos vegetales menores y las condiciones micro-ambientales? ¿Cuál es el alcance e incidencia de los deterioros ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre los elementos arquitectónicos? ¿Cuál es la reacción biológica de los organismos vegetales menores ante la aplicación de los procesos de conservación preventiva? ¿Es realmente viable eliminar los organismos vegetales menores e inhibir el recrecimiento en los elementos arquitectónicos prehispánicos por medio del uso de un biocida?, y finalmente, el cuestionamiento principal de la presente propuesta es: ¿cuál es el mejor método operativo para controlar el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura prehispánica expuesta?

Inicialmente se presenta una síntesis sobre los antecedentes de investigación en el sitio arqueológico Yaxha y los esfuerzos aislados que se han realizado para el control de los crecimientos de organismos vegetales en la arquitectura maya. También se hace referencia a otros proyectos de conservación del patrimonio edificado y a los pocos estudios realizados sobre los organismos vegetales menores y su relación con el biodeterioro de los bienes culturales. Con el fin de dar respuesta a los cuestionamientos iniciales y de encontrar una solución a la problemática planteada, se ha diseñado una metodología sistemática que se presenta en el primer capítulo del presente informe. Se incluye la justificación del estudio y los objetivos planteados al inicio del proyecto. Algo fundamental establecido por la metodología es el desarrollo de tres estudios paralelos y complementarios que representan a los tres campos de estudio relacionados a través de la problemática: arqueología, botánica y conservación del patrimonio cultural.

El capítulo 2 constituye la sección medular del presente informe, incluye los resultados técnicos de las tres áreas del conocimiento involucradas. Inicialmente, en ámbito arqueológico se ha realizado un análisis del contexto medio ambiental del sitio arqueológico, así como una síntesis de su historia cultural antigua. Como base de análisis para la presente investigación, se ha realizado el inventario de la

arquitectura maya de Yaxha, al mismo tiempo que se han identificado los sistemas y materiales constructivos de los 34 edificios restaurados hasta la fecha. Se presenta también la clasificación tipológica de dichas edificaciones, tomando como única categoría de análisis las características morfológicas, destacando las construcciones tipo palacio y las edificaciones piramidales. De acuerdo a la metodología, se han seleccionado 60 áreas de estudio distribuidas en los distintos edificios restaurados del antiguo asentamiento y se ha elaborado el registro arqueológico correspondiente. El análisis estadístico de superficie de las áreas seleccionadas ha permitido identificar tres tipos de sustrato material: bloques calizos, estuco y embono. Aunque los tres sustratos se encuentran en contextos interiores y exteriores, el estuco ha sido registrado primordialmente en el interior de los edificios restaurados.

Seguidamente se incluyen los resultados del estudio biológico realizado en los distintos crecimientos que cubren la arquitectura maya de Yaxha, con el fin de conocer acertadamente cada uno de los organismos vegetales presentes y sus características fisiológicas. Durante el presente estudio, sobre la arquitectura expuesta de Yaxha se han registrado crecimientos de diversas colonias de algas, briófitas y líquenes, siendo las primeras las más abundantes y las últimas las menos representadas, lo que corresponde a los procesos naturales de sucesión ecológica. El análisis de cobertura vegetal ha determinado una gran predilección por los bloques calizos y el estuco. Las algas verdes y cianobacterias crecen tanto en ambientes exteriores como interiores, destaca un alga filamentosa de color naranja (familia *Trentepohliaceae*) que formaba pequeños céspedes aislados. Por su parte, las briófitas se registraron únicamente en contextos exteriores, determinando 6 especies distintas, siendo la *Syrrhopodon incompletus* la predominante. Mientras tanto, es interesante que por el momento solo se han registrado líquenes crustaceos que no crecen directamente sobre la roca caliza, sino sobre gruesas capas de briófitas encontradas en contextos exteriores.

La tercera parte del capítulo 2 incluye los resultados del diagnóstico de conservación y la caracterización de los deterioros, a través de los cuales se ha determinado que la arquitectura restaurada presenta daños superficiales y no carácter estructural. Entre los deterioros más representados destacan la erosión, la pulverización, las fisuras y las cavernas, afectando principalmente a los bloques calizos y las capas de estuco. Es interesante que los crecimientos vegetales se encuentran directamente ligados con los deterioros superficiales de la arquitectura. También se presentan los resultados de las 55 catas de conservación preventiva realizadas en las áreas seleccionadas, como resultado de la aplicación de 4 tipos de pruebas en distintas coberturas vegetales y sustratos materiales, evaluando la reacción inmediata y a mediano plazo.

Finalmente se presenta la discusión de resultados obtenidos en los tres estudios paralelos, así como la integración de los análisis, con el fin de cumplir con los distintos objetivos planteados al inicio de la investigación y dar respuesta a los cuestionamientos que dan pie al presente proyecto. Aunque será necesario realizar una evaluación posterior para confirmar la efectividad de las aplicaciones, preliminarmente se ha determinado que la prueba *tipo T-4* es la más eficiente, pero a la vez la más costosa, por lo que se sugiere alternar los procedimientos *tipo T-3* y *T-4* con una frecuencia de 6 meses. Por las características propias del

estuco y por las condiciones ambientales de los contextos interiores, se recomienda realizar únicamente el procedimiento tipo *T-4 delicado* una vez al año. Se incluyen además las conclusiones alcanzadas a lo largo de este primer esfuerzo, así como las recomendaciones correspondientes para continuar con la construcción del conocimiento en este ámbito tan complejo y fascinante.

ANTECEDENTES

Investigación y restauración de Yaxha

Este sitio arqueológico ha despertado el interés de investigadores desde principios del siglo XX hasta la fecha, debido a sus características arquitectónicas, urbanísticas políticas, y socioculturales, producto de una larga historia de ocupación prehispánica (Hermes 2001, Herrera y Fialko 2006).

El sitio arqueológico Yaxha fue descubierto en 1904 por el explorador Teobert Maler, quien realizara una descripción general del área arqueológica, iniciando en el sector Este de la ciudad y terminando en el extremo Norte del asentamiento. En total, aquella primera descripción incluye la referencia de 14 monumentos, entre los que destacan 10 estelas, de las cuales la mitad ya se encontraban deterioradas a causa de las *condiciones climáticas*, la *caída de algunos árboles* e inclusive de *destrucciones ceremoniales* (Maler 1908:62).

Posteriormente, Sylvanus Morley (1938:455) realizó dos cortas visitas al sitio arqueológico Yaxha, la primera en 1914 cuando descubrió la estela 12 y las estelas lisas A1, A2, A3 y A5. Al año siguiente regresa y descubre la estela 11.

En base a la importancia cultural, a la riqueza material e histórica que ya se reconocía a nivel internacional, en 1931 el sitio arqueológico Yaxha fue declarado Monumento Precolombino de Guatemala.

William Lincoln realizó el mapa general del sitio arqueológico en 1932 y registra la estela 13 y las estelas lisas A4, A6, A7 y A8 (Morley 1938:455). Hasta este punto, es necesario hacer notar que todas las primeras contribuciones realizadas acerca del sitio arqueológico Yaxha, hacen especial referencia a los monumentos, de los cuales se incluyen detalladas descripciones, destacando así la importancia del antiguo asentamiento.

Luego de varios años de relativo abandono, a finales de la década de los 60's, Ian Graham visita el sitio para registrar los monumentos esculpidos, realizando el primer dibujo detallado de algunas estelas. En la siguiente década se llevan a cabo las primeras investigaciones enfocadas a interpretar la ocupación antigua del área, así como la secuencia evolutiva del asentamiento (Bullard 1960, Hellmuth 1993, D. Rice 1976, 1979, P. Rice 1979). El nuevo plano general del sitio arqueológico incluye la mayor parte de sus edificaciones y contiene la ubicación de las 40 estelas conocidas hasta aquel momento, incluidos los altares y los monumentos zoomorfos (Hellmut 1993).

El Plan Maestro de Tikal de 1972 fue el primer documento de planificación que visualizó el potencial estratégico de Yaxha y lo propuso como futuro Parque Arqueológico. En 1987 a través del Proyecto Nacional Tikal se realizó recorridos para evaluar el estado de conservación de varios sitios arqueológicos ubicados alrededor del sitio antes mencionado. Estos recorridos ayudan para la realización de un plan regional que ayuden a diversos sitios para su conservación e

intervención. En 1988 el Proyecto Nacional Tikal, organiza la primera Mesa Redonda de Tikal el objetivo de esta era compartir diversas experiencias, comentar procedimientos utilizados y discutir los problemas de los sitios arqueológicos en el noreste del Petén.

En el año de 1989, se crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en donde la región del Triangulo es parte del área protegida Yaxha- Yaloch, un año después, 1990, fue creada la Reserva de la Biosfera Maya, Decreto 5-90, en la cual Topoxte y el Triangulo adquieren categoría de Zona de Uso Múltiple (Wurster 2000).

A partir del año 1989 el Ministerio de Cultura y Deportes de Guatemala, con apoyo del gobierno de Alemania han co-financiado un proyecto de inversión a largo plazo (Proyecto Triángulo Yaxha-Nakum-Naranjo/PROSIAPETEN). Entre los años 1989 y 1993 se realiza la primera fase del Proyecto Triangulo Cultural y dentro de sus actividades principales cuenta con el apoyo del Instituto Arqueológico Alemán, a través de su comisión de Arqueología General y comparada (KAVA) que financió las acciones realizadas. Se contó con el apoyo logístico de SEGEPLAN.

Este proyecto oficial también ha investigado y restaurado el edificio 216 en la Acrópolis Este y el complejo de Pirámides Gemelas del sitio, así como sondeos en la Calzada del Lago (Hermes 2001, Hermes, Noriega y Calderón 1997, Quintana 1996, 2002). Se realizó un nuevo mapa del sitio arqueológico (Quintana, Wurster y Hermes 2000). Durante las excavaciones arqueológicas del edificio 216 en 1995, en el eje central de la fachada Oeste fueron registrados los restos de la estela 41, tallada en sus cuatro caras, la cual ya se encontraba muy deteriorada (Hermes, Noriega y Calderón 1997:280).

En Yaxha, también se está realizando el proyecto de inversión financiado por PDS/BID que desde 1999 ha concentrado sus actividades en la restauración de la Acrópolis Norte, Grupo Maler, juego de pelota, Grupos B y C, Grupo noroeste y Calzada Blom (García 2001; Morales 2001), que elevan a veintisiete el número de edificios habilitados para el turismo, lo que convierte a Yaxha en el segundo sitio con más restauración después de Tikal. Como resultado de las investigaciones y restauraciones realizadas en Yaxha, es posible conocer aspectos del proceso evolutivo e histórico del sitio arqueológico. En el año 2005 fue recuperado un fragmento de la estela 42, finamente tallada en la superficie frontal. El fragmento escultórico constituye la sección superior de un monumento que se ubica estilística y arqueológicamente en el periodo Preclásico Tardío (Keit Sei 2007).

Entre el año 2005 y 2008, el Proyecto PROSIAPETÉN efectuó la investigación arqueológica y restauración de los palacios 217, 218 y 219 de la Acrópolis Este. Debido a su destacado valor histórico, cultural y estético, Yaxha ha sido investigado arqueológicamente y sometido a diferentes procesos de restauración. Yaxha presenta 34 edificios restaurados distribuidos por todo el asentamiento prehispánico, (Keit Sei 2006, 2007, Hermes, Noriega y Calderón 1997, Valiente 2005).

Diversas labores de conservación preventiva han sido realizadas en los sitios arqueológicos de Yaxha y Topoxte, por parte del equipo técnico del área protegida, como parte de las actividades desarrolladas y financiadas por el

Ministerio de Cultura y Deportes, a través de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Estas actividades se basan en los lineamientos establecidos por convenios internacionales de conservación, que a su vez rigen los procesos y la teoría en la gestión del Patrimonio Cultural, brindando pautas para el manejo de los sitios arqueológicos. Asimismo, se han dado pasos importantes en el proceso de formulación e implementación de un plan de conservación que responda a las necesidades particulares de cada sitio y permita alcanzar el principal objetivo, la preservación de nuestro patrimonio cultural.

Identificación y control de los crecimientos vegetales menores

La identificación de los crecimientos vegetales menores como un factor de alteración en los elementos culturales tiene una larga historia, sin embargo los estudios sistemáticos para la eliminación o control de los mismos son más recientes. En el sitio arqueológico Palenque se llevó a cabo la primera investigación al respecto, limitándose a las colonias de algas epilíticas (Torres 1993). Por otra parte, en las cuevas de Naj Tunich se ha realizado una detallada caracterización de los daños ocasionados por factores físicos, químicos y biológicos, tomando en cuenta los crecimientos sobre la roca caliza (Lacayo 2002)

A raíz que durante la última década se ha incrementado considerablemente el deterioro de los bloques calizos que conforman las fachadas de todos los edificios intervenidos en Tikal, principalmente en los sectores Sur y Oeste (Muñoz 1997, Larios 2003, Larios y Orrego 1997, Breuil-Martínez y Aquino 2004, Gómez 2004), se han realizado algunos avances en la caracterización de daños causados por los crecimientos vegetales menores, determinándolos como uno de los tres principales factores de deterioro de los materiales calizos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el deterioro de la piedra caliza se debe a tres factores principalmente:

- Características propias del material, que permite la absorción del agua de lluvia, mientras que sufre desecación de la parte externa a causa de la insolación.
- El intemperismo, principalmente por ubicarse en un medio ambiente agresivo, que presenta bruscos cambios de temperatura y humedad.
- El crecimiento de organismos vegetales en la superficie, que permite la penetración de los rizoides de los musgos y microflora, a parte de impedir un proceso ambiental homogéneo en toda la superficie (temperatura y humedad).

Hasta la fecha no se ha tratado a profundidad los efectos de deterioro de la roca caliza, ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la arquitectura maya, aunque se tienen considerables anotaciones y esfuerzos aislados por controlar y eliminar dichos crecimientos (Aquino 2005, 2006, Aquino y Segura 2007, Aquino et al. 2007, Torres 1993, Quintana y Wurster 2001, Wurster 2000, Muñoz 1997).

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1 Justificación

En un buen número de casos, los trabajos de investigación arqueológica conllevan a la inminente restauración de los edificios, como una acción de tipo extraordinario, que forma parte de la metodología de la conservación, en la mayoría de casos inevitable y justificada por la necesidad de preservar los vestigios arquitectónicos (Larios 1997, Quintana 1997, Wurster 2000, Muñoz 1997, Keit Sei 2007), aunque también dichas intervenciones se justifican para crear destinos turísticos que permitan el desarrollo local (González 1997, Flores 1997). En todo caso, para un adecuado análisis circunstancial es necesario considerar una serie de variables técnicas, operativas y presupuestarias:

- Los elementos constructivos utilizados por los antiguos mayas son parte de la herencia material que debemos conservar, al igual que los monumentos esculpidos o las finas piezas de cerámica, por lo que es consecuente tratarlas con el mismo nivel de respeto y responsabilidad.
- En su mayor parte, los edificios prehispánicos están contruidos con piedra caliza, que debido a su composición química presentan altos niveles de deterioro frente al intemperismo, principalmente cuando se ven expuestas a bruscos cambios climáticos.



Figura 1. Proceso de restauración monumental 2006, Acrópolis Norte de Yaxha (foto R. Noriega).

- Un edificio prehispánico, al igual que todos los materiales arqueológicos, pierden el equilibrio que han alcanzado a lo largo de varios siglos desde su abandono, acelerando el proceso de deterioro a partir del momento de la excavación, por lo que es fundamental prestar la atención necesaria a través de un adecuado Programa de Conservación.
- El turismo es una alternativa económica para el desarrollo de nuestra nación, sin embargo no debe ser la principal justificación para la sobre exposición de edificios prehispánicos.
- Aunque es fundamental realizar los procesos de restauración y conservación de los elementos arquitectónicos excavados, una alternativa técnica acertada es dejar expuestas solamente aquellas áreas consecuentes a la capacidad de respuesta de las unidades técnico-administrativas a cargo de cada sitio arqueológico.

La historia de la restauración arqueológica en Guatemala tiene más de 50 años, siendo Tikal uno de los ejemplos más complejos. Por diversas razones entre las que destaca el turismo, dicho sitio arqueológico cuenta con un alto número de edificios restaurados, en muchas ocasiones de manera completa. Hasta la fecha se han desarrollado diferentes proyectos de restauración de los edificios de Tikal, algunos hace más de 40 años (Larios 1997, 2003), mientras que en Yaxha, recién ha finalizado la restauración de 34 edificios (Valiente 2005, Keit Sei 2006, 2007), por lo que se considera como una gran oportunidad, en este caso, prevenir que estos últimos sufran los daños que se han reportado en Tikal, para lo cual es fundamental desarrollar las investigaciones que conformarán la base teórica y permitirán establecer los procesos adecuados de conservación preventiva del Patrimonio Cultural Edificado de Yaxha.

El sitio arqueológico Yaxha se ubica en el sureste de la Reserva de la Biosfera Maya y desde que fue descubierto en 1904 (Maler 1908) constituye uno de los principales ejemplos de las ciudades prehispánicas de las tierras bajas centrales, abandonadas hace más de 1000 años. Con el paso del tiempo, la regeneración natural permitió a la selva recuperar aquel espacio modificado por la fuerza del hombre y los bellos edificios se vieron cubiertos por una flora diversa, que incluye ejemplos de grandes árboles de maderas preciosas, arbustos y palmas, así como una gran variedad de organismos vegetales menores, caracterizados por su capacidad para cubrir prácticamente cualquier superficie.

Regresando momentáneamente a Tikal, a pesar del mantenimiento que han recibido dichos elementos, durante la última década se ha incrementado considerablemente el deterioro de los bloques calizos que conforman las fachadas de todos los edificios intervenidos, principalmente en los sectores Sur y Oeste (Muñoz 1997, Larios 2003, Larios y Orrego 1997, Breuil-Martínez y Aquino 2004, Gómez 2004).



Figura 2. Arquitectura prehispánica maya, Templo I Tikal (foto D. Aquino).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el deterioro de la piedra caliza se debe a tres factores principalmente:

- Características propias del material, que permite la absorción del agua de lluvia, mientras que sufre desecación de la parte externa a causa de la insolación.
- El intemperismo, principalmente por ubicarse en un medio ambiente agresivo, que presenta bruscos cambios de temperatura y humedad.
- El crecimiento de organismos vegetales en la superficie, que permite la penetración de los rizoides de los musgos y microflora, a parte de impedir un proceso ambiental homogéneo en toda la superficie (temperatura y humedad).

En este sentido, se considera que los dos primeros factores escapan de nuestras manos, mientras que el tercero puede ser manejado de una forma adecuada, con el fin de conservar los elementos constructivos de los antiguos edificios mayas. En caso contrario, es posible pronosticar que dentro de 15 años, si no es que antes, los edificios de Yaxha presentarán los mismos deterioros que los evidentes en Tikal.

El desarrollo del presente estudio busca incrementar el conocimiento que se ha generado sobre los procesos de deterioro de los materiales constructivos mayas, con el fin de proveer información fundamental en la producción de una propuesta técnica que permita la conservación de los edificios prehispánicos restaurados, principalmente aquellos ubicados en los parques nacionales o parques arqueológicos, los cuales funcionan como fuentes de desarrollo local.

1.2 Objetivos

➤ Objetivo General

Generar una propuesta técnica operativa, que permita la conservación de los elementos arquitectónicos mayas a través de procesos preventivos, con el fin de contribuir en la interminable lucha por preservar el patrimonio cultural edificado.

➤ Objetivos Específicos

- Registrar la ubicación, distribución y alcance de los organismos vegetales menores, de acuerdo a variables ambientales, materiales y contextuales.
- Identificar las diversas especies de organismos vegetales menores que cubren las superficies expuestas de la arquitectura prehispánica del sitio arqueológico Yaxha.
- Caracterizar los deterioros causados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre las superficies expuestas de la arquitectura prehispánica del sitio arqueológico Yaxha.
- Evaluar 4 métodos distintos de remoción y prevención del recrecimiento de organismos vegetales menores sobre elementos arquitectónicos en el sitio arqueológico Yaxha.
- Determinar el mejor procedimiento técnico para la remoción de los organismos vegetales menores en el corto plazo y la prevención del recrecimiento en el mediano plazo.

1.3 Metodología

El presente estudio pretende realizar la caracterización de los organismos vegetales menores que crecen y se proliferan sobre la superficie de la arquitectura prehispánica expuesta, provocando distintos deterioros a los materiales constructivos, tanto en contextos externos como en el interior de los recintos.

Para tal efecto, se seleccionaron 60 muestras de manera sistemática, con el fin de analizar todo el universo de posibilidades presentes en el sitio arqueológico Yaxha, 40 en ambientes exteriores y 20 en contextos interiores. Cada una de las áreas seleccionadas corresponde a 1 m² de superficie arquitectónica, la cual a su vez ha sido subdividida en 100 cuadrantes identificados por medio de un sistema de coordenadas alfanuméricas (p. ej. A1, C8, F2), utilizadas como referencia de ubicación a lo largo de la investigación.

Etapa 1. Investigación documental y diseño de fichas de registro.

Comprende la recolección de información relacionada con la problemática planteada, antecedentes de investigación y resultados obtenidos por otros estudios relacionados, tanto en el ámbito de la conservación de materiales culturales, como en otros temas afines (p. ej. arquitectura maya, arqueología, restauración prehispánica, geología, medio ambiente, biodeterioro), con el fin de elaborar un marco general de referencia que permita diseñar una matriz de análisis de resultados parciales y finales.

Al mismo tiempo, se diseñaron las fichas que se utilizaron en el levantamiento de información a lo largo de la ejecución del proyecto, en las distintas fases de estudio (arqueología, biología, conservación, monitoreo). Una vez diseñadas, los instrumentos fueron sometidos a una prueba inicial en campo, con el fin de validar su adecuado funcionamiento, para lo cual fue necesario realizar algunos cambios propuestos por los investigadores responsables de cada fase de estudio. La principal finalidad de esta actividad es uniformizar y sistematizar la recolección de datos en campo, lo que nos permitió realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos. [ver anexos 1 y 2]

Etapa 2. Selección de las muestras y registro arqueológico.

Se realizó un recorrido general del sitio arqueológico, incluyendo los 34 edificios prehispánicos restaurados, con el fin de seleccionar las 60 áreas que formaron parte del presente estudio. Se contemplaron todas las variables de orientación, ubicación, sustrato y elemento arquitectónico, por medio de una selección dirigida que incluye 20 áreas en contextos interiores y 40 en contextos exteriores, con el fin de cubrir el mayor número de variables ambientales: humedad relativa, luminosidad, soleamiento, temperatura máxima, temperatura mínima, etc. [ver anexo 3]

Una vez realizada la selección, se realizó el registro de ubicación y localización de cada área a investigar, así como el registro gráfico arqueológico de cada superficie, por medio de un dibujo de campo en escala 1:5 sobre papel milimetrado. El principal objetivo de este ejercicio fue contar con un registro gráfico de los distintos elementos constructivos y analizar porcentualmente la presencia de cada sustrato en las áreas seleccionadas. [ver anexo 4]

Gracias al apoyo gestionado ante el Departamento de Monumentos Prehispánicos y Pop Na Petén, las labores de monitoreo medio ambiental se realizaron entre los meses de agosto y noviembre, haciendo uso de un hidrotérmo grafo digital y un termómetro laser digital, analizando las variables de humedad relativa, temperatura ambiental y temperatura superficial del sustrato.

Etapa 3. Registro biológico e identificación de especies

Utilizando la retícula alfanumérica, se procedió al registro *in situ* de la cobertura vegetal y variedad de crecimientos orgánicos en las superficies seleccionadas, tomando en cuenta variables como: color, textura, espesor, ubicación, sustrato y estado biológico, con el fin de identificar los distintos tipos de organismos vegetales y sus variables, así como determinar la presencia de

patrones de distribución respecto del tipo de sustrato: bloques calizos, embono o estuco. [ver anexo 5]

La recolección de muestras se realizó de manera mecánica, con el auxilio de una lupa, un bisturí y una espátula. Cada una de las muestras de briófitas y líquenes fue colocada dentro de un sobre de papel poroso y se dejó secar por 24 horas para evitar la descomposición. Todas las muestras recolectadas se registrarón en la ficha de campo respectiva con un código correlativo, el cual se aplicará por medio de etiquetas auto-adheribles. [ver anexo 6]

Una vez realizada la colecta de muestras, en el laboratorio se procedió a la determinación taxonómica de los organismos vegetales menores, haciendo uso de un microscopio y las claves de identificación correspondientes. [ver anexo 7]

Etapa 4. Registro de deterioros y aplicación de compuestos.

Luego de determinar la distribución y alcance de los organismos vegetales menores, así como su relación con los sustratos identificados, se procedió a realizar la caracterización de los deterioros físicos, estéticos, mecánicos y biológicos, reconocidos en las áreas seleccionadas. La principal finalidad es buscar una relación específica entre los deterioros y el crecimiento de los organismos vegetales menores. En el proceso de diagnóstico se llevó a cabo el registro gráfico de los deterioros, el cual se realizó auxiliándonos del registro arqueológico previamente realizado y digitalizado. [ver anexo 8]

Posteriormente se procedió a realizar la evaluación de los 4 métodos de conservación preventiva seleccionados previamente, los cuales se aplicaron en secciones de 400 cm², es decir, catas de 4 cuadrantes (p.ej. A1-B2, C8-D9), de acuerdo a las distintas muestras seleccionadas. La fase de aplicación incluyó el análisis de reacción a corto plazo de las pruebas realizadas, así como el registro fotográfico de los resultados. [ver anexo 9]

Etapa 5. Recopilación de información e interpretación de resultados

A lo largo de esta sección de la investigación, se relacionaron de manera científica los datos recopilados por medio del análisis documental y los resultados obtenidos *in situ*, con el fin de evaluar la correspondencia directa o indirecta de los resultados, así como a analizar los componentes circunstanciales que vinculan las tres áreas de estudio (arqueología, biología y conservación). Durante esta etapa se elaboró un análisis gráfico de superposición, con el fin de evaluar la relación existente entre la ubicación y cobertura de los organismos vegetales menores y la presencia de deterioros en los elementos constructivos de cada una de las áreas seleccionadas.

