

LO HÚMEDO Y LO SECO: EL MANEJO DEL AGUA Y LA CONSTRUCCIÓN DEL PAISAJE EN TIKAL

Liwiy Grazioso Sierra
Universidad del Valle de Guatemala
y Vernon L. Scarborough
Universidad de Cincinnati

Introducción

El Proyecto “Prácticas de silvicultura y manejo del agua de los antiguos mayas de Tikal,” efectuó trabajos de investigación tanto en el área central de Tikal como en la periferia. Entre sus principales objetivos figuran reconstruir el ambiente que imperaba en el área de Tikal en la época antigua, y el impacto que tuvieron las prácticas agroforestales de los mayas, también establecer la variación de vegetación a través del tiempo así como la posibilidad de un cambio climático. Asimismo, identificar y definir las modificaciones al paisaje, principalmente las asociadas con el manejo y control hidráulico y establecer el desarrollo histórico de los sistemas de captación, almacenamiento y distribución de agua como canales, aguadas, reservorios, etc., fueron de vital importancia. Para tal efecto, el estudio se basó en tres líneas de investigación independientes y a la vez complementarias: investigación agroforestal (David Lentz), investigación geoarqueológica y paleoambiental (Nicholas Dunning) e investigación del manejo y control hidráulico (Vernon Scarborough y Liwy Grazioso). Aquí se reporta más en detalle esta última investigación.

En 2009 y 2010 se realizaron una serie de excavaciones y se tomaron muestras de suelos y sedimentos, tanto de los cuerpos de agua que albergan permanentemente el precioso líquido como de los reservorios secos. También se elaboró un herbario o muestrario botánico de las especies actuales con fines de identificación, clasificación y comparación con colecciones arqueológicas. Consideramos que es mediante la investigación interdisciplinaria que se logrará comprender mejor como era el paisaje original de Tikal y las variaciones que tuvo a lo largo de su historia, ayudando a discernir qué tipo de riesgos y crisis potenciales dicho entorno entrañaba para la sociedad maya de la ciudad.

Estudios agroforestales

El propósito del estudiar la vegetación es comprender las prácticas agroforestales de los antiguos mayas que se reflejan en la distribución y el crecimiento de las especies económicas de árboles observadas actualmente. También es de gran interés el impacto que tuvo el asentamiento de los antiguos mayas en la biodiversidad de la selva tropical, dentro del perímetro de lo que fue la “zona urbana” del antiguo Tikal. La investigación se basa en el principio de que la vegetación actual es, en buena medida, el resultado de la ocupación prehispánica y de las prácticas silvícolas llevadas a cabo durante muchas generaciones, cuya influencia todavía perdura en la composición de la selva contemporánea (Lentz 2009). Se ha planteado que el área de Tikal fue deforestada con fines agrícolas aproximadamente a partir del año 1000 a.C. (Lentz y Hockaday 2009).

El equipo de Lentz marcó y registró todos los árboles cuyo diámetro del tallo era mayor a 6 cm. Se registró un total de 1,622 árboles individuales. Se recolectaron especímenes de todos los árboles y plantas desconocidas para realizar su correcta identificación. Se preparó un herbario de más de 100 plantas (Lentz et al. 2010: 134). Se efectuó una recolección minuciosa de especies botánicas contemporáneas para su identificación y para compararlas con restos de plantas encontradas en contextos arqueológicos. Esta información servirá para hacer un estudio comparativo entre la vegetación actual y los restos arqueológicos. Lo que enriquecerá el conocimiento acerca de los cambios a largo plazo subsecuentes a la interacción humana con el medio ambiente, y sus implicaciones servirán para comprender mejor las prácticas de silvicultura antiguas y los estudios de manejo de la biodiversidad.

Adicionalmente, se está investigando la variabilidad genética del árbol del chicle o chicozapote (*Manilkara zapota*) para establecer si fue domesticado en época prehispánica. Para ello, se tomaron muestras de árboles tanto dentro del Parque Nacional Tikal como en huertas familiares contemporáneas en aldeas cercanas, para estudiar la variabilidad y estructura genética de *M. zapota* (Thompson 2009). En 2011 el área de estudio se amplió hacia el noroeste de Belice. La hipótesis es que el cultivo selectivo del chicle habría reducido la variabilidad genética, por lo que en las áreas en que el árbol fue domesticado (huertas), la variabilidad genética será menor a la existente en las áreas de libre crecimiento de la planta (Thompson 2013).

Los estudios de restos paleobotánicos han demostrado que los mayas empleaban muchas especies de árboles como parte de su economía tanto doméstica como política (alimentación, medicina, madera, combustible, material de construcción, elementos y artefactos defensivos). Las prácticas agroforestales fueron aspectos clave en su estrategia de manejo de la tierra. De acuerdo con esto, se puede aprender mucho acerca de las actividades de subsistencia así como de las adaptaciones paleoecológicas de los mayas a lo largo del tiempo. También en épocas específicas de su desarrollo histórico como, por ejemplo, durante y después del fenómeno denominado “colapso” y los tiempos subsecuentes a través de los estudios paleoetnobotánicos en el área de Tikal.

Estudios geoarqueológicos y paleoambientales

Otro aspecto importante del proyecto fue la obtención de núcleos de los cuerpos de agua que permitieran obtener polen y materiales fechables. Los resultados sirven para establecer, mediante el polen, el tipo de vegetación en las diferentes épocas, alteraciones al paisaje y posibles eventos naturales como periodos prolongados de sequías o de inundaciones, etc.

En el fondo de la Aguada Corriental, uno de los reservorios seleccionados para explorar fuera del área central de Tikal, se excavó un pozo (1 x 1.50 m) que alcanzó los 3.15 m de profundidad (Op1C, véase Figura 3). Este pozo sirvió de base para inferir la historia constructiva de la Aguada Corriental y su profundo perfil sirvió como referencia para la estratigrafía encontrada en otras unidades de excavación. De acuerdo con el estudio de Dunning (Dunning y Griffin 2009), en las partes más profundas del pozo se encontró un suelo esquelético (horizontes 3Ab y 3Ac) que por comparación con otros suelos enterrados encontrados en pequeños bajos del noreste del Petén y del noroeste de Belice podría corresponder al Pleistoceno (aprox. 11000-13000 años antes del presente) (Beach et al.

