

FAMSI © 2004: Marion Popenoe de Hatch

Variaciones paleoclimáticas en el Valle de Guatemala durante los tiempos precolombinos

Traducido del Inglés por Alex Lomónaco



Año de Investigación: 2000

Cultura: Maya

Cronología: Pre-Clásico

Ubicación: Valle de Guatemala

Sitio: Lago Amatitlán

Tabla de Contenidos

[Antecedentes del proyecto](#)

[Los objetivos del proyecto de paleoclima](#)

[Muestras obtenidas del lecho del extinto Lago Miraflores](#)

[Muestras de sondaje tomadas del Lago Amatitlán](#)

[Fecha AMS C14](#)

[Análisis de Susceptibilidad Magnética](#)

[Apéndice](#)

[Lista de Figuras](#)

[Referencias Citadas](#)

Los investigadores responsables de este proyecto desean expresar su profundo agradecimiento a la Fundación para el Avance de los Estudios Mesoamericanos, Inc. (FAMSI) por los fondos que hicieron que esta investigación fuera posible.

Entregado el 2 de abril del 2001 por:
Marion Popenoe de Hatch
arqueolo@uvq.edu.gt

Antecedentes del proyecto

En el presente es muy poco lo que se sabe acerca del paleoclima en las tierras altas de Guatemala. La información que tenemos está mayormente basada en algunas investigaciones de paleoclima que se han llevado a cabo en años recientes, en las regiones de las tierras bajas de Mesoamérica. Estos datos fueron obtenidos por medio de muestras de sedimentos de los lagos Petén Itzá, Quexil, Salpeten y Petenxil (Brenner, 1994; Curtis *et al.*, 1998; Islebe *et al.*, 1996; Leyden *et al.*, 1993) en el Departamento de Petén, con investigaciones similares en la Península de Yucatán que incluyeron a la laguna de Cobá y a los cenotes San José Chulchacá, Sayauil y Chichancanab (Curtis *et al.*, 1996; Leyden *et al.*, 1996; 1998). También se llevaron a cabo otros estudios en la vertiente de Candelaria (Gunn y Folan, 1995; Gunn, Folan y Robichaux, 1995). Los sedimentos de lagos son particularmente útiles para determinar los antiguos patrones climáticos porque a menudo contienen polen, que aporta indicios para averiguar la naturaleza de la vegetación antigua del área, fitolitas, como indicadores de la presencia de la agricultura de maíz, y microfósiles (ostrácodos y gasterópodos) que son sensibles a los cambios de temperatura y humedad.

La cronología de las secuencias del paleoclima de las tierras bajas que comenzó hacia fines del período glacial del Pleistoceno, está basada en fechamientos de radiocarbono, con inferencias climáticas establecidas en su mayor parte sobre la base de la geoquímica del polen y los isótopos ($\delta^{18}O$) de conchas de carbonato. Estos datos pueden usarse para deducir cambios pretéritos en la relación entre la evaporación y la precipitación (E/P). Por medio de todo esto, se pudo determinar el siguiente patrón de períodos de alternancia entre frío/seco y caluroso/húmedo para los tierras bajas de la Guatemala precolombina y el Yucatán (Leyden *et al.*, 1996):

- 3850 a.C. – 1800 a.C. Condiciones de humedad
- 1800 a.C. – 1 d.C. Tendencia desecante a largo plazo
- 1 d.C. – 900 d.C. Oscilación a más lluvioso y más estacional
- 900 d.C. – Histórico Reanudación de la tendencia desecante

Queda por determinar si las tierras altas de Guatemala reflejan un patrón similar o cuáles son las diferencias que pueden existir, en comparación con las tierras bajas. Se

ha dicho que el período seco más severo en el norte de Yucatán tuvo lugar alrededor del 900 – 1000 d.C., en forma contemporánea al colapso de la civilización maya (Hodell *et al.*, 1995; Curtis *et al.*, 1996). Parece muy probable que la fatiga climática haya sido uno de los factores que complicaron la deteriorada situación de fines del período Clásico. Pudo haberse dado una coincidencia de períodos húmedos y secos entre sitios distantes geográficamente, lo cual sugeriría que los eventos climáticos estaban muy extendidos y pudieron haber jugado un papel crítico en los desarrollos culturales. Sin embargo, no se sabe hasta dónde los eventos climáticos en las tierras bajas fueron comparables con los de las tierras altas guatemaltecas, como así tampoco si los patrones de cambios climáticos en ambas regiones se dieron en forma simultánea o no. Sin adecuadas reconstrucciones climáticas de los sitios de las tierras altas, no es posible inferir los efectos de los cambios climáticos en la región.

Fue a partir de las consideraciones precedentes que iniciamos nuestro estudio de paleoclima en el Valle de Guatemala. El valle está situado a una altitud de 1500 m sobre el nivel del mar y es el lugar donde se encuentra Kaminaljuyú, un importante sitio precolombino, en el cual, en los años recientes, se han realizado numerosas investigaciones arqueológicas. Lo que esperábamos era poder obtener un registro de los patrones climáticos temporales de los últimos 3000-4000 años en esta área, prestando especial atención al período que va del 1000 a.C. al 1000 d.C., esto es, al período del florecimiento de Kaminaljuyú.

