



81.

INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS
Y PALEOAMBIENTALES EN Y ALREDEDOR
DE CEIBAL, PETÉN, GUATEMALA

*Kazuo Aoyama, Hitoshi Yonenobu, Takeshi Inomata, Kazuyoshi Yamada, Hiroo Nasu,
Toshiyuki Fujiki, Yoshitsugu Shinozuka, Katsuya Gotanda y Yasuharu Hoshino*

XXVII SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
22 AL 26 DE JULIO DE 2013

EDITORES

BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS
ANDREA ROJAS

REFERENCIA:

Aoyama, Kazuo; Hitoshi Yonenobu, Takeshi Inomata, Kazuyoshi Yamada, Hiroo Nasu, Toshiyuki Fujiki, Yoshitsugu Shinozuka, Katsuya Gotanda y Yasuharu Hoshino

2014 Investigaciones arqueológicas y paleoambientales en y alrededor de Ceibal, Petén, Guatemala. En *XXVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2013* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y A. Rojas), pp. 987-995. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS Y PALEOAMBIENTALES EN Y ALREDEDOR DE CEIBAL, PETÉN, GUATEMALA

Kazuo Aoyama
Hitoshi Yonenobu
Takeshi Inomata
Kazuyoshi Yamada
Hiroo Nasu
Toshiyuki Fujiki
Yoshitsugu Shinozuka
Katsuya Gotanda
Yasuharu Hoshino

PALABRAS CLAVE

Tierras Bajas Mayas, Ceibal, organización sociopolítica, paleoambiente, sedimentos anuales laminados.

ABSTRACT

This paper discusses the results of archaeological and paleoenvironmental investigations in and around Ceibal, Petén, in order to examine diachronic changes of Maya sociopolitical organization in relation to environmental changes. In 2011 20 series of sediment core were obtained from the deepest parts of several lakes in the southwestern and central Petén. In particular, annually laminated lake sediments (varves) were confirmed from Lakes Petexbatun, Las Pozas and Quexil for the first time in the Maya area. The laboratory analysis of the samples allows us to reconstruct the high-resolution past environment and climate changes during the Preclassic and Classic periods.

INTRODUCCIÓN

En cuanto a las posibles causas del decaimiento del Clásico Maya, se han propuesto 1) incremento demográfico, 2) destrucción del medio ambiente, 3) guerra, 4) sequía, 5) cambios en las rutas de intercambio, entre otras (Turner y Sabloff 2012). El análisis de sedimentos del Lago Chichancanab en el norte de las Tierras Bajas señala sequías entre 800 y 1000 DC. (Hodell, *et al.* 1995). Las investigaciones paleoclimáticas de sedimentos marinos de la bahía de Cariaco, Venezuela, sugieren que una serie de sequías ocurrieron alrededores de 810, 860 y 910 (Haug, *et al.* 2003). No obstante, su relevancia a las lejanas Tierras Bajas Mayas no es muy clara. Las investigaciones paleoambientes en Los Lagos Petén Itza (Curtis *et al.*, 1998), Salpetén (Rossmeyer, *et al.* 2002) y Tamarindito (Dunning, *et al.*

1997) en el sur de las Tierras Bajas Mayas no muestran claras evidencias sobre sequías durante el período Clásico Terminal Kennett y sus colegas estudiaron cambios climáticos basados en el isótopo de oxígeno de estalagmita de Cueva de Yok Balum, Belice, y detectaron evidencias de sequías no solamente en el siglo 3 DC sino también en el siglo 11 después del decaimiento del Clásico Maya (Kennett, *et al.* 2012). Muchos estudiosos han cuestionado la relevancia de sequía en relación al decaimiento del Clásico Maya, debido a que mientras muchas ciudades en el sur de las Tierras Bajas Mayas, en donde hay mayor precipitación, estaban decayendo, la mayoría de ciudades en el norte de las Tierras Bajas Mayas, en donde son más secas, florecieron (Aimers y Hodell 2011).

