



---

24.

**DEL PRECLÁSICO AL POSTCLÁSICO:  
DATOS AMBIENTALES DEL LAGO DE AMATITLÁN**

---

*Jon C. Lohse, Karla Cardona, Tom Williams, Victoria Smith,  
Jason Curtis, Mark Brenner y Molly Morgan*

XXVIII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES  
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA  
14 AL 18 DE JULIO DE 2014

EDITORES  
BÁRBARA ARROYO  
LUIS MÉNDEZ SALINAS  
LORENA PAIZ

---

REFERENCIA:

Lohse, Jon C.; Karla Cardona, Tom Williams, Victoria Smith, Jason Curtis, Mark Brenner y Molly Morgan  
2015 Del Preclásico al Postclásico: datos ambientales del Lago de Amatitlán. En *XXVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2014* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y L. Paiz), pp. 307-316. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

# DEL PRECLÁSICO AL POSTCLÁSICO: DATOS AMBIENTALES DEL LAGO DE AMATITLÁN

*Jon C. Lohse  
Karla Cardona  
Tom Williams  
Victoria Smith  
Jason Curtis  
Mark Brenner  
Molly Morgan*

## PALABRAS CLAVE

Altiplano, Lago del Amatitlán, Reconstrucción Ambientales, Preclásico al Postclásico.

## ABSTRACT

*We present an environmental history of the eastern Highlands based on a sediment core taken from Lake Amatitlan. Elemental data, measured by portable X-Ray Florescence, and magnetic susceptibility help characterize the depositional and environmental history of the lake basin. Electron microprobe analysis of a number of tephra samples indicates the history of regional volcanism. This record begins around 700 B.C. and lasts until after A.D. 1200. The Ilopango eruption in El Salvador is visible in this record. However, volcanic events in the Preclassic, Late Classic, and Post Classic are relatively minor in comparison. Nevertheless, they likely contributed to the regional political instability for these periods.*

En el año 2012, un núcleo de sedimento fue tomado del Lago de Amatitlán para así obtener un registro del cambio ambiental para las regiones del Altiplano y la Costa del Pacífico (Fig.1). Durante las últimas tres décadas muchas investigaciones del área Maya han reconstruido aspectos de la historia ambiental, incluyendo cambios climáticos y sus efecto en las ciudades Mayas y comunidades agrícolas. Mucho de este trabajo se ha enfocado en registros de sedimento tomado de los lagos de Yucatán, Belice y Petén, Guatemala (Brenner *et al.* 2002). Estudios recientes de los depósitos de cuevas también proveen modelos de alta resolución para sequías e impactos en los Mayas del Preclásico y Clásico (Kennett *et al.* 2012).

Pocos registros comparables existen para el Altiplano o Costa del Pacífico. Marion Popenoe de Hatch y sus colegas analizaron los sedimentos secos de lo que era el Lago Miraflores (Popenoe de Hatch *et al.* 2002). Hector Neff y sus colegas (Neff *et al.* 2006) tomaron muestras en una serie de lagunas costeras y estuarios cerca de México, y María Vélez y sus colegas (Vélez *et*

*al.* 2012) reportaron los resultados de análisis del Lago de Amatitlán. Juntos, estos registros empiezan a indicar patrones ambientales regionales, algunos de los cuales también fueron experimentados a lo largo de otras partes de Mesoamérica. Más allá de estos estudios, no existen registros sustantivos o bien fechados para ayudar a los arqueólogos en la reconstrucción de aspectos del ambiente Precolombino o para comprender como esto pudo contribuir al desarrollo de o interrupción de los desarrollos sociales Mayas y la historia cultural. En estas regiones, el cambio climático incluyendo la sequía (Popenoe de Hatch 2002, Popenoe de Hatch *et al.* 2002) y también la actividad volcánica (Dull *et al.* 2001; Merhinger *et al.* 2005), posiblemente jugaron papeles importantes en el surgimiento y declive de centros políticos y redes inter-regionales (Sharer 1978; Sheets 1983).

## EL ÁREA DE ESTUDIO

El Lago de Amatitlán es apropiado para este estudio porque a diferencia de la mayor parte de los lagos del

Altiplano, es relativamente bajo (profundidad máxima de 33 m) y su fondo relativamente plano (Wunderman y Rose 1984). Esto significa que los sedimentos que se erosionan hacia la cuenca desde los valles circundantes o la ceniza que entra al lago como partículas volátiles y posiblemente son depositadas en estratos horizontales relativamente uniformes y sin perturbación (Tsukada y Deevey 1967).

El Lago de Amatitlán ha sido estudiado anteriormente. Tsukada y Deevey (1967) hicieron un núcleo del lago y reportaron depósitos estratificados y polen de maíz. En el año 2000, Mark Brenner y sus colegas, tomaron un núcleo del lago para proveer un registro ambiental para el Altiplano de Guatemala (Vélez *et al.* 2011). Ellos reportaron una variedad de datos incluyendo la susceptibilidad magnética, polen, diatomeas, carbón total y nitrógeno, e isótopos estables de nitrógeno ( $^{15}\text{N}$ ). Este estudio, que abarca ca. 750 AC hasta después 1200 DC, es el más importante registro ambiental en la región.

#### ESTUDIO DE 2012

Lohse *et al.* (2012) regresaron al Lago de Amatitlán para extraer un núcleo más extenso que el núcleo de 2000, reportado por Vélez *et al.* (2011). El propósito de esta nueva visita fue buscar evidencia de las ocupaciones del Formativo Temprano y Arcaico. Los núcleos fueron hechos en tres sitios dentro del lago y solamente uno, en la esquina noroeste del lago (Núcleo 1) extrajo algo de sedimento. Esta era la misma área previamente investigada por Brenner y otros.