Los objetivos del proyecto sobre paleoclima

Hubo dos razones básicas que despertaron nuestro interés por investigar el paleoclima del Valle de Guatemala. Una de ellas estaba basada en que las excavaciones arqueológicas hechas en Kaminaljuyú durante la década de los años de 1980 y 1990 (Popenoe y Hatch, 1997; 1999; Barrientos, 1998), habían revelado la presencia de dos canales de irrigación que sustentaban un sistema de agricultura hidráulica que comenzó alrededor del 600 a.C. o antes ([Figura 1](#)). Los canales drenaban de un lago del post-pleistoceno llamado Lago Miraflores, que se secó hacia el 200 d.C., momento en el cual los canales cayeron en desuso. Aparentemente el lago se había formado en una depresión causada por una falla, que recibía agua de lluvia y de los manantiales locales. El objetivo del Proyecto de Paleoclima era determinar hasta qué grado la desecación del lago se debió al cambio climático, o a la sobre-explotación humana del agua, o a ambos factores.

Un segundo objetivo del proyecto radicaba en determinar hasta qué punto el paleoclima de las tierras altas de Guatemala estaba correlacionado con los patrones de las tierras bajas mesoamericanas (México, Yucatán y el Caribe), una información que había sido previamente obtenida y analizada por los Dres. Brenner y Curtis (véase, por ejemplo, Brenner, 1994; Curtis *et al.*, 1996; 1998). La metodología requiere de la obtención de muestras de sedimento del lago, y, en base a la presencia de microfósiles y polen en asociación con fechamientos radiocarbónicos, pueden detectarse los cambios en los patrones climáticos. El Lago Amatitlán justo al sudoeste del Valle de Guatemala fue

elegido como el mejor lugar de donde obtener muestras. Si bien el lago ya había sido investigado por E. Deevey y M. Tzukada (1967) a fin de obtener deducciones sobre el clima, se consideró que las muestras adicionales podrían suplementar la información y aportar una secuencia de fechas más abarcativa.

Las investigaciones del paleoclima en el Valle de Guatemala fueron realizadas durante el mes de marzo del año 2000. Los Dres. Mark Brenner y Jason Curtis llegaron de la Universidad de Florida, en Gainesville, el día 5 de marzo. Los dos investigadores que estaban con el proyecto en Guatemala eran la Dra. Marion Popenoe de Hatch y el Licenciado Erick Ponciano