2008; Dunning et al. 2006). En esta época se encontraba una pequeña depresión natural en ese lugar. Dicha depresión con el tiempo se fue cubriendo de sedimentos y posteriormente fue modificada por los antiguos mayas, posiblemente a partir de la parte final del Formativo tardío (Lentz et al. 2010: 137). La aguada se construyó ampliando una pequeña depresión natural ya existente, socavando el área dándole forma circular y poniendo un borde de tierra o muro perimetral alrededor, desviando el agua de un arroyo cercano. Se encontraron gruesos depósitos de sedimentos dentro del reservorio que incluyen capas alternadas de arenas carbonatadas estratificadas y arcillas orgánicas (Lentz et al. 2010: 135). Los estratos de arcilla son evidencia de periodos de estabilidad en donde los sedimentos y materia orgánica se asentaron gradualmente en el fondo del depósito. Los estratos de arena son indicadores de agua en movimiento (flujo de agua) y posiblemente fueron depositados en época de lluvias o periodos de fuertes correntadas (inundaciones). El origen de la arena no es claro, pero es posible que haya servido para filtrar el agua que entraba al reservorio y haya pasado al depósito durante periodos de rebalse del reservorio o de inundación. Se encontró carbón en el horizonte C3 (a 65 cm) que proporcionó una fecha de radiocarbono AMS de 1010-1170 d.C., lo que, aunado con la estratigrafía, sugiere la posibilidad de que este reservorio haya continuado en uso hasta el Postclásico Temprano (Lentz et al. 2010: 135). Esto es muy interesante pues significa que la Aguada Corriental siguió siendo utilizada, como depósito de agua, durante el Clásico Terminal y muchos años después del abandono de Tikal. Hay que recordar que el fenómeno conocido como “colapso” consistió en el abandono de las grandes ciudades hacia finales del siglo X d.C. y que esencialmente fue un fenómeno urbano, por lo que es factible que la población de las unidades habitacionales aledañas y los asentamientos periféricos cercanos continuaran dándole mantenimiento a estos reservorios de agua para su beneficio, aún mucho después de la caída y abandono de las plazas y edificios principales de los grandes centros.

Se extrajeron núcleos de sedimentos de cuatro de las aguadas de Tikal que conservan agua todo el año (Corriental, Tikal, Pucte y Términos). Las muestras todavía se encuentran en proceso de análisis y se espera que el estudio de polen permita reconstruir la vegetación antigua y los patrones de uso de la tierra en el área de Tikal. Excavaciones en otras áreas de Tikal dejaron al descubierto superficies de suelos antiguos (paleosuelos) que fueron enterrados por gruesos depósitos de aluvión y coluvión, posiblemente ocasionados por la tala de la selva en época prehispánica y la consecuente erosión asociada con dicha actividad (Dunning y Griffin 2009).

Investigación acerca del manejo y control hidráulico

El manejo del agua tiene una larga historia e influye grandemente a la hora de identificar la clase y el grado de complejidad social alcanzados por los grupos humanos. El estudio de los sistemas hidráulicos, del control y el manejo del agua por los antiguos mayas, reflejado en la ingeniería del paisaje, fue parte fundamental de la investigación. La precisión de los mapas de Carr y Hazard (1961) del Proyecto Tikal fue invaluable para la identificación de los elementos hidráulicos. La exploración se enfocó en la Aguada Corriental y el Reservorio Perdido (fuera de la parte nuclear de Tikal) y en los reservorios Escondido, del Palacio y del Templo (ubicados en pleno centro urbano). También se realizaron recorridos por los drenajes naturales y canales actuales que llevan el agua de las partes altas de la zona arqueológica hacia las áreas bajas de los alrededores y hacia la Aguada Tikal, detrás del Museo de las estelas (Figura 1). En nuestra búsqueda de información acerca de modificaciones contemporáneas al paisaje, tuvimos la oportunidad de conversar con Don Beto Tesucum, quien ha trabajado en el Parque desde hace más de 50 años. Gracias a la información que nos proporcionó, ahora sabemos con certeza que los canales actuales fueron trazados sobre los canales antiguos o prehispánicos. El sistema de drenaje contemporáneo implementado en el Parque se diseñó con base en el sistema hidráulico prehispánico. En los años sesenta, la Universidad de Pennsylvania exploró algunas de las irregularidades en el terreno que se identificaron como canales precolombinos conformando una amplia red que se extiende por todo el sitio. Posteriormente la Administración del Parque contrató a una empresa italiana especializada en el manejo de aguas para que diseñara



Figura 1. Canales actuales en el Parque Nacional Tikal (foto: L. Grazioso 2010).

el drenaje del Parque Nacional Tikal y la empresa trazó su diseño básicamente sobre la misma red de canales precolombina que se encontraba en el sitio (Tesucum, comunicación personal, 2009). Esto demuestra el conocimiento que tenían los antiguos mayas de su entorno y la eficiencia de las modificaciones que realizaron al paisaje, optimizando el manejo del agua. Es muy probable que los canales antiguos hayan sido similares a los actuales.

Aguada Corriental

La Aguada Corriental (Figura 2) se encuentra en el cuadrángulo del mismo nombre del mapa de Carr (1960, en Carr y Hazard 1961), en las coordenadas 7E. Tiene forma circular y está rodeada por un muro perimetral de entre 4 y 7 m de altura, interrumpido en tres secciones para dar paso a la corriente de agua (accesos). Se ha calculado que tiene una capacidad para más de 57,000 m³ de agua (Gallopín 1990: 60).

El mapeo detallado así como las excavaciones demostraron que el acceso en el noroeste era donde ingresaba el agua que provenía de las partes elevadas. El acceso sur controlaba el rebalse, elemento que fue modificado a lo largo del tiempo. El acceso del este es el más complejo y sofisticado y funcionó como una estación para cambiar el curso del agua, reteniéndola al interior del reservorio durante la temporada de lluvias, y permitiendo la salida del líquido en la época seca, desde los periodos más tempranos de la historia del reservorio (Lentz et al. 2010: 137).