También se llevó a cabo el análisis y evaluación de las reacciones inmediatas y en el mediano plazo de la aplicación de los 4 métodos experimentales, con el fin de determinar la eficacia de cada uno de ellos y confirmar la ausencia de daños colaterales.

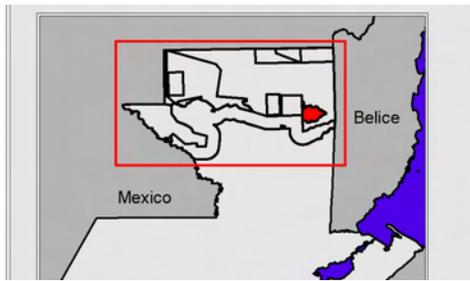


Figura 3. Distribución de sitios arqueológicos mayas del período clásico en las Tierras Bajas Centrales (ilustración B. González)

2. Presentación de Resultados

2.1 Sitio arqueológico Yaxha

Los antiguos restos de una importante ciudad maya prehispánica se encuentran en la ribera norte de la laguna Yaxha, los que fueron descubiertos en 1904 (Maler 1908). El núcleo del asentamiento está formado por más de 500 edificaciones distribuidas alrededor de grandes espacios abiertos, 5 calzadas prehispánicas y seis vías de comunicación (Hellmuth 1993). Entre los conjuntos arquitectónicos destacan los dos complejos de conmemoración astronómica, dos acrópolis triádicas, dos complejos de palacios, dos juegos de pelota y diversas edificaciones piramidales (Pinto 1996, Quintana, Wurster y Hermes 2000). En las distintas plazas del sitio arqueológico se conservan algunos de los 60 monumentos escultóricos registrados (Aquino 2006b, Aquino y Segura 2008).

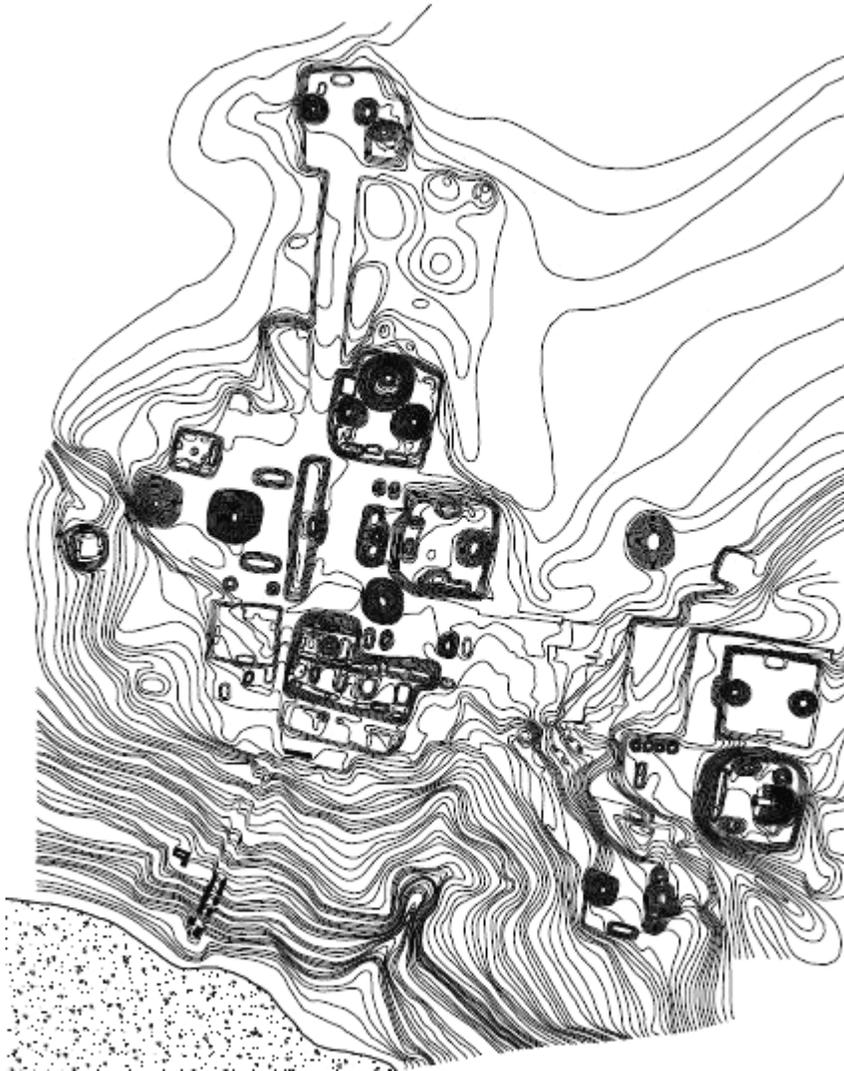


Figura 4. Mapa topográfico del sitio arqueológico Yaxha, Petén (Quintana, Wurster y Hermes 2000)

Luego de un análisis material completo, sabemos que Yaxha ocupó uno de los niveles más elevados dentro de la estructura regional sociopolítica, atendiendo a conformación jerárquica de las Tierras Bajas Mayas, en donde la importancia de los sitios ha sido cuantificada en base a la presencia y distribución de los Glifos Emblema (Marcus 1973, Mathews 1985), número de estelas (Morley 1938), número de plazas (Adams y Jones 1981), arquitectura monumental, volumen constructivo o densidad del asentamiento (Andrews 1977, Fialko 1995, 1997), entre otros aspectos.

Contexto medio ambiental

Basados en el sistema de clasificación de Thorthwaite, Yaxha presenta un clima cálido, con invierno benigno, húmedo, sin estación seca bien definida y cuya vegetación predominante es bosque. La temperatura máxima promedio de 39.72°C y una mínima promedio 10.92 C, la temperatura promedio anual es de 25.32°C (Estación Tikal), la humedad relativa máxima es de alrededor del 100%, la humedad relativa mínima 16%, con un promedio anual del 78%. La precipitación promedio anual es de 1,800.5 mm, distribuidos en aproximadamente 180 días al año (CONAP 2001).



Figura 5. Contexto medio ambiental del sitio arqueológico Yaxha, en la ribera norte de la laguna del mismo nombre (foto R. Noriega).

A través del monitoreo medio ambiental de las 60 áreas seleccionadas, entre los meses de agosto y noviembre de 2008, fue posible identificar inicialmente, que los materiales constructivos de la arquitectura prehispánica de Yaxha se encuentran expuestos a condiciones ambientales extremas, que incluyen variaciones considerables de temperatura superficial, temperatura ambiental y humedad relativa. En este corto e incompleto proceso de análisis, ya

se pueden observar diferencias climatológicas considerables, la temperatura superficial máxima registrada fue de 41.4 °c mientras que la mínima fue de 13.2 °c, ambas en contextos exteriores. De la misma manera, la temperatura ambiental máxima registrada fue de 39 °c y la mínima de 19 °c, también ambas en contextos exteriores. Finalmente, la humedad relativa máxima registrada fue de 94% y la mínima de 28%, nuevamente en contextos exteriores.

Como la tabla lo muestra, un dato a tomar en cuenta en el análisis de resultados, es el hecho que las áreas exteriores presentan un rango de condiciones más amplio respecto de las circunstancias registradas en los espacios interiores. Los límites superior y exterior de las variables ambientales son menores en las áreas interiores, lo que indica una mayor estabilidad de condiciones. Sin embargo, consideramos que los datos obtenidos solo pueden arrojar cifras preliminares, puesto que hace falta 2/3 partes del año de monitoreo ambiental en Yaxha.

Monitoreo medio ambiental					
	Contexto	Rangos	°c superficial	°c ambiental	Humedad relativa
Áreas	Interior	Máxima	32.2	35	88
		Mínima	16.4	19	32
		Diferencia	15.8	16	56
	Exterior	Máxima	41.4	39	94
		Mínima	13.2	19	28
		Diferencia	28.2	20	66

Tabla 1. Resultados preliminares del monitoreo medio ambiental, agosto-noviembre 2008. Sitio arqueológico Yaxha.

La antigua ciudad maya de Yaxha se ubica en 17°03'10" latitud norte y 89°24'00" longitud este, alrededor de los 250 msnm (Barrios et al 1996) y se encuentra a la orilla de uno de los lagos interiores de Petén. La cadena de 14 lagos se distribuye en sentido Este-Oeste y constituye un sistema fluvial utilizado como corredor natural de comunicación. En el siglo XVII varios frailes franciscanos, entre ellos Fuensalida y Órbita, transitaron por la región de los lagos Yaxha y Sacnab, parte de una ruta de desplazamiento entre Belice y la Isla de Flores (Villagutierrez y Sotomayor 1933).

Este corredor de comunicación se conecta al Este con los sistemas fluviales del río Mopan y Belice hasta el Mar Caribe; al Oeste con los ríos de San Pedro y Usumacinta hasta el golfo de México. La cuenca de lagos interiores se encuentra limitada al Sur por el sistema de colinas cársticas del cinturón plegado del Lacandón, y al Norte siguen grandes humedales con áreas de bajos que llegan a inundarse, con difícil acceso y problemas de abastecimiento de agua en época seca. (MICUDE 2005).

El triángulo cultural Yaxha, Nakum, Naranjo muestra características del bosque tropical húmedo, con presencia de zonas de bosque alto y medio en serranía, así como extensas zonas de bosques bajos inundables, con impresionantes lagunas, grandes pantanos y distintas cuencas hidrológicas (Herrera y Fialko 2006). El Parque Nacional cubre una superficie de 37,160 hectáreas y forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (MICUDE 2005). El territorio se caracteriza por una serie de elevaciones irregulares en sentido este oeste compuestas por fondo marino Mesozoico y sedimentos continentales: pizarra Triásica y caliza Cretácica y Jurasica, que van de los 100 a 300 metros SNM. (Ford 1981:33).

Los suelos alrededor del sitio arqueológico pertenecen a la Serie Yaxha, formados con material madre de roca caliza suave, caracterizados por el relieve irregular, drenaje bueno, color negro y textura arcilla muy fina suelos muy delgados con 25 centímetros de profundidad, pH alcalino de 7.65, labranza difícil (Santos 2005). Estos suelos descansan sobre una roca caliza desarrollada por sedimentos aluviales o marinos profundos que ocupan las formaciones denominadas “Karst ahogado” (CONAP 2001).

Historia prehispánica

El sitio arqueológico Yaxha presenta una ocupación continua del Preclásico Medio al periodo Clásico Terminal (ca. 600 aC – 1000 dC). A través de estudios arqueológicos se ha determinado que los primeros pobladores de Yaxha se asentaron en el área durante el Preclásico Medio (ca. 700 aC), organizados como comunidades aldeanas (Hermes 2001, Herrera y Fialko 2006). Durante el Preclásico Tardío 300 aC. – 200 dC. se evidencia un notable incremento demográfico y un gran avance en el proceso de organización sociopolítica que alcanza el nivel de señoríos con la capacidad de desarrollar arquitectura monumental, incluyendo la primera versión de la Acrópolis Norte, que cuenta con templos piramidales decorados con mascarones de deidades solares y del inframundo (García 2001).

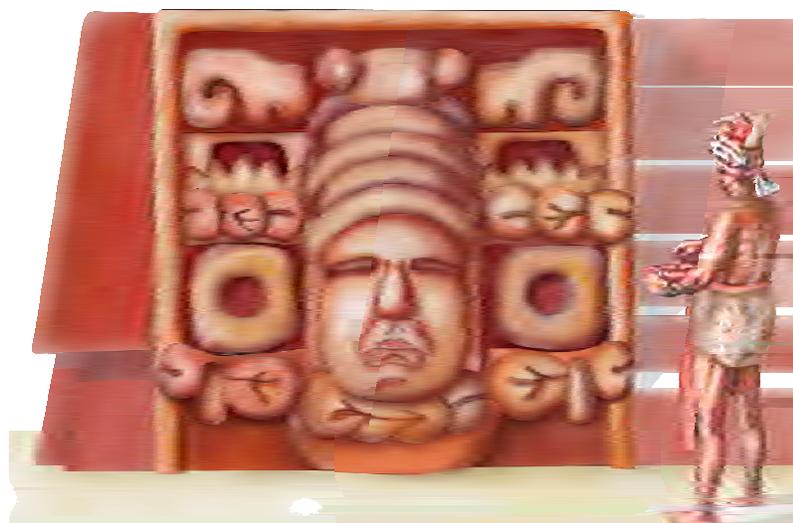


Figura 6. Mascarón preclásico tardío, Edificio 142-Sub1, Acrópolis Norte Yaxha (ilustración B. González).

Asociado al mismo conjunto arquitectónico se recuperó un fragmento escultórico de muy fina talla, que estilísticamente ha sido fechado hacia el Preclásico Tardío (Keit Sei 2006, Aquino 2006b). En el grupo Maler se ha recuperado una ofrenda que contuvo cinco maquetas de edificios piramidales, evidencia del alto grado de planificación alcanzado para la época (Morales 2001). Probablemente desde entonces ya existía un embarcadero asociado a la Calzada del Lago (Herrera y Fialko 2006).

Poco se conoce de la ocupación del período Clásico Temprano (250-600 d.C.), hay una escasa actividad en el sitio, lo que contrasta con los monumentos tallados y erigidos para ésta época (Hermes 2001). La importancia política de Yaxha dentro del panorama regional prehispánico es evidente en la presencia de un glifo emblema propio en los monumentos del Clásico Temprano (Culbert 1991:131). Algunas referencias arquitectónicas de dicho período se han documentado en la Acrópolis Este bajo el templo 216 (Hermes, Noriega y Calderón 1997).

En el inicio del período Clásico Tardío (600-800 d.C.), el desarrollo territorial de Yaxha como estado debe haberse extendido a expensas de señoríos vecinos ubicados al sur del lago tales como lo fueron Holtun, La Naya, Ixtinto y Corozal-Torre, entre otros (Herrera y Fialko 2006).

Al parecer, durante el Clásico Tardío Yaxha pierde su autonomía y se vincula dentro de la esfera política de Tikal, como consecuencia de las relaciones cercanas de parentesco entre ambas dinastías, aunque también durante algunos episodios se encuentra bajo el dominio del estado regional de Calakmul, a través de su estado vasallo Naranja. Es hasta finales del siglo VIII cuando la dinastía de Yaxha goza de un pequeño periodo de autonomía, durante el cual varios monumentos son encomendados por el gobernante *K'inich Lakamtun*, quien lucha por demostrar su poderío (Grube 2000).

Lamentablemente para la dinastía de Yaxha, el gobernante de Naranja *Itzamnaj K'awiil*, "derrota y quema la casa del *Yaxha Ajaw*", hecho relatado en los textos de las estelas 12 y 35 de Naranja (Martin y Grube 2000, Grube 2000).

Finalmente, luego de la derrota sufrida a manos del gobernante de Naranja en el año 800 d.C., la dinastía de Yaxha es disminuida, durante el Clásico Terminal, la ciudad presenta evidencia de remodelaciones en edificios del periodo anterior, construcción de pocos edificios abovedados y reubicación de monumentos esculpidos. Por medio del estudio de materiales culturales recuperados en las excavaciones del epicentro urbano, se considera que la ciudad fue abandonada a mediados del siglo X (Hermes 2001, Hermes y Martínez 2004).

Durante el período Post-Clásico cuando se dio una intensa construcción en la Isla de Topoxte, no parece haber ocupación substancial en el epicentro de Yaxha, aunque resulta claro que pudo existir algún tipo de actividad ritual asociada a memoria histórica por parte de algunos isleños, en relación con los grandes templos y palacios abandonados (Wurster 2000, Herrera y Fialko 2006).

A pesar que la dinastía de Yaxha posee una triste historia de sumisión ante entidades políticas más poderosas, quienes en una y otra ocasión conquistan y reconquistan la ciudad, la importancia de Yaxha dentro del esquema regional se evidencia en la continuidad de la ocupación del área, innegable entre otras cosas por su nombre, el cual significa agua verde y ha sido registrado en los

monumentos y textos como el toponímico maya *yax-ha*, con el mismo significado. El glifo emblema del sitio está compuesto por dos elementos principales, el primero se ha interpretado como el signo *Yax* y el siguiente como una guacamaya, loro o tortuga, pero regularmente se le reconoce más como un ave, hasta la fecha se ha registrado en las Estelas 1, 2, 6, 7, 13 y 31, las que corresponden tanto en el Clásico Temprano como en el Clásico Tardío. Tiene tres formas de escribirse *Yax-a*, *Yax-ah* o *Yax-ha* (Stuart 1989, Pinto 1996).

Patrimonio cultural edificado

Yaxha presenta más de quinientas edificaciones acondicionadas por medio de nivelaciones artificiales y terrazas naturales que se encuentran en orden descendente de Este a Oeste, ocupa 3 km² en la parte más alta de la ribera norte de la laguna y comparte las características arquitectónicas con otros sitios arqueológicos como Tikal, Uaxactún y otros (Quintana, Wurster y Hermes 2000).

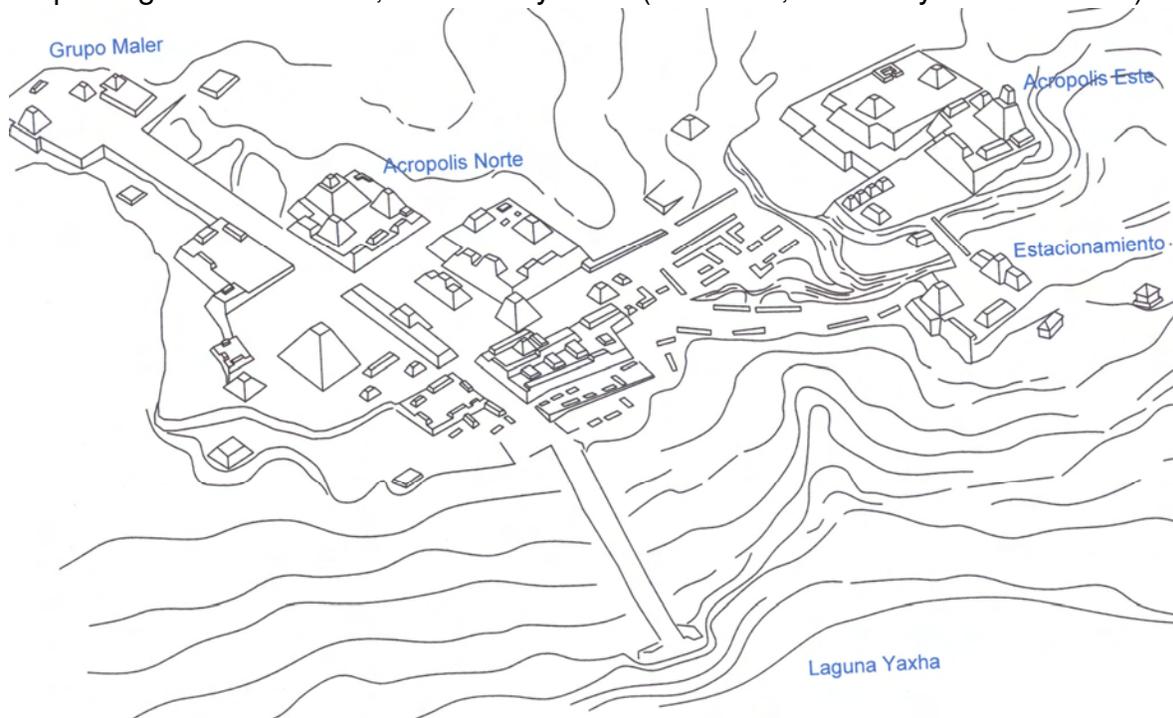


Figura 7. Dibujo isométrico, sitio arqueológico Yaxha (ilustración R. Noriega).

De acuerdo al análisis de distribución urbana de Yaxha, en el sitio han sido identificadas diez vías de comunicación de las cuales cinco fueron clasificadas como calzadas y las restantes como vías (Hellmuth 1993). Algunas de ellas se alinean formando ejes, tal el caso de la Calzada del Lago, la Vía 5 y la Calzada Blom, que forman un eje norte-sur de aproximadamente 1 km de longitud que comunica la laguna con el extremo norte del sitio (Hermes, Morales y Möllers 1999:110).

Distribuidos en distintos conjuntos arquitectónicos se encuentran los 34 edificios restaurados de Yaxha, los cuales han sido clasificados de acuerdo a la tipología morfológica, por los rasgos arquitectónicos y no por la función. Luego del análisis estadístico se ha determinado que las estructuras tipo palacio representan

el 32% de la muestra, mientras que los edificios piramidales alcanzan el 29%, por su parte, los basamentos constructivos representan el 24% de la arquitectura restaurada y las plataformas bajas alcanzan solamente el 15% de la muestra.

Sitio Arqueológico Yaxha				
No.	Conjunto Arquitectónico	Edificio	Tipología	
Tipología de Edificaciones	1	Grupo Maler	Edificio 1	Piramidal
	2	Grupo Maler	Edificio 2	Plataforma
	3	Grupo Maler	Edificio 3	Plataforma
	4	Grupo Maler	Edificio 4	Piramidal
	5	Grupo Maler	Edificio 6	Piramidal
	6	Grupo Maler	Plataforma Sostén SW	Basamento
	7	Calzada Blom	Parapeto E	Basamento
	8	Calzada Blom	Parapeto W	Basamento
	9	Acrópolis Norte	Edificio 134	Palacio
	10	Acrópolis Norte	Edificio 137	Piramidal
	11	Acrópolis Norte	Edificio 142	Piramidal
	12	Acrópolis Norte	Edificio 144	Piramidal
	13	Acrópolis Norte	Edificio 146	Palacio
	14	Acrópolis Norte	Edificio 147	Palacio
	15	Acrópolis Norte	Edificio 145	Plataforma
	16	Acrópolis Norte	Plataforma Sostén S	Basamento
	17	Acrópolis Norte	Plataforma Sostén W	Basamento
	18	Grupo Oeste	Edificio 103	Plataforma
	19	Grupo Oeste	Edificio 109	Palacio
	20	Grupo Oeste	Plataforma Sostén SE	Basamento
	21	Acrópolis Sur	Edificio 375	Palacio
	22	Acrópolis Sur	Edificio 389	Palacio
	23	Acrópolis Sur	Plataforma Sostén SW	Basamento
	24	Acrópolis Sur	Plataforma Sostén N	Basamento
	25	Juego de Pelota I	Edificio 395	Piramidal
	26	Juego de Pelota I	Edificio 396	Piramidal
	27	Acrópolis Este	Edificio 216	Piramidal
	28	Acrópolis Este	Edificio 217	Palacio
	29	Acrópolis Este	Edificio 218	Palacio
	30	Acrópolis Este	Edificio 219	Palacio
	31	Plaza A	Edificio 260	Palacio
	32	Plaza A	Edificio 261	Palacio
	33	Plaza B	Edificio 90	Palacio
	34	Plaza C	Edificio 152	Piramidal

Tabla 2. Tipología morfológica de edificaciones restauradas, sitio arqueológico Yaxha.

De acuerdo a su composición y distribución sobre el paisaje, así como para facilitar el proceso de análisis urbano, arquitectónico y evolutivo, el epicentro de Yaxha se ha dividido en cinco sectores denominados este, oeste, centro, sur y norte (Quintana, Wurster y Hermes 2001).

El sector este

Incluye todas las edificaciones existentes desde el extremo este del asentamiento hasta la confluencia de la Calzada Lincoln y la Calzada Este. En cuanto a la arquitectura restaurada incluye el edificio 90, quizá el único palacio de

columnas redondas de su época, el cual ocupa el sector Oeste de la Plaza B, restaurado en 2007.

El edificio 152 también fue restaurado en 2007 y ocupa el sector Oeste de la Plaza C. Al parecer, la última versión constructiva fue desmantelada en el final de periodo Clásico Terminal por los ocupantes de la ciudad. Los restos conservados corresponden a una edificación piramidal con escalinatas en las cuatro fachadas y que carecía de recinto en la parte superior.

El edificio 260 ocupa el sector Sur de la Plaza A, es un palacio de 9 puertas que presuntamente no fue terminado con mampostería. Este edificio fue investigado y restaurado en 2003.

El edificio 261 ocupa el sector Norte de la Plaza A, es un recinto abierto típico de los complejos de pirámides gemelas. Esta estructura fue investigada y restaurada en 2003. En su interior se encuentra un altar de grandes proporciones pero no se registró ninguna estela, por lo que se considera que dicho monumento fue trasladado durante el período Clásico Terminal.



Figura 8. Idealización arquitectónica Acrópolis Este, sitio arqueológico Yaxha (ilustración B. González).

El edificio 216 se encuentra en el sector Este de la Acrópolis Este, es una estructura piramidal que soporta un edificio de dos cámaras abovedadas. Constituye la construcción más alta de todo el asentamiento. Debido a sus grandes dimensiones, ha sido intervenido únicamente en la fachada principal y todo el edificio superior a lo largo de los últimos 12 años.

Los edificios 217, 218 y 219 forman un gran palacio abovedado de 15 puertas y más de 18 recintos, que se ubica en el sector Oeste de la Acrópolis Este. Estas estructuras fueron investigadas y restauradas entre 2005 y 2008.

El sector oeste

Este sector del asentamiento comprende los edificios asociados a las Plazas F y G, así como al Grupo Oeste.

El edificio 103 corresponde a una plataforma baja ubicada en el centro del patio del Grupo Residencial Oeste, la cual fue restaurada en 2006.