El Núcleo 1 se extendió a una profundidad de 544 cm y fue recolectado en secciones de 1 m. Debido a la profundidad de la interface de agua con lodo, el registro real de sedimento inició a los 100 cm. Los análisis se enfocaron en correlacionar este núcleo con la secuencia temprana y en compilar evidencia para los cambios ambientales, incluyendo volcanismo que no haya sido claramente notado por Vélez *et al.* (2011). Los análisis incluyeron la susceptibilidad magnética (MS) y densidad, análisis de elementos utilizando un aparato de fluorescencia de rayos-X portátil (pXRF) y análisis con micro-sonda de electrones en algunas muestras *tephra*. Primero, la comparación de los picos de MS contra los del núcleo anterior permite la extrapolación del modelo de edad reportado por Vélez *et al.* (2011). Estos núcleos fueron tomados en la misma área general del lago y sus registros son esencialmente duplicables. La segunda manera de control temporal es la presencia de

*tephra* Tierra Blanca Joven (TBJ) del volcán Ilopango en El Salvador. Esta masiva erupción fue fechada para aproximadamente el 535 DC (Dull *et al.* 2010).

Los valores de MS y densidad fueron medidos en intervalos de 1 cm en la Universidad de Florida. Los incrementos en MS pueden reflejar erosión de sedimentos desde el parteaguas de alrededor (Lowe y Walker 1997) y también, en algunos casos, las erupciones volcánicas. Los valores elevados sostenidos de MS pueden identificar periodos de transporte de suelos ricos en ceniza al lago, mientras que los valores bajos de MS pueden indicar periodos de menor actividad volcánica y/o erosión reducida hacia el lago. La densidad, en su mayor parte, es similar al MS; pero también puede indicar sedimentos pesados y más compactos.

En los Estados Unidos, el núcleo fue muestreado en intervalos de 5 cm para el análisis de elementos utilizando el pXRF. Esta técnica puede identificar hasta 30 elementos mayores y menores. Las muestras fueron homogenizadas y secadas al aire por 48 horas, antes del escaneo. Se enfocó en cinco elementos particulares que representan diferentes aspectos de eventos y procesos naturales, culturales y volcánicos. Estos incluyen potasio (K), rubidio (Rb), zirconio (Zr), fósforo (P) y sulfuro (S). El K provee una buena indicación del evento del Ilopango, mientras que el Rb y Zr sirven como buenos indicadores de aportaciones volcánicas (v.g., Dexler *et al.* 1980) y/o terrestres de fuentes cercanas o regionales. Comúnmente, y en el área Maya el P es visto como un factor limitante para la productividad del suelo (Turner 2010). Por consiguiente, valores altos de P sugieren intensificación agrícola. Aunque, el sulfuro (S) gaseoso es común en erupciones volcánicas, estos valores reflejan actividad cultural en la cuenca de Amatitlán como resultado de la quema y tala del bosque. En este estudio, los datos de elementos no reflejan eventos individuales. En la mayor parte de casos, estos proveen indicaciones generales de cambios ambientales o culturales.

Muestras específicamente relacionadas con eventos volcánicos fueron recolectadas de forma no sistemática con base en la decoloración y textura del sedimento. Cada sección del núcleo fue abierta e inspeccionada visualmente para observar las capas de ceniza color gris. Las muestras fueron tomadas de muchos, pero no todas las capas de ceniza. Muchas capas de ceniza eran tan poco visibles que para tomar la muestra fue necesario incluir materiales extraños. Los estratos consistentes en escoria de grano burdo también fueron considerados. La escoria puede representar el primer material *tephra* sacado en las erupciones volcánicas, aún cuando los

vientos prevalecientes llevaran pequeños penachos de ceniza lejos del lago (v.g., Kitamura y Matias 1995). En algunos casos, los eventos volcánicos son sugeridos por los picos en MS y la densidad (cf. Vélez *et al.* 2011); a la vez, estos pueden o no contener los correspondientes elementos indicativos. Todas las muestras de *tephra* fueron analizadas con la micro-sonda de electrones en el Laboratorio de Investigación Arqueológica de la Universidad de Oxford. Esta técnica identifica las fuentes volcánicas al caracterizar la composición química de las esquiras microscópicas de vidrio que ocurren en la *tephra* de ceniza.

La identificación precisa de la fuente de las erupciones volcánicas puede ser difícil. En casos como la *tephra* TBJ del Ilopango (Dull *et al.* 2001; Merhinger *et al.* 2005), las firmas químicas de la ceniza son claramente definidas. Sin embargo, las firmas para muchos de los volcanes guatemaltecos cerca del Lago Amatitlán, incluyendo Pacaya, Agua, Fuego y hasta el Atilán, son muy similares y no es siempre posible identificar la ceniza de un evento de la de otros.

En este estudio se identificaron los *tephras* hasta su fuente o posibles fuentes con base en el *alkali-silica* total (TAS). Este método es comúnmente utilizado para la clasificación de rocas volcánicas con base en la cantidad de sodio más potasio ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  por volumen de peso) contra el sílice ( $\text{SiO}_2$  por volumen de peso). Debido a la geología de la roca madre regional en la cuenca de Amatitlán consiste generalmente en riolitas silíceas (Wunderman y Rose 1984), mientras que las *tephras* expulsadas (ceniza y escoria) de los volcanes en esta región consisten típicamente de basalto y andesitas de basalto.