Se seleccionaron tramos en las tres secciones por donde corre el agua actualmente, y que corresponden con los lugares originales de los canales de ingreso y egreso del agua hacia el reservorio. En base a la información obtenida con la nucleadora que indicaba el nivel al que se encontraba la

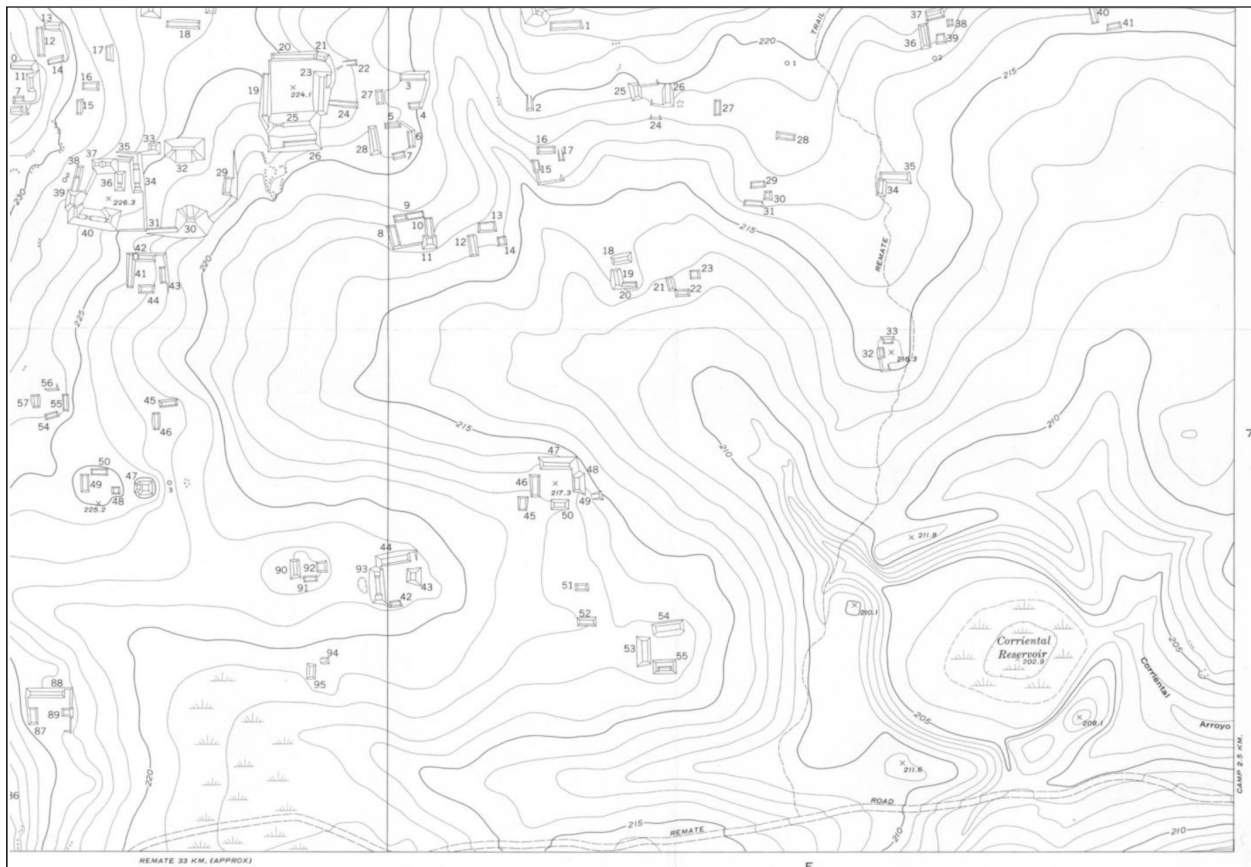


Figura 2. Aguada Corriental (Carr y Hazard 1961).

roca madre de la superficie actual, se escogieron puntos específicos para excavar y detectar los canales originales. Algunos canales se encontraron muy cerca de la superficie actual mientras que otros estaban a gran profundidad. En algunas secciones, los tramos de canal excavados eran angostos y su concavidad poco profunda, escasamente insinuada por una leve depresión al centro de la corriente, lo que indica que no podrían haber circulado grandes volúmenes de agua, ni corrientes muy fuertes, pero en otros sectores la concavidad alcanzó casi los dos metros de profundidad, lo que permitía el paso de un gran volumen de agua. Su forma es la típica de los canales con concavidad regular (Grazioso 2009).

Cabe mencionar que el alineamiento de los canales actuales no necesariamente corresponde con el de los canales prehispánicos ya que el azolvamiento recurrente posterior al abandono del reservorio ha hecho que los canales actuales no concuerden con el trazo de los canales antiguos. En particular el acceso sur y el este fueron alterados cuando se construyó el camino actual que conduce a la zona arqueológica. Su flujo natural fue interrumpido lo que modificó su cauce. El acceso sur fue obstruido por completo. El acceso este no fue completamente bloqueado, sino que fue entubado, posiblemente por ser una corriente muy fuerte. En este caso, al construir el camino colocaron un drenaje subterráneo que conduce el agua hacia su curso natural que es el Arroyo Corriental (el drenaje moderno está en el kilómetro 61 de la carretera). La corriente pasa por debajo del asfalto de la carretera lo que evita que la corriente inunde el camino en época de lluvias. Lo anterior sugiere el gran volumen de agua que año tras año todavía circula por el depósito y sus canales (Grazioso 2009, 2010).

Hasta el momento se pudo determinar que el Reservorio, o Aguada, Corriental formaba parte de un drenaje natural desde épocas anteriores a los asentamientos humanos en el área. Consistía en una depresión natural por la que el torrente que venía del norte circulaba hacia el