El edificio 109 ocupa el sector Oeste del Grupo Residencial Oeste, constituye un palacio de 4 recintos que estuvieron abovedados y que fueron investigados y restaurados en 2006.

La plataforma de sostén del Grupo Residencial Oeste presenta arquitectura restaurada en la esquina Sureste, evidenciando uno de los ingresos originales al conjunto a través de una escalinata remetida. Este sector fue investigado y restaurado también en 2006.

El sector central

Este es uno de los sectores más importantes del asentamiento, comprende las Plazas D y E, así como las Acrópolis Noreste y Norte.



En este sector se encuentra uno de los conjuntos constructivos que presenta mayor volumen arquitectónico expuesto, la Acrópolis Norte. Este grupo está formado por diez edificios que se encuentran asentados sobre una alta plataforma artificial que fue construida sobre una colina cárstica. Las coordenadas UTM son E 0244270, N 1889893.

Figura 9. Edificio 137, Acrópolis Norte Yaxha (foto D. Aquino).

El basamento de la acrópolis tiene forma ligeramente rectangular (mide aproximadamente entre 100 y 120 m por lado), esquinas redondeas (la esquina NO es remetida) y cuerpos escalonados. Su acceso principal situado en el lado Sur es una escalinata que comunica con la plaza E y con el resto del sitio. La plataforma de sostén se encuentra restaurada en su fachadas Sur y Oeste.

El patio central de este complejo esta delimitado por tres edificios piramidales ubicados al norte (142), este (137) y oeste (144), hacia el sur hay tres edificios de planta rectangular (134, 135, 136), la esquina NE esta ocupada por

tres plataformas muy bajas (139, 140 y 141), en la esquina NO hay por una plataforma rectangular (143); entre los edificios 134 y 144 hay una plataforma elevada que sostiene tres edificios abovedados que comparten un patio interior (145, 146, 147) y entre los edificios 136 y 137 una plataforma cuadrangular (148).

El edificio 142 constituye la construcción piramidal más grande de la Acrópolis Norte y fue restaurado únicamente en su fachada principal.

Por su parte el edificio 137, que también es una construcción piramidal fue restaurado en las fachadas Este, Norte y Oeste, conservando en forma de montículo únicamente la fachada Sur.

El edificio 144 ha sido restaurado en su totalidad y constituye la tercera de las estructuras piramidales del conjunto, conformando así el patrón triádico del periodo preclásico tardío. Este edificio ha dejado expuestas varias secciones de la subestructura anterior, que se mezcla con los restos de la última versión arquitectónica.



Los edificios 134, 145, 146 y 147 ocupan la esquina Suroeste de la Acrópolis Norte y fueron restaurados entre 2002 y 2006. Todas estas estructuras se han catalogado bajo la categoría de palacios, aunque no presentan las mismas dimensiones ni complejidad, al parecer todos estuvieron abovedados en época prehispánica.

Figura 10.Edificio 134 y 146, Acrópolis Norte Yaxha (foto D. Aquino).

El sector norte

En este sector se concentra el segundo grupo con más arquitectura restaurada del sitio arqueológico, comprende la Calzada Blom, el Grupo Maler y sus inmediaciones.

El edificio 1 ocupa el sector Oeste del Grupo Maler y fue restaurado entre 2002 y 2005. Constituye una estructura piramidal que soporta un recinto abovedado en la parte superior. Al parecer el recinto fue agregado por los ocupantes del periodo Clásico Terminal.



Figura 11.Edificio 1, Grupo Maler Yaxha (foto D. Aquino).

Los edificios 2 y 3 se encuentran en la esquina Noroeste y en el sector Norte respectivamente y ambos fueron restaurados en 2000. Las dos edificaciones constituyen plataformas bajas que presuntamente no soportaban construcciones de materiales perecederos.

El edificio 4 ocupa el sector Este del Grupo Maler y conforma una estructura piramidal que fue investigada y restaurada entre 1999 y 2002.

El edificio 6 se encuentra en el sector Sureste del Grupo Maler y se ubica sobre una plataforma de sostén de considerables dimensiones. El edificio es de tipo piramidal y ha sido restaurado entre 1999 y 2002.

La Calzada Blom comunica el Grupo Maler con la Acrópolis Norte y presenta los dos parapetos totalmente restaurados. Por su composición y morfología, se le considera como una gran plataforma.

El sector sur

El sector sur comprende la Acrópolis Principal y los grupos aledaños a ésta que se encuentran situados al este y oeste de la Calzada del Lago.

En el patio 4 de la Acrópolis Sur se encuentra el edificio 375, que constituye un palacio abovedado de 4 recintos, el cual ha sido investigado y restaurado en 2006 y 2007. Se ubica sobre un considerable basamento del conjunto, el cual ha sido restaurado parcialmente en la esquina Suroeste, junto a la vía 5.

En la fachada Norte de la Acrópolis Principal se ha restaurado de manera parcial un palacio de 4 recintos abovedados, el cual se encuentra directamente relacionado con el Juego de Pelota I.

El Juego de Pelota I está conformado por los edificios 395 y 396, ambos clasificados dentro de la categoría de estructuras piramidales. Estos edificios fueron investigados y restaurados en 2006 y 2007.



Figura 12. Edificio 375, Acrópolis Principal Yaxha (foto D. Aquino).

2.2 Organismos vegetales menores

A lo largo de la presente investigación, se ha planteado el concepto de organismos vegetales menores con la intención aglutinar de manera genérica el conjunto de especies botánicas, florales o similares que crecen y cubren las superficies de la arquitectura prehispánica de Yaxha, conocidos comúnmente como microflora (Aquino et al. 2007). Aunque en la actualidad se desarrollan diversos estudios sobre estos crecimientos, desde hace varios siglos los exploradores de sitios arqueológicos mayas han prestado atención a dicho fenómeno, utilizando nombres como lanas o manchas (Torres 1993).

En este sentido, con el presente proyecto se ha iniciado la identificación taxonómica de la microflora, biopelícula, lanas o manchas, que cubren los elementos arquitectónicos mayas (Aquino et al. 2008). Sin importar el nombre genérico que utilicemos, la implementación de un equipo multidisciplinario y los avances en el estudio botánico nos permite llamarles a los organismos vegetales menores de la manera más adecuada.

Luego del análisis de cobertura vegetal realizado en las 60 áreas de estudio seleccionadas, fue posible determinar que sobre la arquitectura expuesta de Yaxha conviven varios tipos de organismos que crecen indiscriminadamente sobre los distintos elementos constructivos. Aunque se observaron mohos, hongos y otros tipos de crecimientos, los organismos vegetales menores registrados se pueden agrupar en tres grandes categorías: algas, briófitas y líquenes.

Cobertura Vegetal

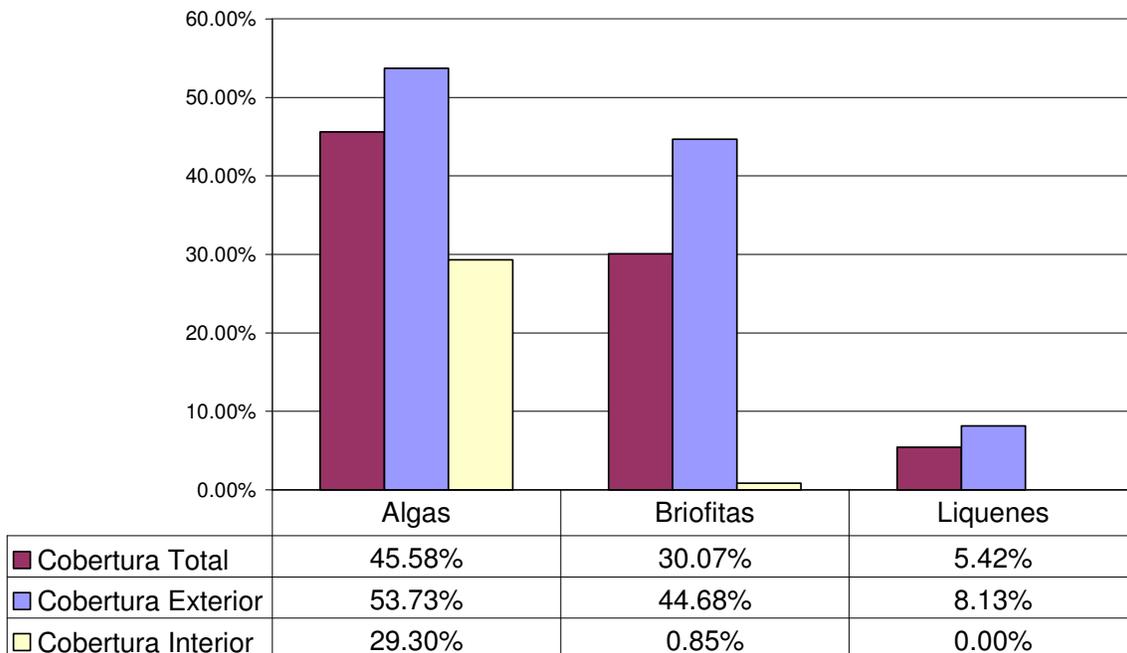


Figura 13. Análisis de la cobertura vegetal por categorías de organismos en el total de la muestra seleccionada.

Durante el análisis de cobertura se tomaron en cuenta diversas variables que incluyen las características ambientales, exposición lumínica y sustrato, con el fin de identificar patrones en el crecimiento de los organismos vegetales menores. En este sentido, se han realizado dos análisis paralelos, separando las 20 áreas interiores y las 40 áreas exteriores, de acuerdo a las diferencias medio ambientales de cada grupo.

Áreas Interiores					
	Variable	Algas	Algas filamentosas	Briofitas	Líquenes
% cobertura total	Cobertura total	29.3	-	0.85	-
	Ambiente seco	2	-	-	-
	Ambiente húmedo	27.3	-	0.85	-
	Luz directa	3.8	-	-	-
	Luz indirecta	25.5	-	0.85	-
	Sombra	-	-	-	-
	Luz mínima	-	-	-	-
	Crecimiento sobre bloque calizo	13.5	-	0.85	-
	Crecimiento sobre estuco	15.8	-	-	-

Tabla 3. Análisis de crecimientos vegetales y porcentaje de cobertura en áreas interiores, de acuerdo a condiciones medio ambientales y sustrato.

Áreas Exteriores					
	Variable	Algas	Algas filamentosas	Briofitas	Líquenes
% cobertura total	Cobertura total	47.23	3.83	44.68	5.3
	Ambiente seco	8.08	-	3.05	-
	Ambiente húmedo	39.15	3.83	41.63	5.3
	Luz directa	30.33	3.83	31.2	5.05
	Luz indirecta	14.65	-	13.48	0.25
	Sombra	2.25	-	-	-
	Luz mínima	-	-	-	-
	Crecimiento sobre bloque calizo	36.63	3.83	38.8	5.3
	Crecimiento sobre estuco	7	-	2.85	-
	Crecimiento sobre embono	6.1	-	5.53	-

Tabla 4. Análisis de crecimientos vegetales y porcentaje de cobertura en áreas exteriores, de acuerdo a condiciones medio ambientales y sustrato.

Algas

Las algas son un grupo de organismos de estructura simple que producen oxígeno al realizar el proceso de la fotosíntesis, proceso en el cual los organismos con clorofila, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Aunque la mayoría de las algas son microscópicas como las diatomeas también las hay que son visibles a simple vista como las algas marinas y las no marinas. A pesar de la importante presencia de algas sobre la arquitectura prehispánica de Yaxha, no fue posible realizar la determinación taxonómica por limitantes tecnológicas, aun así se considera una labor pendiente para el presente proyecto.

Aunque las algas se caracterizan por la capacidad de realizar la fotosíntesis, ciertas especies han evolucionado hacia la pérdida de su capacidad fotosintética, adaptándose a ambientes oscuros o con poca exposición a la luz. En Yaxha se ha registrado el crecimiento de algas epilíticas en la mayor parte de las áreas de estudio seleccionadas, cubriendo el 29.3% en superficies interiores y 49.23% en superficies exteriores. Estos crecimientos se han registrado en los tres sustratos identificados en la arquitectura prehispánica de Yaxha, bloque calizo, embono y estuco.



Figura 14. Crecimiento de alga epilítica (familia *Trentepohliaceae*), sobre Edificio 216 Yaxha, posiblemente *Trentepohlia aurea*, como la reportada en el sitio arqueológico Palenque (Novelo, Ramírez y Villalobos 2007) (Foto D. Aquino).

La división más simple podría ser las formas inmóviles y las formas móviles; aunque hay otra utilizada pero que es incorrecta entre animal y vegetal. Los biólogos suelen usar un sistema de clasificación que las distribuye en reinos diferentes. Las investigaciones actuales sugieren que existen, al menos, 16 líneas filogenéticas, grupos de organismos con un antepasado común, o divisiones. Las líneas filogenéticas de las algas se definen según determinadas características, como la composición de la pared celular, los pigmentos fotosintéticos, los productos de reserva, los flagelos de las células móviles, la estructura del núcleo, el cloroplasto, el pirenoide, zona del cloroplasto que participa en la formación de almidón; y la mancha ocular, un orgánulo constituido por una gran concentración

de lípidos. Las algas procarióticas, que carecen de membrana nuclear, se clasifican en el reino Móneras. Las formas unicelulares de las algas eucarióticas, que tienen su núcleo rodeado por una membrana, se incluyen en el reino Protistas, al igual que las líneas filogenéticas con formas pluricelulares, aunque según ciertas clasificaciones estas últimas se incluyen en el reino Vegetal.

Algas verdeazuladas (*Cyanophyta*)

Las algas verdeazuladas también son llamadas bacterias verdeazuladas porque carecen de membrana nuclear como las bacterias. Sólo existe un equivalente del núcleo, el centroplasma, que está rodeado sin límite preciso por el cromatoplasma periférico coloreado. El hecho de que éstas se clasifiquen como algas en vez de bacterias es porque liberan oxígeno realizando una fotosíntesis similar a la de las plantas superiores. Ciertas formas tienen vida independiente, pero la mayoría se agrega en colonias o forma filamentos. Su color varía desde verdeazulado hasta rojo o púrpura dependiendo de la proporción de dos pigmentos fotosintéticos especiales: la ficocianina (azul) y la ficoeritrina (rojo), que ocultan el color verde de la clorofila. Mientras que las plantas superiores presentan



dos clases de clorofila llamadas A y B, las algas verdeazuladas contienen sólo la de tipo A, pero ésta no se encuentra en los cloroplastos, sino que se distribuye por toda la célula. Se reproducen por esporas o por fragmentación de los filamentos pluricelulares. Las algas verdeazuladas se encuentran en hábitats diversos de todo el mundo. Abundan en la corteza de los árboles, rocas y suelos húmedos donde realizan la fijación de nitrógeno. Recientemente se han registrado crecimientos de algas verdeazuladas en elementos arquitectónicos de la Acrópolis Norte de Tikal (Castañeda 2008), sitio arqueológico que comparte características medio ambientales y materiales con Yaxha.

Figura 15. Crecimiento de alga verdeazulada (*Scytonema guyanense*), mascarón prehispánico Acrópolis Norte de Tikal (Castañeda 2008) (Foto D. Aquino).

Algunas coexisten en simbiosis con hongos para formar líquenes. Cuando hace calor, algunas especies forman extensas y, a veces, tóxicas floraciones en la superficie de charcas y en las costas. En aguas tropicales poco profundas, las matas de algas llegan a constituir unas formaciones curvadas llamadas estromatolitos, cuyos fósiles se han encontrado en rocas formadas durante el precámbrico, hace más de 3.000 millones de años. Esto sugiere el papel tan importante que desempeñaron estos organismos cambiando la atmósfera primitiva, rica en dióxido de carbono, por la mezcla oxigenada que existe actualmente. Ciertas especies viven en la superficie de los estanques formando las “flores de agua”.

Algas verdes (*Chlorophyta*):

Se cuentan entre los organismos más antiguos; la primera alga verde aparece en el registro fósil hace más de 2.000 millones de años. Se les considera predecesoras de las plantas verdes terrestres. Las algas verdes se asemejan a las plantas superiores en que tienen clorofila A y B y almidón como material de reserva. La mayoría son unicelulares (móviles o no móviles), coloniales o pluricelulares. Las especies unicelulares móviles se desplazan en el agua gracias a los flagelos lo que les asemeja a los flagelados vegetales y se diferencian en la reproducción sexual. Las especies inmóviles pueden generar células reproductoras móviles, es decir, zoosporas. Tanto las móviles como las inmóviles pueden vivir aisladas o reunirse en colonias; a menudo, éstas tienen forma determinada y un número fijo de células, todas ellas iguales, y constituyen un cenobio o una comunidad celular. La mayoría posee paredes celulares con dos capas, una interna de celulosa y otra externa con pectina, sustancia blanca amorfa que producen algunas plantas. Muchos clorofitos unicelulares se agrupan en filamentos y son visibles como musgo de río o verdín de charca.



Figura 16. Crecimiento de alga verde (*Chlorophyta*) sobre estuco, interior de Edificio 218 Yaxha (Foto D. Aquino).

En hábitats marinos las más desarrolladas se componen de sifones plurinucleados y alcanzan una longitud de 10 metros. Las algas verdes se localizan también en el suelo húmedo, adheridas a las plantas terrestres (algunas de éstas son parásitas), e incluso en la nieve y el hielo. Algunas especies terrestres de algas viven en simbiosis con los hongos (líquenes). Las algas verdes se reproducen de forma vegetativa (por fragmentación y división celular), asexual (por esporas y zoosporas), y sexual por conjugación; y en muchas especies se da la alternancia de generaciones. Las algas verdes tienen una enorme importancia ya que contribuyen al aporte de oxígeno atmosférico.

Diatomeas (*Bacillariophyta*):

Las diatomeas son organismos unicelulares, pero pueden unirse en colonias con forma de tallo o ramificadas. Las células de las diatomeas son completas. Tienen membrana, núcleo, cromatóforos, dos vacúolos que se reparten el jugo celular, etc. En tales células no se acumula almidón, sino gotas de aceite. Lo más notable de estas plantas es la membrana que las envuelve y las protege, constituida por una modificación de la celulosa impregnada de una combinación silícica; esta especie de caparazón, el frústulo, se compone de dos piezas que encajan una en otra por sus bordes, como una caja y su tapadera. En muchas diatomeas existe una línea sinuosa que recorre la valva (rafe) que va de un nódulo extremo a otro, interrumpida por un nódulo central. El sílice les confiere rigidez y origina patrones de estrías, esculpidos de manera complicada, que suelen servir como rasgos para su identificación. El citoplasma contiene el pigmento verde clorofila pero se mezcla con la xantofila (de color amarillento), la carotina y con la fucoxantina ofrecen a las diatomeas su apariencia castaño-dorada con una pigmentación similar, aunque no idéntica, a la de las algas pardas. Su reproducción generalmente es por división celular. Las cubiertas se separan y cada mitad segrega otra un poco más pequeña que encaja con la anterior. Las divisiones celulares sucesivas van produciendo células de menor tamaño, hasta que se alcanza una talla mínima. Periódicamente se originan células de la talla del organismo original por reproducción sexual. Se encuentran principalmente en charcas de agua dulce o en las capas superficiales de los océanos, donde constituyen un componente principal del plancton del que depende la vida marina; y en suelos húmedos. Pueden flotar formando parte del plancton o fijarse a rocas u otras superficies. Los restos fósiles de las conchas de las diatomeas se llama tierra de diatomeas, que se usa como abrasivo y filtrante.

Otras líneas filogenéticas de algas:

Se han definido, al menos, otras 11 líneas filogenéticas de algas. La mayoría son organismos flagelados unicelulares o miembros de colonias. Los dinoflagelados (*Pyrrophyta*) son mayoritariamente marinos. Desempeñan un papel destacado como productores primarios en la red trófica, pero son más conocidos porque originan la marea roja, crecimiento explosivo de ciertas especies que introducen toxinas en el medio. Los coccolitopóridos, miembros de la división *Prymnesiophyta* o *Haptophyta*, tienen unas escamas calcificadas complejas llamadas coccolitos unidas a sus cuerpos celulares. Los coccolitos fosilizados que

forman acantilados blancos son importantes en el estudio geológico de los estratos (capas de roca sedimentaria). Otras líneas filogenéticas de algas con miembros fotosintéticos son *Chrysophyta*, *Xanthophyta* (*Tribophyta*), *Eustigmatophyta*, *Raphidophyta*, *Cryptophyta*, *Euglenophyta* y *Prasinophyta*. También se ha registrado otros tipos de algas que se desarrollan solamente en ambientes marinos, como las algas pardas (*phaeophyta*) y las algas rojas (*Rhodophyta*)

Briofitas

La división Bryophyta incluye cerca de 24,000 especies agrupadas en más de 1,000 géneros (Delgadillo 1990). Su clasificación está basada fundamentalmente en características morfológicas y en relaciones filogenéticas. A continuación se presenta un cuadro con las diferencias morfológicas de importancia taxonómica entre hepáticas, antocerotas y musgos.

Briofitas				
	Grupo	Hepatophyta	Antocerophyta	Bryophyta
Diferencias Morfológicas Esporofitos	Esporofitos	Creciendo desde una célula apical. Completamente rodeados por una caliptra y otros órganos protectores (perianto, marsupio, involucro, etc.).	Creciendo desde un meristemo basal. Durante su desarrollo, parcialmente cubierto por un involucro, sin caliptra.	Creciendo desde una célula apical. Durante su desarrollo la parte superior cubierta por una caliptra, sin otros órganos protectores.
	Maduración de las esporas	Sincrónica, antes de la elongación de la seta.	Asincrónica (sin seta).	Sincrónica, posterior a la elongación de la seta.
	Cápsula	De redondeada a cilíndrica, sujeta por una seta incolora y frágil (o sin seta). Se abre de una sola vez, por 1-4 valvas. Sin columela, estomas y peristomas, eláteres presentes.	De forma cilíndrica a larga y filiforme, sin seta. Se abre gradualmente desde el ápice hacia la base por medio de 2 valvas. Con columela, con o sin estomas, sin peristoma, eláteres presentes.	Se abre de una sola vez, usualmente por medio de un opérculo. Con columela y estomas, a menudo con peristoma, eláteres ausentes.

Tabla 5. Diferencias morfológicas entre los esporofitos de los tres grandes grupos de briofitas (Según Delgadillo 1990)

Las briofitas son plantas generalmente pequeñas que incluyen a tres grupos principales: hepáticas, antocerotes y musgos; viven sobre rocas, suelo, troncos o ramas de los árboles; se encuentran de preferencia en lugares muy húmedos o en hábitats acuáticos pues requieren de agua líquida para la fecundación. Sin embargo, las briofitas también pueden tolerar condiciones ambientales extremas

que otras plantas no resisten; por esta razón, están ampliamente distribuidas en el mundo, desde los ambientes árticos hasta las zonas tropicales y desde los desiertos hasta los ambientes sumergidos. Aunque toleran la aspersion por agua salada, nunca son marinas.

Briofitas				
	Grupo	Hepatophyta	Antocerophyta	Bryophyta
Diferencias Morfológicas Tallo	Tallo	Con hojas en 2-3 filas o sin ellas	Sin hojas	Con hojas arregladas en espiral, raramente en 2-3 filas. Se desarrollan de la epidermis del tallo
	Ramas	Se desarrollan de las células iniciales en las hojas o de células centrales del tallo, raramente de la epidermis del mismo	-	Se desarrollan a partir de la epidermis del tallo
	Células	Con numerosos cloroplastos, sin pirenoides, trígonos usualmente presentes	Con 1-4 cloroplastos grandes, cada uno con o sin pirenoide, sin trígonos	Con numerosos cloroplastos, sin pirenoides y usualmente sin trígonos
	Rizoides	Unicelulares	Unicelulares	Pluricelulares
	Paráfisis	Usualmente ausentes (a veces presentes entre los anteridios)	Ausentes	Usualmente presentes entre los gametangios
	Anteridios	Foliosas: Esféricos, se encuentran en las axilas de las hojas perigoniales, en ramas especializadas. Taloides: en cámaras anteridiales o elevados por anteridioforos	Maduran antes que los arquegonios. Contenidos en cámaras anteridiales	De forma regular o de clava y formados por un pedúnculo y una cubierta estéril que rodea a una cámara donde se encuentran los anterozoides
	Arquegonios	Foliosas: Rodeados por un periquecio o por un perianto. Taloides: en cámaras arquegoniales o elevados en arquegonióforos	Se forman cerca del punto de crecimiento del gametofito, su pared es parte del cuerpo del gametofito (células idénticas a las vegetativas)	En forma de botella, entremezclados con paráfisis, rodeados de un periquecio formando una cubierta protectora
Protonema	Muy pequeño, taloide, produciendo únicamente 1 gametofito	Muy pequeños, taloides, produciendo solamente 1 gametofito	Filamentosos, usualmente produciendo mas de un gametofito	

Tabla 6. Diferencias morfológicas entre los talos de los tres grandes grupos de briofitas (Según Delgadillo 1990)

Las briofitas son similares a otras plantas porque contienen clorofila, carotenos, xantofilas, almidón verdadero, algunas grasas, celulosa y hemicelulosa. Pertenecen al subreino *Embriophyta* –que también incluye alas plantas vasculares- porque forman un embrión que se desarrolla a partir del *cigoto*; este

último es el producto de la fusión de dos células sexuales. Además de estas características, las briofitas tienen un ciclo de vida en el que alternan dos generaciones, el *gametofito* y el *esporofito*. Las dos generaciones son fases claramente diferentes en forma, función y dotación cromosómica. La *espora* es la primera célula de la generación del gametofito que, al germinar, produce una estructura multicelular filamentososa, laminar, globosa o de otras formas que se conoce como *protonema*. Este se fija al sustrato por filamentos sin clorofila llamados *rizoides*. El protonema produce brotes en los que se diferencia una célula apical que da lugar a un gametofito más complejo. El gametofito es un talo pequeño, aplanado o folioso, y haploide. Cuando es aplanado consiste de un listón o cinta lobulada en el ápice que se ramifica dicotómicamente y está fijo al sustrato por una serie de rizoides unicelulares. El talo folioso está formado por un eje principal o *tallo* del cual nacen numerosas estructuras laminares fotosintéticas conocidas como *hojas*; el conjunto se encuentra fijo al sustrato por rizoides uni- o pluricelulares. El eje principal, las estructuras laminares y los rizoides, aun cuando desempeñan funciones similares a las de los tallos, hojas y raíces de las plantas superiores, no tienen el mismo origen ya que además de poseer una estructura anatómica muy sencilla, pertenecen a la generación del gametofito y son haploides. Los tallos, hojas y raíces de las plantas vasculares pertenecen a la generación del esporofito, son diploides y anatómicamente más complejos.