## RESULTADOS

Seis zonas fueron definidas en el Núcleo 1 (Fig.2, Fig.3). Cada zona refleja los periodos ambientales como son caracterizados por indicadores de deposición, volcánicos y/o de ocupación. Todas las edades asignadas a estas zonas son consideradas como aproximaciones. A continuación se resume cada zona, seguido de una discusión de la evidencia para la ocupación, historia, cambios ambientales y volcanismo.

### Zona 1

La Zona 1 inicia en el fondo (544 cm) y se extiende aproximadamente a los 500 cm. Esta zona fecha de ca. 750-270 AC. Los picos altos en los valores de MS y

densidad caracterizan la parte baja de esta zona. Ambos decrecen continuamente al ir hacia arriba, desde el fondo. Los elementos K y P muestran pequeños picos cerca del fondo, mientras que S, Rb y Zr incrementan un poco. La sedimentación en la parte más baja de la Zona 1 indica periodos intermitentes de deposición rápida y de alta energía dentro de la cuenca del lago, caracterizados por dos unidades de partículas del tamaño de arena separadas por una fina capa de marga arenosa a los 539 cm. Vélez *et al.* (2011) concluyeron que este depósito podía representar el fondo original del lago. Alternativamente, estos depósitos arenosos pueden representar periodos de erosión extrema desde las colinas circundantes y tal vez están asociados con la etapa temprana de la limpieza del bosque. Los sedimentos cambian abruptamente a los 531 cm a marga arenosa y luego a los 520 cm a marga arcillosa.

Cinco muestras de *tephra* (AM 19-23) fueron tomadas de esta zona. Tres de estas (AM 19, 22 y 23) se igualan a la firma química de los volcanes cercanos (Fig.3). AM 21 no es un buen partido para volcanes locales y la muestra AM 20 tiene dos grupos, uno (AM 20a), como AM 21, parecido a las firmas volcanes no locales y el otro (AM 20b) similar a la ceniza volcánica local. Las dos muestras inferiores fueron tomadas de la matriz arenosa al fondo del núcleo y contienen ceniza volcánica que posiblemente está mezclada con sedimentos terrestres. Dada la química, la ceniza de muestras AM 20 y 21a parecen mixtos con sedimentos geológicos, y es difícil de reconocer un evento volcánico. La AM 19 probablemente representa una erupción mínima.

Los datos de polen reportados por Vélez *et al.* (2011) muestran una reducción de la cobertura vegetal, hasta aproximadamente el 360 AC, lo que indica el incremento de actividades agrícolas. En general, la Zona 1 representa un ambiente muy dinámico.

### Zona 2

La Zona 2 se extiende de los 500 a los 438 cm y fecha para ca. 270 AC al 100 DC. Tanto los valores de MS como de densidad son relativamente bajos y solo muestran pocas fluctuaciones. Los elementos que indican actividad cultural (P y S) incrementan levemente a comparación de la zona anterior y ambos elementos tienen picos hacia la parte alta de esta zona. Esto puede representar un pequeño retraso en la erosión de estos elementos hacia la cuenca desde el siguiente periodo, ya que los datos de polen reportados por Vélez *et al.* (2011) muestran que las prácticas agrícolas decrecieron

hacia el 100 AC. Por ejemplo, el *Zea mays*, es casi inexistente alrededor de este tiempo indicando poblaciones bajas (Vélez *et al.* 2011: Fig.6). El Rb y Zr permanecen vagos. El bajo índice de deposición junto con los valores bajos de MS indican una escorrentía reducida hacia la cuenca desde las colinas circundantes y, Vélez *et al.* (2011: Fig.7) observan que el Lago de Amatitlán se está secando a lo largo de este periodo. La sedimentación hacia la cuenca del lago parece ser menos interrumpida que la de la zona anterior.

Un número de capas débiles de ceniza blanca grisácea son claramente visibles en la Zona 2. Ninguna de estas fue muestreada, pero estas capas reflejan una rápida serie de eventos volcánicos de baja intensidad. Estos depósitos de ceniza son lo suficientemente vagos que no aparecen en el registro MS, pero algunos pueden estar asociados con pequeños picos en el K, Zr y Rb, como a los 465-466 cm. Parece que ninguno de los eventos volcánicos de esta zona fue catastrófico. Sin embargo, combinados con una sequía regional, estos pudieron influenciar la despoblación de la cuenca de Amatitlán para esta época. Este periodo corresponde al crecimiento de Kaminaljuyu como uno de los mayores centros políticos del área Maya.

### Zona 3

La Zona 3 comienza a los 438 cm y se extiende hasta los 362 cm. Esta fecha para ca. 100-750 DC. Cuatro muestras de *tephra* (AM 15-18) fueron tomadas y corresponden a los picos de datos MS y/o a los depósitos visibles de ceniza. La parte baja de la Zona 3 tiene una prominente plataforma de MS alrededor del 438-400 cm. Los incrementos de MS probablemente se deben a la erosión retardada de ceniza que fue depositada en el periodo anterior. Los sedimentos en esta parte del núcleo consisten en marca arcillosa, lo que indica condiciones de baja energía. El polen de maíz reaparece después del 100 DC (Vélez *et al.* 2011: Fig.6) sugiriendo que, alrededor de ésta época, las poblaciones regionales empezaron a recuperarse.

Los elementos que indican actividades culturales (S y P) llegan a sus valores sostenidos más bajos en la parte temprana de esta zona y para todo el núcleo. Los indicadores de contribuciones terrestres y/o de origen volcánico (Zr y Rb) incrementan por el final de la Zona 2 y llegan a su segundo pico más alto de todo el núcleo durante esta época. La tendencia en los datos de elementos refleja cambios del periodo anterior, despoblación regional y volcanismo activo, lo que se

interpreta que entró al lago por erosión después de la deposición inicial.