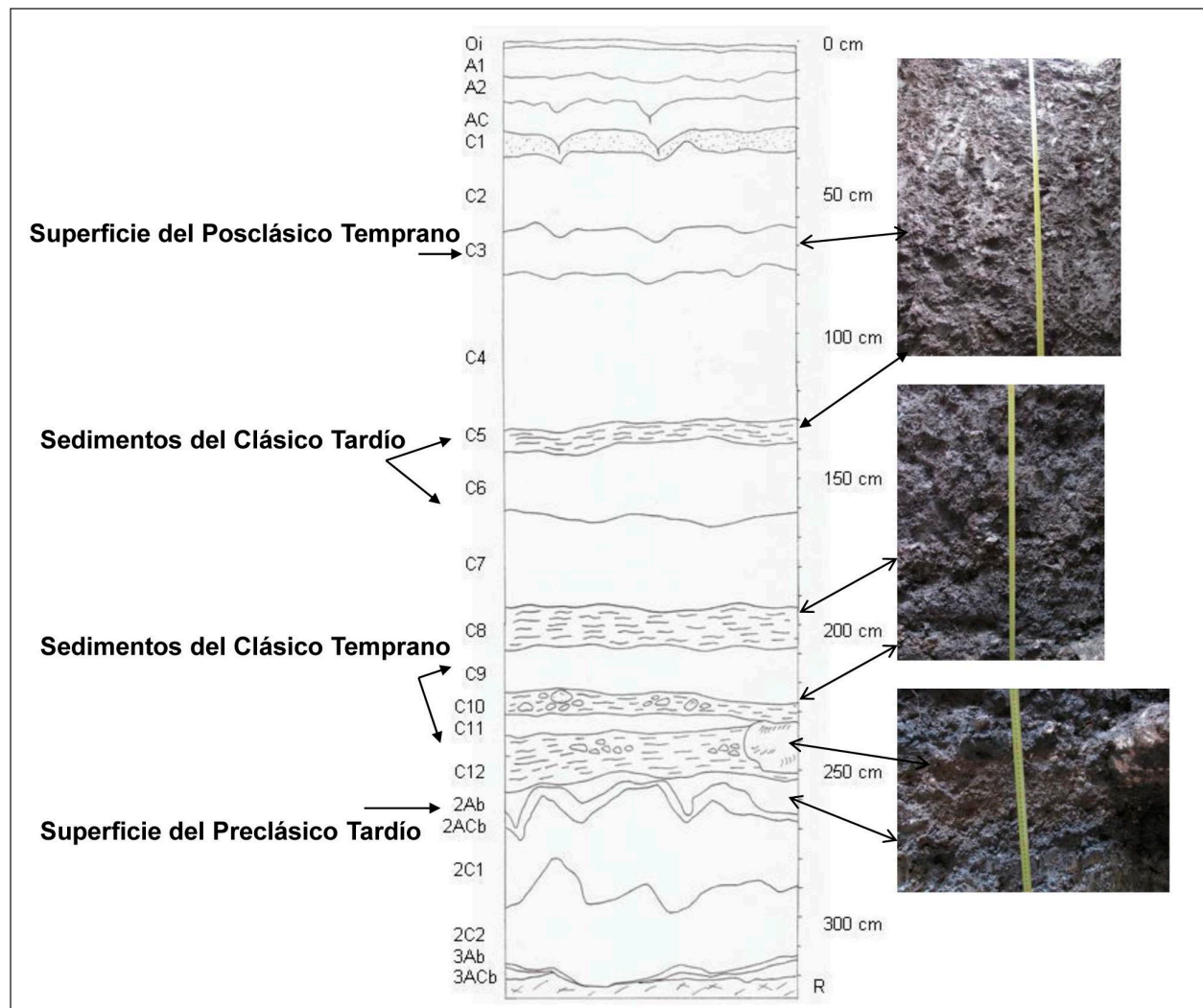


Figura 3. Perfil del pozo 1C, en la Aguada Corriental (foto: N. Dunning 2009).

Bajo Santa Fe, por medio del Arroyo Corriental. Al establecerse los mayas en el lugar modificaron el paisaje y transformaron esta depresión y cauce natural en el reservorio con su complejo sistema de canales visible hoy en día. Por el fechamiento proporcionado por la columna de sedimentos tomada al centro de la aguada, sabemos que tuvo modificaciones y fue objeto de manipulación humana hasta el periodo Postclásico (Lentz et al. 2010: 137-138). Tanto la estratigrafía de los pozos como la columna de sedimentos tomada del centro de la aguada indican que este reservorio tuvo modificaciones y fue objeto de manipulación humana desde el Preclásico Tardío hasta el Postclásico Temprano (Figura 3).

Se tienen datos de que durante el Preclásico Tardío hubo sequías, lo que podría haber provocado que los mayas ejercieran mayor control sobre estos flujos de agua (Scarborough y Burnside 2010). El segmento del profundo canal excavado en el oriente de la aguada (Op1I) indica que la recolección y distribución del agua eran de extrema importancia. Se puede especular que la escala monumental de este canal, si lo extrapolamos hacia la pendiente del lado de la zona de captación de agua, podría reflejar este evento climático del Formativo Tardío, es decir la necesidad hacia finales de este periodo de controlar un régimen pluvial menos abundante en relación con el gran volumen de agua para el que fue diseñado. Las dimensiones de este gran canal sugieren que, para el momento de su construcción, la cantidad de agua era mucho mayor y de allí la necesidad de obras hidráulicas de gran envergadura



Figura 4. Canal profundo en el noreste de la Aguada Corriental (foto: L. Grazioso 2009).

como ésta (Figura 4).

Reservorio del Palacio, Reservorio del Templo y Reservorio Escondido (parte central)

En la parte central se exploraron estos tres reservorios principales situados al sur de la Acrópolis Central (Figura 5; véase también Figura 10). Nuestro principal interés fue el de identificar la historia de sedimentación de los depósitos. Estos reservorios forman parte de una serie de tres tanques que descienden desde el extremo oeste hacia el este, iniciando con el Reservorio del Templo (el tanque más elevado de Tikal) hasta el Reservorio Escondido que termina en la Calzada Méndez, al este. Todo parece indicar que esta serie de tanques se encuentra en una hondonada o barranco natural que drenaba el agua de la elevación en donde se situó la parte central de Tikal. Aunque el Reservorio del Palacio fue ampliado, en parte, al servir de cantera para obtener material de construcción, resulta aparente que en el barranco natural construyeron una especie de diques en tres lugares antes de dejar fluir el agua hacia el este en dirección a un gran tanque situado en el margen del Bajo, el Reservorio Tikal (Scarborough y Gallopin 1991).