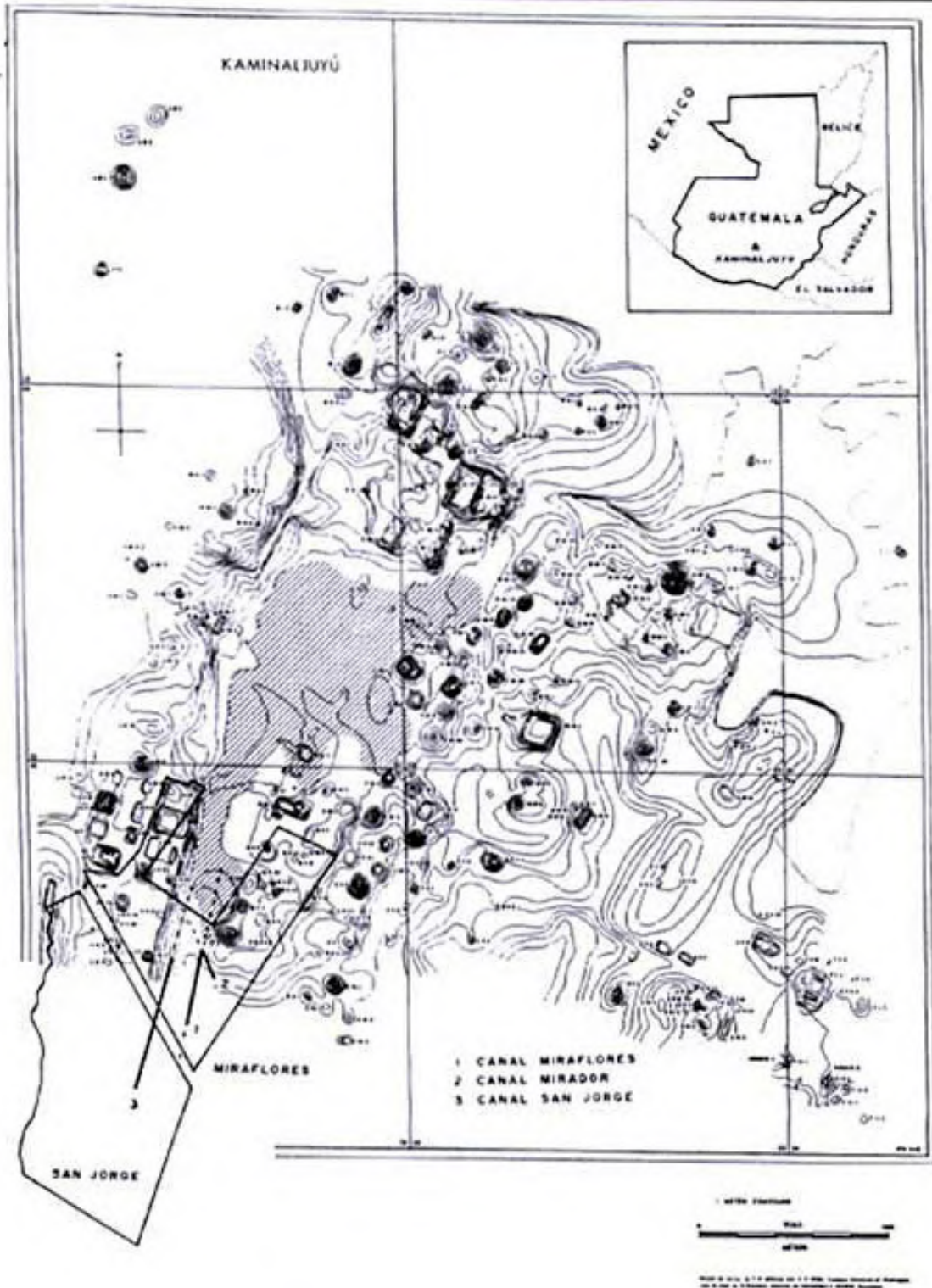


Figura 1: Mapa de Kaminaljuyú que muestra su ubicación en las tierras altas de Guatemala y su asociación con el antiguo Lago Miraflores (área sombreada). Las secciones investigadas por los proyectos arqueológicos San Jorge y Miraflores aparecen indicadas en la parte inferior izquierda, donde se hallaron los canales de irrigación de San Jorge, Miraflores, y Mirador (Michels 1979, adaptado por A. Roman).

Muestras recogidas del lecho del extinto Lago Miraflores (6-11 de marzo del año 2000)

Como preparación para la solicitud de fondos a FAMSI, habíamos abierto un pozo en el lecho seco del antiguo Lago Miraflores. En Septiembre de 1999, el Dr. Brenner había tomado muestras de sedimentos hasta una profundidad de 200 cm (para un perfil de este pozo, véase la [Figura 2](#)). El subsecuente análisis de las muestras que llevó a cabo, reveló la presencia de diátomos del género Pinnularia y unos pocos del género Aulacoseira, que comenzaron a una profundidad de 145 cm, indicando la antigua presencia de agua estancada. Una vez que recibimos los fondos, contratamos a dos trabajadores en marzo del año 2000, y reabrimos el pozo. Esta vez llegamos hasta los 315 cm donde los depósitos sedimentarios se hicieron extremadamente duros y difíciles de excavar. El Dr. Brenner empleó la misma metodología que había usado en el pasado septiembre, y extrajo por medio de un frutás una muestra de suelo a intervalos de 5 cm de la pared lateral del pozo ([Figura 3](#)). Las muestras fueron extraídas del perfil oeste, comenzando a 50 cm por debajo de la superficie y continuando hacia abajo hasta los 315 cm. Las submuestras desde los 170 hasta los 315 cm del perfil, fueron trasladadas a bolsitas tipo Whirl pak etiquetadas para que Brenner y Curtis las transportaran a los Estados Unidos (las muestras de estos niveles para arriba ya habían sido retiradas en septiembre de 1999 y llevadas para ser analizadas).