Dos muestras de *tephra*, AM 17 (401-403 cm) y AM 18 (404-408 cm) fueron tomadas de esta parte de la Zona 3. Ambas consistieron de sedimentos burdos, en lugar de ceniza gris. La de AM 17 corresponde a cenizas no locales, y desconocidas. Cronológicamente, el evento de AM 18 podría representar la escoria de El Pacaya-El Patrocinio 1 (Pc-Pt1) que provino del Pacaya (Kitamura y Matías 1995). El modelo bayesiano de la fecha de radiocarbono para Pc-Pt1 presentada por Kitamura y Matías (1995: Tabla 1), junto al TBJ fechado para el 535 DC, indican que este evento pudo haber ocurrido justo después del 513 DC.

Dos eventos mayores caracterizan la parte superior de la Zona 3. Uno ocurre alrededor de los 390 cm y el otro alrededor de los 370 cm. El primero es una capa de ceniza blanca distintiva muestreada como AM 16 que el análisis con micro-sonda identifica como la *tephra* TBJ del Ilopango (Dull *et al.* 2010; Merhinger *et al.* 2005). Esta ceniza provee un importante control temporal para el núcleo. Químicamente, este evento es el más pronunciado en K y también se asocia con picos discernibles de Rb y Zr. El segundo evento está marcado por un pico más pronunciado de MS, pero significativamente menores picos de Rb y Zr, y el K son apenas perceptible. Este evento, muestreado por AM 15, se caracteriza por dos capas arenosas separadas por una marga arenosa. Químicamente, AM 15 se compara con la firma de AM 16, y probablemente es un poco de la *tephra* del evento anterior. Con base en las características de sedimento y datos de elementos, este depósito puede representar un par de eventos de inundación muy cercanos que resultaron de erosión de alta energía hacia el fondo del lago. Estos eventos pudieron ocurrir antes del 750 DC. Los indicadores químicos de presencia cultural estaban incrementando en ésta época, lo que indica la recuperación de la población junto a la intensificación agrícola en el área.

### Zona 4

Inicia a 362 cm y se extiende a los 298 cm, fecha del 750-1000 DC. Los datos de diatomeas reportados por Vélez *et al.* (2011: Fig.5) indican que los niveles del lago empezaron a declinar hacia el final de este periodo, mostrando un incremento en las condiciones áridas. La evidencia de polen para agricultura también declina al final de este periodo. Elementalmente, esta zona se caracteriza por incrementos pronunciados en los indica-

dores de actividad cultural (S y P) que probablemente reflejan la erosión retardada de los suelos enriquecidos del periodo anterior. Las firmas para aportaciones volcánicas y/o terrestres (Rb y Zr) empiezan a declinar desde la zona anterior.

Cuatro muestras de *tephra* (AM 11-14) fueron recolectadas. Las AM 11 y AM 12 fueron colectadas como un par de muestras del pico MS en 305-308 cm, caracterizado por un depósito de escoria (AM 12) inmediatamente debajo de ceniza (AM 11). Se creía que esta secuencia estaba relacionada con una sola erupción, con escoria depositada primero y luego ceniza. La muestra de ceniza (AM 11) es cercana a la de volcanes locales, incluyendo al Pacaya. La muestra AM 13 no contenía vidrio y la AM 14 no corresponde con volcánicas locales. En general, este periodo parece que fue de mínima actividad volcánica.

### Zona 5

Esta va del 298-200 cm y fecha aproximada del 1000-1375 DC. La MS y densidad tienen picos largos ca. de los 240 cm y luego a los 200 cm. Están presentes picos más cortos, son consistentes con AM 16 (asociado con TBJ) que pueden indicar eventos volcánicos. Los indicadores químicos de actividad cultural están a sus niveles más altos de todo el núcleo, mientras que los de Zr y Rb se aproximan a sus niveles más bajos. Sin embargo, los datos de polen y diatomeas reportados por Vélez *et al.* (2011) indican una despoblación regional e incremento de las condiciones áridas. Por consiguiente, se interpretan los datos de los elementos como reflejo de cambios demográficos de la parte temprana del periodo, específicamente los incrementos de población del Clásico Tardío en la cuenca del Lago de Amatitlán (Murphy 1996). Indicaciones indirectas de actividad volcánica (K, Zr y Rb) no parecen correlacionarse con alguno de los dos picos pronunciados de MS.

Siete muestras *tephra* (AM 4-10) fueron recolectadas de esta zona. Muchas de las muestras fueron tomadas de los picos menores de MS. Es más, todas fueron tomadas de los depósitos de escoria y todas las muestras se equiparan a las fuentes volcánicas locales. Kitamura y Matías (1995) reportan una serie de erupciones del Pacaya que ocurrieron durante esta época. Al igual que en la Zona 2, el periodo de ca. 1000-1375 DC parece haber tenido una relativamente frecuente actividad volcánica local.

### Zona 6

La zona superior va aproximadamente de los 200 a los 100 cm, cubriendo la secuencia de deposición del periodo Postclásico Tardío al moderno. La precisión temporal de esta parte del núcleo es mala, ya que la fecha superior reportada por Vélez *et al.* (2011) ocurre en la Zona 5 (240 cm) y la Zona 6 no está fechada en lo absoluto. Sin embargo, Vélez *et al.* (2011) notan que los niveles del lago incrementaron en este tiempo que sugiere que las anteriores sequías fueron de alguna manera reducidas.