La presente ponencia discute los resultados de investigaciones arqueológicas y paleoambientales en y alrededor de Ceibal, Petén, en el sur de las Tierras Bajas Mayas con el fin de examinar los cambios diacrónicos de la organización sociopolítica Maya en relación a los cambios ambientales. Es indispensable sacar datos paleoambientales con una cronología refinada cerca de los sitios arqueológicos estudiados para reconstruir el alto grado de resolución del pasado ambiental y el cambio climático. En el año 2011 los investigadores de la presente ponencia obtuvieron veinte series de núcleos de sedimento de las partes más profundas de varios lagos del suroeste y centro de Petén. Especialmente, se confirmaron por primera vez en el área Maya los sedimentos anuales laminados no solamente en los lagos de Petexbatun y Las Pozas cerca de Ceibal en el suroeste de Petén sino también en el Lago de Quexil en el centro de Petén. Los análisis de laboratorio de dichas muestras nos permiten reconstruir el alto grado de resolución del pasado ambiental y el cambio climático durante los periodos Preclásico y Clásico.

INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN CEIBAL

Después de las investigaciones arqueológicas en Ceibal por la Universidad de Harvard en los 60s (Sabloff 1975; Smith 1982; Tourtellot 1988; Willey 1990), las investigaciones del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun en Ceibal y sus alrededores se iniciaron en 2005 (Inomata, *et al.* 2010). El objetivo de nuestra investigación es examinar los cambios diacrónicos de la organización sociopolítica en Ceibal del Preclásico Medio al Clásico Terminal. Se excavaron intensivamente el Grupo A de Ceibal, realizando excavaciones estratigráficas en varias partes de Ceibal, incluso el complejo de tipo Grupo E o el complejo astronómico. Las investigaciones brindaron importantes datos sobre las construcciones ceremoniales tempranas en Ceibal y los orígenes de la civilización Maya (Inomata, *et al.* 2013).

Se encontraron las primeras estructuras ceremoniales y plaza pública alrededor de 1000 AC. Se excavó la Estructura A-20 al oeste, una estructura piramidal del complejo de tipo Grupo E desde arriba, de al lado y de enfrente. También se llevaron a cabo excavaciones de túneles en dicha estructura, identificando la plataforma más temprana, la Estructura Ajaw. Al este de la plaza pública se descubrió la plataforma larga que constituyó la parte de la primera versión del complejo de tipo Grupo E. Las dos estructuras ceremoniales del complejo de tipo Grupo E fueron ampliadas y la estructura al oeste

de la plaza pública se convirtió en una estructura piramidal en el siglo 9 AC.

También se excavó una gran plataforma que sostiene la Estructura A-24, la estructura piramidal más grande en Ceibal (Castillo, *et al.* 2011). La excavación fue bastante extensiva y difícil (Fig.1). Se confirmaron construcciones substanciales del periodo Preclásico Medio temprano, incluso una plataforma de más de 34 m de ancho.

También se encontraron una serie de escondites en el eje este-oeste en la plaza pública. Por ejemplo, dentro de la roca madre, se descubrieron 12 hachas pulidas de piedra verde que fechan alrededor de 1000 AC (Inomata, *et al.* 2010:36). También se recolectaron un pectoral de jade (Ortiz, *et al.* 2012:937) y una concha de *Spondylus* trabajada en la forma de cara humana decapitada (Inomata, *et al.* 2010:34), los cuales usaban los líderes del periodo Preclásico Medio Temprano en Ceibal.

Se excavó un entierro con el cráneo deformado de un individuo de élite del Preclásico Medio Temprano en Ceibal. Desde el periodo Preclásico Medio Temprano los habitantes de Ceibal importaron macronúcleos de obsidiana desde las Tierras Altas de Guatemala y manufacturaron navajas por presión y por percusión (Aoyama 2012). Lo importante es que desde el periodo Preclásico Medio Temprano los habitantes de Ceibal participaron en el intercambio inter-regional con las Tierras Altas de Guatemala y otras regiones, adoptando no solamente materiales sino también conocimientos e ideas, dando inicio así a la formación de la civilización Maya.

Sin embargo, hubo decaimiento de Ceibal en el siglo 5 DC. Parece que K'an Mo' Bahlam ocupó el trono en 415 DC antes de dicho decaimiento. Ceibal tuvo su segundo florecimiento en los siglos 7-9. No obstante, el palacio real de Ceibal fue destruido en el siglo 10. Los personajes de esculturas de estuco fueron intencionalmente descabezados (Houston e Inomata 2009:309). Ceibal fue abandonado en el siglo 10. En resumen, durante los periodos Preclásico Medio y Tardío Ceibal tuvo su primer florecimiento. Después del decaimiento en el siglo 5, Ceibal tuvo su segundo florecimiento durante los periodos Clásico Tardío y Terminal hasta su abandono en el siglo 10.