Proyecto Paleoclima en el Valle de Guatemala

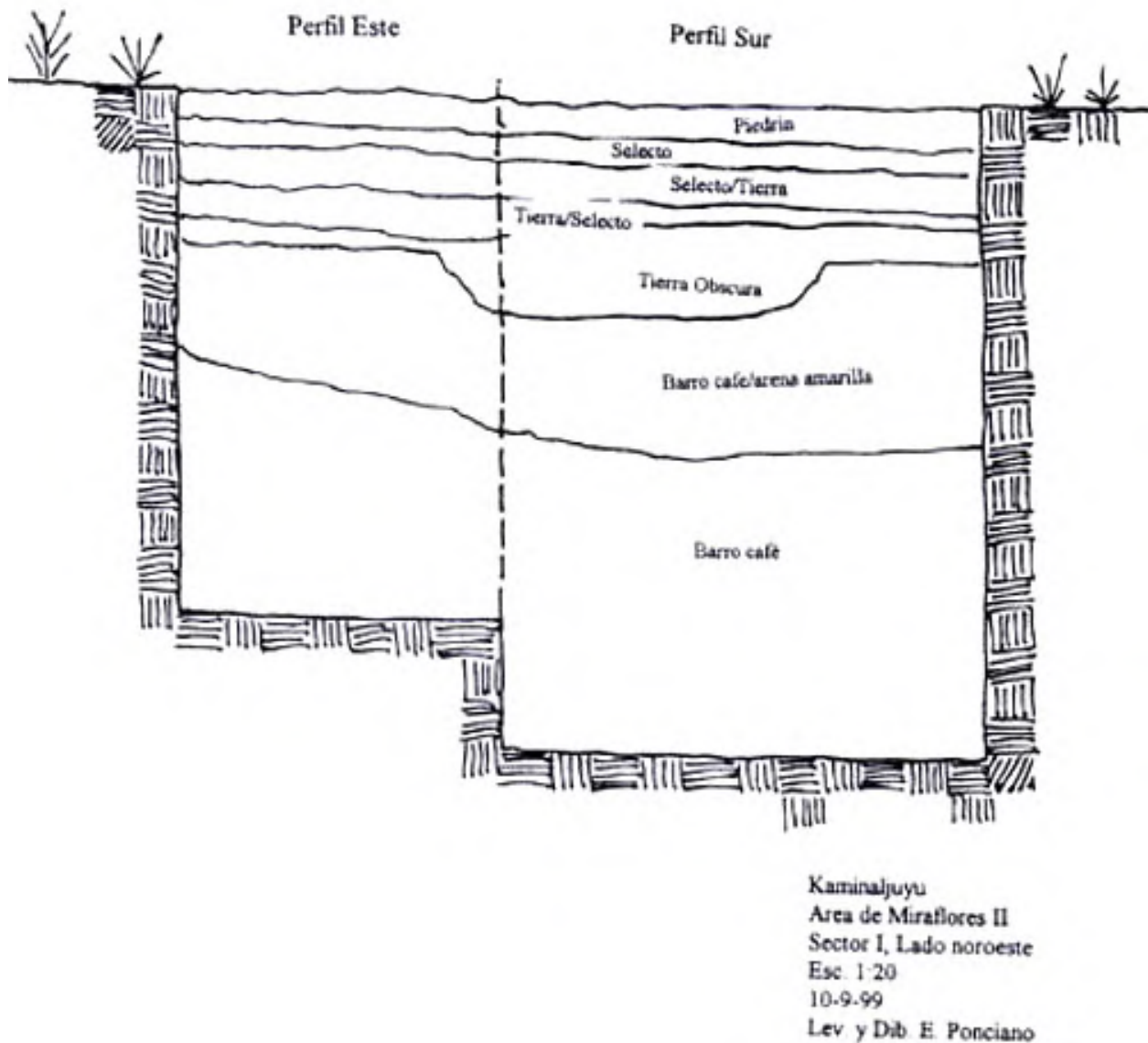


Figura 2: Perfil del pozo de sondeo excavado a una profundidad de 200 cm en el área de Kaminaljuyú-Miraflores durante septiembre de 1999. Los estratos 1-3 pertenecían a actividad reciente; los estratos 4-5 contenían unos pocos tuestos del Preclásico; el estrato 6 consistía en arcilla mezclada con partículas de pómez desintegradas; el estrato 7 estaba compuesto de una arcilla marrón oscura que se fue haciendo cada vez más compacta en los niveles inferiores.

Figura 3: Fotografías de la excavación en el lecho del extinto Lago Miraflores.



Figura 3a: Pozo de sondeo iniciado, mostrando la intrusión de los edificios de la ciudad de Guatemala en esta área.



Figura 3b: El Dr. Brenner comenzando la toma de muestras en el pozo de sondeo de Kaminaljuyú, temporada 1999.



Figura 3c: Estudiante de la Universidad del Valle ayudando con el muestreo, temporada 2000.



Figura 3d: Primer plano del pozo de sondeo de donde se tomaron las muestras.

Se retiró una cantidad suficiente de suelo como para proveer de muestras estratigráficas al Ingeniero Franklin Matzdorf, quien habría de analizar las propiedades físicas en el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle de Guatemala. En base a sus análisis, los contenidos del pozo corresponden a tres estratos principales: 50 – 100 cm; 100 – 210 cm; 210 – 315 cm. El Estrato 1 corresponde aproximadamente a los niveles 1 a 6 de la [Figura 2](#), el Estrato 2 al nivel 7, y el tercer estrato de la excavación se llevó a cabo en marzo del año 2000. Él informa que los Estratos 2 y 3 muestran una extremada impermeabilidad, que podría ser característica de los sedimentos del fondo del lago. Los detalles de las características físicas cobrarán la debida relevancia cuando sean vistos a la luz de los análisis del polen y los microfósiles.

Muestras de sondaje tomadas del Lago Amatitlán (13-15 de marzo del año 2000)

Personal: Dr. Mark Brener, Dr. Jason Curtis, Lic. Erick Ponciano, Dr. Guillermo Mata, Ing. Federico Gularte Hernández (AMSA), Ing. Juan Fernando Valladares Morales (AMSA), Carlos M. Vega (AMSA), Jaime Adolfo Estrada (AMSA), Arturo Olivares (AMSA). (La sigla AMSA indica que dichas personas están a cargo del manejo del Lago Amatitlán: Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca y del lago Amatitlán)



Figura 4a: Investigaciones en el Lago Amatitlán. Vista del lago.



Figura 4b: Sacanúcleos utilizado por Brenner & Curtis para extraer muestras del Lago Amatitlán.

El equipo principal que se usó para tomar las muestras del lago fue llevado desde los Estados Unidos por los Dres. Brenner y Curtis; los tubos apropiados, las cuerdas y los demás materiales necesarios se compraron en Guatemala ([Figura 4](#)). Los Amigos de Amatitlán prestaron un bote, a través de la intermediación del Dr. Guillermo Mata, quien también aportó información y un mapa que mostraba las profundidades de todo el lago a intervalos de espacios muy reducidos. Se seleccionaron tres estaciones apropiadas para tomar las muestras de sondaje (véase los detalles en el [Apéndice](#). Para la ubicación de las estaciones, véase la).