Esta zona es difícil de interpretar como resultado del pobre control temporal. Los indicadores culturales siguen declinando, reflejando tendencias que ocurrieron durante el periodo anterior; mientras que, las indicaciones indirectas de aportaciones terrestres y/o volcánicas siguen incrementando. Una débil capa de ceniza y un modesto pico de MS están a 165 cm indicando un evento volcánico. Esta profundidad también se equipara a los picos en K, Rb y Zr. Este es el pico más pronunciado en K desde la capa TBJ que también se caracteriza por incrementos de Zr y Rb. Las muestras *tephra* AM 2 y AM 3 fueron tomadas debajo de este evento y ambas son comparables con las firmas volcánicas regionales.

## DISCUSIÓN

El registro ambiental reconstruido de los núcleos de sedimento tomados del Lago de Amatitlán provee el récord más detallado de cambio climático y volcanismo disponible, a la fecha, para el Altiplano. Aunque la datación del registro es imprecisa, algunas tendencias están claras. Muchas de estas pueden correlacionarse con procesos climáticos y eventos que han sido documentados en otras partes.

### Sequía

En relación al clima, la evidencia de la Zona 3 sugiere fuertemente que la sequía regional hacia finales del último siglo AC fue reducida para el 100 DC. Popenoe de Hatch (2002; Popenoe de Hatch *et al.* 2002) y Vélez *et al.* (2011) sugieren que el Lago Miraflores se secó alrededor de esta época siguiendo un creciente periodo de sequedad observado en el Lago de Amatitlán. Este periodo corresponde con la sequía extrema notada en otras partes del área Maya. Dahlin (1983) fue el primero en reportar la evidencia de sequía y abandono

en El Mirador. Neff *et al.* (2006) describe este como un periodo seco en la Costa del Pacífico. Utilizando registros de depósitos en cuevas, Kennett *et al.* (2012) muestra que el periodo alrededor del 200 DC fue uno de los tres más largos y con intensas sequías durante los últimos 2000 años en el sur de Belice. Mientras que, para el Centro de México, Lachinet *et al.* (2012) muestra que el periodo que termina en el primer siglo DC fue el de sequías más intensas en los últimos 2500 años. También utilizando depósitos de cuevas, Bernal *et al.* (2011) indica que el periodo justo antes de hace 2000 años fue el más seco de los últimos 7000 años en el sur-centro de México. Nuestra evidencia apoya esta tendencia y sugiere que el último siglo AC fue uno de condiciones extremadamente secas para el Altiplano y la Costa del Pacífico.

Este estudio no provee evidencia para las sequías del Clásico Tardío y Terminal, las cuales han sido ampliamente reportadas a todo lo largo de las Tierras Bajas Mayas (Curtis *et al.* 1996; Hodell *et al.* 1995). Sin embargo, con base en los datos de polen y diatomeas, Vélez *et al.* (2011) describen el periodo del 900-1350 DC como de sequía para el Lago de Amatitlán. Es posible que la combinación del incremento de población y actividad agrícola en la cuenca de Amatitlán, justo antes de esta fecha, sea responsable por los incrementos de elementos indicativos de actividad cultural.

## Volcanismo

Nuestro registro indica dos periodos generales de erupciones volcánicas frecuentes pero relativamente menores. Este patrón sigue los ciclos de actividad y reposo discutidos por Kitamura y Matías (1995) para el Pacaya, pero también pueden aplicar, como un todo, a la cadena volcánica de Guatemala. Para las primeras fechas de ca. 270 AC al 100 DC (Zona 2), ninguna de las capas de ceniza son extensas, pero este periodo también corresponde con sequía intensiva y en aumento. Es posible que la actividad volcánica junto con la intensa sequía haya afectado negativamente a las poblaciones regionales durante el periodo Formativo Tardío. En respuesta a estas condiciones, las poblaciones rurales aparentemente migraron a centros urbanos, incluyendo Kaminaljuyu, contribuyendo a un periodo de sofisticación sociopolítica. Michael Love (2011:10) describe este periodo como “el tiempo de la mayor complejidad social y éxito cultural dentro del área sur”. El registro del Lago de Amatitlán documenta un ambiente en deterioro, un factor que pudo contribuir a este rápido crecimiento urbano.

El segundo periodo de frecuente actividad volcánica fecha de ca. 1000-1375 DC (Zona 5). Vélez *et al.* (2011) reportan eventos volcánicos cerca del 989 DC y en el 1225 DC. Estos eventos probablemente corresponden a las muestras AM 12 y AM 9, respectivamente. Aunque ninguno de estos eventos parece haber sido catastrófico, como en el Formativo Tardío, pudieron combinarse con sequía para contribuir a la inestabilidad de la población a lo largo de la región (Murdy 1996). A diferencia del Formativo Tardío, los centros urbanos no lograron responder a estos cambios ambientales y el paisaje político para este tiempo era fragmentario y descentralizado (Michels 1979). Un claro contraste con el Formativo Tardío.

Aparte de estos dos periodos de actividad frecuente, eventos individuales fueron registrados en las Zonas 3, 4 y 6. Utilizando un modelo bayesiano, la erupción del Ilopango pudo venir un par de décadas después de una temprana del Pacaya (AM 18). Aunque un evento volcánico de alrededor de este tiempo interrumpió la construcción de la Acrópolis de Kaminaljuyu (Houston *et al.* 2003:61), no es claro si cualquiera de estos eventos afectó las poblaciones en Amatitlán. Otro evento individual que hay que notar fue la erupción un poco antes del 1000 DC (AM 12), la cual pudo provenir del Pacaya u otra fuente local. Este evento ocurrió durante un periodo de intensa sequía y muy probablemente habría contribuido a las pobres condiciones ambientales.