En el Reservorio del Palacio se encontraron las excavaciones efectuadas en los años sesenta por Peter Harrison de la Universidad de Pennsylvania, pero la información obtenida de ellas permanece aún sin publicarse. Debido a que no rellenan las trincheras nos fue posible ubicarlas con facilidad. En la trinchera del Reservorio del Palacio pudimos limpiar sus perfiles e inferir un poco acerca de la historia constructiva de este reservorio. Se encontró una laja del revestimiento original del tanque y la roca madre muy cercana a la superficie. En la división entre los Reservorios Escondido y del Templo,

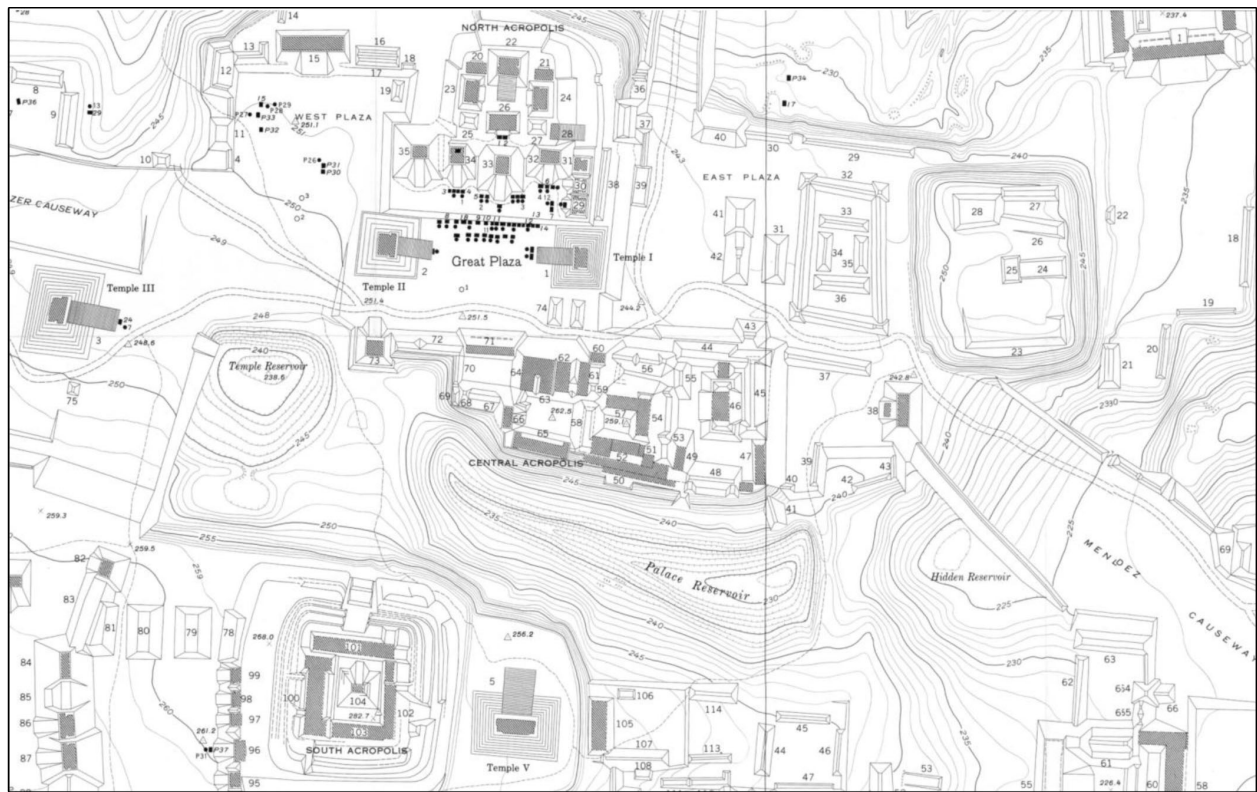


Figura 5. Mapa que muestra los tres reservorios principales en el área central de Tikal: Reservorio del Templo (*Temple Reservoir*), Reservorio del Palacio (*Palace Reservoir*) y Reservorio Perdido (*Hidden Reservoir*) (Carr y Hazard 1961).

se detectó una secuencia de revestimientos de piedra, y recubrimientos con lodos impermeables, así como construcciones y modificaciones por lo que se propone que esta división se trate de un dique, una separación entre ambos reservorios que a su vez controlaba el flujo de agua de uno hacia el otro. No se encontraron esclusas propiamente, pero eso no significa que no estén presentes y se puedan localizar en excavaciones posteriores. Aunque nuestras exploraciones fueron angostas, logramos determinar varios elementos constructivos que nos hacen pensar en la existencia de esclusas en el muro que funcionó como dique entre ambos reservorios (Figura 6).

Vale la pena mencionar que, en el fondo del reservorio, en la parte más profunda se encontró un canal excavado en la roca madre que corre de oeste a este. Es posible que este canal se extienda a todo lo largo del depósito. Siguiendo el canal se encontró que la caliza fue modificada (Grazioso 2009): para crear una especie de banqueta o acera paralela al canal, se talló una superficie plana probablemente para permitir sacar el agua en la época en que alcanzaba sus niveles más bajos. Al parecer, toda la pendiente en el flanco norte del reservorio no es un plano inclinado o talud, sino que presenta varios niveles escalonados. La suerte de banqueta o plataforma sería el nivel inferior o el escalón inferior de la pendiente escalonada que desciende desde la Estructura 5D-48 y la Acrópolis Central. Tener un lado escalonado cobra sentido si se piensa en la necesidad de tener acceso al agua en distintos niveles que ha de haber presentado el agua durante el año. Los depósitos no presentarían su capacidad máxima todo el tiempo, llegando posiblemente a niveles realmente bajos durante la temporada de secas, por lo que es necesario contar con elementos arquitectónicos que permitan descender al depósito, y también crear superficies de apoyo para la extracción del agua, es decir lugares planos y estables que facilitarían la tarea, así como también permitir el colocar recipientes, accesorios y todo lo necesario para extraer y transportar el agua de los reservorios (Grazioso 2010).

Algo importante de observar es que la estratigrafía de la excavación mostró que la superficie



Figura 6. Revestimientos de piedra, diversas etapas constructivas, en la división que separa el Reservoirio del Palacio del Reservoirio Escondido (foto: L. Grazioso 2010).

de esta banqueta fue cubierta por inundaciones, al presentar capas alternas de arenas y arcillas que indican que en el depósito hubo periodos de fuertes corrientes de agua y periodos de estancamiento, que corresponden al comportamiento que tendría el agua en un reservorio del que se controla el flujo, ya sea almacenando el agua (líquido en reposo) o redistribuyéndola hacia otros depósitos (agua corriente) (Figura 7).