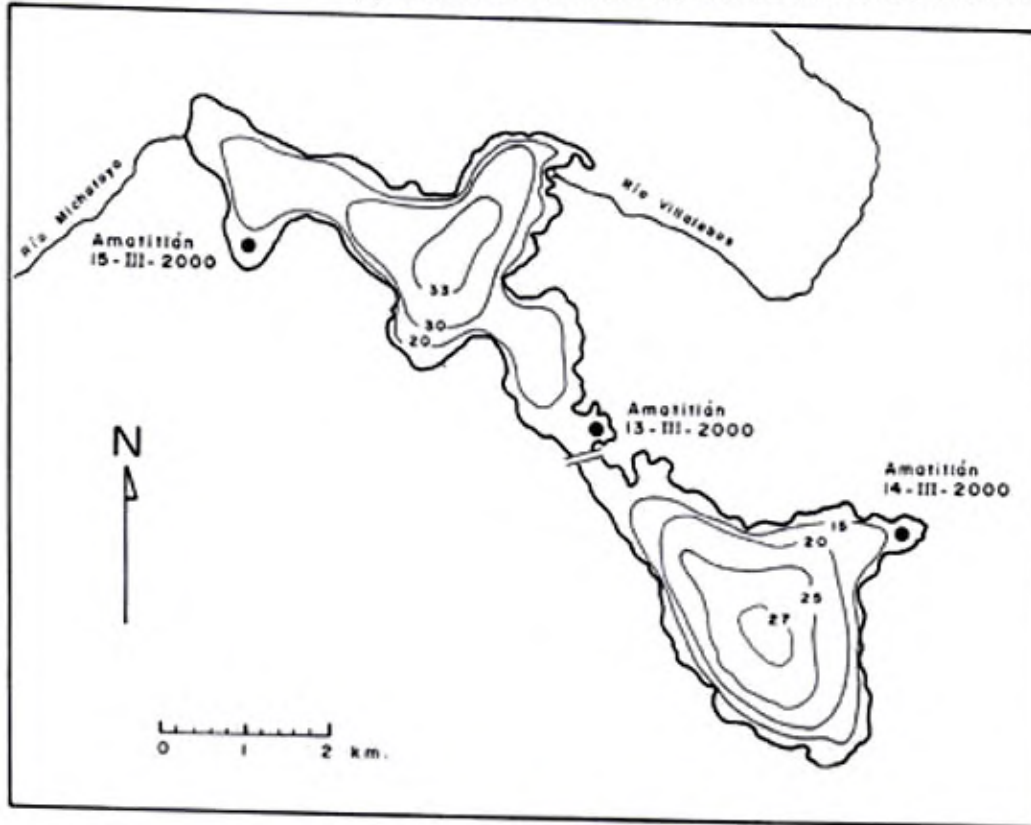
Los Dres. Brenner y Curtis comenzaron a tomar las muestras el 13 de marzo, y trabajaron en forma consecutiva durante dos días. Se extrajeron las muestras de sondaje de la interfase sedimento/agua a intervalos de 4 cm en una bandeja sujeta a la parte superior del sacanúcleo. El sedimento fue transferido a bolsitas tipo whirl-pak etiquetadas, que más tarde fueron guardadas en bolsitas con cierre hermético y finalmente depositadas en un recipiente de hule. Sigue una descripción del sondaje (véase también el [Apéndice](#)).



a) Location of the valley of Guatemala and Lake Amatitlán.



(b) Location of Guatemala City and Lake Amatitlán (hachured area).



(c) Plan view of Lake Amatitlán, copied from a portion of the Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (1:50,000) map of the area. The plan shows approximate contours of the lake and location of stations used for vertical coring sections.

Figura 5: Mapa de Guatemala y del Lago Amatitlán. (a) Ubicación del valle de Guatemala y del Lago Amatitlán. (b) Ubicación de la ciudad de Guatemala y del Lago Amatitlán (área sombreada). (c) Plano con una vista del Lago Amatitlán, copiado de una porción del mapa del área perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (1:50.000). El plano muestra aproximadamente los contornos del lago y la ubicación de las estaciones que se usaron para las secciones de los sondajes verticales.

La Estación 1 (sitio 13-III-2000 de la [Figura 5](#)) fue establecida en la bahía justo al norte del cruce de ferrocarriles que separa el lago en dos cuencas. La profundidad del agua en este sitio era de 13.0 m; las coordenadas de GPS eran 14°27'23.3" N y 90°33'57.8" O. Se completaron siete perforaciones, hasta alcanzar una profundidad de 475 cm por debajo de la interfase sedimento/agua.

La Estación 2 (sitio 14-III-2000 de la [Figura 5](#)) se encontraba en la bahía, en el área sudoriental del lago (cuenca sur). La profundidad del agua era de 11.05 m; las mediciones de GPS fueron 14°26'45.5" N y 90°31'53.7" O. Se hicieron ocho perforaciones en total, y se obtuvieron muestras hasta una profundidad de 544 cm.

La Estación 3 (sitio 14-III de la [Figura 5](#)) estaba en el área noroeste del lago (cuenca norte). La profundidad del agua era de aproximadamente 13.6 m; las coordenadas de GPS eran 14°28'27.1" N y 90°36'17.5" O. En esta estación se realizaron nueve perforaciones, y se obtuvieron muestras hasta una profundidad de 701 cm.