Figura 17. Crecimiento de briófito hepática (*Calypogeia sp morphospecies 1*) sobre muro de fachada, basamento Acrópolis Este Yaxha (Foto D. Aquino).

El gametofito produce estructuras asexuales de reproducción y órganos sexuales. Las primeras pueden ser yemas o fragmentos del talo; las yemas están formadas por agrupamientos de células que al germinar en un ambiente apropiado producen un protonema y un nuevo gametofito. En ciertas especies, las yemas son gametofitos diminutos con su propia célula apical; al desprenderse de la planta madre producen un gametofito normal sin pasar por la fase de protonema. Cuando los gametofitos se secan, con frecuencia se tornan quebradizos y los fragmentos aislados pueden dar lugar a otros gametofitos si encuentran un ambiente propicio (Delgadillo 1990, Cronquist 1983).

Los órganos de reproducción sexual, *anteridios* y *arquegonios*, se encuentran juntos o separados, apical o lateralmente, sobre el eje principal o sobre las ramas laterales de los gametofitos foliosas; en éstos últimos los órganos sexuales pueden estar rodeados por hojas especializadas que en conjunto constituyen el *perigonio* o *periquecio*. En el caso de los gametofitos taloides, los órganos sexuales pueden encontrarse sumergidos en el cuerpo de la planta. Los anteridios, órganos sexuales masculinos, son estructuras pluricelulares de forma globosa; consisten de un pequeño pedicelo y una cubierta protectora estéril que envuelve a una masa de tejido fértil. Esta última da origen a los *anterozoides* biflagelados característicos de este grupo.

El órgano sexual femenino es el arquegonio. También es una estructura pluricelular y tiene forma de botella; la porción basal ensanchada se conoce como *vientre* y la parte superior estrecha y alargada es el *cueño*. El vientre está formado por una capa de células estériles que rodean a una cavidad ocupada por una célula grande u *oosfera* que es la célula sexual femenina; el cuello está formado por una capa de células estériles que rodean al *canal del cuello* por donde se desplazan los anterozoides hasta llegar a la oosfera. Como se ha dicho, el agua es indispensable para la fecundación. Debido a que los anterozoides nadan distancias cortas, los gametofitos masculinos deben estar cerca de los femeninos para que ocurra la reproducción sexual.

Al madurar la oosfera, las células que originalmente se encontraban en el canal del cuello del arquegonio se desintegran; su contenido es exudado al agua circundante por ruptura del ápice del arquegonio. La masa de anterozoides, por su parte, es expulsada rápidamente o emerge gradualmente hasta la película de agua que baña al anteridio. Los anterozoides que encuentran el líquido de las células del canal del cuello nadan hacia el sitio de mayor concentración y bajan hasta la oosfera. Solo uno de ellos perfora la pared de la oosfera; su núcleo se une con el de la oosfera y se constituye en el cigoto, esta es la primera célula del esporofito y es diploide. (Cronquist 1983)

Después de algunas divisiones mitóticas el cigoto produce un *pie* que penetra al tejido del gametofito; las otras células embrionarias sufren numerosas divisiones para formar el resto del esporofito. Mientras que éste último se alarga, las células del vientre del arquegonio también sufren divisiones y forman una cubierta que protege al embrión en desarrollo; esta es la *caliptra*.

El desarrollo del esporofito es variable en diferentes grupos de briofitas, pero en todas ellas es una estructura diploide poco llamativa y con un periodo de vida comparativamente corto. En la madurez el pie es un ensanchamiento basal unido a un pedicelo o seta y aun recipiente o cápsula en la cual se forman las

células madres de las esporas; cada célula madre de las esporas se divide por meiosis y da lugar a esporas unicelulares haploides que originalmente aparecen en tétradas. El tipo de apertura o dehiscencia de la cápsula también varía entre las briofitas; las esporas son liberadas y transportadas a diferentes lugares por el agua, el viento o excepcionalmente por ciertos animales.

Briofitas de Yaxha					
	No.	Especie	Familia	Clase	Abundancia
Especies	1	<i>Syrrhopodon incompletus</i>	Calymperaceae	Musgo	23
	2	Morfoespecie1	Amblystegiaceae	Musgo	3
	3	Morfoespecie2	Ditrichaceae	Musgo	2
	4	Morfoespecie 3	Ephemeraceae	Musgo	1
	5	<i>Calypogeia sp</i> morfoespecie 1	Calypogeiaceae	Hepática	1
	6	<i>Calypogeia sp</i> morfoespecie 2	Calypogeiaceae	Hepática	4

Tabla 7. Especies de briófitas determinadas a través del análisis taxonómico de las muestras recolectadas en Yaxha, análisis de abundancia.



Figura 18. Crecimiento de briófitas musgo (*Syrrhopodon incompletus*) sobre embono de caliza, Edificio 152 Yaxha (Foto D. Aquino).

Líquenes

Muchos ascomicetos y unos pocos basidiomicetos se encuentran comúnmente en asociación simbiótica con una especie de algas verdes o verde-azules. Estas combinaciones de hongos y algas se conocen como líquenes. *Trebouxia* es un alga encontrada muy a menudo en los líquenes. *Trebouxia* es bastante similar, vegetativamente, a *Pleurococcus*, y a menudo se ha confundido con este último género. El alga que se encuentra en los líquenes por lo común también se halla sola, pero casi todos los hongos de líquenes están restringidos a estas combinaciones. Por esta razón y debido a que la forma y estructura del talo de los líquenes esta gobernada en su mayor parte por el hongo y no por el alga, las reglas de nomenclatura indican que el nombre del liquen es el de su componente fungáceo.

Hasta hace unos cien años, en general se consideraba a los líquenes como un grupo separado, principal, de plantas. Su naturaleza doble como combinación de un alga con un hongo fue señalada en 1968 por De Bary, pero sus puntos de vista no tuvieron una pronta aceptación general. Después de un largo periodo de controversia, la opinión de que un liquen estaba formado por un alga y un hongo en asociación íntima, fue confirmada en 1920 por las investigaciones del botánico ruso Afanasii Nikolaevich.

Desde la época de Danilov, los líquenes han sido considerados como el ejemplo estándar de verdadera simbiosis, en la cual ambos simbiosistas se benefician con la asociación. Es indudable que el hongo se beneficia, ya que depende totalmente del alga para su alimento, pero no siempre esta claro que el alga se beneficie. Algunos líquenes viven en lugares secos donde un alga sola no podría vivir, pero otros se presentan lado a lado con componentes algales como *Trebouxia*. Los trabajos experimentales sugieren que algunos hongos de los líquenes producen sustancias que estimulan o son necesarias para el crecimiento del alga incluida. Es evidente que en un sentido evolutivo los líquenes se originaron por helotismo o esclavización del componente algal por parte del hongo, pero cuando menos en algunos líquenes, la asociación se ha desarrollado para formar una verdadera unión mutualística de simbiosis. El historiador puede ver en esto algún paralelismo entre la historia de la esclavitud en las sociedades humanas y la probable historia evolutiva de los líquenes.

Los líquenes comúnmente forman delgados talos hasta de muchos centímetros de largo. Una sección a través de un talo liquénico típico muestra una capa periférica del micelio compacto, y una región interna de hifas más esparcidas entre las cuales se encuentran células, filamentos o colonias de células de un alga. Algunas hifas del hongo generalmente también penetran en el sustrato como rizoides, sirviendo como un medio de fijación o de absorción de minerales. El hongo algunas veces produce haustorios que penetran a y a veces matan a algunas de las células algales esclavizadas, pero más a menudo la punta de una rama hifal simplemente se comprime contra la célula algal, sin penetrar en ella. Indudablemente, cuando menos en algunos casos, las células algales incluidas que han muerto son ingeridas y usadas por el hongo.

Es conveniente y se acostumbra dividir a los líquenes en tres grupos de acuerdo con el aspecto exterior del talo, aunque no hay una distinción clara entre estos grupos, y esta clasificación no tiene relación con la posición taxonómica del

hongo y algas involucrados. Los líquenes que forman una costra comprimida al sustrato se llaman líquenes costrosos; los líquenes con un talo más o menos foliáceo, por lo común adherido al sustrato por una porción relativamente pequeña, se denominan líquenes foliosos; y líquenes que son más o menos ramificados son llamados líquenes fruticosos. Una sección transversal de un liquen folioso por lo común muestra una sola capa o zona de algas cerca de la superficie del talo; una sección similar a través de un liquen fruticoso muestra la porción que lleva a las algas como un anillo completo entre la parte central, formada completamente por hongos y la periferia del talo también formada por hongos.



Figura 19. Crecimiento de Liquen crustáceo escamoso sobre bloque calizo, Edificio 216 Yaxha (Foto D. Aquino).

Los líquenes costrosos a menudo se encuentran en rocas desnudas y también se hallan como epifitos en troncos de árboles y en otros sitios. Los líquenes foliosos y fruticosos no se localizan en hábitats tan secos como los líquenes costrosos. Los líquenes también tienen importancia como pioneros en superficies de rocas desnudas. Los árboles en bosques densos, especialmente cerca del Pacífico, a menudo tienen líquenes fruticosos epifitos delgadamente ramificados, hasta de unos cuantos metros de largo colgando de sus ramas. Estos pertenecen al género *Usnea* y *Alectoria* y son llamados líquenes barbas de viejo;

también estos líquenes han sido confundidos con el heno, planta con flores, superficialmente similar y altamente modificada del sureste de Estados Unidos de América. *Usnea* y *Alectoria* no tienen rizoides y dependen completamente de la lluvia y del viento para la obtención de materias primas.

Algunos líquenes tienen cierta importancia económica directa. El “musgo de los renos”, una planta forrajera importante en las regiones árticas es un líquen fructífero y no un musgo verdadero. Un producto obtenido de especies europeas de *Evernia*, líquen fructífero comúnmente conocido como “musgo de los encinos”, es muy usado como estabilizador de perfumes. *Rocella*, otro líquen, es la fuente tradicional del litmus, una sustancia química que es de color rojo en solución ácida y azul en solución alcalina.

El alga de un líquen por lo general solo se reproduce por división celular, independientemente de que el alga tenga algunos otros medios de reproducción en estado libre. El hongo efectúa el ciclo sexual normal que lleva a la formación de cuerpos fructíferos y esporas. Algunos liquenólogos creen que los conidios de los líquenes son realmente células sexuales comparables a los espermatozoides de las royas, pero esto no se ha demostrado satisfactoriamente. Los ascolíquenes constituyen varios órdenes diferentes. Los basidiolíquenes consisten solamente de unas cuantas especies que pertenecen al orden Agaricales, un gran orden de Basidiomycetes.

Generalmente se supone que los nuevos talos de líquenes se forman por captura de células algales por el micelio que se desarrolla de una spora del hongo, y se ha demostrado experimentalmente que los dos componentes de un líquen separados artificialmente, al menos algunas veces se pueden reensamblar para formar un líquen normal. Sin embargo, las diversas fases de la captura del alga por el hongo para formar un líquen se ha visto, si acaso, muy pocas veces en la naturaleza, excepto para algunas pocas especies en las cuales la colonia algal no está completamente encerrada por el hongo.

Muchos líquenes se reproducen asexualmente como líquenes (en lugar de hacerlo como hongos y algas separados) por medio de soredios. Un soredio es un pequeño fragmento especializado del talo del líquen, con una capa periférica de micelio envolviendo unas pocas células del alga. El soredio se origina interiormente, crece y se desplaza a través de la superficie del talo, y se desprende como una pequeña pelotita que puede ser transportada por el viento o por otros medios al posarse en algún sitio bajo condiciones favorables, el soredio desarrolla rizoides y se transforma directamente en un nuevo talo liquénico.

Los líquenes comúnmente entran en fase de reposo durante periodos de sequía y regresan a la actividad vegetativa bajo condiciones apropiadas de temperatura y humedad. Los líquenes costosos en rocas desnudas de regiones secas, habitan sitios en los que ni el hongo ni el alga podrían crecer por sí solos. Aunque estos líquenes forman esporas, como lo hacen otros líquenes, su reproducción real probablemente se efectúa casi por completo por medio de soredios.

2.3 Conservación del Patrimonio Cultural

La arquitectura prehispánica maya fue elaborada haciendo uso de la roca caliza. En el sitio arqueológico Yaxha, el uso de la piedra caliza como material de construcción y para el tallado de estelas se debe a la abundancia del mineral en aquella región. La piedra caliza se compone del mineral calcita, que es la forma termodinámica estable del carbonato de calcio. Este mineral es altamente susceptible al deterioro por intemperismo, siendo este un factor de suma importancia tomando en cuenta que el sitio se encuentra en un área de lluvia constante.

Las piezas de piedra caliza expuestas a la intemperie también se deterioran por la cristalización en su estructura interna de sales, que inicialmente penetran en la piedra disueltas en agua, a causa de fenómenos biológicos y térmicos.

El deterioro de la piedra caliza se ha acelerado dramáticamente en el presente siglo, debido a la emisión a la atmósfera de residuos gaseosos provenientes de combustibles fósiles provenientes de la industrialización.

Alrededor del país existe una innumerable cantidad arquitectura maya que forma parte de nuestro patrimonio cultural, por el cual debemos preocuparnos en su conservación, con el fin de protegerlo para las generaciones presentes y futuras.

Crterios Internacionales y Legislación

Con el fin de evitar transgredir disposiciones técnicas, procesos, metodologías establecidas y otras circunstancias importantes en el manejo del patrimonio cultural, es necesario conocer y atender los criterios internacionales y la legislación vigente.

CARTA DE ATENAS

Resolución 2

En el caso en que la restauración sea indispensable, debido a degradaciones o destrucciones, se recomienda respetar la obra histórica y artística del pasado sin prescribir el estilo de ninguna época.

Resolución 4

Reconociendo que cada caso se presenta con carácter especial, los expertos han manifestado su acuerdo al aconsejar, antes de cualquier obra de consolidación o restauración parcial llevar a cabo un estudio meticuloso de las enfermedades que es necesario remediar.

Resolución 5

Los expertos han recibido diversas comunicaciones relativas al uso de los materiales modernos para la consolidación de los edificios antiguos; se aprueba el uso e todos los recursos de la técnica moderna.

Resolución 6

La Conferencia comprueba que en las condiciones de la vida moderna los monumentos del mundo entero se encuentran cada vez mas amenazados por agentes externos; aun no pudiendo formar reglas generales que de adopten a la complejidad de cada caso, se recomienda: a) la colaboración de todos los países, de los conservadores de monumentos u de los arquitectos, con los representantes de las ciencias físicas, químicas y naturales para alcanzar resultados seguros de aplicaciones mayores.

CARTA DE VENECIA

Definiciones

Artículo 2o.

La conservación y la restauración de los monumentos constituyen una disciplina que reclama colaboración con todas las ciencias y con todas las técnicas que pueden contribuir al estudio y a la protección del Patrimonio Monumental.

Artículo 3o.

La conservación y la restauración de los monumentos tienen como fin salvaguardar tanto la obra de arte como el testimonio histórico.

Conservación

Artículo 4o.

La conservación de los monumentos impone en primer lugar un cuidado permanente de los mismos.

Restauración

Artículo 9o.

La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos de un monumento y se fundamenta en el respeto hacia los elementos antiguos y las partes auténticas. La restauración estará siempre acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento.

Tomando en cuenta las leyes de protección del patrimonio cultural de Guatemala, y sus reformas, a manera de determinar que los estudios y pruebas de la investigación cumplen con estas leyes citamos lo siguiente:

Capítulo 1, Disposiciones Generales, artículo 2, Patrimonio Cultural.

Forman el patrimonio cultural de la nación los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaración de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos y privados, relativos a la paleontología, arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, y la cultura en general.

Capítulo II, protección de los bienes culturales, artículo 4, Normas

Las normas de salvaguardia del patrimonio Cultural de la nación son de orden público, de interés social.

Artículo 9, protección

Los bienes culturales protegidos por esta ley no podrán ser objeto de alteraciones algunas salvo en el caso de intervenciones debidamente autorizadas por la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural.

Artículo 16, Desarrollo de proyectos

Cuando un ente público o una persona natural o jurídica, nacional o extranjera, con capacidad científica y técnica fehacientemente comprobada, pretenda desarrollar proyectos de cualquier índole en inmuebles, centros o conjuntos históricos, urbanos o rurales y en zonas o sitios arqueológicos, paleontológicos o históricos, comprendidos en esta ley, deberá en forma previa a su ejecución, someter tales proyectos a la aprobación de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural, que dispondrá el cumplimiento de las condiciones técnicas

requeridas para la mejor protección y conservación de aquellos, bajo su vigilancia y supervisión.

Capítulo IX, Definiciones

Inciso j, Alteración o intervención:

Toda acción que se efectuó sobre un bien cultural cuya realización requiera procedimientos técnicos aceptados internacionalmente, para conservarlo y protegerlo.

Inciso K, conservación:

Aquellas medidas preventivas, curativas y correctivas dirigidas a asegurar la integridad de los bienes del patrimonio cultural de la nación.

Inciso l, restauración:

Medio técnico de intervención a fin de mantener y transmitir al futuro el patrimonio cultural en toda su integridad.

Factores de alteración y deterioros

Piedra caliza:

La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos minerales, principalmente carbonato de calcio. La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización, eso ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nosotros. Sin embargo, la acción del agua y la humedad acumulada por agentes biológicos provocan su disolución.

Composición química:

Carbonato de calcio, magnesio y potasio. Tiene muchas sustancias nutritivas. Cristales romboédricos, escalenoédricos y prismáticos, a veces combinaciones de estas; normalmente concrecionada estalactita, psolítica, fibrosas y laminares; frecuentes maclas y variadas.

Textura:

Granular fina a gruesa, es un poco rasposa. Tienen una textura consistente en granos minerales que se entrelazan, desarrollados durante la cristalización de sustancias que se desprenden de la solución.

Propiedades:

La caliza es una roca sedimentaria que permite el paso del agua, es decir, es una roca permeable. Cuando el agua penetra en la caliza se lleva a cabo el proceso de disolución, mediante el cual se disuelve el carbonato de calcio. También la roca caliza presenta otras propiedades: propensa a la fractura, exfoliación del sistema cristalino, dureza, color, color de raya, densidad y brillo. Contiene silicatos y sílice en diversas proporciones; solubles en agua.

Lluvia:

La piedra caliza es afectada por un proceso de deterioro natural cuando esta expuesta a la intemperie por la humedad del ambiente. El daño se acelera en

ambientes en los cuales la atmósfera está muy contaminada, las emisiones de contaminantes son varias y afectan de diversas formas a la piedra.

La lluvia ácida es uno de los factores más dañinos para la piedra caliza. La lluvia común contiene un bajo grado de ácidos debido a una pequeña cantidad de dióxido de carbono (CO_2), de la atmósfera, que reacciona con ella, para formar una reacción química que produce ácido carbónico, el cual permanece disuelto en el agua y se disocia en ella. El agua de lluvia común tiene un pH ligeramente ácido e igual a 5.6.

La combustión de los materiales fósiles tales como el carbón, petróleo, gasolina o gas natural contribuyen a la emisión de otros gases en la atmósfera como el trióxido de azufre (SO_3) y algunos óxidos de nitrógeno, que también reaccionan con el agua, ayudado esto también con la combinación de factores como la radiación ultravioleta de la luz del sol y la acción catalítica de las partículas suspendidas en el aire.

La formación del ácido sulfúrico produce una disminución adicional del pH del agua de lluvia, cuanto mayor es la concentración de trióxido de azufre menor es el pH del agua y más ácida la lluvia.

La piedra caliza que esencialmente es carbonato de calcio reacciona fácilmente con la lluvia disolviéndose, donde el grado de disolución depende de la concentración del ácido; a mayor concentración de este, mayor disolución del carbonato de calcio.

El problema de la disolución es particularmente grave en aquellos casos en que el tallado se compone de finos detalles en bajo o alto relieve, por que la superficie se puede desintegrar fácilmente.

La otra problemática es la precipitación del compuesto, esta ocurre después de que el compuesto disuelto en agua penetra en la estructura interna de la caliza a través de los poros por efecto capilar y cristaliza en su seno cuando la piedra se seca. La presión ejercida por los cristales es lo suficientemente alta como para producir el desquebrajamiento de la piedra.

Deterioros:

Entre los daños que podemos observar en la arquitectura del sitio Yaxha podemos mencionar:

- Alteración del color de los bloques a causa del crecimiento de microorganismos
- Ablandamiento de la estructura de los bloques y el estuco.
- Creación de cavernas en la estructura de los bloques calizos
- Pulverización de la superficie de los bloques calizos y estuco
- En la mayoría de los casos se observa desprendimientos en los bordes de los bloques creando fisuras en los mismos
- Impregnación profunda de la microflora creando ablandamiento en la superficie
- En algunos casos, cubrimiento total de la superficie, creando una mala estética de la arquitectura
- Crecimiento de hierbas mayores en la superficie de algunos bloques
- Erosión pluvial

Causas:

Ante los daños antes mencionado podemos mencionar las causas siguientes:

- La exposición de la arquitectura a:
- la lluvia, causando erosiones en la piedra, haciendo que esta almacene humedad creando así microclimas ideales para el crecimiento de microorganismos.
- rayos del sol, reseca la estructura de los minerales haciéndolos mas susceptibles a la pulverización.
- los cambios climáticos de la región del peten, debilitan mas la estructura de los minerales
- La alta humedad del ambiente, crea condiciones ideales para que sobrevivan los microorganismos.

Pruebas de conservación preventiva

Una vez que se conocían los distintos organismos vegetales menores que cubren la arquitectura prehispánica y los patrones de crecimiento de acuerdo a los distintos tipos de sustratos, se procedió a realizar la fase experimental de la investigación. Tomando en cuenta que se registraron tres tipos de crecimientos y tres tipos de sustratos en dos contextos medio ambientales diferentes, se estimaría que se necesitaban realizar un total de 18 pruebas por cada tratamiento. Sin embargo, algunos crecimientos como las briófitas y los líquenes no se registraron en contextos interiores, lo que reduce la cantidad de catas a 12 por cada tipo de aplicación. Con el fin de contar con resultados más concretos, en algunos casos se realizaron hasta 3 pruebas por cada variable identificada.

Para el presente estudio utilizando materiales y herramientas que en otras investigaciones se a comprobando que no produce alguna alteración o daño sobre la estructura material o sustrato, se han definido los siguientes tratamientos

Análisis de aplicación de pruebas

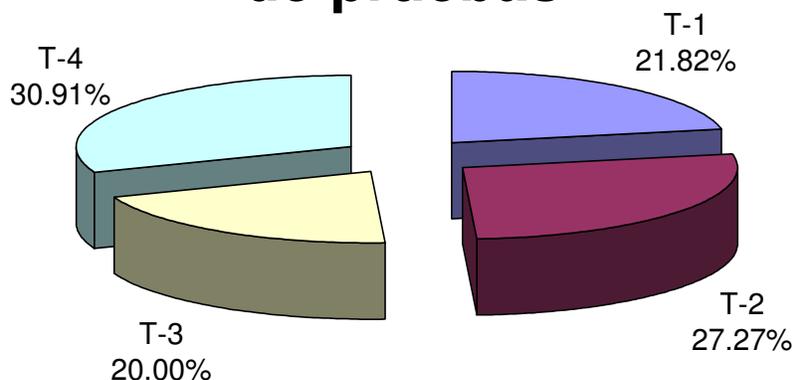


Figura 20. Análisis estadístico de aplicación de pruebas de conservación preventiva en Yaxha..

Catas de Conservación Preventiva									
Aplicación de pruebas	No.	T-1	T-2	T-3	T-4	Bloque calizo	Estuco	Embono	
	1	X					X		
	2			X					X
	3	X						X	
	4			X					X
	5	X					X		
	6	X					X		
	7			X				X	
	8			X			X		
	9			X				X	
	10			X			X		
	11			X			X		
	12	X					X		
	13	X					X		
	14			X					X
	15	X						X	
	16			X				X	
	17			X				X	
	18			X				X	
	19	X						X	
	20	X						X	
	21	X							X
	22			X					X
	23			X			X		
	24	X					X		
	25	X							X
	26			X					X
	27			X				X	
	28					X	X		
	29				X			X	
	30				X			X	
	31				X		X		
	32				X		X		
	33					X		X	
	34					X		X	
	35					X			X
	36					X	X		
	37					X	X		
	38					X	X		
	39				X			X	
	40				X		X		
	41				X			X	
	42					X		X	
	43					X	X		
	44					X	X		
	45					X	X		
	46					X			X
	47					X			X
	48				X				X
	49					X	X		
	50					X			X
	51				X				X
	52				X			X	
	53					X		X	
	54					X		X	
55				X			X		

Tabla 8. Análisis de distribución en aplicación de catas de conservación preventiva en Yaxha.

Tratamiento 1 (T-1)

- Limpieza mecánica de la superficie, teniendo las áreas seleccionadas se llevara acabo una limpieza con pinceles de cerdas suaves, cepillos de cerdas duras, en algunos casos a criterio se utilizaran espátulas de madera para remover las capas superficiales de los microorganismos sin dañar la superficie el estrato.
- Aplicación de agua de cal, como consolidante del estrato, sobre el área limpia, por medio de un aspersor manual.