INVESTIGACIONES PALEOAMBIENTALES ALREDEDOR DE CEIBAL

Entre 2010 y 2012, se llevaron a cabo las investigaciones paleoambientales en el centro y suroeste de Petén. Su objetivo fue reconstruir el alto grado de resolu-

ción del pasado ambiental y el cambio climático para compararlo con los datos arqueológicos procedentes de Ceibal. Debido a ello se recolectaron sedimentos del fondo de los lagos que fueron continuos y de alta calidad, lo que se realizó con el equipo portátil para extracción de núcleos de sedimento. Particularmente, los sedimentos anuales laminados, que tienen el gran potencial de reconstruir el pasado ambiental con resolución anual, fueron buscados en las extracciones de núcleos de sedimento.

Para determinar qué lagos podrían tener potencial para la extracción de núcleos de sedimento, primeramente se hizo una lista de candidatos en base a la observación de mapas geográficos e imágenes satelitales antes de iniciar el trabajo de campo. En las Tierras Bajas Mayas hay una gran cantidad de lagos originados por la erosión de la roca caliza (reacciones kársticas), y por ríos antiguos abandonados y aislados. Existen muchos lagos pequeños crecientes a lo largo del Río La Pasión así como lagos kársticos relativamente pequeños alrededor de Ceibal.

El lago ideal para la preservación de sedimentos laminados necesita tener condiciones muy especiales así como cambios estacionales obvios en la liminología del lago y el clima, suficiente agua profunda y escasa producción de olas en la superficie, y poca corriente en el agua del lago para mantener las condiciones anóxicas en el fondo del lago durante todo el año. Los lagos salóbregos caben perfectamente en estos entornos debido a sus condiciones morfológicas e hidráulicas. No obstante, no fue fácil encontrar estos lagos cerca de Ceibal, incluso siendo un área tropical. Por esto, se tomaron sedimentos de lago en aguas tan profundas como se pudieron, trabajando los lagos uno por uno como primer requisito.

Para obtener los sedimentos se utilizaron dos equipos de muestreo. El primero fue el equipo para muestreo de núcleos Mackereth el cual es un pistón operado por gas que permite obtener como máximo cuatro metros de largo de núcleo de sedimento en una lancha con un manejo fácil en el lago. El segundo fue la turba Rusa para muestreo, que es usada para tomar muestras a los lados del lago, especialmente en áreas pantanosas.

En total se obtuvieron veinte series de núcleos de sedimento de siete lagos y un río. En el suroeste de Petén, se realizaron investigaciones en varios lagos y lagunas alrededor de Ceibal, incluso Lagos Petexbatun y Las Pozas (Fig.2). Las Lagunas Ceibal, El Chorro, Tierra Mojada y Chiquihuau son pequeños, poco profundos y crecientes ubicados a lo largo del Río La Pasión,

cerca de Ceibal. Las muestras de sedimento fueron recolectadas en las partes pantanosas de la laguna con la turba Rusa para muestreo.

El Lago Petexbatun presenta forma alargada en dirección norte-sur (5 x 2 km), y se conecta con el Río La Pasión en su límite norte. El referido lago se localiza aproximadamente a 10 km de Ceibal. La mayor parte del área del lago es poco profunda (menos de 5 m), pero un agujero circular profundo existe en el norte de la península llamada Punta de Chimino. La profundidad máxima en el referido agujero es de 39 m. Tres núcleos de dicho agujero y dos núcleos del área poco profunda fueron tomados con el equipo para muestreo de núcleos Mackereth (Figs.3 y 4). También dos núcleos de sedimento secuencial fueron obtenidos con la turba Rusa para muestreo del área espantosa en el límite sur del Lago Petexbatun

El Lago Las Pozas es un pequeño lago de forma rectangular (2 x 1 km), ubicado en una cuenca totalmente cerrada sin entradas ni salidas. El mencionado lago se encuentra aproximadamente 20 km al suroeste de Ceibal. La máxima profundidad se encuentra en el centro del lago, a 35 m, según medidas del presente estudio. Se obtuvieron tres núcleos de sedimento en el centro del lago a 35 m de profundidad utilizando el equipo para muestreo de núcleos Mackereth.