Todo el material de las muestras de sondaje fue subsecuentemente trasladado al Departamento de Pesquerías y Ciencias Acuáticas de la Universidad de Florida, donde se lo guardó en un refrigerador a una temperatura de 4°C.

Fecha mientos AMS C14

En diciembre recibimos los fecha mientos radiocarbónicos por AMS de las muestras de sondaje de Amatitlán, por las cuales estamos muy agradecidos al Centro de Espectrometría por Aceleración de Masa del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore.

| Ubicación | Profundidad | Fechaamiento por C14 | Año cal. aproximado |
|---------------------|-------------|----------------------|---------------------|
| AM-13-III-00 | 419-421 cm | 660 ± 60 | 1290 d.C. |
| AM-14-III-00 | 541-543 cm | 1650 ± 50 | 300 d.C. |
| AM-15-III-00 | 240 cm | 710 ± 50 | 1240 d.C. |
| | 340 cm | 2910 ± 130 | 960 a.C. (anomalía) |
| | 440 cm | 1530 ± 190 | 420 d.C. |
| | 540 cm | 2010 ± 100 | 60 d.C. |
| | 610 cm | 2340 ± 110 | 390 a.C. |
| | 690 cm | 2570 ± 40 | 620 a.C. |

Los fechamientos en general son bastante recientes, y oscilan entre el 600 a.C. y algún momento entre el 1200 y el 1300 d.C. El fechamiento de AM-15-III-00 aparentemente es una anomalía, reflejo tal vez de las altas tasas de sedimentación en el área del lago. Si bien las fechas no aportarán gran información sobre los cambios climáticos postpleistocénicos, serán de gran importancia para la correlación de cualquier variación climática que pueda haber afectado el sistema de irrigación de Kaminaljuyú que existió entre el 600 a.C. y el 200 d.C.

Análisis de Susceptibilidad Magnética

A fines de junio del año 2000, el Dr. Brenner llevó las muestras de sondaje al laboratorio de la Universidad del Estado de la Florida en Tallahassee, para hacerles un control con un sensor múltiple de muestras de sondaje (*Multi-Sensor Core Logger*) a fin de determinar los perfiles de susceptibilidad magnética. Este análisis ayudará a poner al descubierto la estratigrafía sedimentaria de las muestras de sondaje, para correlacionarlas con los fechamientos de carbono 14 por AMS.

Se están buscando fondos adicionales para estos análisis. El contenido de polen de las muestras de sondaje está siendo actualmente investigado por la Dra. Barbara Leyden, de la Universidad del Sur de la Florida. El Dr. Jason Curtis analizará las muestras para determinar las tasas de isótopos en las caparazones de microfósiles (gasterópodos y ostrácodos), los indicadores más críticos a la hora de rastrear los cambios climáticos.

Su trabajo incluirá un análisis de la geoquímica de los sedimentos, además de evidencias de vulcanismo. Esperamos tener estos resultados dentro de pocos meses, para que, una vez correlacionados con los datos de radiocarbono y de susceptibilidad magnética, podamos sacar nuestras conclusiones finales y publicarlas.

Apéndice

Lo que sigue es un informe detallado proporcionado por el Dr. Brenner sobre las muestras tomadas en el Lago Amatitlán.

Estación 1 13 de marzo 2000

- A. 13-III-2000-IBA. El primer intento de sondaje en la interfase barro-agua (IBA) falló, porque no había agua arriba de la interfase. Este intento se hizo comenzando la perforación a 20 cm por debajo del límite superior de la vara #8 (esto es 13.24 m por debajo de la superficie del agua). El nuevo intento, que se empezó a 40 cm por debajo del límite superior de la vara #8, aportó una buena muestra de sondaje de la interfase barro-agua de aproximadamente 75 cm de longitud.
- B. 13-III-2000-1. La perforación nominal fue de 50-150 cm de profundidad en el sedimento, o de alrededor de 25 cm en la sobreposición de la IBA de la muestra de sondeo. Hicimos cuatro intentos antes de obtener una perforación completa y satisfactoria.
- C. 13-III-2000-2. Una perforación satisfactoria y completa (150-250 cm), aunque las varas se curvaron ligeramente en su camino descendente. Para otras perforaciones, será necesario utilizar cañerías de entubación.
- D. Ubicamos 15 m de cañería de entubación de PVC de 3". Repetimos la perforación 2 y descartamos el sedimento recolectado. Esto se hizo para limpiar el agujero hasta una profundidad de 250 cm por debajo de la superficie del sedimento.
- E. 13-III-2000-3. La perforación 3 se realizó sin dificultades, y recuperamos sedimento entre los 250-350 cm.
- F. 13-III-2000-4. La perforación 4 resultó incompleta porque los sedimentos eran densos y resistentes. Retiramos 67 cm de material, o 350-417 cm por debajo de la interfase sedimento/agua.
- G. 13-III-2000-5. La perforación 5 resultó incompleta porque los sedimentos eran densos y resistentes. Retiramos 58 cm de material, o 417-475 cm por debajo de la interfase sedimento/agua. Fin de las perforaciones.