## CONCLUSIONES

El registro de volcanismo en el Altiplano de Guatemala que es presentado aquí requiere confirmación y datación más segura. Sin embargo, la región parece que no padeció de un evento volcánico que se considere catastrófico (Sheets 2008) durante el periodo Precolombino. No obstante, el volcanismo a veces combinado con sequía fue posiblemente un factor influyente en las historias políticas del Altiplano. El Formativo Tardío fue un periodo de centralización política regional. El registro de volcanismo constante, pero de baja intensidad, junto a la sequía pudo ocasionar migraciones a centros urbanos como Kaminaljuyu. La recuperación de sequías del Formativo Tardío parece que fue un proceso lento y el registro del volcanismo de los siglos quinto y sexto pudo afectar negativamente esta recuperación. La erupción del Ilopango está bien documentada para el 535 DC y las del Pacaya (o cualquier otro evento local) esta mostrada que ocurrió unas cuantas décadas antes a este evento. La mayor parte del Clásico Tardío estuvo libre

de eventos volcánicos. Sin embargo, para el Siglo XX la sequía fue exacerbada por un evento volcánico fuerte. Otro periodo de prolongado volcanismo ocurrió durante la mayor parte del Postclásico Temprano, una época de alta fragmentación del paisaje político del Altiplano.

## REFERENCIAS

- BRENNER, M.; M. F. Rosenmeier, D. A. Hodell y J. H. Curtis  
2002 Paleolimnology of the Maya Lowlands. *Ancient Mesoamerica* 13:141-157.
- CURTIS, Jason H., David A. Hodell y Mark Brenner  
1996 Climate Variability on the Yucatan Peninsula (Mexico) during the last 3500 years, and the Implications for Maya Cultural Evolution. *Quaternary Research* 46:37-47.
- DAHLIN, Bruce H.  
1983 Climate and Prehistory on the Yucatan Peninsula. *Climatic Change* 5:245-263.
- DEXLER, John W.; W. I. Rose, R. S. J. Sparks y M. T. Ledbetter  
1980 The Los Chocoyos Ash, Guatemala: A Major Stratigraphic Marker in Middle America and Three Ocean Basins. *Quaternary Research* 13:327-345.
- DULL, Robert A.; John R. Southon y Payson Sheets  
2001 Volcanism, Ecology, and Culture: A Reassessment of the Volcán Ilopango TBJ Eruption in the Southern Maya Realm. *Latin American Antiquity* 12:25-44.
- DULL, Robert; John Southon, Steffen Kutterolf, Armin Freundt, David Wahl y Payson Sheets  
2010 *Did the Ilopango TBJ Eruption Cause the AD 536 Event?*. Poster presented at the 2010 Fall Meeting, American Geophysical Union, San Francisco.
- HODELL, David A.; Jason H. Curtis y Mark Brenner  
1995 Possible Role of Climate in the Collapse of the Maya. *Nature* 375:391-394.
- HOUSTON, Stephen D.; Zachary Nelson, Carlos Chiriboga y Ellen Spensley  
2003 The Acropolis of Kaminaljuyu, Guatemala. Recovering a "Lost Excavation." *Mayab* 16:49-64.
- KENNETT, Douglas J.; Sebastian F. M. Breitenbach, Valorie V. Aquino, Yemane Asmerom, Jaime Awe, James U. L. Baldini, Patrick Bartlein, Brendan J. Culleton, Claire Ebert, Christopher Jazwa, Martha J. Macri, Norbert Marwan, Victor Polyak, Keith M. Prufer, Harriet E. Ridley, Harald Sodermann, Bruce Winterhalder y Gerald H. Haug  
2012 Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change. *Science* 338:788-791.
- KITAMURA, Shigeru y Otoniel Matias  
1995 *Tephra Stratigraphic Approach to the Eruptive History of Pacaya Volcano, Guatemala*. Institute of Geography, Tohoku University, Sendai, Japan.
- LACHINET, Matthew S.; Juan Pablo Bernal, Yemane Asmerom, Victor Polyak y Dolores Piperno  
2012 A 2400 Year Mesoamerican Rainfall Reconstruction Links Climate and Culture Change. *Geology* 40:259-262.
- LOHSE, Jon C.; Molly Morgan, Karla Cardona, Charles Frederick, David M. Yelacic, Mark Brenner, Jason Curtis, James E. Barrera, Antonio E. Padilla, Eduardo Bustamante, Julio Cottom y Monica Cortave  
2012 *Informe de resultados preliminares de la temporada 2011-2012 del reconocimiento geo-arqueológico de sitios paleoindios, arcaicos y del formativo temprano de la ladera occidental de Guatemala*. Reporte presentado al Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.
- LOVE, Michael  
2011 Critical Issues in the Southern Maya Region and the Late Preclassic Period. En *The Southern Maya in the Late Preclassic: The Rise and Fall of an Early Mesoamerican Civilization* (editado por Michael Love y Jonathan Kaplan), pp. 3-23. University Press of Colorado, Boulder.
- LOWE, J. J. y M. J. C. Walker  
1997 *Reconstructing Quaternary Environments*. Second edition. Longman, Essex.
- MEHRINGER, Peter J.; Jr., Andrei M. Sarna-Wojcowski, Lance K. Wollage y Payson Sheets  
2005 Age and Extent of the Ilopango TBJ *Tephra* Inferred from a Holocene Chronostratigraphic Reference Section, Lago De Yojoa, Honduras. *Quaternary Research* 63:199-205.

MICHELIS, Joseph W.

1979 *The Kaminaljuyu Chiefdom*. The Pennsylvania State University Press, State College.

MURDY, Carson N.

1996 Prehispanic Settlement and Society in the Valley of Guatemala, 1500 B.C.–A.D. 1524. En *Arqueología Mesoamericana: Homenaje a William T. Sanders* (editado por A. G. Mastache, J. R. Parsons, R. S. Santley y M. C. Serra Puche), pp. 79-107. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexico City.