Para comparar con los datos paleoambientales del suroeste de Petén, se investigó el Lago Quexil ubicado cerca del Lago Petén Itza en el centro de Petén. El referido lago se encuentra en una pequeña cuenca ovalada (2 x 1 km), y la profundidad máxima es de 31 m. Aunque el Lago Quexil está ubicado a 75 km al noreste de Ceibal, tiene una gran posibilidad de preservación de sedimentos laminados en el fondo, según su configuración. Se recolectaron dos núcleos de sedimento del centro a 30 m de profundidad en el Lago Quexil con el equipo para muestreo de núcleos Mackereth.

Se confirmaron por primera vez en el área Maya sedimentos anuales laminados en los lagos de Petexbatun, Las Pozas y Quexil. Los sedimentos anuales laminados son anillos anuales de tierra, los cuales sirven mucho para reconstruir el alto grado de resolución del pasado ambiental y el cambio climático. Cada sedimento anual laminado contiene valiosas informaciones, incluso diatomea, polen y restos botánicos. La interrupción de sedimentos anuales laminados es una evidencia de un cambio repentino, tales como erupción volcánica, inundación y terremoto.

Rosenmeier y sus colegas estudiaron cambios climáticos y deforestación basados en las proporciones del

isótopo de oxígeno de ostrácodos *Physocypria globula*, concentraciones de carbonato de calcio y carbono orgánico así como el análisis de polen de muestras de sedimento del Lago Salpetén y también discuten si los efectos de deforestación estaban siendo confundidos con los signos de sequía (Rosenmeier, *et al.* 2002). Con el fin de distinguir entre los efectos de deforestación y los signos de sequía, el presente estudio realizó los análisis de laboratorio para las muestras de sedimentos, tales como micro-sedimentología, geoquímica, análisis de polen, restos botánicos y radiocarbón. En cuanto a la geoquímica, el contenido de azufre indica el nivel de agua y cambios en la precipitación. El contenido de aluminio sugiere promedios de erosión en los alrededores (sequedad y deforestación). Los análisis de polen y restos botánicos brindan informaciones sobre la vegetación, deforestación y reestablecimiento de bosque y destrucción de medio ambiente por la agricultura.

En cuanto a las muestras del Lago de Petexbatun, se encontraron laminas rítmicas. A través de las fotos de Rayos X, se confirmaron sedimentos anuales laminados. Se obtuvieron datos paleoambientales de los pasados 1500 años. Los resultados de análisis geoquímico indican que grandes sequías ocurrieron solamente hace 500 años y últimos 300 años. De los núcleos de sedimento del Lago Las Pozas cerca de Ceibal, se adquirieron datos paleoambientales en los pasados 3700 años. Los resultados de análisis geoquímico revelaron claras evidencias de sequías entre 850 y 450 AC, entre 300 y 150 AC y después de 1350 DC.

El resultado del análisis de polen indica que del Preclásico Medio al Clásico Terminal, disminuyó el polen de Morera del bosque tropical original, hay más polen de bosques secundarios tales como pino y *Quercus*. En el caso de polen de las hierbas, además de polen de maíz, hay más polen de Poacea y juncia. Además, el polen de ambrosía aumentó del Preclásico Tardío al Clásico Tardío. Dichos datos junto con la proporción de polen de árboles/ hierbas indican deforestación por la agricultura. No obstante, después del abandono de Ceibal en el Siglo 10 DC, el polen de morera incrementó mientras el polen de pino, Poacea, juncia y ambrosía disminuyó, indicando un reestablecimiento de bosque.

El análisis de restos botánicos se acompañó con la flotación de muestras de sedimentos de Ceibal. Se recolectaron semillas carbonizadas de maíz obtenidas en Ceibal. Su tamaño es casi la mitad de semillas modernas de maíz, señalando un mejoramiento de las plantas. Con un microscopio electrónico de barrido se identificaron tipos de madera carbonizada, incluso

el árbol latifolio (chicozapote, *Manilkara zapota*), la planta monocotiledónea (palma *Arecaceae*) y la conífera (pino *Pinus* sp.). Actualmente no hay pinos en Ceibal sino en Poptún, Petén, aproximadamente 100 km de Ceibal. Tanto la cantidad como la frecuencia de pinos aumentaron del Preclásico Medio al Clásico Tardío, pero disminuyeron durante el periodo Clásico Terminal. ¿Por qué se incrementó el uso de pinos durante el periodo Clásico Tardío? Los presentes datos indican que hubo deforestación por la agricultura y urbanización. Puede ser que incrementó el bosque secundario de pinos o el intercambio inter-regional de madera de pino o ambos.