Un dato interesante es que en una sección del fondo del canal, más o menos en la parte central del reservorio, se encontraron unas fisuras de forma semicircular que parecen naturales. Es muy probable que estas fisuras correspondan a un antiguo manantial. Se tomaron muestras para determinar si se encuentra travertino, lo que afirmaría con certeza la existencia de un antiguo manantial. Estamos a la espera de los resultados de los análisis (Scarborough et al. 2012), pero no sería extraño encontrar manantiales dentro de la geografía del sitio debido a que en esta área se encuentran muchos manantiales a los que les llaman “ojos de agua” o “nacimientos.” En una visita efectuada al sitio vecino de Naranjo pudimos constatar la similitud que existe entre la conformación y topografía de la cañada natural de Naranjo en donde todavía hay manantiales activos y el Reservoirio del Palacio (Figura 8). Tikal está ubicada en un área del Petén en donde hay brotes naturales de agua. Por otro lado los nacimientos de agua son muy preciados y tienen un profundo simbolismo espiritual y religioso, lo que puede ser determinante a la hora de seleccionar un lugar para asentarse y más si es un lugar con la importancia religiosa que tuvo Tikal.

En el Reservoirio Escondido, las exploraciones fueron mínimas, pero permitieron constatar que se trata de un depósito de poca profundidad, y que el nivel del agua, al sobrepasar cierta altura, sigue



Figura 7. Canal localizado al fondo del Reservorio del Palacio (izquierda). Banqueta tallada en la roca madre, situada en el nivel inferior de dicho reservorio (derecha) (foto: L. Grazioso 2009).



Figura 8. Manantiales activos en Naranjo (izq. y sup. der.). Fisura semicircular en el fondo del canal del Reservorio del Palacio (inf. der.) (foto: L. Grazioso 2010).

su curso por debajo de la Calzada Méndez hacia las partes más bajas del sitio. Tesucum reportó que, en las excavaciones de la Universidad de Pennsylvania, encontraron “cuartos con bóvedas” debajo de la calzada y que era un lugar en donde había bastante arena, por lo que el proyecto enviaba a los trabajadores a traer arena de ese lugar (comunicación personal, 2009). Conociendo el terreno y los reservorios, seguramente los “cuartos con bóveda” mencionados por Tesucum fueron las esclusas por donde pasaba el agua del Reservorio Escondido hacia las partes bajas, y la presencia de gran cantidad de arena concordaría con la presencia de esclusas. En la actualidad justo del otro lado de la calzada se encuentra una gran hondonada en dirección hacia la Aguada Tikal (véase Figura 5). Es evidente la modificación al paisaje que efectuaron en este lugar, excavando el interior del reservorio y rellenando el terreno afuera de éste para que la calzada estuviera bien nivelada. También construyeron estructuras que flanquean todo lo largo de la calzada, excepto en donde se encuentra la hondonada o encaño que drena el agua hacia el noreste, en dirección de la Aguada Tikal.

El Reservorio del Templo es el más pequeño de los tres tanques y el que se encuentra a mayor altura de todos. Se extrajeron dos núcleos y sorprendentemente a menos de 2 m de profundidad se encontró humedad a pesar de su posición tan elevada y de ser la época más seca del año. Fue sorprendente ver como el agua emanaba del fondo de la excavación a medida que se iba profundizando (Figura 9). El Reservorio del Templo se compone de dos tanques, uno muy pequeño en el sur, que se encuentra más elevado con respecto al depósito situado más al norte cuyas dimensiones son mucho mayores y tiene mayor profundidad (véase Figura 5). El depósito pequeño parece ser un tanque para filtrar el agua, colocado inmediatamente arriba y al sur del tanque principal. El fondo del tanque superior



Figura 9. Reservorio y manantial en Naranjo (izq.). Pozo en el tanque superior del Reservorio del Templo (der.)
(foto: L. Grazioso 2010).

tiene gruesos estratos de arenas finas que pudieron servir como filtro para purificar el agua antes de que siguiera su curso hacia los demás reservorios. Como lo mencionamos los sondeos revelaron que hay filtración de agua activa, algo que no se esperaba encontrar en esta parte tan elevada del depósito. Debido a que nuestra excavación se llevó a cabo en la época más seca del año (abril de 2009), en el tanque más pequeño y más elevado de Tikal, sugerimos que la emanación de agua se debe a la existencia de un manantial o nacimiento de agua. Si los análisis de laboratorio confirman la presencia de manantiales en esta ubicación tan elevada, esto podría ser una explicación y una razón adicional para asentarse en este lugar. Al menos las excavaciones revelaron filtraciones o actividad de un manantial.

Aunque la principal fuente de agua en las tierras bajas es el agua de lluvia, la posibilidad de contar con manantiales aumentaría la cantidad de recursos hídricos. Por otra parte, los manantiales proporcionan agua “pura” (sagrada), prístina, una fuente de agua filtrada con una serie de implicaciones, no sólo económicas sino que también de carácter ideológico. La existencia de manantiales en la parte central de Tikal podría ser uno de los factores por el cual este lugar en particular fue elegido como asentamiento, debido a la gran carga ritual y espiritual que conlleva la existencia de dichas fuentes de agua —agua que brota directamente del inframundo—. Los nacimientos de agua le confieren una gran carga simbólica al espacio y forman parte fundamental de la geografía sagrada de una ciudad. Las ciudades reproducen la concepción del espacio y del mundo que tienen sus pobladores. La existencia de manantiales en los reservorios de la parte central de Tikal explicaría no sólo por qué Tikal fue una de las ciudades mayas más importantes, sino también por qué esta parte es precisamente la parte central de la ciudad. La ubicación de estos brotes de agua habría formado parte del área principal del sitio desde sus inicios.

Otros estudios

Además de las excavaciones en los reservorios, se realizó la extracción de núcleos de contextos secos. En la Aguada Corriental se efectuó un muestreo para reconstruir el relieve original de la aguada y tratar de inferir sus modificaciones a través del tiempo. Se pudieron identificar periodos de mucha precipitación pluvial y grandes torrentes de agua debido a la lluvia o la degradación ambiental evidentes por estratos de arenas, seguidos de periodos de flujos lentos o mejor controlados representados por gruesos estratos de arcillas y limos. Esta alternancia entre los estratos de arcillas y de arenas fue constante y se presentó de manera similar en todos los reservorios estudiados, tanto en los de la zona central (Reservorios de Templo, del Palacio y Escondido) como en los del área periférica (Reservorio Perdido y Aguada Corriental) (Lentz y Hockaday 2009: 139).