NEFF, Hector; Deborah M. Pearsall, John G. Jones, Bárbara Arroyo de Pieters y Dorothy E. Freidel

2006 Climate Change and Population History in the Pacific Lowlands of Southern Mesoamerica. *Quaternary Research* 65:390-400.

POPENOE DE HATCH, Marion

2002 New Perspectives on Kaminaljuyu, Guatemala: Regional Interaction during the Preclassic and Classic Periods. En *Incidents of Archaeology in Central America and Yucatán: Essays in Honor of Edwin M. Shook* (editado por M. Love, M. Popenoe de Hatch y H. L. Escobedo), pp. 277-296. University Press of America, Inc., New York.

POPENOE DE HATCH, Marion, Erik Ponciano, Tomas Barrientos Q., Mark Brenner y Charles Ortloff

2002 Climate and Technological Innovation at Kaminaljuyu, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 13:103-114.

SHARER, Robert J.

1978 *The Prehistory of Chalchuapa, El Salvador. Volume Three: Pottery and Conclusions*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.

SHEETS, Payson

2008 Armageddon to the Garden of Eden: Explosive Volcanic Eruptions and Societal Resilience in Ancient

Middle America. En *El Niño, Catastrophism, and Culture Change in Ancient America* (editado por D. H. Sandweiss y J. Quilter), pp. 168-186. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Harvard University Press, Boston.

SHEETS, Payson D., editor

1983 *Archeology and Volcanism in Central America: The Zapotitlán Valley of El Salvador*. The University of Texas Press, Austin.

TSUKADA, Matsuo y Edward Deevey, Jr.

1967 Pollen Analysis from Four Lakes in the Southern Maya Area of Guatemala and El Salvador. En *Quaternary Paleoecology*. Volume 7 of the Proceedings of the VII Congress of the International Association for Quaternary Research Sponsored by the National Academy of Science-National Research Council (editado por E. J. Cushing y H. E. Wright), pp. 303-331. Yale University Press, New Haven.

TURNER, B. L., II

2010 Unlocking the Ancient Maya and Their Environment: Paleo-Evidence and Dating Resolution. *Geology* 38: 575-576.

VELEZ, Maria I.; Jason H. Curtis, Mark Brenner, Jaime Escobar, Barbara W. Leyden y Marion Popenoe de Hatch

2011 Environmental and Cultural Changes in Highland Guatemala Inferred from Lake Amatitlán Sediments. *Geoarchaeology: An International Journal* 26:1-19.

WUNDERMAN, Richard L. y William I. Rose.

1984 Amatitlan, an Actively Resurging Cauldron 10 KM South of Guatemala City. *Journal of Geophysical Research* 89:8525-8539.

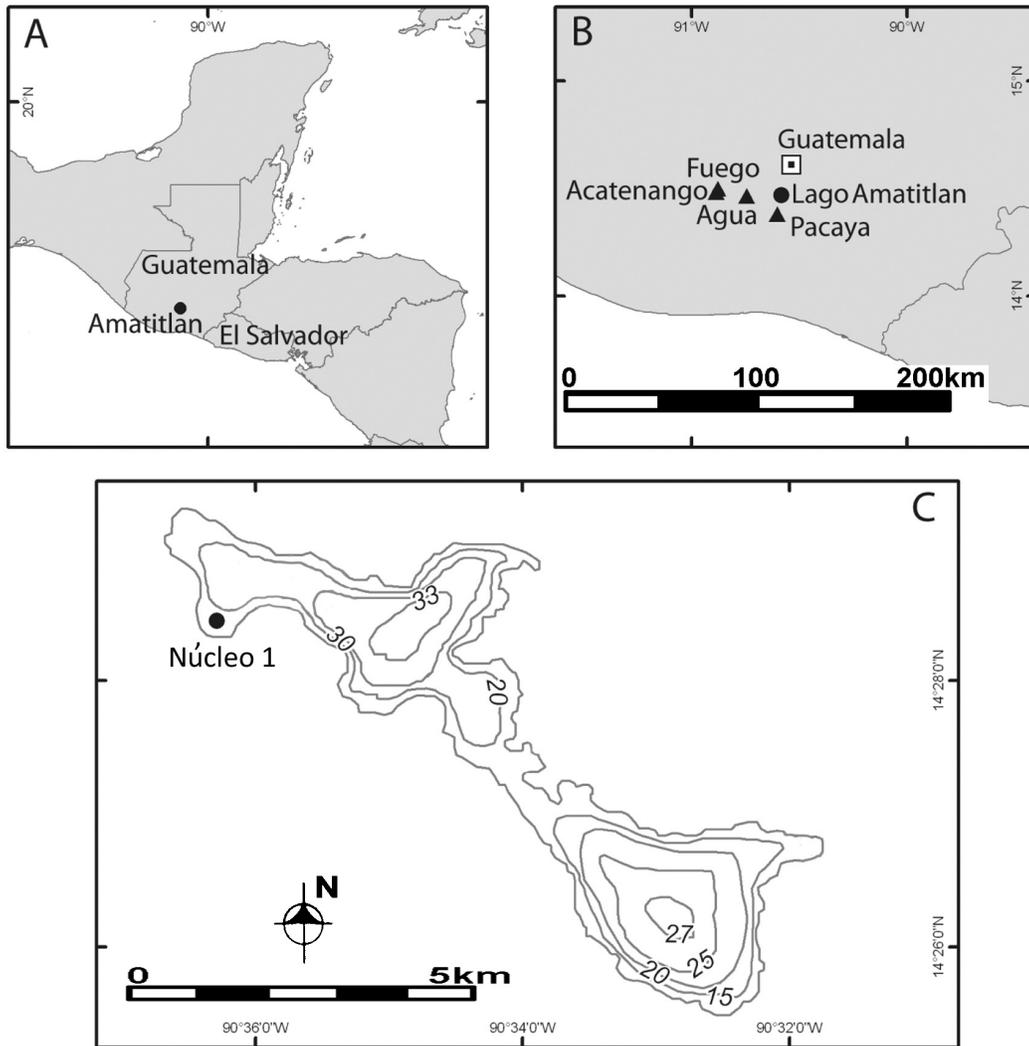


Fig.1: Mapas generales del área de Altiplano (A), volcanes cercanos (B), y el Lago de Amatitlán indicando núcleo 1 de este estudio (C).