En resumen, hubo deforestación del Preclásico Medio al Clásico Terminal y claras evidencias de sequías: 850-450 AC, 300-150 AC y después de 1350 DC. A pesar de las sequías durante los periodos Preclásico Medio y Tardío, Ceibal continuó floreciendo. Cuando Ceibal decayó en los siglos 5 y 10 DC, no hay clara evidencia de sequía. Aunque haya habido sequía, la sequía no fue una causa mayor del decaimiento de Ceibal.

En comparación, de los núcleos de sedimento del Lago Quexil en el centro de Petén, se obtuvieron datos paleoambientales de los pasados 2900 años. Los resultados de análisis geoquímico revelaron claras evidencias de sequías entre 650 y 450 AC, entre 300 y 50 AC, entre 750 y 1150 DC y después de 1550 DC. El resultado de polen indica que del Preclásico Medio al Clásico Terminal, además de polen de maíz, hay más polen de vegetaciones secundarias tales como pino, *Quercus*, Poacea, juncia y ambrosía, señalando deforestación por la agricultura. No obstante, después del Siglo 10 DC, el polen de morera incrementó mientras el polen de vegetaciones secundarias disminuyó, indicando un reestablecimiento de bosque. En resumen, hubo deforestación del Preclásico Medio al Clásico Terminal y varias sequías en el centro de Petén. Comparaciones entre Lago Las Pozas y Lago Quexil muestran que hay clara evidencia de sequía entre 750 y 1150 DC solamente en el centro de Petén.

CONCLUSIONES

En conclusión, se confirmaron por primera vez en el área Maya sedimentos anuales laminados en los lagos de Petexbatun, Las Pozas y Quexil, Petén. Los análisis de laboratorio de dichas muestras nos permiten reconstruir el alto grado de resolución del pasado ambiental y el cambio climático en el suroeste y centro de Petén en el sur de las Tierras Bajas Mayas durante los periodos

Preclásico y Clásico. Segundo, hubo deforestación del Preclásico Medio al Clásico Terminal en el suroeste y centro de Petén. Tercero, hay clara evidencia de sequía entre 750 y 1150 DC solamente en el Centro de Petén. Cuarto, a pesar de las sequías durante los periodos Preclásico Medio y Tardío, Ceibal continuó floreciendo. Cuando Ceibal decayó en los siglos 5 y 10 DC, no hay clara evidencia de sequía. Aunque haya habido sequía, la sequía no fue una causa mayor del decaimiento de Ceibal en los siglos 5 y 10 DC.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento para las investigaciones en Guatemala fue provisto por the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology-Japan (Grants-in-Aid for Scientific Research No. 21101001, No. 21101002 y No. 21101003), the Japan Society for the Promotion of Science (Grants-in-Aid for Scientific Research No. 21402008). Les agradecemos a los otros miembros del Proyecto Arqueológico Ceibal-Petexbatun, especialmente a Daniela Triadan, Víctor Castillo, Erick Ponciano, Estela Pinto y Mónica Cortave, por sus finas atenciones y ayudas a nuestras investigaciones. Finalmente, Vilma Aoyama nos ayudó mucho para expresar las ideas y pensamientos en español.