El análisis de estas columnas de sedimentos permitió identificar una serie de elementos que apoyan varias de las hipótesis referentes al funcionamiento de los sistemas hidráulicos y también acerca de eventos naturales que pudieron afectar el clima y el régimen de lluvias a lo largo de la historia, fenómenos que reflejan los sedimentos de Tikal. Se identificaron arenas, que apoyan nuestra propuesta del uso de filtros, “cajas de arena” que sirvieron para purificar el agua y hacerla potable. Esta es la primera vez que se identifica este tipo de tecnología en asentamientos prehispánicos. También se identificaron cenizas volcánicas, lo que indica que las Tierras Bajas mayas —Tikal en particular— fueron alcanzadas por emanaciones volcánicas en época prehispánica. Las erupciones volcánicas traen consigo una serie de cambios y alteraciones climáticas que pudieron haber tenido consecuencias dramáticas en una sociedad cuya economía agrícola dependía de un régimen de lluvias constante y hasta cierto punto predecible. Se identificaron cantidades significativas de ceniza volcánica descompuesta en forma de esmectita y cristales de cuarzo euédral bipiramidal (*smectite* y *euédral bipyramidal quartz crystals*). Fechas de radiocarbono AMS de los sedimentos ricos en esmectita y cristales de cuarzo indican que cayó ceniza volcánica durante los periodos Preclásico, Clásico y Postclásico. Tal vez esto permita desarrollar una cronología efectiva de lluvias de ceniza en Tikal y en las Tierras Bajas centrales (Tankersley et al. 2011).

Comentarios finales

En base a la investigación agroforestal y a la investigación geoarqueológica y paleoambiental, se propone que el manejo de la selva por los antiguos mayas impactó la diversidad de los árboles y las especies vegetales de Tikal, al promover las especies útiles para su economía. A través de sus prácticas silvícolas como podar, proteger, trasplantar e inclusive cultivar especies selectas de árboles, los mayas modificaron la composición de la selva para cubrir sus necesidades y dicha alteración se ve reflejada en la vegetación actual.

Ahora bien, en base a nuestra investigación del manejo y control hidráulico podemos proponer:

1) la presencia de manantiales o nacimientos de agua que permitieron el establecimiento en el promontorio en donde se encuentra Tikal, confiriéndole además una connotación altamente simbólica y ritual al asentamiento;

2) la identificación de lo que podría considerarse la represa más extensa identificada hasta el momento en el área maya, y

3) una explicación plausible acerca de cómo se liberaba el agua a través de dicha represa;

4) la construcción y el uso de un sistema para dividir el agua de un depósito y retener el agua en una parte del reservorio mientras la otra parte se drena o se limpia (*cofferdam*), permitiendo limpiar los tanques para evitar el azolvamiento y la excesiva sedimentación sin vaciarlos por completo;

5) el empleo de elementos para filtrar el agua, como “cajas de arena,” que permitirían que los escurrimientos de las plazas, patios y espacios abiertos pasarán filtrándose a través de ellos antes de incorporarse a los reservorios para mantener su contenido potable —e.g., el tanque superior del Reservorio del Templo—, tecnología hasta el presente desconocida en los sistemas hidráulicos prehispánicos, pero lógica si se tiene en cuenta los contaminantes que afectan a los ambientes tropicales;

6) la construcción de “estaciones de cambio,” que permitirían la captación de agua dentro del reservorio en la época de lluvias y su posterior liberación durante la época seca, y

7) la exposición de segmentos de canales muy bien definidos y de uno en particular que por ahora es el más profundo que se conoce —el canal en el noreste de la Aguada Corriental—. Sus dimensiones dan una idea del gran volumen de agua que se manejaba en las aguadas y reservorios de Tikal.

Los mayas modificaron el paisaje y adaptaron la topografía natural de acuerdo con sus necesidades, siendo un ejemplo la Aguada Corriental en donde aprovecharon una depresión natural para crear un depósito y retener un gran volumen de agua. Cuenta con canales de ingreso y egreso y controles de paso, lo que demuestra que esta aguada no sólo servía para almacenar el líquido sino también para redistribuirlo hacia otros depósitos. Esta labor de ingeniera tan sofisticada atestigua que los mayas alcanzaron un elevado conocimiento en cuanto al manejo del agua.

La historia constructiva del Reservorio del Palacio indica que una hondonada o barranca natural fue ampliada, quizás porque sirvió de cantera en algún momento de su historia constructiva, y posteriormente se empleó como reservorio de agua. Lo más probable es que la serie de tanques en la parte central contaba con diques para controlar el paso del agua entre un depósito y el otro. No se encontraron las esclusas propiamente, pero todo parece indicar que ésta fue la manera en que el agua pasaba entre los reservorios. La estratigrafía encontrada al fondo del depósito nos indica que hubo periodos de fuertes corrientes de agua alternando con periodos de agua en reposo.

El Reservorio del Templo fue excavado deliberadamente por los antiguos mayas. Existe un camino o dique entre éste y el Reservorio del Palacio, pero su historia constructiva no está bien definida por el momento. El tanque superior funcionaba como filtro para purificar el agua antes de pasar a los demás reservorios. Los pozos que se excavaron revelaron filtraciones o actividad de un manantial. Se debe mencionar que muy cerca de este depósito se encuentran algunos de los edificios más imponentes del sitio, los Templos II y III, la Estructura 73 y la Acrópolis del Sur. Seguramente la rampa o escalinata que une el Templo III con este reservorio tuvo implicaciones rituales significativas. Se encuentra también a muy poca distancia de la Plaza de los Siete Templos y del gran complejo de Mundo Perdido. Mundo Perdido es el principal grupo arquitectónico del periodo Preclásico en



Figura 10. Dibujo del complejo sistema hidráulico (canales y reservorios) de Tikal. Al lado izquierdo de la Calzada Méndez se aprecia la serie de los reservorios de la parte central y más alta, así como la Aguada Corriental abajo, en la extrema izquierda (Scarborough 1994).

