

RESEARCH ADVANCE

LA MEMORIA DEL FUEGO EN EL YUCATÁN PREHISPÁNICO: INTERVENCIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE UN HORNO PARA LA PRODUCCIÓN DE CAL (SITPACH, MÉRIDA)

*The Memory of Fire in Pre-Hispanic Yucatan: Archaeomagnetic
Intervention of a Lime Kiln from Sitpach, Merida*

*Luis Pantoja,¹ Rubén Cejudo,^{1,3} Avto Goguitchaichvili,²
Juan Morales,² Soledad Ortiz,¹ Miguel Cervantes,²
Francisco Bautista,³ Rafael García²*

¹ Centro INAH Yucatán, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mérida, Yucatán, México; ² Servicio Arqueomagnético Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Michoacán, Campus Morelia, México; ³ Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica y Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, México (avto@geofisica.unam.mx)



Figura 1. Vista general de una estructura circular (horno) objeto de esta investigación con una profundidad máxima de 80 cm (ver texto para más detalles).

RESUMEN. *Los hornos para la producción de cal excavados en el área maya pueden considerarse artefactos idóneos para los estudios arqueomagnéticos debido a que el proceso de producción requiere temperaturas generalmente superiores a 700 °C. Este hecho garantiza que las paredes y los pisos de los hornos sean portadores de la magnetización termorremanente estable, adquirida durante el enfriamiento desde altas temperaturas a partir de su último uso. Fueron*

Recibido: 5-3-2020. Aceptado: 19-3-2020. Publicado: 27-3-2020.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Michelle E. Young.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <https://purl.org/aia/4503>.

desmagnetizadas térmicamente 12 muestras de un total de 17 recolectadas y orientadas in situ, dentro del horno localizado en Sitpach, Mérida, con la finalidad de obtener sus arqueodirecciones (declinación e inclinación) características. Las direcciones medias fueron determinadas sobre las 7 muestras con mayor agrupamiento. La datación arqueomagnética arrojó dos posibles intervalos: 267-671 d. C. y 1279-1455 d. C. Basándonos en las consideraciones cronológicas relativas de la zona, el segundo intervalo parece más factible. Esta nueva aportación cronológica absoluta, junto con las reportadas anteriormente, permitió registrar la continuidad y permanencia en el área maya del conocimiento pirotecnológico sobre el uso de hornos de cal, de manera ininterrumpida, desde el 900 hasta, al menos, el 1600 d. C.; involucrando el inicio del periodo colonial, donde fueron reactivados algunos hornos probablemente construidos antes de la conquista española.

PALABRAS CLAVE. Área maya; Mérida; Sitpach; datación arqueomagnética; conocimiento pirotecnológico.

ABSTRACT. *Lime kilns excavated in the Mayan area may be considered suitable artifacts for archaeomagnetic studies because the production process generally requires temperatures higher than 700 °C. This fact guarantees that the walls and floors of the furnaces carry the stable thermoremanent magnetization acquired during the cooling from high temperatures during its last use. 12 of a total of 17 samples, collected and oriented in situ inside the furnace located in Sitpach, Merida were thermally demagnetized in order to obtain their characteristic archeodirections (declination and inclination). The site-mean direction was determined based on 7 samples with greater clustering. Archaeomagnetic dating yielded two possible intervals: 267–671 AD and 1279–1455 AD. Based on relative chronological considerations of the area, the second interval seems more feasible. This new absolute chronological contribution, together with those previously reported, indicates the continuity and permanence of pyrotechnological knowledge in the Maya area from 900 to at least 1600 AD, including the beginning of the colonial period, in which some furnaces, probably built before the Spanish conquest, were reactivated.*

KEYWORDS. *Maya area; Merida; Sitpach; archaeomagnetic dating; pyrotechnological knowledge.*

INTRODUCCIÓN

La intensa campaña de excavaciones de las estructuras anulares descubiertas durante el rescate arqueológico efectuado en la península de Yucatán a lo largo de los últimos 10 años, ha permitido estudiar arqueomagnéticamente múltiples hornos de cal (Ortiz *et al.* 2015; Ortiz 2019; Goguitchaichvili *et al.* 2020). La gran mayoría de los hornos estudiados comparten la característica común de presentar los materiales derivados de la producción de cal, es decir, restos de piedras quemadas, concreciones de cal, cenizas, carbón y paredes de roca madre con evidencia de calcinación. La franca similitud estructural y tecnológica de todos los hornos intervenidos hasta ahora indica que, probablemente, se construyeron durante el mismo periodo.

El estudio de la pirotecnología en el área maya, ampliamente abordado por Ortiz (2019), es un tema de gran interés que requiere un enfoque interdisciplinar. Comprender el uso del fuego nos permitirá entender el comportamiento social y el conocimiento tecnológico de las civilizaciones antiguas, proporcionando información sobre los materiales y cómo fueron utilizados.