La labor de remover las capas de organismos vegetales menores por medio de limpieza mecánica es prácticamente imposible, sobre todo en los casos que el sustrato presenta erosión o pulverización superficial, puesto que se encuentran con mayor impregnación. Aunque en algunos casos se alcanzó una remoción considerable, en la mayoría de la ocasiones no se logró remover ni siquiera el 50% del material orgánico. Además, como en otros casos ya ha sido reportado (Torres 1993, Aquino et al. 2007), la limpieza mecánica ocasiona erosión superficial durante el procedimiento.

Aunque el agua de cal posee características biocidas, las capas de algas y briófitas presentan gran resistencia, regenerándose a las pocas semanas de la aplicación.

Tratamiento 2 (T-2)

- Limpieza mecánica de la superficie, teniendo las áreas seleccionadas se llevara acabo una limpieza con pinceles de cerdas suaves, cepillos de cerdas duras, en algunos casos a criterio se utilizaran espátulas de madera para remover las capas superficiales de los microorganismos sin dañar la superficie el estrato.
- Aplicación de agua de cal, como consolidante del estrato, sobre el área limpia, por medio de un aspersor manual.
- Aplicación de jabón neutro disuelto en agua desmineralizada, un una proporción de 20% de jabón en 80% de agua desmineralizada, por medio de un aspersor manual.

La labor de remover las capas de organismos vegetales menores por medio de limpieza mecánica es prácticamente imposible, sobre todo en los casos que el sustrato presenta erosión o pulverización superficial, puesto que se encuentran con mayor impregnación. Aunque en algunos casos se alcanzó una remoción considerable, en la mayoría de la ocasiones no se logró remover ni siquiera el 50% del material orgánico. Además, como en otros casos ya ha sido reportado (Torres 1993, Aquino et al. 2007), la limpieza mecánica ocasiona erosión superficial durante el procedimiento.

Fortaleciendo el efecto biocida del agua de cal, gracias a la aplicación del jabón neutro como agente preservante, la limpieza ha conseguido resistir hasta 8 semanas, se ha retardado el recrecimiento, lo que ha mejorado los resultados obtenidos en el Tratamiento 1 (T-1).



Figura 21. Aplicación de Tratamiento 2 (T-2), prueba 2008-MMV-005, Yaxha (Foto D. Aquino).

Aplicación de pruebas por sustrato

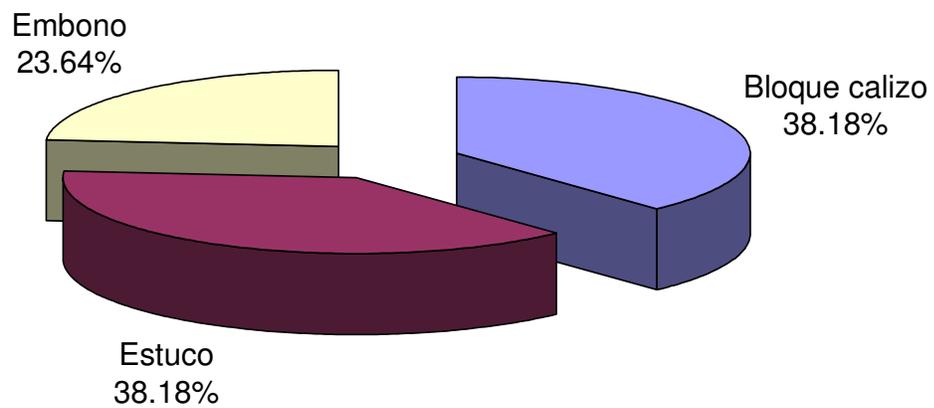


Figura 22. Análisis de aplicación de pruebas de conservación preventiva según el sustrato material, Yaxha.



Figura 23. Aplicación de Tratamiento 2 (T-2), prueba 2008-MMV-013 Yaxha (Foto D. Aquino).

Tratamiento 3 (T-3)

- Limpieza mecánica suave de la superficie, se llevara a cabo con pinceles de cerdas suaves o brochas, con el fin de remover el material orgánico que no se encuentra impregnado, sin dañar la superficie el estrato.
- Limpieza húmeda de la superficie, utilizando una combinación de Peroxido en un 5%, acetona en un 40% y agua desmineralizada en un 55%, para una limpieza mas profunda de la superficie. Para este fin se podrá utiliza compresas de papel, hisopos de algodón o cepillos de cerdas suaves, según sea el caso.
- Aplicación de agua de cal, como consolidante del estrato, sobre el área limpia, por medio de un aspersor manual.

Inicialmente parecería que no se logrará la remoción del material orgánico impregnado sobre la superficie, sin embargo ha dada magníficos resultados en las áreas que aun conservan estuco. La remoción de los organismos vegetales menores ha sido prácticamente del 100%, dando muy buenos resultados. El monitoreo de eficiencia ha demostrado que luego de 3 meses, las áreas intervenidas se mantienen limpias, aunque se empiezan a observar algunos pequeños recrecimientos.

Tratamiento 4 (T-4)

- Limpieza mecánica suave de la superficie, se llevara a cabo con pinceles de cerdas suaves o brochas, con el fin de remover el material orgánico que no se encuentra impregnado, sin dañar la superficie el estrato.
- Limpieza húmeda de la superficie, utilizando una combinación de Peroxido en un 5%, acetona en un 40% y agua desmineralizada en un 55%, para una limpieza mas profunda de la superficie. Para este fin se podrá utiliza compresas de papel, hisopos de algodón o cepillos de cerdas suaves, según sea el caso.
- Aplicación de agua de cal, como consolidante del estrato, sobre el área limpia, por medio de un aspersor manual.
- Aplicación de jabón neutro disuelto en agua desmineralizada, un una proporción de 20% de jabón en 80% de agua desmineralizada, por medio de un aspersor manual.

Al igual que en las pruebas del Tratamiento 3 (T-3), inicialmente parecería que no se logrará la remoción del material orgánico impregnado sobre la superficie, sin embargo ha dada magníficos resultados en las áreas que aun conservan estuco. La remoción de los organismos vegetales menores ha sido prácticamente del 100%, dando muy buenos resultados. El monitoreo de eficiencia ha demostrado que luego de 3 meses, las áreas intervenidas se mantienen totalmente limpias.



Figura 24. Izquierda, aplicación de Tratamiento 3 (T-3), prueba 2008-MMV-052 Derecha, aplicación de Tratamiento 4 (T-4), prueba 2008-MMV-053 Yaxha (Foto D. Aquino).



Figura 25. Aplicación de Tratamiento 4 (T-4), prueba 2008-MMV-054 Yaxha (Foto D. Aquino).

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El sitio arqueológico Yaxha se considera uno de los asentamientos más importantes de las Tierras Bajas Mayas Centrales, su ubicación privilegiada a un costado de una de las rutas de comunicación e intercambio más importantes de la época prehispánica, seguramente le aseguró el constante desarrollo y reconocimiento dentro del esquema político regional. No ha sido en vano que Tikal, el estado más poderoso de la región en el periodo Clásico, estableciera alianzas dinásticas con los gobernantes de Yaxha, asegurándose así el suministro de materiales y artefactos foráneos, ya fueran utilitarios o ceremoniales.

La importancia y desarrollo de Yaxha en la época prehispánica se ve reflejado en la cantidad de monumentos escultóricos, la presencia de un glifo emblema de larga duración, la cantidad de edificaciones y la capacidad para desarrollar arquitectura pública de grandes dimensiones a lo largo de toda su ocupación.

Actualmente Yaxha cuenta con un considerable inventario de arquitectura prehispánica expuesta, la cual requiere de labores estratégicas y permanentes de conservación, que se caractericen por procedimientos sencillos, económicos y eficaces. En este sentido, a través del presente estudio se espera contribuir con la formulación de una parte de dichas labores, apostando a la prevención con el fin de evitar que los deterioros afecten de manera irreversible nuestro Patrimonio Cultural Edificado.

Como hemos indicado anteriormente, los crecimientos de organismos vegetales menores están íntimamente relacionados con los deterioros superficiales de los materiales constructivos, pero si no se atienden oportunamente, pueden llegar a ocasionar problemas de carácter estructural. A través del análisis de estos organismos, hemos podido determinar tres tipos bien definidos: Algas, briófitas y líquenes, caracterizados por ser especies pioneras, generadoras de condiciones apropiadas para el desarrollo de otros organismos vegetales mayores.

El porcentaje de cobertura vegetal está supeditado a las condiciones microclimáticas, tales como humedad, exposición a la luz solar y tipo de sustrato.

En general no se observaron crecimientos de líquenes y briofitas en áreas de interior, debido a que las condiciones ambientales no son propicias para el crecimiento de estos organismos. Sin embargo, es interesante el hecho de que sí se observaron crecimientos de mohos y algas, y no de líquenes; considerando que un líquen es una asociación simbiótica entre un hongo y un alga. En una de las áreas interiores se registró un pequeño crecimiento de briofitas, que se dio en condiciones de humedad y luz indirecta, lo cual tiene sentido dado que son organismos poiquilohídricos y fotosintéticos. Sin embargo, no se trató de una cobertura significativa.

Fueron los crecimientos algales los que adquirieron una mayor importancia en las áreas de interior, en donde formaban grandes manchas verdes y negras, que incluso llegaban a formar capas escamosas sobre la superficie. Estos crecimientos se deben a la proliferación de algas verdes y cianobacterias. Cuando comienzan a formarse, sus colonias pueden apreciarse como manchas verdes, que se van tornando cada vez más oscuras a medida que se acumulan, hasta que

llegan a formar costras o escamas. Estas formaciones tuvieron lugar tanto sobre las superficies de bloque como en estuco, aunque se observó una obvia preferencia por los ambientes húmedos y con luz indirecta, a aquellos que eran secos y con luz directa. Lo anterior es porque las algas prefieren los ambientes húmedos, dado que necesitan del agua para su reproducción, ya que sus anterozoos deben nadar por una película de agua para llegar a fecundar a la oosfera.

En la mayoría de las áreas seleccionadas se registró el crecimiento de colonias de organismos vegetales menores que incluyen algas, briófitas y líquenes, al parecer las capas de bio-película iniciales contribuyen con crecimientos posteriores.



Figura 26. Cobertura de organismos vegetales menores, presencia de algas, briófitas y líquenes. Bloque calizo Edificio 134 Yaxha (Foto D. Aquino).

En las áreas de exterior, el área cubierta por briofitas fue bastante extenso, con un promedio de 44.68%, aunque en varias de las áreas la cobertura era hasta del 100%. Dicha situación también se dio con las algas, que en promedio presentaron una mayor cobertura que las briofitas. Sin embargo, éstas no causan tanto daño al sustrato como lo hacen las primeras. Los líquenes mostraron una preferencia por los ambientes húmedos con luz directa, aunque la mayoría de ellos crecían sobre las alfombras de briofitas, más que sobre la roca en sí. La

razón por la que fueron reportados en mayor abundancia sobre el sustrato de bloque, es que las briofitas también presentaron una preferencia por dicho sustrato. Sin embargo, los líquenes no crecieron en ambientes secos, ni en condiciones de poca luz o sombra, y su crecimiento siempre estuvo asociado al de las briofitas.

Las briofitas presentaron una capacidad para crecer sobre cualquier sustrato, aunque presentaron una preferencia por el bloque calizo. Mostraron una preferencia por los ambientes húmedos con luz directa, lo cual responde a sus necesidades fisiológicas ya que, al igual que las algas, dependen de la humedad para la reproducción porque sus anterozoos deben nadar para llegar a fecundar a la ovocélula; al ser organismos fotosintéticos, solo pueden sobrevivir en presencia de luz, por lo que tampoco crecieron en sitios con sombra. En general, se observó que el porcentaje de cobertura briofítica está directamente relacionado a condiciones de luz y humedad elevadas.

Fue interesante notar que los crecimientos algales presentaron casi el mismo comportamiento que las briofitas, con la excepción de que un pequeño porcentaje de algas verdes sí fue capaz de crecer en condiciones de sombra.

Se consideraron aparte los datos de un tipo de alga filamentososa de color naranja (familia Trentepohliaceae) que formaba pequeños céspedes aislados, ya que su forma de crecimiento difería del de las colonias de las otras algas verdes. Aunque presenta una coloración naranja, en realidad se trata de un alga verde; el verde de la clorofila se ve enmascarado por la alta concentración de β -carotenos, lo que le da una tonalidad naranja. Estas algas crecieron únicamente en ambientes húmedos con luz directa en bloque calizo. Es interesante que estas formaciones algales sean de poca importancia en la zona de Yaxha, y que representa un verdadero problema en algunos sitios arqueológicos de México, en donde esta alga puede llegar a cubrir paredones completos. Este fenómeno se encuentra directamente relacionado con la biología de dichas algas, la cual es poco conocida.

Aunque los líquenes y algas no fue posible realizar la determinación de especies, sino solamente identificar grupos, haciendo uso de la tecnología disponible en nuestro país, se procedió con la determinación de las especies de briofitas y aunque, debido a la baja riqueza de las especies, y a la naturaleza del estudio, no fue posible aplicar índices de equidad o diversidad de especies sobre las muestras. Sin embargo esta situación es ventajosa, ya que con este estudio se demostró que la comunidad de briofitas que crece sobre la arquitectura prehispánica posee una baja diversidad.

Se identificaron en total 4 especies de musgos y 2 de hepáticas creciendo sobre la roca. Tres morfoespecies de musgos no pudieron ser identificadas hasta especie, debido a que no se encontraron muestras con esporofitos al momento de colecta. Gran parte de los caracteres taxonómicos necesarios para la determinación de musgos se encuentran en los esporofitos, desde datos generales (exserto, medidas, forma de la caliptra, etc.), hasta detalles muy finos (ornamentaciones de los dientes peristomáticos, ornamentaciones de las esporas, etc.). La presencia/ausencia de estructuras reproductivas sexuales se encuentra condicionada por distintas variables ambientales, lo que dificultó el proceso de identificación. Sin embargo, fue posible determinar que dichas morfoespecies

perteneían a las familias Amblystegiaceae, Ditrichaceae y Ephemeraceae. Dichas morfoespecies fueron encontradas de forma aislada, no formando sus propias poblaciones, o asociadas a poblaciones de *Syrrhopodon incompletus*. Es probable que estos musgos hayan logrado establecerse sobre la roca individualmente, y que nunca lleguen a formar poblaciones completas sobre este tipo de sustrato.

Se encontró que la especie dominante es un musgo de la familia Calymperaceae, *Syrrhopodon incompletus*, que en la literatura se encuentra reportado como una especie generalista con capacidad para crecer en amplia diversidad de sustratos, y cuya distribución reportada va desde Estados Unidos hasta Brasil. En el sitio arqueológico de Yaxha, esta especie forma densas alfombras sobre la roca caliza, en donde incluso pueden llegar a crecer sobre los tapetes dejados por las generaciones anteriores. La formación de estos tapetes de materia orgánica muerta es una de las características principales en briofitas saxícolas, cuyo papel ecológico primordial es el de iniciar procesos formadores de suelos, y brindar un sustrato orgánico para el establecimiento de propágulos de especies pioneras de plantas vasculares.

Se encontraron únicamente dos especies de hepáticas creciendo sobre la roca, pertenecientes al género *Calypogeia sp*, familia Calypogeiaceae. La carencia de estructuras reproductivas impidió la identificación hasta especie. Sin embargo, dicho género se encuentra reportado en la literatura como un epíflico común, y epífito en sustratos de corteza.

Un dato interesante es el patrón de crecimiento de los organismos vegetales menores respecto de los sustratos, que en la mayor parte de los casos mostraron preferencia por los bloques calizos y las capas de estuco. La parte preocupante es que también la mayor parte de los deterioros superficiales atribuidos a estos organismos (erosión, pulverización, impregnación, etc.) se registraron en los mismos espacios, es decir, que el sustrato determina el tipo de crecimiento vegetal y esta a su vez ocasiona deterioros superficiales a los elementos constructivos.

Luego de realizar la caracterización de los deterioros, se procedió a evaluar la eficiencia de 4 procedimientos de conservación preventiva para el control de los crecimientos vegetales. Los tratamientos 1 y 2 (T-1 y T-2) se basan en la capacidad para remover las capas orgánicas de manera mecánica, por lo que la labor es prácticamente imposible, sobre todo en los casos que el sustrato presenta textura porosa, ya sea de manera natural u ocasionado por la erosión o pulverización superficial, puesto que se encuentran con mayor impregnación. Aunque en algunos casos se alcanzó una remoción considerable, en la mayoría de las ocasiones no se logró remover ni siquiera el 50% del material orgánico. Además, como en otros casos ya ha sido reportado (Torres 1993, Aquino et al. 2007), la limpieza mecánica ocasiona erosión superficial durante el procedimiento.

Aunque el agua de cal posee características biocidas, las capas de algas y briófitas presentan gran resistencia, regenerándose a las pocas semanas de la aplicación. En el caso de la aplicación T-2, el uso del jabón neutro como agente preservante incrementó la efectividad del procedimiento en un 200%, es decir, el tratamiento 1 (T-1) ofrece hasta 3 semanas para observar el recrecimiento de

los organismos, mientras que el tratamiento 2 (T-2) ha alcanzado en algunos casos hasta 6 semanas sin rastros de recrecimiento.

Por su parte la aplicación de los Tratamientos 3 y 4 (T-3 y T-4), inicialmente parecía que no se lograría la remoción del material orgánico impregnado sobre la superficie, sin embargo ha dado magníficos resultados en las áreas que aun conservan estuco o en los bloques calizos de textura lisa. La remoción de los organismos vegetales menores ha sido prácticamente del 100%, dando muy buenos resultados. En el caso del los Tratamientos 3 (T-3), el monitoreo de eficiencia ha demostrado que luego de 3 meses, las áreas intervenidas se mantienen limpias, aunque se empiezan a observar indicios de crecimientos vegetales menores, mientras que los Tratamientos 4 (T-4) se mantienen totalmente libres de cobertura vegetal.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En vista de considerarse el primer intento por establecer una metodología sistemática para el análisis, identificación y control de las coberturas vegetales sobre edificios patrimoniales, así como considerando que se ha aprobado la continuidad del proyecto en el sitio arqueológico Nakum para el año 2009, será adecuado limitarnos a expresar algunos comentarios y recomendaciones. No hemos querido redactar una serie de conclusiones preliminares sobre los resultados obtenidos, por que claramente se puede hacer, pero preferimos ser cautelosos y esperar por los resultados del próximo año.

- Consideramos conveniente y fructífero el trabajo en equipo, principalmente un equipo de características multidisciplinarias, lo que enriquece el desarrollo científico y contribuye en el arduo camino por alcanzar los objetivos trazados.
- Es necesario continuar con el monitoreo medio ambiental en el sitio arqueológico Yaxha, puesto que durante el presente proyecto solamente se ha realizado la tercera parte del año. Por lo menos se debería contar con un año de datos recopilados para tener estimaciones más acertadas, sin embargo, de acuerdo a las ciencias meteorológicas, hace falta más de 10 años de datos para realizar modelos de condiciones medio ambientales.
- Luego de finalizar la redacción del presente informe, se iniciará la elaboración de un manual operativo sobre los resultados y recomendaciones para el manejo adecuado de la arquitectura prehispánica de Yaxha. En este sentido, se recomienda gestionar los recursos necesarios para su impresión y divulgación.
- Con el fin de cumplir con un objetivo que no es exclusivo del proyecto sino de las personas encargadas de la gestión del sitio arqueológico Yaxha, será necesario desarrollar una serie de talleres de capacitación técnica, dirigidos al personal operativo que diariamente se encarga de realizar las labores de conservación preventiva de los edificios prehispánicos en el sitio.
- Que las autoridades responsables de la protección y conservación de los sitios arqueológicos de Guatemala se motiven a conformar un equipo multidisciplinario permanente, con el fin de afrontar temas inherentes a la conservación del Patrimonio Cultural Edificado.
- Que cada día más investigadores reconozcamos que el Patrimonio Cultural, tanto el material como el inmaterial es de todos los guatemaltecos, y que con el fin de contribuir con nuestra experiencia, capacidad e interés, nos vinculemos de alguna manera con las iniciativas para su conservación.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, R. E. W. y R. Jones
1981 Spatial Patterns and Regional Growth Among Classic Maya Cities. En *American Antiquity* 46 (2) Pp. 301-322.
- ANDREWS, George F.
1977 *Maya Cities: Placemaking and Urbanization*. University of Oklahoma Press. Norman USA.
- AQUINO, Daniel
2005 *Informe Técnico 2005. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.
- 2006a *Informe Técnico 2006. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.
- 2006b Algunos monumentos de Yaxha: implicaciones en la historia dinástica. Ponencia presentada en el XIV Encuentro Arqueológico del Área Maya. Centro Universitario de Petén. Guatemala.
- AQUINO, Daniel y Adriana Segura
2007 Los Monumentos del sitio arqueológico Yaxha, Petén: la problemática de su conservación. En: *XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2007*. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- AQUINO, D., S. de Samayoa, I. Álvarez, R. Casas, I. Zamora y J. García
2007 *Conservación Preventiva en Arquitectura Prehispánica: intervenciones en los edificios 260 y 261, Plaza A del sitio arqueológico Yaxha*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.
- AQUINO, D., V. Matute, G. Flores, W. Salazar y A. Segura
2008 El Misterio del Manto Verde: identificando la cobertura vegetal de la arquitectura prehispánica. Ponencia presentada en el XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2008. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- BARRIOS, R., D. Marroquín, E. Coronado, M. M. López
1996 Reserva de la Biosfera Maya. En: *50 Áreas de Interés Especial para Conservación en Guatemala*. Pp. 57-106. Barrios (Ed). Producido por el Centro de datos para la Conservación The Nature Conservancy. Guatemala

- BARTRAM, Edwin
1949 *Mosses of Guatemala*. Vol.25, Chicago Natural History Museum. Chicago, USA.
- BREUIL-MARTÍNEZ, V. y D. Aquino
2004 *Diagnóstico de Conservación y Restauración*. Parque Nacional Tikal. Reporte presentado al Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.
- BULLARD, William R.
1960 Maya Settlement Patterns in Northeastern Peten, Guatemala. En *American Antiquity* 25:355-372.
- CASTAÑEDA, Francisco
2008 *Estudios de biodeterioro en la Acrópolis Norte de Tikal, aportes para la conservación del Patrimonio Cultural*. Ponencia presentada en el XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2008. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- CHURCHILL, S.
1995 *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: Introducción a la Flora de Musgos de Colombia*. Instituto de Ciencias Naturales –Museo de Historia Natural. Universidad Nacional de Colombia.
- COARSA
1999 *Proyecto de Restauración Templo III de Tikal*. Informe presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Guatemala.
- CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS
2001 *Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya. 2001-2006*. CONAP-The Nature Conservancy/USAID. Editorial Serviprensa, S.A. Guatemala.
- CRONQUIST, A.
1987 *Introducción a la Botánica*. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México.
- CULBERT, T. Patrick
1991 Politics in the northeast Peten, Guatemala. En *Classic Maya Political History: Hieroglyphic and Archaeological evidence*. P. Culbert (Ed.). Pp. 128-146. Cambridge University Press. New York. USA.
- DELGADILLO, Claudio y Ma. de los Ángeles Cárdenas
1990 *Manual de Briofitas*. 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.

FIALKO, Vilma

1995 *Investigaciones Arqueológicas Realizadas en los Centros Urbanos Menores Poza Maya y La Pochitoca, Ubicados en el Bajo La Justa, Región Norte de Yaxhá.* Informe presentado al IDAEH. Guatemala.

1997 Organización Territorial y de Asentamientos Mayas en los Intersitios de Yaxha y Nakum. En *Los Investigadores de la Cultura Maya No. 5*. Pp. 249-261. Universidad Autónoma de Campeche. México.

FLORES, José Alejandro

1997 El silencio de los monumentos: Su manejo y difusión. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 15-20. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

FÓNTURBEL, Francisco, Darío Achá y Diego Mondaca

2007 *Manual de Introducción a la Botánica*. 2da. Edición. Publicaciones Integrales. La Paz, Bolivia.

FORD, Anabel

1981 *Conditions for the Evolution Complex Societies: The Development of the Central Lowland Maya*. Ph. D. dissertation. University of California, Santa Barbara. USA.

FREIRE, Virginia

2006 Las Hepáticas (Briofitas) de Guatemala. En: *Biodiversidad de Guatemala*, Vol.1. Universidad del Valle de Guatemala.

GARCÍA, Edgar Vinicio

2001 Investigaciones en la parte norte de Yaxha. En *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Pp. 137-155. Laporte, Escobedo y Suasnavar (Eds). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala

GÓMEZ, Oswaldo

2004 El problema de la desintegración de la roca caliza de Tikal. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.). pp.1071-1076. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

GONZÁLEZ, María José

1997 Unión de naturaleza y cultura en el desarrollo turístico del Parque Nacional Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 21-28. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

- GRADSTEIN, S.
2001 Guide to the Bryophytes of Tropical America. En *Memoirs of The New York Botanical Garden*. Vol. 86. NYBG press, Bronx, New York.
- GRUBE, Nikolai
2000 Monumentos esculpidos e inscripciones jeroglíficas en el Triángulo Yaxha-Nakum-Naranjo. En *El sitio Maya de Topoxte: Investigaciones en una isla del lago Yaxha, Petén, Guatemala*. Pp. 249-268. Wurster (Ed). Verlag Phillip von Zabern, Mainz.
- HELLMUTH, Nicholas
1993 *A report for IDAEH on research accomplished at the Maya ruins of Yaxha, Peten, Guatemala*. Foundation for Latin American Anthropological Research.
- HERMES, Bernard
2001 La secuencia de ocupación prehispánica en el área de la laguna Yaxha, Petén: una síntesis. En *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Pp. 177-204. Laporte, Escobedo y Suasnavar (Eds). Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.
- HERMES, Bernard y Gustavo Martínez
2004 El Clásico Terminal en el área de la laguna Yaxha, Peten. En *XVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Pp. 145-152. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- HERMES, Bernard, Paulino Morales y Sebastian Möllers
1999 Investigación arqueológica en Yaxha, Petén: La Calzada del Lago y la Vía 5, en *XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*, (J.P. Laporte, H. Escobedo y A. Suasnavar), pp. 115-124, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala
- HERMES, Bernard, Raúl Noriega y Zoila Calderón
1997 Investigación arqueológica y trabajos de conservación en el edificio 216 de Yaxha. En *Beitrage zur Allgemainen und Vergleichenden Archaologie*, Band 17:255-307. Mainz.
- HERRERA, Rudy y Vilma Fialko
2006 *Plan Maestro 2006-2010 del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Cultura y Deportes. The Nature Conservancy (Ed.). Guatemala.
- JONES, Samuel
1988 *Sistemática Vegetal*. 1ª ed. Libros McGraw-Hill de México, S. A. de C. V. México, D. F.