Estación 2 14 de marzo 2000

- A. 14-III-2000-IBA. Retiramos una muestra de sondaje de la interfase barro-agua (IBA) de 80 cm con aproximadamente 15 cm de agua sobre la superficie del sedimento. Para la perforación 1, subimos 65 cm la marca en la vara a partir del comienzo de la perforación en la IBA. Esto representa 15 cm de agua y 50 cm de sedimento. Esperamos una sobreposición aproximada de 30 cm entre la perforación 1 y la muestra de sondaje de la IBA.
- B. 14-III-2000-1. La perforación nominal fue de 50-150 cm de profundidad en el sedimento, pero el pistón no se trabó y tuvimos que empujar varias veces para completar la perforación. Se dispondrá un entubamiento y una nueva perforación a 150 cm para limpiar el agujero.
- C. Se limpió el barro de la cañería de entubación a una profundidad de 150 cm por debajo de la interfase del sedimento.
- D. 14-III-2000-2. Una perforación adecuada y completa (150-250 cm). Unos pocos cm de depositaciones del fondo colgaban del extremo del tubo de perforación cuando éste fue retirado, probablemente debido a expansiones de gas. El material fue cortado y guardado en una bolsita etiquetada. En esta sección y a ciertas profundidades, parece haber caracoles.
- E. 14-2000-3. Buena perforación completa (250-350 cm). Fue hecha durante el intervalo de almuerzo.
- F. 14-III-2000-4. Sólo se recobraron 75 cm (350-425 cm) y el pistón no gatilló correctamente.
- G. 14-III-2000-5. Se recobraron 54 cm de barro (425-479 cm).
- H. 14-III-2000-6. Se recobraron 65 cm (479-544 cm) y se observó que la muestra terminaba con un estrato de ceniza. Evidentemente dimos con un bolsón de gas, porque la cubierta mostró un fuerte burbujeo que continuó durante varios minutos.

Estación 3 15 de marzo 2000

- A. 15-III-2000-IBA. Se recobró una muestra de 85 cm de la IBA con unos 12 cm de agua sobre la superficie del sedimento. Comenzamos a perforar en la junta entre las varas #8 y #9, esto es, a 13.44 m por debajo de la superficie del agua. Para la perforación 1, marcamos 60 cm sobre la vara #9 desde el comienzo de la perforación de la IBA. Esta representa 12 cm de agua y aproximadamente ~50

cm de sedimento. Anticipamos alrededor de 35 cm de traslape entre la perforación 1 y el núcleo de la IBA.

- B. 15-III-2000-1. La perforación nominal fue de 50-150 cm de profundidad en el sedimento. Salió llena, con unos pocos cm colgando del extremo inferior del tubo de sondaje. Ésto fue cortado y guardado en una bolsita etiquetada.
- C. 15-III-2000-2. Intentamos una perforación sin el tubo. El pistón no funcionó en el primer intento, e hicimos un segundo sondaje sin entubamiento del que recobramos una carga completa (150-250 cm).
- D. Instalamos 5 secciones (15 cm) de entubado de PVC de 3", entubando a una profundidad de aproximadamente 1.5 m en el barro. Limpiamos el barro del caño de entubamiento a una profundidad de 250 cm por debajo de la interfase del sedimento.
- E. 15-III-2000-3. Una perforación adecuada y completa (250-350 cm).
- F. 15-III-2000-4. Una perforación completa (350-450 cm), pero tuvimos que martillar para poder atravesar algo de material duro. Una vez que martillamos para atravesar la sección dura (de 5 a 10 cm de grosor), continuamos con el resto de la perforación. Entonces el segundo bote se nos acercó y la turbulencia nos alejó de la estación. El segundo bote volvió a colocar un ancla, y pudimos posicionarnos nuevamente sobre la cañería de entubación.
- G. 15-III-2000-5. Empujamos y luego martillamos los últimos ~30 cm de la perforación. La perforación nominal se hizo a 450-550 cm, pero el largo de la sección fue de aproximadamente 96 cm.
- H. 15-III-2000-6. Se retiraron 70 cm de barro (550-620 cm), que requirieron de martilleo.
- I. 15-III-2000-7. Se retiraron 81 cm de barro (620-701 cm), que requirieron de martilleo. Hay varios niveles de arena evidentes en la muestra de sondaje.

Lista de Figuras

[Figura 1](#): Mapa de Kaminaljuyú que muestra su ubicación en las tierras altas de Guatemala y su asociación con el antiguo Lago Miraflores (área sombreada). Las secciones investigadas por los proyectos arqueológicos San Jorge y Miraflores aparecen indicadas en la parte inferior izquierda, donde se hallaron los canales de irrigación de San Jorge, Miraflores, y Mirador (Michels 1979, adaptado por A. Roman).

[Figura 2](#): Perfil del pozo de sondeo excavado a una profundidad de 200 cm en el área de Kaminaljuyú-Miraflores durante septiembre de 1999. Los estratos 1-3 pertenecían a actividad reciente; los estratos 4-5 contenían unos pocos tiestos del Preclásico; el estrato 6 consistía en arcilla mezclada con partículas de pómez desintegradas; el estrato 7 estaba compuesto de una arcilla marrón oscura que se fue haciendo cada vez más compacta en los niveles inferiores.