El uso y función de estas estructuras circulares ha provocado debates y amplía la discusión entre los arqueólogos del área maya. Ortiz (2019) ha podido estimar las temperaturas de calcinación de las muestras de hornos mediante la técnica de *espectrometría de infrarrojos por transformada de Fourier en modo de reflectancia total atenuada* (FTIR-ATR), usando la curva de calibración para la temperatura de calcinación de la piedra caliza. El rango de temperatura, al que se expusieron las muestras en el interior de los hornos, se distribuye entre 750 y 850 °C (ver también Goguitchaichvili *et al.* 2020). Dichas temperaturas corresponden al proceso típico de fabricación de cal a partir de piedra caliza y al uso del horno como estructura pirotecnológica. Por lo anterior, es evidente que las muestras analizadas arqueomagnéticamente son portadoras de la magnetización primaria termorremanente, adquirida durante el último uso de este elemento pirotecnológico. Este hecho manifiesta claramente la validez del estudio arqueomagnético.

Las edades obtenidas por Ortiz *et al.* (2015) y Goguitchaichvili *et al.* (2020) corresponden al periodo Clásico (alrededor del 950 d. C.) y la época colonial

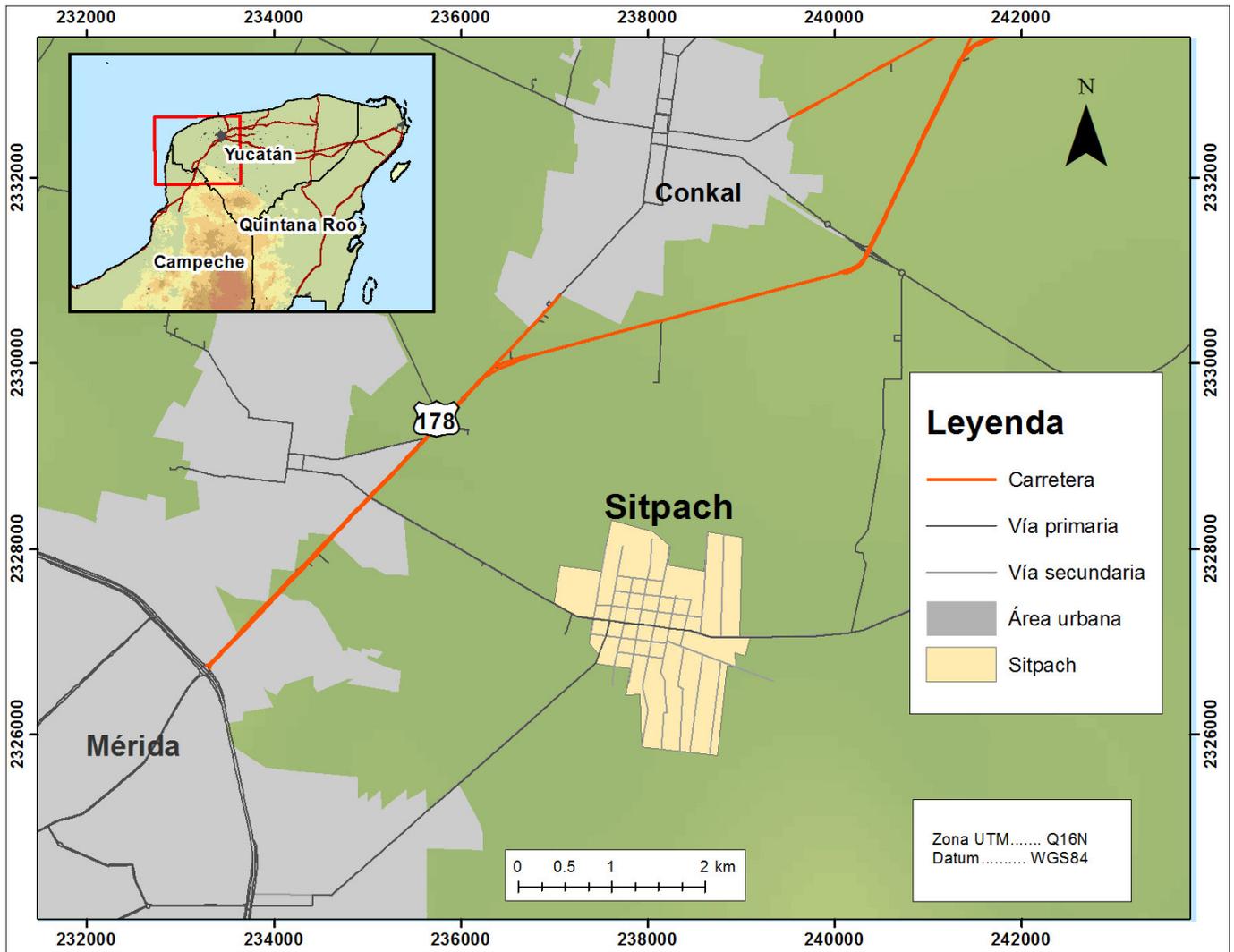


Figura 2. Localización de la localidad de Sitpach (municipio de Mérida, Yucatán).