KEIT SEI S.A.

2006 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomos I y II. Reportes presentado a la UEC-PDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

2007 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomo III. Reportes presentado a la UEC-PDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

LACAYO, Tomás E.

2002 Factores de alteración *in situ*: Conservación preventiva del material arqueológico. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*. Laporte, Escobedo y Arroyo (Eds.). Pp.453-457. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LARIOS, Rudy

1997 Intervenciones en Tikal, Copán y otros lugares. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 62-71. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

2003 Plan de Conservación del Patrimonio Cultural para el Parque Nacional Tikal 2004-2008. Ministerio de Cultura y Deportes / Instituto de Antropología e Historia. Guatemala

1997 Términos de referencia para la Conservación de Tikal, Patrimonio Cultural de la Humanidad. Ministerio de Cultura y Deportes / IDAEH / Parque Nacional Tikal.

MALER, Teobert

1908 *Explorations in the Department of Peten Guatemala and Adjacent Region*. Memoirs of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University. Vol. IV, No. 2. Cambridge, USA.

MARCUS, Joyce

1973 Territorial Organization of Lowland Classic Maya: Epigraphy and locational análisis suggest that some previous models are oversimplified or incorrect. En *Science* 180(4089):911-916.

MARTIN, Simon y Nikolai Grube

2000 *Chronicle of the Maya Kings and Queens. Deciphering the Dynasties of the Ancient Maya*. Thames & Hudson. London, England.

MATHEWS, Peter

- 1985 Maya Early Classic Monuments and Inscriptions. En *A Consideration of the Early Classic Period in the Maya Lowlands*. Willey y Mathews (Eds). Pp. 5-54. Institute for Mesoamerican Studies, No. 10. State University of New York at Albany, Albany. USA.

MINISTERIO DE CULTURA Y DEPORTES

- 2005 Yaxha, Laguna Encantada. Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo. Fundación G&T. Guatemala.

MORALES, Paulino

- 2001 Rasgos arquitectónicos y prácticas rituales en el Grupo Maler de Yaxha, Petén en *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala*. Pp. 157-176. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds). Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

MORLEY, Sylvanus G.

- 1938 *The Inscriptions of the Peten*. 5 Vol. Publication 437. Carnegie Institution of Washington. USA.

MUÑOZ, Gaspar

- 1997 La conservación de edificios de fábricas pétreas en Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 53-61. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

NOVELO, Eberto, Mónica Ramírez y Alejandro Villalobos

- 2007 Las algas epilíticas de las zonas tropicales en los monumentos mayas. Lakamha' 22:3-7. Palenque. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

PINTO, Estela

- 1996 Informe Final. Unidad de Arqueología Local, Sub-Proyecto Triángulo Yaxha-Nakum-Naranjo. Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

QUINTANA, Oscar

- 1996 Sitios Mayas Menores en el Noreste del Petén, Guatemala: un programa regional de rescate del proyecto Triángulo, Yaxha, Nakum y Naranjo. En *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* 16:227-248. Mainz.

- 1997 Experiencias del Proyecto Nacional Tikal en la intervención de edificios Mayas 1987-1995. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 29-40. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

2002 Resultados de la tercera fase del Proyecto Triángulo Cultural Yaxha-Nakum-Naranjo: Octubre 1997-Junio 2001. En XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001 (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.239-247. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

QUINTANA, O. y W. W. Wurster

2001 Ciudades Mayas del Noreste del Petén, Guatemala: un estudio urbanístico comparativo. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 59. KAVA. Mainz.

QUINTANA, Oscar, Wolfgang Wurster y Bernard Hermes

2000 El plano del sitio maya de Yaxha, Petén, Guatemala. En *Beitrage zur Allgemeinen und Vergleichenden Archaologie*, Band 20:261-286. Mainz.

RICE, Don

1976 *The Historical Ecology of Lakes Yaxha and Sacnab, Peten, Guatemala*. PhD. Dissertation. Department of Anthropology, Pennsylvania State University.

1979 Population growth and subsistence decision making in the Yaxha-Sacnab region, Peten, Guatemala. En *Proceedings of the International Congress of Americanists* 8:313-325. Paris.

RICE, Prudence

1979 Ceramic and Non-Ceramic Artifacts of Lakes Yaxha and Sacnab, Peten, Guatemala. The Ceramics, Section A: Introduction and Middle Preclassic Ceramic of Yaxha-Sacnab, Guatemala. En *Cerámica de la Cultura Maya* 1-35. Philadelphia.

SALAZAR, N., J. de Gracia y C. Chung

2006 Aporte al Catálogo de Musgos de Guatemala. En: *Biodiversidad de Guatemala*, Vol.1. Universidad del Valle de Guatemala.

SANTOS, G.

2005 Descripción de la Cuenca del río Mopán. Documentos técnicos de la Facultad de Agronomía, FAUSAC. Guatemala.

STUART, David

1989 The Yaxha Emblem Glyph as Yax-Ha. En *Research Reports on Ancient Maya Writing*, No. 1. Center for Maya Research, Washington D. C.

TORRES, Pablo

1993 *La ficoflora de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas*. Colección Científica – Serie Conservación y Restauración. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

VALIENTE, E. Francine

2005 Proyecto de Restauración del Palacio 218 de Yaxha. Reporte presentado a PROSIA-Petén. Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Guatemala.

VILLAGUTIERRE Y SOTOMAYOR, JUAN

1933 Historia de la conquista de la provincia del Itzá, Biblioteca Goathemala de la Sociedad de Geografía e Historia, Vol. 9, Tipografía Nacional, Guatemala

WURSTER, Wolfgang W. (Ed.)

2000 El Sitio Maya de Topoxte: investigaciones en una isla del lago Yaxha, Petén, Guatemala. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 57. KAVA. Mainz.

ANEXOS

1. Lista de Catálogos y Fichas de Información
2. Fichas de recolección de datos
3. Catálogo de áreas seleccionadas
4. Catálogo de dibujo arqueológico
5. Catálogo de dibujo biológico
6. Catálogo de recolección de muestras biológicas
7. Catálogo de organismos vegetales menores
8. Catálogo de dibujo de conservación
9. Catálogo de pruebas de conservación preventiva
10. Catálogo de arquitectura prehispánica Yaxha
11. Ponencia presentada en el XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Museo Nacional de Arqueología y Etnología.



forma lis-cat-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Listado de catálogos y fichas de información 2008

Departamento		Municipio		Sitio arqueológico	
PETÉN		FLORES		YAXHA	
Forma		Descripción		Responsable	
Cat-01-MMV	2008	Catálogo de áreas seleccionadas		Matute y Aquino	
Cat-02-MMV	2008	Catálogo de dibujo arqueológico		Matute y Aquino	
Cat-03-MMV	2008	Catálogo de dibujo biológico		Matute y Segura	
Cat-04-MMV	2008	Catálogo de recolección de muestras biológicas		Salazar y Segura	
Cat-05-MMV	2008	Catálogo de organismos vegetales menores		W. Salazar	
Cat-06-MMV	2008	Catálogo de dibujo de conservación		Flores y Aquino	
Cat-07-MMV	2008	Catálogo de pruebas de conservación preventiva		Flores y Aquino	
Cat-08-MMV	2008	Catálogo de fotografía		D. Aquino	
Cat-09-MMV	2008	Catálogo de arquitectura prehispánica Yaxha		Segura y Aquino	
01-MMV/deal	2008	Ficha de registro arqueológico		Aquino y Matute	
02-MMV/deal	2008	Ficha de registro biológico		Matute y Salazar	
03-MMV/deal	2008	Ficha de control de muestras		Salazar y Segura	
04-MMV/deal	2008	Ficha de diagnóstico de conservación		Aquino y G. Flores	
05-MMV/deal	2008	Ficha de aplicación de pruebas		G. Flores	
06-MMV/deal	2008	Ficha de monitoreo ambiental		Aquino y Matute	

Digitalizó LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma 01-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Ficha de Registro Arqueológico

área seleccionada No. _____

Fecha _____ Departamento _____ Municipio _____

Datos generales

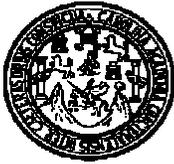
Sitio arqueológico			
Conjunto			
Coordenadas UTM			
Estructura			
Periodo cultural			
Contexto	interior	exterior	
Rasgo arquitectónico			
Ubicación			
Muro o fachada			
Orientación	Az		
Coord. específicas	x	y	
Material			

Intervenciones anteriores

Liberación/excavación		
Consolidación		
Restauración		
Resanes		
Fijación de pigmentos		
Anastilosis		
Adhesivos		
Refuerzos metálicos		
Cubiertas protectoras		
Otras		

Observaciones

Responsable: _____ Digitalizó: _____



forma 02-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Ficha de Registro Biológico

área seleccionada No. _____

Fecha _____

Departamento _____

Municipio _____

Variables generales

Sitio arqueológico			
Conjunto			
Estructura			
Muro o fachada			
Contexto	interior	exterior	
Luminosidad	directa	indirecta	sombra mínima
Humedad	seco	húmedo	mojado
Coordenadas UTM			
Altitud			
Altura			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

REGISTRO GRÁFICO DE COBERTURA

Cobertura vegetal

Número	%	Color	Textura	Espesor	Ubicación	Sustrato	Estado

Observaciones

Responsable: _____

Digitalizó: _____



forma 03-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Ficha de Control de Muestras

Número de muestra recolectada _____

Fecha _____ Departamento _____ Municipio _____

Datos generales

Sitio arqueológico		
Conjunto		
Estructura		
Muro o fachada		
Rasgo arquitectónico		
Ubicación		
Contexto	interior	exterior
Coordenadas UTM		
Altitud		

Variables analíticas

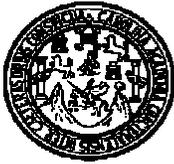
Luminosidad	directa	indirecta	sombra	mínima
Humedad	seco	húmedo	mojado	
Textura	lisa	media	porosa	
Sustrato	estuco	bloque	embono	argamasa
Altura				

Observaciones de campo

Análisis de gabinete

Organismos identificados

Responsable: _____ Digitalizó: _____



forma 04-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Ficha de Diagnóstico de Conservación

área seleccionada No.

Factores de alteración deterioros

Físicos

Intemperismo		Desprendimiento	
Lluvia		Fisuras	
Sol		Grietas	
Erosión Eólica		Exfoliación	
Erosión Pluvial		Cavernas	
Fuego		Fracturas	
Otros		Pulverización	
		Faltantes	
		Otros	

Químicos

Sales		Eflorencia	
Suelo Ácido		Disgregación	
Suelo Alcalino		Alteración Molecular	
Contaminación Amb.		Oxidación	
Otros		Manchas	
		Otros	

Biológicos

Microflora activa		Crecimiento en superficie	
Microflora muerta		Impregnación	
Plantas mayores		Mat. Orgánica en superficie	
Excremento de aves		Tratamientos nocivos	
Hierbas		Desplome	
Factor humano		Vandalismo	
Otros		Otros	

Observaciones

Intervención propuesta

Aplicación	Ubicación	
Prueba 1		
Prueba 2		
Prueba 3		
Prueba 4		

Responsable:

Fecha

Digitalizó:



forma 05-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Ficha de Aplicación de Pruebas

Número de cata _____

Fecha _____

Departamento _____

Municipio _____

Datos generales

Sitio arqueológico			
Conjunto			
Estructura			
Muro o fachada			
Contexto	interior	exterior	
Coordenadas área	X		Y
Ubicación cata			
Sustrato			
Proceso aplicado			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

UBICACIÓN GRÁFICA DE CATA

Procedimiento

Observaciones

Responsable: _____

Digitalizó: _____



forma cat-01-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de áreas seleccionadas

Departamento		PETÉN		Municipio	FLORES	Sitio arqueológico	YAXHA
Código		Descripción				Responsable	
2008-MMV-01	40	60	FACHADA NORTE DEL PRIMER CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 152			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-02	40	60	FACHADA NORTE DEL SEGUNDO CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 90 SUB-1			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-03	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO DE ACROPOLIS ESTE			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-04	40	60	MURO OESTE DE RECINTO 2, EDIFICIO 217			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-05	40	60	FACHADA ESTE DEL EDIFICIO 219			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-06	40	60	FACHADA OESTE DEL SEGUNDO CUERPO DE BASAMENTO, EDIFICIO 216			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-07	40	60	SALIENTE NORTE DE LA ESCALINATA, EDIFICIO 216			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-08	40	60	BOVEDA EXPUESTA DE EDIFICIO SUR, ACROPOLIS ESTE			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-09	40	60	FACHADA ESTE, EDIFICIO 216			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-10	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO COMPLEMENTARIO EDIFICIO 216			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-11	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO, EDIFICIO 260			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-12	40	60	FACHADA SUR DEL BASAMENTO, EDIFICIO 260			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-13	40	60	FACHADA OESTE DEL EDIFICIO 261			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-14	40	60	MURO NORTE DEL RECINTO, EDIFICIO 261			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-15	40	60	FACHADA SUR DEL BASAMENTO SUB-1, ACROPOLIS SUR			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-16	40	60	FACHADA OESTE DEL BASAMENTO, ACROPOLIS SUR			AQUINO	
2008-MMV-17	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO, EDIFICIO 375			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-18	40	60	FRISO FACHADA OESTE, EDIFICIO 375			AQUINO	
2008-MMV-19	40	60	FACHADA SUR DEL EDIFICIO 395, JUEGO DE PELOTA I			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-20	40	60	FACHADA ESTE DEL EDIFICIO 396, JUEGO DE PELOTA I			AQUINO	
2008-MMV-21	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO SUB-1, ACROPOLIS SUR			AQUINO	
2008-MMV-22	40	60	FACHADA NORTE DEL PRIMER CUERPO DEL BASAMENTO, ACROPOLIS SUR			AQUINO	
2008-MMV-23	40	60	FACHADA SUR DE LA PLATAFORMA DE SOSTEN, GRUPO OESTE			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-24	40	60	MURO OESTE DE RECINTO 1 DEL EDIFICIO 109, GRUPO OESTE			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-25	40	60	MURO SUR DE RECINTO 3 DEL EDIFICIO 109, GRUPO OESTE			AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-26	40	60	FACHADA OESTE DEL EDIFICIO 109, GRUPO OESTE			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-27	40	60	FACHADA OESTE DE LA PLATAFORMA DE SOSTEN, CALZADA BLOOM			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-28	40	60	FACHADA ESTE DE LA PLATAFORMA DE SOSTEN, CALZADA BLOOM			AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-29	40	60	FACHADA SUR, SEGUNDO CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 1			MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-30	40	60	FACHADA ESTE DEL QUINTO CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 1			MATUTE Y SEGURA	



Código			Descripción	Responsable
2008-MMV-31	40	60	FACHADA OESTE DEL SEGUNDO CUERPO BASAMENTO, EDIFICIO 4	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-32	40	60	MURO ESTE DEL RECINTO ADOSADO, EDIFICIO 5	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-33	40	60	FACHADA SUR DEL SEGUNDO CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 5	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-34	40	60	FACHADA NORTE DEL SEGUNDO CUERPO DEL BASAMENTO, EDIFICIO 144 SUB-1	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-35	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO COMPLEMENTARIO, EDIFICIOS 146 Y 147	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-36	40	60	FACHADA ESTE DEL BASAMENTO COMPLEMENTARIO, EDIFICIOS 146 Y 147	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-37	40	60	FACHADA OESTE DEL PRIMER CUERPO, EDIFICIO 137	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-38	40	60	FACHADA SUR DEL QUINTO CUERPO, BASAMENTO COMPL. EDIFICIO 142	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-39	40	60	FACHADA OESTE DEL PRIMER CUERPO DE BASAMENTO COMPL. EDIFICIO 142	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-40	40	60	FACHADA NORTE DEL BASAMENTO, EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-01	20	60	MURO ESTE DEL RECINTO 4, EDIFICIO 219	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-02	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO CENTRAL, EDIFICIO 218	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-03	20	60	MURO NORTE DEL RECINTO 2, EDIFICIO 216	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-04	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 2, EDIFICIO 216	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-05	20	60	MURO ESTE DEL RECINTO 1, EDIFICIO 389	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-06	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 2, EDIFICIO 389	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-07	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 3, EDIFICIO 389	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-08	20	60	MURO NORTE DEL RECINTO 4, EDIFICIO 389	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-09	20	60	MURO SUR DEL RECINTO 1, EDIFICIO 375	AQUINO Y SEGURA
2008-MMV-10	20	60	MURO ESTE DEL RECINTO 3, EDIFICIO 375	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-11	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 4, EDIFICIO 375	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-12	20	60	MURO SUR DEL RECINTO 2, EDIFICIO 375	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-13	20	60	MURO SUR DEL RECINTO ,1 EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-14	20	60	MURO ESTE RECINTO 2, EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-15	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 3, EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-16	20	60	MURO OESTE DEL RECINTO 4, EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-17	20	60	MURO NORTE DEL RECINTO 6, EDIFICIO 134	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-18	20	60	MURO ESTE DEL RECINTO 7, EDIFICIO 134	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-19	20	60	ESCALINATA SUR PLATAFORMA DE SOSTEN, ACROPOLIS NORTE	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-20	20	60	MURO CON RELIEVES DE LA PLATAFORMA DE SOSTEN, ACROPOLIS NORTE	MATUTE Y SEGURA

Digitalizó

LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-02-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de dibujo arqueológico

Departamento		PETÉN		Municipio		FLORES		Sitio arqueológico		YAXHA	
Código		Descripción						Presentación		Responsable	
2008-MMV-01	Di	Ar	Área 2008-MMV-01/40/60	Edificio 152				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-02	Di	Ar	Área 2008-MMV-02/40/60	Edificio 90 Sub-1				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-03	Di	Ar	Área 2008-MMV-03/40/60	Basamento Acrópolis Este				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-04	Di	Ar	Área 2008-MMV-04/40/60	Edificio 217				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-05	Di	Ar	Área 2008-MMV-05/40/60	Edificio 219				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-06	Di	Ar	Área 2008-MMV-06/40/60	Edificio 216				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-07	Di	Ar	Área 2008-MMV-07/40/60	Edificio 216				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-08	Di	Ar	Área 2008-MMV-08/40/60	Edificio Sur Acrópolis Este				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-09	Di	Ar	Área 2008-MMV-09/40/60	Edificio 216				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-10	Di	Ar	Área 2008-MMV-10/40/60	Edificio 216				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-11	Di	Ar	Área 2008-MMV-11/40/60	Edificio 260				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-12	Di	Ar	Área 2008-MMV-12/40/60	Edificio 260				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-13	Di	Ar	Área 2008-MMV-13/40/60	Edificio 261				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-14	Di	Ar	Área 2008-MMV-14/40/60	Edificio 261				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-15	Di	Ar	Área 2008-MMV-15/40/60	Basamento Sub-1, Acrópolis S				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-16	Di	Ar	Área 2008-MMV-16/40/60	Basamento de Acrópolis Sur				Milimetrado y digital		AQUINO	
2008-MMV-17	Di	Ar	Área 2008-MMV-17/40/60	Edificio 375				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-18	Di	Ar	Área 2008-MMV-18/40/60	Edificio 375				Milimetrado y digital		AQUINO	
2008-MMV-19	Di	Ar	Área 2008-MMV-19/40/60	Edificio 395				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-20	Di	Ar	Área 2008-MMV-20/40/60	Edificio 396				Milimetrado y digital		AQUINO	
2008-MMV-21	Di	Ar	Área 2008-MMV-21/40/60	Basam. Sub-1, Acrópolis Sur				Milimetrado y digital		AQUINO	
2008-MMV-22	Di	Ar	Área 2008-MMV-22/40/60	Basam. de Acrópolis Sur				Milimetrado y digital		AQUINO	
2008-MMV-23	Di	Ar	Área 2008-MMV-23/40/60	Basamento Grupo Oeste				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-24	Di	Ar	Área 2008-MMV-24/40/60	Edificio 109				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-25	Di	Ar	Área 2008-MMV-25/40/60	Edificio 109				Milimetrado y digital		AQUINO Y MATUTE	
2008-MMV-26	Di	Ar	Área 2008-MMV-26/40/60	Edificio 109				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-27	Di	Ar	Área 2008-MMV-27/40/60	Calzada Blom				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGURA	
2008-MMV-28	Di	Ar	Área 2008-MMV-28/40/60	Calzada Blom				Milimetrado y digital		AQUINO Y SEGIRA	
2008-MMV-29	Di	Ar	Área 2008-MMV-29/40/60	Edificio 1				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	
2008-MMV-30	Di	Ar	Área 2008-MMV-30/40/60	Edificio 1				Milimetrado y digital		MATUTE Y SEGURA	



Código			Descripción	Presentación	Responsable
2008-MMV-31	Di	Ar	Área 2008-MMV-31/40/60 Edificio 4	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-32	Di	Ar	Área 2008-MMV-32/40/60 Edificio 5	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-33	Di	Ar	Área 2008-MMV-33/40/60 Edificio 5	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-34	Di	Ar	Área 2008-MMV-34/40/60 Edificio 144 Sub-1	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-35	Di	Ar	Área 2008-MMV-35/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-36	Di	Ar	Área 2008-MMV-36/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-37	Di	Ar	Área 2008-MMV-37/40/60 Edificio 137	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-38	Di	Ar	Área 2008-MMV-38/40/60 Edificio 142	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-39	Di	Ar	Área 2008-MMV-39/40/60 Edificio 142	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-40	Di	Ar	Área 2008-MMV-40/40/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-41	Di	Ar	Área 2008-MMV-01/20/60 Edificio 219	Milimetrado y digital	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-42	Di	Ar	Área 2008-MMV-02/20/60 Edificio 218	Milimetrado y digital	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-43	Di	Ar	Área 2008-MMV-03/20/60 Edificio 216	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-44	Di	Ar	Área 2008-MMV-04/20/60 Edificio 216	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-45	Di	Ar	Área 2008-MMV-05/20/60 Edificio 389	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-46	Di	Ar	Área 2008-MMV-06/20/60 Edificio 389	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-47	Di	Ar	Área 2008-MMV-07/20/60 Edificio 389	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-48	Di	Ar	Área 2008-MMV-08/20/60 Edificio 389	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-49	Di	Ar	Área 2008-MMV-09/20/60 Edificio 375	Milimetrado y digital	AQUINO Y SEGURA
2008-MMV-50	Di	Ar	Área 2008-MMV-10/20/60 Edificio 375	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-51	Di	Ar	Área 2008-MMV-11/20/60 Edificio 375	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-52	Di	Ar	Área 2008-MMV-12/20/60 Edificio 375	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-53	Di	Ar	Área 2008-MMV-13/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-54	Di	Ar	Área 2008-MMV-14/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-55	Di	Ar	Área 2008-MMV-15/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-56	Di	Ar	Área 2008-MMV-16/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-57	Di	Ar	Área 2008-MMV-17/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	AQUINO Y MATUTE
2008-MMV-58	Di	Ar	Área 2008-MMV-18/20/60 Edificio 134	Milimetrado y digital	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-59	Di	Ar	Área 2008-MMV-19/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Milimetrado y digital	MATUTE Y SEGURA
2008-MMV-60	Di	Ar	Área 2008-MMV-20/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Milimetrado y digital	MATUTE Y SEGURA

Digitalizó

LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-03-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de dibujo biológico in situ

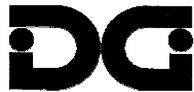
Departamento		PETÉN		Municipio		FLORES		Sitio arqueológico		YAXHA	
Código		Descripción		Presentación		Responsable					
2008-MMV-01	Di	Bio	Área 2008-MMV-01/40/60 Edificio 152	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-02	Di	Bio	Área 2008-MMV-02/40/60 Edificio 90 Sub-1	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-03	Di	Bio	Área 2008-MMV-03/40/60 Basamento Acrópolis Este	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-04	Di	Bio	Área 2008-MMV-04/40/60 Edificio 217	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-05	Di	Bio	Área 2008-MMV-05/40/60 Edificio 219	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-06	Di	Bio	Área 2008-MMV-06/40/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-07	Di	Bio	Área 2008-MMV-07/40/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-08	Di	Bio	Área 2008-MMV-08/40/60 Edificio Sur Acrópolis Este	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-09	Di	Bio	Área 2008-MMV-09/40/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-10	Di	Bio	Área 2008-MMV-10/40/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-11	Di	Bio	Área 2008-MMV-11/40/60 Edificio 260	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-12	Di	Bio	Área 2008-MMV-12/40/60 Edificio 260	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-13	Di	Bio	Área 2008-MMV-13/40/60 Edificio 261	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-14	Di	Bio	Área 2008-MMV-14/40/60 Edificio 261	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-15	Di	Bio	Área 2008-MMV-15/40/60 Basamento Sub-1, Acrópolis S	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-16	Di	Bio	Área 2008-MMV-16/40/60 Basamento de Acrópolis Sur	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-17	Di	Bio	Área 2008-MMV-17/40/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-18	Di	Bio	Área 2008-MMV-18/40/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-19	Di	Bio	Área 2008-MMV-19/40/60 Edificio 395	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-20	Di	Bio	Área 2008-MMV-20/40/60 Edificio 396	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-21	Di	Bio	Área 2008-MMV-21/40/60 Basam. Sub-1, Acrópolis Sur	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-22	Di	Bio	Área 2008-MMV-22/40/60 Basam. de Acrópolis Sur	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-23	Di	Bio	Área 2008-MMV-23/40/60 Basamento Grupo Oeste	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-24	Di	Bio	Área 2008-MMV-24/40/60 Edificio 109	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-25	Di	Bio	Área 2008-MMV-25/40/60 Edificio 109	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-26	Di	Bio	Área 2008-MMV-26/40/60 Edificio 109	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-27	Di	Bio	Área 2008-MMV-27/40/60 Calzada Blom	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-28	Di	Bio	Área 2008-MMV-28/40/60 Calzada Blom	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-29	Di	Bio	Área 2008-MMV-29/40/60 Edificio 1	Digital	Salazar y Aquino						
2008-MMV-30	Di	Bio	Área 2008-MMV-30/40/60 Edificio 1	Digital	Salazar y Aquino						