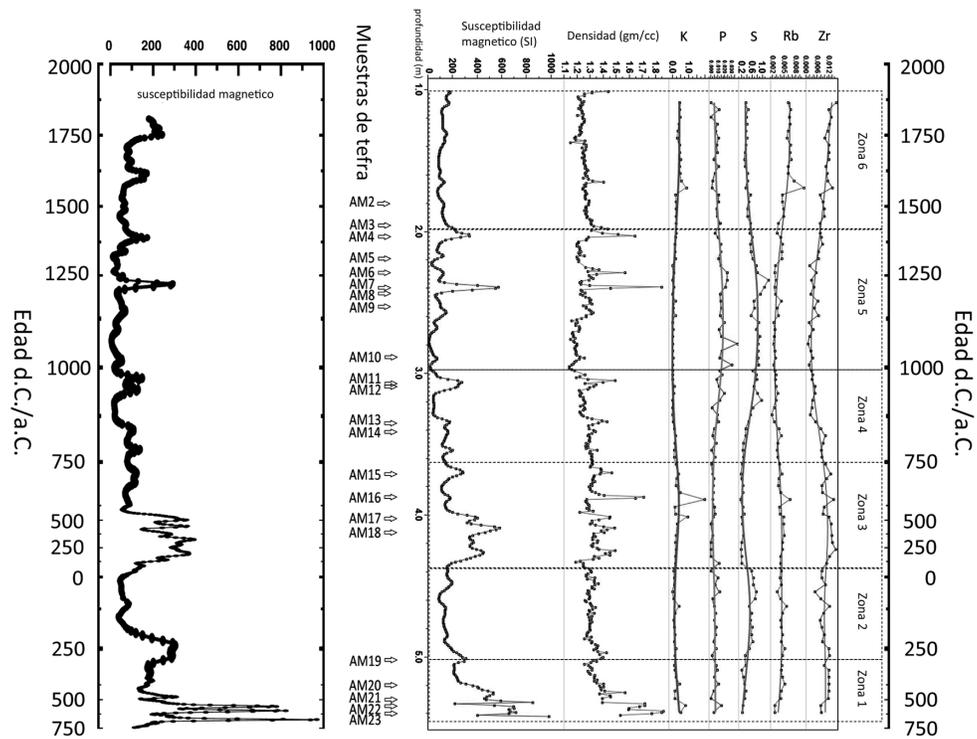


Fig.2: Resultados y muestras de tephra del núcleo 1 del Lago de Amatitlán. Susceptibilidad magnética reportada por Velez *et al.* (2011) está incluido para comparación.

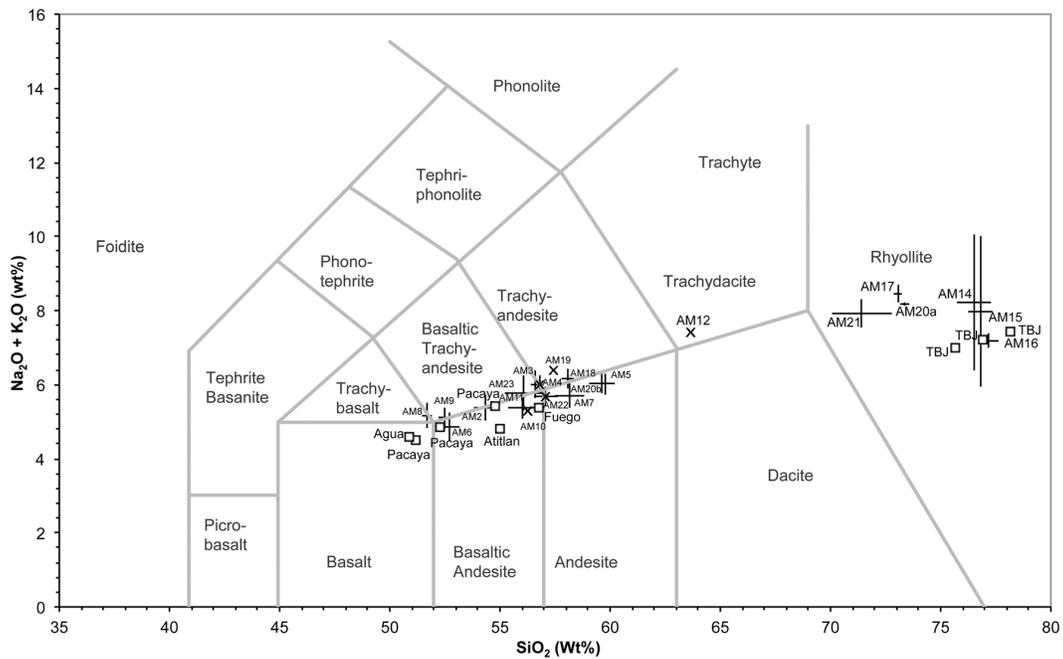


Fig.3: Comparación de muestras de tephra y fuentes regionales (indicado por cuadros), incluyendo Ilopango.