Fotografías de la excavación en el lecho del extinto Lago Miraflores.

[Figura 3a](#): Pozo de sondeo iniciado, mostrando la intrusión de los edificios de la ciudad de Guatemala en esta área.

[Figura 3b](#): El Dr. Brenner comenzando la toma de muestras en el pozo de sondeo de Kaminaljuyú, temporada 1999.

[Figura 3c](#): Estudiante de la Universidad del Valle ayudando con el muestreo, temporada 2000.

[Figura 3d](#): Primer plano del pozo de sondeo de donde se tomaron las muestras.

[Figura 4a](#): Investigaciones en el Lago Amatitlán. Vista del lago.

[Figura 4b](#): Sacanúcleos utilizado por Brenner & Curtis para extraer muestras del Lago Amatitlán.

[Figura 5](#): Mapa de Guatemala y del Lago Amatitlán. (a) Ubicación del valle de Guatemala y del Lago Amatitlán. (b) Ubicación de la ciudad de Guatemala y del Lago Amatitlán (área sombreada). (c) Plano con una vista del Lago Amatitlán, copiado de una porción del mapa del área perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (1:50.000). El plano muestra aproximadamente los contornos del lago y la ubicación de las estaciones que se usaron para las secciones de los sondajes verticales.

Referencias Citadas

Barrientos Q., Tomás José

1997 Desarrollo Evolutivo del Sistema de Canales Hidráulicos en Kaminaljuyú. Tesis, Universidad del Valle de Guatemala.

Brenner, Mark

1994 Lakes Salpeten and Quexil, Petén, Guatemala, Central America. *Global geological record of lake basins*, vol. 1, editado por E. Gierlowski-Kordesch y K. Kelts. Cambridge University Press.

- Curtis, Jason H., David A. Hodell y Mark Brenner
 1996 Climate Variability on the Yucatán Peninsula (México) during the past 3500 years, and implications for Maya cultural evolution. *Quaternary Research* 46:37-47.
- Curtis, Jason H., Mark Brenner, David A. Hodell, Richard A. Balsler, Gerald A. Islebe, y Henry Hooghiemstra
 1998 A multi-proxy study of Holocene environmental change in the Maya Lowlands of Petén, Guatemala. *Journal of Paleolimnology* 19:139-159.
- Folan, William J., Joel Gunn, Jack D. Eaton, y Robert W. Patch
 1983 Paleoclimatological patterning in southern Mesoamerica. *Journal of Field Archaeology*, vol. 10, 4:453-468.
- Gunn, Joel D. y William J. Folan
 1995 Tres Ríos, una superficie de impacto climático global interregional para las Tierras Bajas de los mayas del suroeste (la Cuenca de los Ríos Candelaria, Usumacinta y Champotón). *Los Investigadores de la Cultura Maya*, 4:58-78.
- Gunn, Joel D., William J. Folan, y Hubert R. Robichaux
 1995 A landscape analysis of the Candelaria watershed in México: insights into paleoclimates affecting upland horticulture in the southern Yucatán Peninsula semi-karst. *Geoarchaeology: An International Journal*, vol. 10, 1:3-42.
- Hodell, David A., Jason H. Curtis, y Mark Brenner
 1995 Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. *Nature*, vol. 375:391-394.
- Islebe, Gerald A., Henry Hooghiemstra, Mark Brenner, Jason H. Curtis, y David A. Hodell
 1996 A Holocene vegetation history from lowland Guatemala. *The Holocene* 6, 3:265-271.
- Leyden, Barbara W., Mark Brenner, David A. Hodell, y Jason H. Curtis
 1993 Late Pleistocene climate in the Central American lowlands. En "Climate change in continental isotopic records", *Geophysical Monograph* 78.
- Leyden, Barbara W., Mark Brenner, Tom Whitmore, Jason H. Curtis, Dolores R. Piperno, y Bruce H. Dahlin
 1996 "A record of long- and short-term climatic variation from northwest Yucatán: Cenote San José Chulchacá". *The managed mosaic: ancient agriculture and resource use*, editado por Scott L. Fedick. University of Utah Press.

- Leyden, Barbara W., Mark Brenner y Bruce H. Dahlin
1998 Cultural and climatic history of Cobá, a lowland Maya city in Quintana Roo, México. *Quaternary Research* 49:111-122.
- Michels, Joseph W.
1979a *The Kaminaljuyú Chiefdom*. Monograph Series on Kaminaljuyú, Pennsylvania State University Press.

1979b *Settlement pattern excavations at Kaminaljuyú, Guatemala*. Monograph Series on Kaminaljuyú, Pennsylvania State University Press.
- Popenoe de Hatch, Marion
1997 *Kaminaljuyú/San Jorge: evidencia arqueológica de la actividad económica en el Valle de Guatemala 300 a.C. a 300 d.C.* Universidad del Valle de Guatemala.
- Tsukada, Matsuo y Edward S. Deevey (hijo)
1967 Pollen analyses from four lakes in the southern Maya area of Guatemala and El Salvador. *Quaternary Paleoecology*, editado por E. J. Cushing y H. E. Wright (hijo). Yale University Press.