Código			Descripción	Presentación	Responsable
2008-MMV-31	Di	Bio	Área 2008-MMV-31/40/60 Edificio 4	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-32	Di	Bio	Área 2008-MMV-32/40/60 Edificio 5	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-33	Di	Bio	Área 2008-MMV-33/40/60 Edificio 5	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-34	Di	Bio	Área 2008-MMV-34/40/60 Edificio 144 Sub-1	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-35	Di	Bio	Área 2008-MMV-35/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-36	Di	Bio	Área 2008-MMV-36/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-37	Di	Bio	Área 2008-MMV-37/40/60 Edificio 137	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-38	Di	Bio	Área 2008-MMV-38/40/60 Edificio 142	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-39	Di	Bio	Área 2008-MMV-39/40/60 Edificio 142	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-40	Di	Bio	Área 2008-MMV-40/40/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-41	Di	Bio	Área 2008-MMV-01/20/60 Edificio 219	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-42	Di	Bio	Área 2008-MMV-02/20/60 Edificio 218	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-43	Di	Bio	Área 2008-MMV-03/20/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-44	Di	Bio	Área 2008-MMV-04/20/60 Edificio 216	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-45	Di	Bio	Área 2008-MMV-05/20/60 Edificio 389	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-46	Di	Bio	Área 2008-MMV-06/20/60 Edificio 389	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-47	Di	Bio	Área 2008-MMV-07/20/60 Edificio 389	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-48	Di	Bio	Área 2008-MMV-08/20/60 Edificio 389	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-49	Di	Bio	Área 2008-MMV-09/20/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-50	Di	Bio	Área 2008-MMV-10/20/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-51	Di	Bio	Área 2008-MMV-11/20/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-52	Di	Bio	Área 2008-MMV-12/20/60 Edificio 375	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-53	Di	Bio	Área 2008-MMV-13/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-54	Di	Bio	Área 2008-MMV-14/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-55	Di	Bio	Área 2008-MMV-15/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-56	Di	Bio	Área 2008-MMV-16/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-57	Di	Bio	Área 2008-MMV-17/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-58	Di	Bio	Área 2008-MMV-18/20/60 Edificio 134	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-59	Di	Bio	Área 2008-MMV-19/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Digital	Salazar y Aquino
2008-MMV-60	Di	Bio	Área 2008-MMV-20/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Digital	Salazar y Aquino

Digitalizó

LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-04-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de recolección de muestras biológicas

Departamento		PETÉN		Municipio	FLORES		Sitio arqueológico	YAXHA	
Código			Descripción				Responsable		
2008-MMV-001	Mu	Bio	Plaza C, Edificio 152	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-002	Mu	Bio	Plaza C, Edificio 152	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-003	Mu	Bio	Plaza C, Edificio 152	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-004	Mu	Bio	Plaza B, Edificio 90	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-005	Mu	Bio	Plaza B, Edificio 90	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-006	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 218	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-007	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 218	Orientación Este	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-008	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 217	Orientación Este	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-009	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 216	Orientación Oeste	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-010	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 216	Orientación Oeste	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-011	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 216	Orientación Sur	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-012	Mu	Bio	Acrópolis Este, Edificio 216	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-013	Mu	Bio	Plaza A, Edificio 260	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-014	Mu	Bio	Plaza A, Edificio 260	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-015	Mu	Bio	Plaza A, Edificio 261	Orientación Sur	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-016	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 395	Orientación Este	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-017	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 395	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-018	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 395	Orientación Oeste	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-019	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 395	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-020	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 395	Orientación Oeste	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-021	Mu	Bio	Juego Pelota I, Edificio 389	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-022	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 134	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-023	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 134	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-024	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 134	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-025	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 144	Orientación Sur	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-026	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 144	Orientación Oeste	Sisa	W. Salazar			
2008-MMV-027	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 142	Orientación Norte	Bloque Calizo	W. Salazar			
2008-MMV-028	Mu	Bio	Acrópolis Norte, Edificio 134	Orientación Este	Embono	W. Salazar			
2008-MMV-029	Mu	Bio	Calzada Blom, Parapeto Este	Orientación Este	Embono	W. Salazar			
2008-MMV-030	Mu	Bio	Grupo Maler, Edificio 6	Orientación Sur	Sisa	W. Salazar			



forma cat-05-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de organismos vegetales menores

Departamento PETÉN Municipio FLORES Sitio arqueológico YAXHA

Código			Descripción			Responsable
2008-MMV-001	Or	Ve	Musgo	Calymperaceae	<i>Syrrhopodon incompletus</i>	W. Salazar
2008-MMV-002	Or	Ve	Musgo	Amblystegiaceae	<i>Morfoespecie 1</i>	W. Salazar
2008-MMV-003	Or	Ve	Musgo	Ditrichaceae	<i>Morfoespecie 2</i>	W. Salazar
2008-MMV-004	Or	Ve	Musgo	Ephemeraceae	<i>Morfoespecie 3</i>	W. Salazar
2008-MMV-005	Or	Ve	Hepática	Calypogeiaceae	<i>Calypogeia sp morfoespecie 1</i>	W. Salazar
2008-MMV-006	Or	Ve	Hepática	Calypogeiaceae	<i>Calypogeia sp morfoespecie 2</i>	W. Salazar

Digitalizó LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-06-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de dibujo de conservación in situ

Departamento		PETÉN		Municipio		FLORES		Sitio arqueológico		YAXHA	
Código		Descripción		Presentación		Responsable					
2008-MMV-01	Di	Con	Área 2008-MMV-01/40/60	Edificio 152	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-02	Di	Con	Área 2008-MMV-02/40/60	Edificio 90 Sub-1	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-03	Di	Con	Área 2008-MMV-03/40/60	Basamento Acrópolis Este	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-04	Di	Con	Área 2008-MMV-04/40/60	Edificio 217	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-05	Di	Con	Área 2008-MMV-05/40/60	Edificio 219	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-06	Di	Con	Área 2008-MMV-06/40/60	Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-07	Di	Con	Área 2008-MMV-07/40/60	Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-08	Di	Con	Área 2008-MMV-08/40/60	Edificio Sur Acrópolis Este	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-09	Di	Con	Área 2008-MMV-09/40/60	Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-10	Di	Con	Área 2008-MMV-10/40/60	Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-11	Di	Con	Área 2008-MMV-11/40/60	Edificio 260	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-12	Di	Con	Área 2008-MMV-12/40/60	Edificio 260	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-13	Di	Con	Área 2008-MMV-13/40/60	Edificio 261	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-14	Di	Con	Área 2008-MMV-14/40/60	Edificio 261	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-15	Di	Con	Área 2008-MMV-15/40/60	Basamento Sub-1, Acrópolis S	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-16	Di	Con	Área 2008-MMV-16/40/60	Basamento de Acrópolis Sur	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-17	Di	Con	Área 2008-MMV-17/40/60	Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-18	Di	Con	Área 2008-MMV-18/40/60	Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-19	Di	Con	Área 2008-MMV-19/40/60	Edificio 395	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-20	Di	Con	Área 2008-MMV-20/40/60	Edificio 396	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-21	Di	Con	Área 2008-MMV-21/40/60	Basam. Sub-1, Acrópolis Sur	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-22	Di	Con	Área 2008-MMV-22/40/60	Basam. de Acrópolis Sur	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-23	Di	Con	Área 2008-MMV-23/40/60	Basamento Grupo Oeste	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-24	Di	Con	Área 2008-MMV-24/40/60	Edificio 109	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-25	Di	Con	Área 2008-MMV-25/40/60	Edificio 109	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-26	Di	Con	Área 2008-MMV-26/40/60	Edificio 109	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-27	Di	Con	Área 2008-MMV-27/40/60	Calzada Blom	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-28	Di	Con	Área 2008-MMV-28/40/60	Calzada Blom	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-29	Di	Con	Área 2008-MMV-29/40/60	Edificio 1	Bond y digital	Flores y Aquino					
2008-MMV-30	Di	Con	Área 2008-MMV-30/40/60	Edificio 1	Bond y digital	Flores y Aquino					



Código			Descripción	Presentación	Responsable
2008-MMV-31	Di	Con	Área 2008-MMV-31/40/60 Edificio 4	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-32	Di	Con	Área 2008-MMV-32/40/60 Edificio 5	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-33	Di	Con	Área 2008-MMV-33/40/60 Edificio 5	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-34	Di	Con	Área 2008-MMV-34/40/60 Edificio 144 Sub-1	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-35	Di	Con	Área 2008-MMV-35/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-36	Di	Con	Área 2008-MMV-36/40/60 Basamento Ed. 146 y 147	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-37	Di	Con	Área 2008-MMV-37/40/60 Edificio 137	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-38	Di	Con	Área 2008-MMV-38/40/60 Edificio 142	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-39	Di	Con	Área 2008-MMV-39/40/60 Edificio 142	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-40	Di	Con	Área 2008-MMV-40/40/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-41	Di	Con	Área 2008-MMV-01/20/60 Edificio 219	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-42	Di	Con	Área 2008-MMV-02/20/60 Edificio 218	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-43	Di	Con	Área 2008-MMV-03/20/60 Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-44	Di	Con	Área 2008-MMV-04/20/60 Edificio 216	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-45	Di	Con	Área 2008-MMV-05/20/60 Edificio 389	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-46	Di	Con	Área 2008-MMV-06/20/60 Edificio 389	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-47	Di	Con	Área 2008-MMV-07/20/60 Edificio 389	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-48	Di	Con	Área 2008-MMV-08/20/60 Edificio 389	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-49	Di	Con	Área 2008-MMV-09/20/60 Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-50	Di	Con	Área 2008-MMV-10/20/60 Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-51	Di	Con	Área 2008-MMV-11/20/60 Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-52	Di	Con	Área 2008-MMV-12/20/60 Edificio 375	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-53	Di	Con	Área 2008-MMV-13/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-54	Di	Con	Área 2008-MMV-14/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-55	Di	Con	Área 2008-MMV-15/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-56	Di	Con	Área 2008-MMV-16/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-57	Di	Con	Área 2008-MMV-17/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-58	Di	Con	Área 2008-MMV-18/20/60 Edificio 134	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-59	Di	Con	Área 2008-MMV-19/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Bond y digital	Flores y Aquino
2008-MMV-60	Di	Con	Área 2008-MMV-20/20/60 Basam. de Acrópolis Norte	Bond y digital	Flores y Aquino

Digitalizó

LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-07-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de pruebas de conservación preventiva

Departamento PETÉN Municipio FLORES Sitio arqueológico YAXHA

Código			Descripción			Responsable
2008-MMV-001	Pr	Con	2008-MMV-01/40/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-002	Pr	Con	2008-MMV-01/40/60	T-2	Embono	G. Flores
2008-MMV-003	Pr	Con	2008-MMV-02/40/60	T-1	Estuco	G. Flores
2008-MMV-004	Pr	Con	2008-MMV-02/40/60	T-2	Embono	G. Flores
2008-MMV-005	Pr	Con	2008-MMV-05/40/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-006	Pr	Con	2008-MMV-01/20/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-007	Pr	Con	2008-MMV-02/20/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-008	Pr	Con	2008-MMV-04/40/60	T-2	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-009	Pr	Con	2008-MMV-08/40/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-010	Pr	Con	2008-MMV-12/40/60	T-2	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-011	Pr	Con	2008-MMV-11/40/60	T-2	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-012	Pr	Con	2008-MMV-14/40/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-013	Pr	Con	2008-MMV-13/40/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-014	Pr	Con	2008-MMV-13/40/60	T-2	Embono	G. Flores
2008-MMV-015	Pr	Con	2008-MMV-03/20/60	T-1	Estuco	G. Flores
2008-MMV-016	Pr	Con	2008-MMV-04/20/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-017	Pr	Con	2008-MMV-07/40/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-018	Pr	Con	2008-MMV-05/20/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-019	Pr	Con	2008-MMV-05/20/60	T-1	Estuco	G. Flores
2008-MMV-020	Pr	Con	2008-MMV-06/20/60	T-1	Estuco	G. Flores
2008-MMV-021	Pr	Con	2008-MMV-07/20/60	T-1	Embono	G. Flores
2008-MMV-022	Pr	Con	2008-MMV-07/20/60	T-2	Embono	G. Flores
2008-MMV-023	Pr	Con	2008-MMV-08/20/60	T-2	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-024	Pr	Con	2008-MMV-08/20/60	T-1	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-025	Pr	Con	2008-MMV-18/40/60	T-1	Embono	G. Flores
2008-MMV-026	Pr	Con	2008-MMV-18/40/60	T-2	Embono	G. Flores
2008-MMV-027	Pr	Con	2008-MMV-16/40/60	T-2	Estuco	G. Flores
2008-MMV-028	Pr	Con	2008-MMV-03/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-029	Pr	Con	2008-MMV-01/20/60	T-3	Estuco	G. Flores
2008-MMV-030	Pr	Con	2008-MMV-06/40/60	T-3	Estuco	G. Flores



Código			Descripción			Responsable
2008-MMV-031	Pr	Con	2008-MMV-07/40/60	T-3	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-032	Pr	Con	2008-MMV-09/40/60	T-3	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-033	Pr	Con	2008-MMV-04/20/60	T-4	Estuco	G. Flores
2008-MMV-034	Pr	Con	2008-MMV-03/20/60	T-4	Estuco	G. Flores
2008-MMV-035	Pr	Con	2008-MMV-11/40/60	T-4	Embono	G. Flores
2008-MMV-036	Pr	Con	2008-MMV-12/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-037	Pr	Con	2008-MMV-13/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-038	Pr	Con	2008-MMV-14/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-039	Pr	Con	2008-MMV-06/20/60	T-3	Estuco	G. Flores
2008-MMV-040	Pr	Con	2008-MMV-17/40/60	T-3	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-041	Pr	Con	2008-MMV-09/20/60	T-3	Estuco	G. Flores
2008-MMV-042	Pr	Con	2008-MMV-09/20/60	T-4	Estuco	G. Flores
2008-MMV-043	Pr	Con	2008-MMV-20/20/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-044	Pr	Con	2008-MMV-19/20/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-045	Pr	Con	2008-MMV-40/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-046	Pr	Con	2008-MMV-38/40/60	T-4	Embono	G. Flores
2008-MMV-047	Pr	Con	2008-MMV-31/40/60	T-4	Embono	G. Flores
2008-MMV-048	Pr	Con	2008-MMV-31/40/60	T-3	Embono	G. Flores
2008-MMV-049	Pr	Con	2008-MMV-32/40/60	T-4	Bloque calizo	G. Flores
2008-MMV-050	Pr	Con	2008-MMV-33/40/60	T-4	Embono	G. Flores
2008-MMV-051	Pr	Con	2008-MMV-33/40/60	T-3	Embono	G. Flores
2008-MMV-052	Pr	Con	2008-MMV-02/40/60	T-3	Estuco	G. Flores
2008-MMV-053	Pr	Con	2008-MMV-02/40/60	T-4	Estuco	G. Flores
2008-MMV-054	Pr	Con	2008-MMV-08/40/60	T-4	Estuco	G. Flores
2008-MMV-055	Pr	Con	2008-MMV-08/40/60	T-3	Estuco	G. Flores

Digitalizó LIC. DANIEL AQUINO LARA



forma cat-09-MMV/deal

EL MISTERIO DEL MANTO VERDE

CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS VEGETALES MENORES EN LA ARQUITECTURA PREHISPÁNICA Y SU RELACIÓN CON EL DETERIORO DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO

PROYECTO 2008 DIGI-USAC 4.8.63.3.97

Catálogo de arquitectura prehispánica de Yaxha

Departamento			Municipio			Sitio arqueológico		
PETÉN			FLORES			YAXHA		
Código			Descripción			Responsable		
2008-MMV-001	Arq	Yx	Grupo Maler	Edificio 1	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-002	Arq	Yx	Grupo Maler	Edificio 2	Plataforma	Aquino y Segura		
2008-MMV-003	Arq	Yx	Grupo Maler	Edificio 3	Plataforma	Aquino y Segura		
2008-MMV-004	Arq	Yx	Grupo Maler	Edificio 4	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-005	Arq	Yx	Grupo Maler	Edificio 6	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-006	Arq	Yx	Grupo Maler	Plataforma Sostén SW	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-007	Arq	Yx	Calzada Blom	Parapeto E	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-008	Arq	Yx	Calzada Blom	Parapeto W	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-009	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 134	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-010	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 137	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-011	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 142	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-012	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 144	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-013	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 146	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-014	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 147	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-015	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Edificio 134-a	Plataforma	Aquino y Segura		
2008-MMV-016	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Plataforma Sostén S	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-017	Arq	Yx	Acrópolis Norte	Plataforma Sostén W	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-018	Arq	Yx	Grupo Oeste	Edificio 103	Plataforma	Aquino y Segura		
2008-MMV-019	Arq	Yx	Grupo Oeste	Edificio 109	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-020	Arq	Yx	Grupo Oeste	Plataforma Sostén SE	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-021	Arq	Yx	Acrópolis Sur	Edificio 375	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-022	Arq	Yx	Acrópolis Sur	Edificio 389	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-023	Arq	Yx	Acrópolis Sur	Plataforma Sostén SW	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-024	Arq	Yx	Acrópolis Sur	Plataforma Sostén N	Basamento	Aquino y Segura		
2008-MMV-025	Arq	Yx	Juego de Pelota I	Edificio 395	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-026	Arq	Yx	Juego de Pelota I	Edificio 396	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-027	Arq	Yx	Acrópolis Este	Edificio 216	Piramidal	Aquino y Segura		
2008-MMV-028	Arq	Yx	Acrópolis Este	Edificio 217	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-029	Arq	Yx	Acrópolis Este	Edificio 218	Palacio	Aquino y Segura		
2008-MMV-030	Arq	Yx	Acrópolis Este	Edificio 219	Palacio	Aquino y Segura		



Código			Descripción			Responsable
2008-MMV-031	Arq	Yx	Plaza A	Edificio 260	Palacio	Aquino y Segura
2008-MMV-032	Arq	Yx	Plaza A	Edificio 261	Palacio	Aquino y Segura
2008-MMV-033	Arq	Yx	Plaza B	Edificio 90	Palacio	Aquino y Segura
2008-MMV-034	Arq	Yx	Plaza C	Edificio 152	Piramidal	Aquino y Segura

Digitalizó LIC. DANIEL AQUINO LARA

AQUINO, D., V. Matute, G. Flores, W. Salazar y A. Segura

2008 El Misterio del Manto Verde: identificando la cobertura vegetal de la arquitectura prehispánica. Ponencia presentada en el XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2008. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

INTRODUCCIÓN

Por medio de diversos programas de manejo, se han alcanzado importantes logros en la lucha por la conservación del patrimonio natural de la Reserva de la Biosfera Maya, sin embargo, el patrimonio cultural no ha corrido con la misma suerte. Actualmente se pueden observar más de 300 edificios prehispánicos restaurados en diversos sitios arqueológicos de Petén. La antigua arquitectura Maya se caracteriza por la utilización de la roca caliza y sus derivados como materiales constructivos, los que se ven afectados por factores físicos, químicos y biológicos. El problema de la conservación integral de dichos elementos alcanza niveles complejos, por lo que en esta ocasión se enfoca solamente en uno de los factores de deterioro de los elementos arquitectónicos, la microflora, que crece sobre las superficies expuestas de los edificios mayas y provoca un desequilibrio considerable entre los índices de absorción y pérdida de humedad, acelerando el proceso natural de degradación de la materia.

La palabra microflora encierra un sin número de posibilidades, por lo que se busca conocer acertadamente cada uno de los organismos presentes. La problemática ha sido enfrentada desde tres campos de estudio (arqueológico, biológico y conservacionista), realizando análisis cualitativos y cuantitativos específicos. Finalmente, por medio del *análisis espacial de posicionamiento superpuesto*, se estudia la relación circunstancial entre el sustrato, los crecimientos vegetales y los deterioros, con el fin de identificar las implicaciones directas e indirectas para la conservación del patrimonio prehispánico edificado.

En vista de la magnitud y distribución de los sitios arqueológicos de la Reserva de Biosfera Maya con arquitectura expuesta, se considera que la realización del presente estudio implica la participación de un equipo multidisciplinario a lo largo plazo. Gracias a los aportes financieros, materiales y humanos de la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos –DIGI-USAC– y de la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural –DGPCN-MICUDE–, se ha conformado dicho equipo multidisciplinario y ya se han iniciado las labores en el sitio arqueológico Yaxha, a través del cofinanciamiento del **Proyecto DIGI-USAC 4.8.63.3.97** “*Crecimiento y distribución de organismos vegetales menores en la arquitectura prehispánica y su relación con el deterioro del patrimonio cultural edificado: propuesta técnica para su control*”. Durante el primer año de investigación, también se cuenta con el apoyo del Instituto de Investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas de la Escuela de Historia –IIHAA-USAC–, del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-USAC– y de la administración del Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo –PNYNN-IDAEH–.

ANTECEDENTES

En un alto número de ocasiones, los trabajos de investigación arqueológica conllevan a la inminente restauración de los edificios, como una acción de tipo extraordinario, en la mayoría de casos inevitable y justificada por la necesidad de preservar los vestigios arquitectónicos (Larios 1997, Quintana 1997, Wurster 2000, Muñoz 1997, Keit Sei S.A. 2007) y para crear destinos turísticos que permitan el desarrollo local (González 1997, Flores 1997). En todo caso, es fundamental considerar una serie de variables técnicas, operativas y presupuestarias, con el fin de evitar incurrir en un daño a largo plazo, a partir de un proyecto mal enfocado:

- Los elementos constructivos utilizados por los antiguos mayas son parte de la herencia material que debemos conservar, al igual que los monumentos esculpidos o las finas piezas de cerámica.
- En su mayor parte, los edificios prehispánicos están construidos con piedra caliza, que debido a su composición química presentan altos niveles de deterioro frente al intemperismo, principalmente cuando se ven expuestas a bruscos cambios climáticos.
- Un edificio prehispánico sufre un acelerando proceso de deterioro a partir del momento de la excavación, por lo que es fundamental prestar la atención necesaria a través de un adecuado Programa de Conservación.
- El turismo es una alternativa económica para el desarrollo de nuestra nación, sin embargo no debe ser la principal justificación para la sobre exposición de edificios prehispánicos.

La historia de la restauración arqueológica en Guatemala tiene más de 50 años, siendo Tikal uno de los ejemplos más complejos. Dicho sitio arqueológico cuenta con un alto número de edificios restaurados, en muchas ocasiones de manera completa, algunos intervenidos hace más de 40 años (Larios 1997, 2003), mientras que en Yaxha, recién ha finalizado la restauración de 34 edificios (Hermes, Noriega y Calderón 1997, Valiente 2005, Keit Sei S.A. 2006, 2007), por lo que se considera como una gran oportunidad de investigación, para prevenir que sufran los daños que se han reportado en Tikal. En dicho caso, a pesar del mantenimiento que ha recibido la arquitectura expuesta, en los últimos años se ha observado un considerable deterioro de los bloques calizos que conforman las fachadas, principalmente en los sectores Sur y Oeste (Muñoz 1997, Larios 2003, Larios y Orrego 1997, Breuil-Martínez y Aquino 2004, Gómez 2004).

El sitio arqueológico Yaxha constituye uno de los principales ejemplos de las ciudades prehispánicas de las tierras bajas centrales, abandonadas hace más de 1000 años. El paso del tiempo permitió a la selva recuperar aquel espacio modificado por la fuerza del hombre y los edificios se vieron cubiertos por una flora diversa, que incluye ejemplos de grandes árboles, arbustos y palmas, así como especies menores, caracterizadas por su capacidad para cubrir prácticamente cualquier superficie.

De acuerdo con los resultados obtenidos en análisis previos, el deterioro de la piedra caliza se debe a tres factores principalmente:

- Características propias del material, que permite la absorción del agua de lluvia, mientras que sufre desecación de la parte externa a causa de la insolación.
- El intemperismo, principalmente por ubicarse en un medio ambiente agresivo, que presenta bruscos cambios de temperatura y humedad.
- El crecimiento de organismos vegetales en la superficie, que permite la penetración de los rizoides de los musgos y microflora, a parte de impedir un proceso ambiental homogéneo en toda la superficie (temperatura y humedad).