Tikal que cuenta con una gran estructura piramidal (5C-54) que formaba parte de un Complejo de Conmemoración Astronómica, mejor conocido como del tipo del “Grupo E” de Uaxactún. De confirmarse la existencia de un antiguo manantial en alguno de los reservorios, se podría argumentar que la presencia de dicha fuente de agua influyó en la selección de este lugar para construir la ciudad. Esto tendría gran repercusión simbólica y agregaría un significado más al emplazamiento.

La evidencia sugiere que después de su asentamiento en la parte alta de Tikal, durante el Preclásico Medio y Tardío (800 a.C.-150 d.C.), los mayas modificaron el paisaje de su entorno para asegurar su abastecimiento de agua aprovechando el relieve topográfico natural y optimizar así los recursos hídricos. Crearon una amplia red de canales y reservorios que les garantizaran el abastecimiento del líquido durante todo el año. Construyeron sofisticados sistemas con elementos para captación, almacenamiento, filtración, conducción y distribución del agua (Figura 10). Dichos sistemas requerían de un control social y/o político acertado por parte de los distintos grupos sociales instalados en las vertientes. Algunos de los fechamientos obtenidos en las columnas de sedimentos nos permiten inferir que pobladores del área de Tikal siguieron sirviéndose de los reservorios y continuaron dándoles mantenimiento mucho después del abandono de la ciudad a finales del siglo IX, principios del siglo X d.C. Al menos sabemos que la Aguada Corriental, una de las más alejadas del centro, continuó en uso hasta después del año 1100 d.C., unos 200 años después del abandono de las estructuras principales. Esto apoya la idea de que el fenómeno llamado “colapso,” en el que en su mayoría los centros mayas son abandonados o caen en desuso, fue un fenómeno principalmente urbano y no generalizado. Poco a poco se van despoblando las ciudades, en particular las áreas centrales de dichas metrópolis pero la población del área periférica y rural continuó viviendo en los asentamientos de

manera ininterrumpida, abasteciéndose de los recursos y los cuerpos de agua cercanos.

Se sabe que hubo varias sequías que afectaron a Mesoamérica (Gill 2000) y a la gran mayoría de pueblos antiguos, pero también se tiene evidencia del grado de desarrollo y sofisticación de los sistemas hidráulicos empleados por los antiguos mayas, los que por su efectividad fueron fundamentales para desarrollar y mantener poblaciones numerosas en las grandes ciudades a través de los diversos periodos de crisis y resiliencia que atravesaron las sociedades milenarias mayas a lo largo de su historia.

Referencias

- Beach, Timothy, Sheryl Luzzadder-Beach, Nicholas P. Dunning y Duncan Cook
2008 Human and Natural Impacts on Fluvial and Karst Systems in the Maya Lowlands. *Geomorphology* 101(1-2): 301-331.
- Carr, Robert F. y James E. Hazard
1961 *Tikal Report No. 11: Map of the Ruins of Tikal, El Peten, Guatemala*. Museum Monographs, University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Dunning, Nicholas P., Timothy Beach y Sheryl Luzzadder-Beach
2006 Environmental Variability among Bajos in the Southern Maya Lowlands and its Implications for Ancient Maya Civilization and Archaeology. En *Pre-Columbian Water Management: Ideology, Ritual, and Power*, editado por Lisa J. Lucero y Barbara W. Fash, pp. 111-133. University of Arizona Press, Tucson.
- Dunning, Nicholas P. y Robert E. Griffin
2009 Notas de campo, Temporada 2009. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."
- Gallopín, Gary G.
1990 *Water Storage Technology at Tikal, Guatemala*. Tesis de Maestría, Departamento de Antropología, Universidad de Cincinnati.
- Gill, Richardson B.
2000 *The Great Maya Droughts: Water, Life and Death*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
- Grazioso Sierra, Liwy
2009 Notas de campo, Temporada 2009. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."
2010 Notas de campo, Temporada 2010. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."
- Lentz, David L.
2009 Notas de campo, Temporada 2009. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."
- Lentz, David L. y Brian Hockaday
2009 Tikal Timbers and Temples: Ancient Maya Agroforestry and the End of Time. *Journal of Archaeological Science* 36: 1342-1353.
- Lentz, David L., Liwy Grazioso Sierra, Vernon L. Scarborough, Nicholas P. Dunning y T. Patrick Culbert
2010 Prácticas de silvicultura y manejo de aguas de los antiguos mayas de Tikal. En *XXIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2009*, editado por Bárbara Arroyo, Adriana Linares Palma, Lorena Paiz Aragón y Ana Lucía Arroyave, vol. 1, pp. 133-146. Ministerio de Cultura y Deportes, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Instituto de Antropología e Historia, Asociación Tikal, Guatemala.

Scarborough, Vernon L.

- 1994 Maya Water Management: Ancient Water Management in the Southern Maya Lowlands. *Research and Exploration* 10(2): 184-199.
- 2009 Notas de campo, Temporada 2009. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."

Scarborough, Vernon L. y William R. Burnside

- 2010 Complexity and Sustainability: Perspectives from the Ancient Maya and the Modern Balinese. *American Antiquity* 75(2): 327-363.

Scarborough, Vernon L., Nicholas P. Dunning, Kenneth B. Tankersley, Christopher Carr, Eric Weaver, Liwy Grazioso Sierra, Brian Lane, John G. Jones, Palma Buttles y Fred Valdez

- 2012 Water and Sustainable Land Use at the Ancient Tropical City of Tikal, Guatemala. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(31): 12408-12413.

Scarborough, Vernon L. y Gary G. Gallopin

- 1991 Water Storage Adaptation in the Maya Lowlands. *Science* 251: 658-662.

Tankersley, Kenneth B., Vernon L. Scarborough, Nicholas P. Dunning, Warren Huff, Barry Maynard y Tammy Gerke

- 2011 Evidence for Volcanic Ash Fall in the Maya Lowlands from an Anthropogenic Reservoir at Tikal, Guatemala. *Journal of Archaeological Science* 38: 2925-2938.

Thompson, Kim

- 2009 Notas de campo, Temporada 2009. Ms., Archivo del Proyecto "Prácticas de Silvicultura y manejo del agua por los antiguos mayas de Tikal."
- 2013 *Ancient Practices and Modern Forests: Cultural and Ecological Influences on Neotropical Forest Structure and one of its Dominant Trees, Manilkara zapota (Sapotaceae)*. Tesis doctoral, Universidad de Cincinnati.