REFERENCIAS

- AIMERS, James y David Hodell
2011 Societal Collapse: Drought and the Maya. *Nature* 479:44-45.
- AOYAMA, Kazuo
2012 Perspectiva regional de los artefactos líticos en el sur de las Tierras Bajas Mayas. En *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011* (editado por B. Arroyo, L. Paiz y H. Mejía), pp. 1353-1360. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- CASTILLO, Víctor; Mónica Cortave, Takeshi Inomata y Kazuo Aoyama
2011 Una mirada a la arquitectura Preclásica de Ceibal: Las excavaciones en la plataforma de la estructura A-24. En *XXIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2010* (editado por B. Arroyo, L. Paiz, A. Linares Palma y A. L. Arroyave), pp. 351-364. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- CURTIS, Jason H.; Mark Brenner, David Hodell, Richard A. Balser, Gerald A. Islebe y Henry Hooghiemstra
1998 A Multi-proxy Study of Holocene Environmental Change in the Maya Lowlands of Peten, Guatemala. *Journal of Paleolimnology* 19:139-159.
- DUNNING, Nicholas; Timothy Beach y David Rue
1997 The Paleoecology and Ancient Settlement of the Petexbatun Region, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 8; 255-266.
- HAUG, Gerald H.; Detlef Günther, Larry C. Peterson, Daniel M. Sigman, Konrad A. Hughen y Beat Aeshlimann
2003 Climate and the Collapse of Maya Civilization. *Science* 209:1731-1735.
- HODELL, David. A.; Jason H. Curtis y Mark Brenner
1995 Possible Role of Climate in the Collapse of Classic Maya Civilization. *Nature* 375:391-394.
- HOUSTON, Stephen D. y Takeshi Inomata
2009 *The Classic Maya*. Cambridge University Press, Cambridge.
- INOMATA, Takeshi; Daniela Triadan, Kazuo Aoyama, Víctor Castillo y Hitoshi Yonenobu
2013 Early Ceremonial Constructions at Ceibal, Guatemala, and the Origins of Lowland Maya Civilization. *Science* 340:467-471.
- INOMATA, Takeshi; Daniela Triadan y Otto Román
2010 La Transformación y Continuidad de Ritos durante el Período Preclásico en Ceibal, Guatemala. En *El Ritual en el Mundo Maya: de lo privado a lo público*, editado por Andrés Ciudad Ruiz, M. Josefa Iglesias Ponce de León y Miguel Sorroche Cuerva, pp. 29-48. Sociedad Española de Estudios Mayas, Madrid.
- 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 Sodemann, Bruce Winterhalder y Gerald H. Haug
2012 Development and Disintegration of Maya Political Systems in Response to Climate Change. *Science* 388: 788-791.

ORTIZ, José Raúl; Flory María Pinzón y María Belén Méndez

2012 Rituales de dedicación en la plaza central de Ceibal: Perspectivas desde las Estructuras A-20 y A-10. En *XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011* (editado por B. Arroyo, L. Paiz y H. Mejía), pp. 935-949. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

ROSENMEIER, Michael F.; David A. Hodell, Mark Brenner, Jason H. Curtis y Thomas P. Guiderson

2002 A 4000-Year Lacustrine Record of Environmental Change in the Southern Maya Lowlands, Petén, Guatemala. *Quaternary Research* 57:183-190.

SABLOFF, Jeremy A.

1975 *Excavations at Seibal, Department of Peten, Guatemala: Ceramics*. Memoirs Vol. 13, No. 2. Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, MA.

SMITH, A. Ledyard

1982 *Excavations at Seibal, Department of Peten, Guatemala: Major Architecture and Caches*. Memoirs

Vol. 15, No. 1. Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, MA.

TOURTELLOT, Gair

1988 *Excavations at Seibal, Department of Peten, Guatemala: Peripheral Survey and Excavation*. Memoirs Vol. 16. Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, MA.

TURNER II, B. L. y Jeremy A. Sabloff

2012 Classic Period Collapse of the Central Maya Lowlands: Insights about human-environmental relationships for sustainability. *PNAS* 109 (45) 18237-18238.

WILLEY, Gordon

1990 *Excavations at Seibal, Department of Peten, Guatemala: General Summary and Conclusions*. Memoirs Vol. 17, No. 4. Peabody Museum, Harvard University, Cambridge, MA.



Fig.1: Excavación estratigráfica en Ceibal (Foto: Kazuo Aoyama).



Fig.2: Los lagos y lagunas investigados alrededor de Ceibal (Dibujado por Kazuo Aoyama).



Fig.3: Obtención de núcleo de sedimento utilizando el equipo para muestreo de núcleos Mackereth en el Lago Petexbatun (Foto: Takeshi Takeda).



Fig.4: Un núcleo de sedimento sacado del Lago Petexbatun (Foto: Takeshi Takeda).