En este sentido, se considera que los dos primeros factores escapan de nuestras manos, mientras que el tercero puede ser manejado de una forma adecuada, con el fin de conservar los elementos constructivos de los antiguos edificios mayas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Reserva de la Biosfera Maya cuenta con una riqueza oculta bajo el espeso manto vegetal, que representa la herencia material de aquellos antiguos habitantes de la región, reconocidos mundialmente como La Civilización Maya. En la RBM se han registrado más de 2,000 sitios arqueológicos prehispánicos, que varían en jerarquía y rango socio-político, pero que en su conjunto, formaron un complejo mosaico cultural de gran importancia, caracterizado por sus reconocidos alcances en las ciencias, las artes, la economía, la política y la religión (Adams 1987, Marcus 1973, 1993, Breuil et al. 2001, Canuto y Bell 2003, Culbert 1991, Inomata 2001, Demarest y Barrientos 2004, Fash 1993, Rice y Puleston 1981, Bullard 1960, Escobedo y Houston 2004, Golden *et al.* 2003, Fialko 1997, 2005, Ford 1981, Laporte y Mejía 2002, 2005, Quintana 1996).

La búsqueda por conocer y comprender nuestro pasado ancestral, ha fundamentado el desarrollo de proyectos de investigación y restauración de edificios mayas en los últimos años, aunque también se reconoce como interés la habilitación de los sitios arqueológicos para la visitación turística. Aunque se tienen ejemplos importantes en otras regiones del país, solamente en el departamento de Petén se pueden observar edificios mayas restaurados en los sitios arqueológicos de Tikal, Uaxactun, Nakum, Ceibal, Aguateca, La Joyanca, La Blanca, Mirador, Cancuen, Perú-Waka', Piedras Negras y Yaxha, entre otros (Larios y Orrego 1983, Larios 1997, 2003, Vidal y Gómez 1997, Keit Sei S.A. 2006, 2007, Breuil *et al.* 2001, Fahsen *et al.* 2003, Quintana y Wurster 2001, Wurster 2000, COARSA 1999, Quintana y Noriega 1992, Muñoz y Vidal 2005, Demarest y Barrientos 2004, Escobedo y Houston 2004).

Aunque el simple hecho de restaurar los edificios prehispánicos no representa un problema en sí, en muchos casos no se considera la necesidad de contar con estrategias de conservación preventiva posteriores. Es inevitable considerar las limitaciones institucionales, que en la mayoría de los casos impide desarrollar las labores permanentes de conservación, por lo que es urgente buscar, identificar y determinar, alternativas viables de conservación a largo plazo, caracterizadas por contar con principios operativos sencillos, económicos y principalmente efectivos, que se base en labores preventivas.

Con las excepciones del caso, hasta la fecha no se ha tratado a profundidad los efectos de deterioro de la roca caliza, ocasionados por el crecimiento de organismos vegetales menores sobre la

arquitectura maya, aunque se tienen esfuerzos aislados por controlar y eliminar dichos crecimientos (Aquino 2005, 2006, Aquino y Segura 2007, Aquino et al. 2007, Torres 1993, Quintana y Wurster 2001, Wurster 2000, Muñoz 1997). Aunque normalmente no se tiene registro específico de los tratamientos realizados para eliminar dichos crecimientos, está claro que de alguna manera se hace frente a tal situación en cada uno de los sitios arqueológicos que presentan arquitectura expuesta. Los pocos registros con que se cuenta indican que dichas labores se desarrollan por medio de limpieza mecánica de la arquitectura, ocasionando la erosión de la superficie, lo que conlleva deterioros mecánicos en el proceso (Torres 1993, Aquino et al. 2007).

METODOLOGÍA

Con el fin de realizar la caracterización de los organismos vegetales menores que crecen sobre la superficie de la arquitectura prehispánica expuesta, se han seleccionado 60 muestras de manera sistemática en el sitio arqueológico Yaxha, 40 en ambientes exteriores y 20 en contextos interiores. Cada una de las áreas seleccionadas corresponde a 1 m² de superficie arquitectónica, la cual a su vez será subdividida en 100 cuadrantes identificados por medio de un sistema de coordenadas alfanuméricas (p. ej. A1, C8, F2), que se utilizarán como referencia en las 6 etapas de investigación.

Como se ha indicado anteriormente, se estima que el proyecto constituye un esfuerzo a largo plazo, por lo que inicialmente fue necesario diseñar y validar las fichas de recolección de datos: (1) *registro arqueológico*, (2) *registro biológico*, (3) *recolección de muestras*, (4) *diagnóstico de conservación* y (5) *aplicación de pruebas*, las cuales han sido empleadas para sistematizar la información, permitiéndonos realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos.

Una vez en campo se procedió a realizar la selección de áreas de estudio en bloques, embono, muros estucados y argamasa de sisa, con el fin de analizar si los crecimientos vegetales y los deterioros presentan algún tipo de relación con el sustrato analizado. En este momento se llevó a cabo el análisis arqueológico, así como el registro gráfico y fotográfico de las 60 áreas seleccionadas.

El registro biológico en campo inicia al analizar la cobertura espacial de cada uno de los crecimientos orgánicos, así como la variedad de los mismos, tomando en cuenta variables como: color, textura, espesor, ubicación, sustrato y estado vegetativo. Posteriormente se recolectaron muestras de organismos vegetales menores, los cuales serán analizados en el laboratorio del CECON, con el fin de identificar taxonómicamente las especies presentes en cada una de las colonias registradas.

Posteriormente se elaboró el diagnóstico de conservación de las 60 áreas seleccionadas, empleando el análisis de factores de alteración y deterioros físicos, químicos y biológicos. Como se tendría contemplado desde un principio, el estudio incluye la realización de pruebas de efectividad a 4 procedimientos de conservación preventiva definidos con anterioridad. Dichas pruebas fueron realizadas en secciones de 0.20 x 0.20 m (400 cm²), es decir, catas de 4 cuadrantes (p.ej. A1-B2, C8-D9). Los resultados de las aplicaciones fueron analizados con criterio cuantitativo, se realizaron al menos tres pruebas de cada procedimiento, en cada una de las variables materiales definidas. En caso se registraran resultados con diferencias considerables, se estima que la repetición de resultados en 2 de las 3 pruebas marca la tendencia correcta de reacción, desestimando la variabilidad como una anomalía circunstancial.

Finalmente, aunque a lo largo de la investigación se ha mantenido la relación directa de las tres áreas de estudio definidas, no es hasta este momento en que se realizará el examen integrado de los resultados, por medio del *análisis espacial de posicionamiento superpuesto*, el cual busca identificar la relación existente entre las variables de sustrato, los crecimientos vegetales y la ubicación de los deterioros de los materiales. Este análisis se basa en la superposición de los registros gráficos arqueológico, biológico y de conservación, con el fin de evidenciar dicha relación.

ORGANISMOS VEGETALES MENORES

De acuerdo a las definiciones biológicas y taxonómicas, así como por sus características fisiológicas, los organismos vegetales menores que se han registrado preliminarmente en Yaxha se dividen en briofitas, algas y líquenes. La clasificación y taxonomía se regula por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

Briofitas Las briofitas son plantas pequeñas que incluyen a tres grupos principales: Hepáticas, Antocerotes y Musgos; viven sobre rocas, suelo, troncos o ramas de los árboles; se encuentran de preferencia en lugares muy húmedos o en hábitats acuáticos pues requieren de agua líquida para la fecundación.

En México las briofitas forman una alfombra continua en el piso de los bosques húmedos. En algunas zonas, las briofitas son los organismos pioneros que modifican el sustrato y dan lugar a condiciones favorables para la colonización por otras plantas. En tales ambientes las briofitas son esenciales para la formación del suelo. En las selvas pueden crecer abundantemente sobre cualquier superficie, permitiendo el establecimiento de otras epífitas y sirven de refugio a numerosos animales pequeños.

Las briofitas son organismos generalmente poiquilohídricos, es decir, tienen escaso control sobre la pérdida de agua y pueden resistir largos periodos de desecación después de los cuales reinician su metabolismo normal. Muchas briofitas pueden absorber el agua por casi todo su cuerpo y por ello se hidratan rápidamente. Sus rizoides son las estructuras de fijación, aunque no constituyen raíces verdaderas.

En las briofitas, la economía del agua está íntimamente relacionada con su nutrición mineral. En el caso de las briofitas, ya sea que el agua llegue a los tejidos internos por la superficie o a través de elementos de conducción, lleva consigo los nutrientes disueltos. Tales substancias son arrastradas y disueltas a partir de las rocas o de otros sustratos. Muchas briofitas tienen preferencia por ciertas superficies, reconociendo en nuestra área diversos musgos que crecen principalmente sobre rocas calcáreas, sobre los troncos de los árboles, sobre troncos en descomposición que han perdido la corteza o en las ramas de arbustos.

Chlorophytas o algas verdes Las algas son organismos talófitos (que carecen de raíz, tallo, hojas), que cuentan con la función de fotosíntesis, por lo que tienen clorofila junto a otros pigmentos acompañantes. Hoy las algas son divididas en dos reinos, las algas verdes-azuladas (Reino Monera) y el resto ellas se ubican en el Reino Protista, aunque algunas adquieran gran desarrollo, en cuanto a sus formas y estructuras.

Hasta ahora se han identificado unas 7,000 especies diferentes de algas verdes, y aunque también se encuentran en los mares, son más diversas en las aguas dulces. Muchas son unicelulares, frecuentemente flageladas, pero algunas desarrollan talos pluricelulares que nunca son muy complejos. Pueden reproducirse asexualmente, mediante esporas móviles, o sexualmente, mediante la fecundación de una oosfera (gameto femenino) por un gameto masculino flagelado (anterozoo).

Las algas verdes presentan gran diversidad de formas y tamaños, células flageladas (isocontas), fotosintéticas y contienen clorofila, los cloroplastos contienen almidón; y los tilacoides están anastomosados.

Cianobacterias o algas verdes azuladas Se reconoce con este nombre a un filo del reino *Bacteria* (único del dominio del mismo nombre), que comprende a las cianobacterias y en algún sentido, a sus descendientes por endosimbiosis, los plastos. Las cianobacterias son microorganismos cuyas células miden sólo unos micrómetros (μm) de diámetro, pero son más grandes que lo típico de las otras bacterias.

Las cianobacterias fueron identificadas durante mucho tiempo como cianófitas (*Cyanophyta*, literalmente *plantas azules*) o cianofíceas (*Cyanophyceae*, literalmente *algas azules*), designándolas a menudo como algas verdeazuladas. Los análisis genéticos recientes han venido a situar a las cianobacterias entre las bacterias gramnegativas. Las cianobacterias más comunes son unicelulares cocoides (esferoidales), a veces agregadas en una cápsula mucilaginosa, o formadoras de filamentos simples. Los filamentos pueden aparecer agregados en haces, envueltos por mucílago o de una aparente ramificación. Existen además cianobacterias que forman filamentos con ramificación verdadera. Recientemente se ha confirmado que la pared presenta celulosa, el polímero más abundante en las paredes celulares de las plantas.

Líquenes Los líquenes son organismos constituidos por la simbiosis entre un hongo llamado micosimbionte y un alga o cianobacteria llamada fotosimbionte. La asociación de estos dos organismos se presenta en tipos estructurales muy diferentes desde el más simple, donde hongo y alga se asocian de forma casual al más complejo donde micosimbionte y fotosimbionte se organizan en un talo de morfología muy diferente a los dos organismos que los constituyen y donde el alga o cianobacteria se encuentra formando una capa bajo la protección del hongo.

Los líquenes son organismos excepcionalmente resistentes a las condiciones ambientales adversas y capaces, por tanto, de colonizar muy diversos ecosistemas. La protección frente a la desecación y la radiación solar que aporta el hongo y la capacidad de fotosíntesis del alga confieren al

simbionte características únicas frente a otros organismos. La síntesis de compuestos únicamente presentes en estos organismos (*sustancias líquénicas*), permiten un mejor aprovechamiento de agua, luz y la eliminación de sustancias perjudiciales. La base de la simbiosis es la toma de nutrientes por parte del hongo desde el alga; para ello en casi todos los líquenes estudiados se ha encontrado alguna forma de penetración del hongo dentro de las células algales. El liquen obtiene su alimento a partir de las sustancias sintetizadas por el alga a través de la fotosíntesis. Cuando el fotobionte es una cianobacteria, el hidrato de carbono sintetizado es la glucosa que el hongo modifica a manitol. El alga por su parte consigue del hongo la protección necesaria frente a la desecación y un incremento de su capacidad de absorción de agua gracias a las características de las hifas del hongo. En definitiva la simbiosis permite al alga o cianobacteria colonizar ecosistemas donde debido a un clima extremo no podría desarrollarse por sí sola.

Los metabolitos de los líquenes suelen ser una mezcla de los producidos por el alga para su propio funcionamiento y los producidos por el hongo. Se conocen alrededor de 200 tipos de sustancias líquénicas aunque las investigaciones añaden constantemente nuevos tipos, por lo que se piensa que muchas son exclusivas de una sola especie, queriendo esto decir que es la simbiosis misma la que las produce.

El desarrollo de cierto tipo de talo es importante para conocer las relaciones que se establecerán en el simbionte, por ello tradicionalmente se ha dividido al grupo en la morfología de su talo en líquenes crustáceos, foliáceos y fruticulosos.

Los llamados talos crustáceos son aquellos que crecen fuertemente unidos al sustrato, hasta el punto de que es imposible separarlos de él sin destruirlo. Las características del talo de este tipo de líquenes les permite sobrevivir en ambientes muy extremos y en superficies expuestas de roca.

Los líquenes foliosos son aquellos en los que el talo se encuentra parcialmente despegado del sustrato y no en tan íntima relación con él como en los anteriores. Los talos pueden ser homómeros o heterómeros. Lo más usual es que posean organización dorsiventral, distinguiéndose entre zonas ventrales y dorsales. Dentro de este tipo de líquenes existe una enorme diversidad en cuanto a formas, organización y tamaños.

El talo de los líquenes fruticulosos es alargado, cilíndrico o muy estrecho en todos los casos asemejándose a una cabellera, poseen por lo general un único punto de unión al sustrato quedando el resto del organismo lejos de él; pueden ramificarse, a veces muy profusamente, poseen crecimiento apical o intercalar y pueden ser macizos o huecos en el caso de los homómeros y aplanados los heterómeros.

DISCUSIÓN PRELIMINAR

Hasta el momento solamente se han realizado las actividades contempladas en las primeras fases del estudio en el sitio arqueológico Yaxha, aun se tiene pendiente la integración de los resultados y el *análisis espacial de posicionamiento superpuesto*, sin embargo se han identificado algunos resultados preliminares que consideramos necesario destacar:

- Aunque la selección de las áreas fue arbitraria, constituye una muestra coherente con los distintos tipos de sustrato identificado en la arquitectura prehispánica de Yaxha, entre los que se destaca la superficie de bloques calizos, seguida de áreas de embono y finalmente un pequeño porcentaje de estuco o aplanado.
- Aunque algunos edificios de Yaxha han sido restaurados en los últimos años, la cobertura vegetal impide diferenciar los materiales originales de los elementos integrados recientemente, lo que evidencia la velocidad de crecimiento y cobertura de dichos organismos.
- Las áreas seleccionadas en ambientes interiores presentan notablemente menor cobertura biótica, lo que seguramente se ha retrasado por no sufrir de intemperismo, factor determinado por las cubiertas protectoras. Sin embargo, la poca cobertura se caracteriza por la presencia exclusiva de algas verdes.
- En las áreas seleccionadas en ambientes exteriores, se puede identificar hasta cuatro tipos de cobertura vegetal diferentes que se superponen unas a otras, de las cuales la más característica es el césped verde formado por briófitas.
- Aunque se reconoce que el crecimiento más dañino para la roca caliza lo constituyen los líquenes por carecer de fotosíntesis, en la arquitectura prehispánica de Yaxha, las especies de líquenes identificados preliminarmente crecen sobre las gruesas capas de briofitas, por lo que posiblemente no afecte de manera directa la condición física de la roca.

- Aunque la remoción de la cobertura vegetal es factible, es necesario conocer las características fisiológicas de dichos crecimientos, para evitar la erosión superficial en el proceso. Por otra parte, es fundamental contar con estrategias de tratamiento para el sustrato previo a la remoción.
- Por las características fisiológicas de los organismos vegetales, las superficies expuestas de la arquitectura maya serán susceptibles a dichos crecimientos, por lo que se considera ilusorio cualquier esfuerzo por conseguir la remoción definitiva, sin embargo, nuestra lucha debe enfocarse en determinar procedimientos de control por medio de actividades de conservación preventiva.
- Aunque aceptamos que las medidas de conservación no pueden ser generalizadas a todos los elementos arquitectónicos de Yaxha, el manejo de la arquitectura expuesta debe contar con datos básicos de condiciones medioambientales, crecimientos vegetales y características del sustrato. En este sentido, algunos elementos que presentan condiciones más delicadas (mascarones, estuco, etc.), deben contar con análisis de mayor profundidad, con el fin de afrontar de manera adecuada los retos de su conservación.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, R. E. W.

1987 The Rio Azul Archaeological Project, 1985 summary. En *Rio Azul Reports: The 1985 Season*. Adams (Ed.). Pp. 1-27. University of Texas, San Antonio. USA.

AQUINO, Daniel

2005 *Informe Técnico 2005. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

2006 *Informe Técnico 2006. Parque Nacional Yaxha, Nakum, Naranjo*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

2007 *El Petrograbado de Yaxha: labores para su conservación*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

AQUINO, Daniel y Adriana Segura

2007 *Los Monumentos del sitio arqueológico Yaxha, Petén: la problemática de su conservación*. Ponencia preparada para el XXI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala. Julio 2007. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

AQUINO, D., S. de Samayoa, I. Álvarez, R. Casas, I. Zamora y J. García

2007 *Conservación Preventiva en Arquitectura Prehispánica: intervenciones en los edificios 260 y 261, Plaza A del sitio arqueológico Yaxha*. Reporte presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural / Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

BREUIL-MARTÍNEZ, V. y D. Aquino

2004 *Diagnóstico de Conservación y Restauración. Parque Nacional Tikal*. Reporte presentado al Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala.

BREUIL-MARTÍNEZ, V., E. Ponciano y M. Ch. Arnauld (Eds.)

2001 Proyecto Petén Noroccidente. Tercera temporada de campo en el sitio arqueológico La Joyanca y su región. Reporte presentado al Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

BULLARD, William R.

1960 Maya Settlement Patterns in Northeastern Peten, Guatemala. En *American Antiquity* 25:355-372.

CANUTO, M. A. y E. E. Bell

2003 *Classic Maya Borders and Frontiers: Excavations at El Paraíso, Copán, Honduras, 2003 Season*. Reports Submitted to FAMSI. USA.

COARSA

1999 *Proyecto de Restauración Templo III de Tikal*. Informe presentado a la Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Guatemala.

CULBERT, T. Patrick

1991 Politics in the northeast Peten, Guatemala. En *Classic Maya Political History: Hieroglyphic and Archaeological evidence*. P. Culbert (Ed.). Pp. 128-146. Cambridge University Press. New York. USA.

DEMAREST, A. y T. Barrientos (Eds.)

2004 *Proyecto Arqueológico Cancuén, Temp. 2004*. Informe presentado al Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

ESCOBEDO, H. y S. Houston

2004 La Antigua Ciudad Maya de Piedras Negras, Guatemala. En *Arqueología Mexicana* 66(11):52-55.

FAHSEN, F., A. A. Demarest y L. F. Luin

2003 Sesenta años de Historia en la escalinata jeroglífica de Cancuén. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.) Pp. 711-722. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

FASH, William

1993 *Scribes, Warriors and Kinns: The City of Copán and Ancient Maya*. Thames & Hudson. London.

FIALKO, Vilma

1997 Organización Territorial y de Asentamientos Mayas en los Intersitios de Yaxha y Nakum. En *Los Investigadores de la Cultura Maya No. 5*. Pp. 249-261. Universidad Autónoma de Campeche. México.

2005 Diez años de investigaciones arqueológicas en la cuenca del río Holmul, región noreste de Petén. En *XVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2004*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.). Pp. 253-268. Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

FLORES, José Alejandro

1997 El silencio de los monumentos: Su manejo y difusión. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 15-20. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

FORD, Anabel

1981 *Conditions for the Evolution Complex Societies: The Development of the Central Lowland Maya*. Ph. D. dissertation. University of California, Santa Barbara. USA.

GOLDEN, Ch. W, R. Muñoz, H. Escobedo, S. Houston y A. Kovak

2003 Fronteras Políticas y Sitios Secundarios en la Cuenca Media del Usumacinta. En *XVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2002*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.). Pp. 965-974. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

GÓMEZ, Oswaldo

2004 El problema de la desintegración de la roca caliza de Tikal. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003*. Laporte, Arroyo, Escobedo y Mejía (Eds.). pp.1071-1076. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

GONZÁLEZ, María José

1997 Unión de naturaleza y cultura en el desarrollo turístico del Parque Nacional Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 21-28. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

HERMES, B., R. Noriega y Z. Calderón.

1997 Investigación arqueológica y trabajos de conservación en el edificio 216 de Yaxha. En *Beitrag zur Allgemainen und Vergleichenden Archaologie*, Band 17:255-307. Mainz.

INOMATA, Takeshi

2001 The Power and Ideology of Artistic Creation: Elite Craft Specialists in Classic Maya Society. En *Current Anthropology* 42:321-349.

KEIT SEI S.A.

2006 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomos I y II. Reportes presentado a la UEC-PDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

2007 Informe de los trabajos de Excavación y Restauración del sitio arqueológico Yaxha, Petén. Tomo III. Reportes presentado a la UEC-PDS/CATIE, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Guatemala.

Lacayo, Tomás E.

2002 Factores de alteración *in situ*: Conservación preventiva del material arqueológico. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*. Laporte, Escobedo y Arroyo (Eds.). Pp.453-457. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

LAPORTE, J. P. y H. Mejía

2002 Tras la huella del Mopán: arquitectura de Clásico Terminal y del Postclásico en el sureste de Petén. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001*. Laporte, Escobedo y Arroyo (Eds.). Pp. 65-96. Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala.

2005 *La organización territorial y política en el mundo Maya Clásico: el caso del sureste y centro-oeste de Petén, Guatemala*. IIHAA – Escuela de Historia – USAC. Guatemala.

LARIOS, Rudy

1997 Intervenciones en Tikal, Copán y otros lugares. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 62-71. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

2003 Plan de Conservación del Patrimonio Cultural para el Parque Nacional Tikal 2004-2008. Ministerio de Cultura y Deportes / Instituto de Antropología e Historia. Guatemala

LARIOS, R. y M. Orrego

1983 Reporte de las Investigaciones Arqueológicas en el Grupo 5E-11, Tikal. Parque Nacional Tikal. Instituto de Antropología e Historia. Ministerio de Educación. Guatemala.

1997 Términos de referencia para la Conservación de Tikal, Patrimonio Cultural de la Humanidad. Ministerio de Cultura y Deportes / IDAEH / Parque Nacional Tikal.

MALER, Teobert

1908 *Explorations in the Department of Peten Guatemala and Adjacent Region*. Memoirs of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Harvard University. Vol. IV, No. 2. Cambridge, USA.

MARCUS, Joyce

1973 Territorial Organization of Lowland Classic Maya: Epigraphy and locational análisis suggest that some previous models are oversimplified or incorrect. En *Science* 180(4089):911-916.

1993 Ancient Maya Political Organization. En *Lowland Maya Civilization in the Eighth Century AD: a symposium at Dumbarton Oaks, 7th and 8th October 1989*. Sabloff y Henderson (Eds.). Pp. 111-184. Washington DC. USA.

MUÑOZ, Gaspar

1997 La conservación de edificios de fábricas pétreas en Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 53-61. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

MUÑOZ, G. y C. Vidal (Eds.)

2005 *La Blanca: arqueología y desarrollo*. Universitat de Valencia – Universidad Politécnica de Valencia. España.

QUINTANA, Oscar

1996 Sitios Mayas Menores en el Noreste del Petén, Guatemala: un programa regional de rescate del proyecto Triángulo, Yaxha, Nakum y Naranjo. En *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* 16:227-248. Mainz.

1997 Experiencias del Proyecto Nacional Tikal en la intervención de edificios Mayas 1987-1995. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 29-40. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

QUINTANA, O. y R. Noriega

1992 Intervenciones en el templo V de Tikal Petén, Guatemala 1987-1991. En *Cuadernos de Arquitectura Mesoamericana* 20:53-76. UNAM. México.

QUINTANA, O. y W. W. Wurster

2001 Ciudades Mayas del Noreste del Petén, Guatemala: un estudio urbanístico comparativo. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 59. KAVA. Mainz.

RICE, D. y D. Puleston

1981 Ancient Maya Settlement Patterns in the Peten, Guatemala. En *Lowland Maya Settlement Patterns*. Ashmore (Ed.). Pp. 121-156. School of American Research. Santa Fe, New Mexico. USA.

TORRES, Pablo

1993 *La ficoflora de la zona arqueológica de Palenque, Chiapas*. Colección Científica – Serie Conservación y Restauración. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

VALDÉS, J. A., C. García, L. F. de León, P. de León, N. Chanquín y J. P. Herrera

2001 *Aportes para la Restauración: análisis físico-químico y mecánicos de la mampostería de Tikal*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología / Instituto de Investigaciones Históricas, Antropológicas y Arqueológicas / Centro de Investigaciones de Ingeniería. USAC. Guatemala.

VALIENTE, E. Francine

2005 Proyecto de Restauración del Palacio 218 de Yaxha. Reporte presentado a PROSIA-Petén. Dirección General del Patrimonio Cultural y Natural. Guatemala.

VIDAL, C. y J. O. Gómez

1997 Intervenciones Arqueológicas en el Templo V de Tikal. En *Criterios de intervención arqueológica en ciudades Mayas*. Pp. 41-52. Valdés (Ed.) Instituto de Antropología e Historia. Guatemala.

WURSTER, Wolfgang W. (Ed.)

2000 El Sitio Maya de Topoxte: investigaciones en una isla del lago Yaxha, Petén, Guatemala. *Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie*. Band 57. KAVA. Mainz.