(hacia el 1630 d. C.). Estos resultados permiten vincular la producción de cal como una actividad continua a lo largo de los siglos y con una tecnología similar en distintos sitios del área maya. En este contexto, es altamente probable que los hornos construidos durante el periodo Clásico fueran reutilizados en la etapa colonial. Sin embargo, aún no existen evidencias de edades anteriores o posteriores, es decir del Preclásico y el Posclásico.

La aparición de una estructura anular (fig. 1) en Sitpach (fig. 2), municipio de Mérida, esencialmente similar a los hornos de la parte oeste de la península, abrió una oportunidad única de indagar si esta estructura también se ubicaba dentro de las fechas ya mencionadas o bien podría pertenecer a otro intervalo de tiempo.

La construcción circular (horno) objeto de esta investigación (fig. 1) tiene la profundidad máxima de 80

cm. En la superficie se observa una ligera depresión circundada por un alineamiento circular de piedras de tamaño medio, con careado hacia el interior. Es notable la presencia de piedras pequeñas —*ch'ich'*— y tierra café oscura.

La composición interna consta de la tierra café clara/grisácea mezclada con restos de óxido de calcio (cal), pocas piedras *ch'ich'* y de variados tamaños; algunas de ellas con evidencia de haber estado sometidas a altas temperaturas. Hacia el sur, se localizaron fragmentos de una vasija con restos de un aplanado de estuco. También se encontraron algunos restos de cal a manera de terrones semicompactos a 65 cm de profundidad, junto con algunas piedras «quemadas», cerca de la roca madre. Se constató la presencia de un doble muro de mampostería con careado al interior. En general, las paredes interiores de la construcción circular presentaron huellas de haber estado expuestas a altas temperaturas, ya

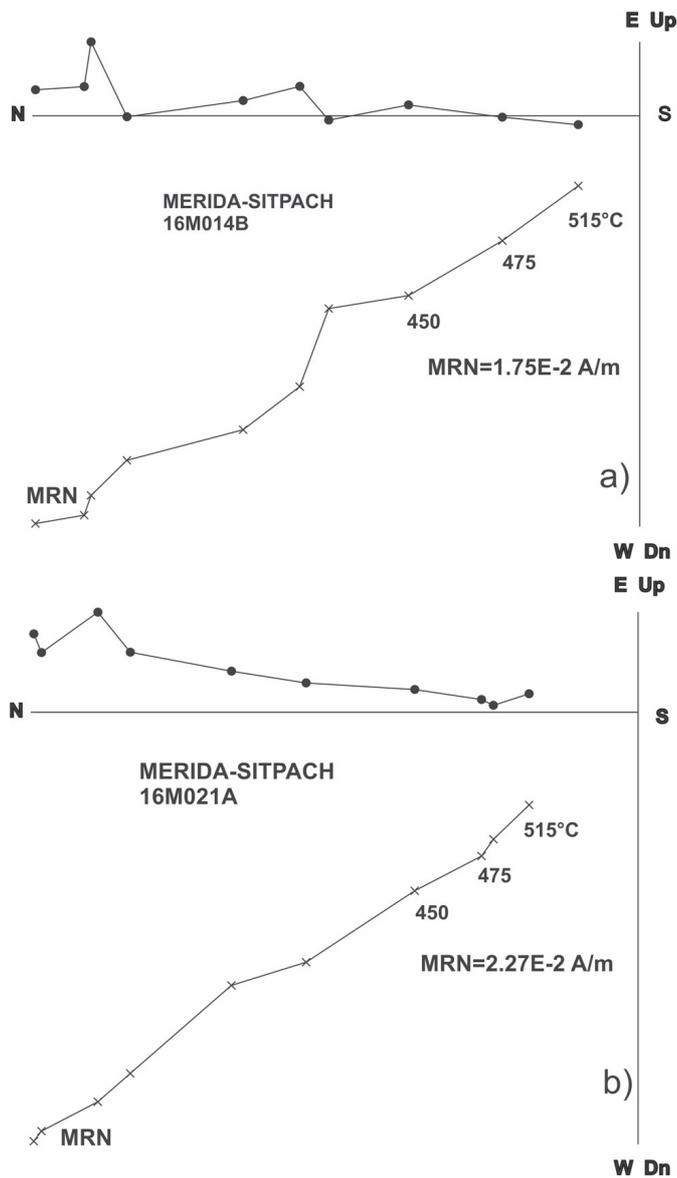


Figura 3. Ejemplos representativos de las desmagnetizaciones térmicas por etapas hasta 515 °C.

que las piedras presentaron múltiples grietas y fracturas. La roca madre exhibió algunos manchones de ceniza y fracturación (Uribe en Pantoja y Zaldívar 2019). Durante la campaña de muestreo de 2017, se recolectaron 17 muestras paleomagnéticas estándar mediante la perforación de núcleos someros de hasta 5 cm de longitud. Todas las muestras fueron orientadas por medio de inclinómetro y brújula magnética, además de solar en algunas ocasiones.

PROCEDIMIENTOS DE LABORATORIO

Con la finalidad de obtener las direcciones primarias características, se realizaron tratamientos magnéti-

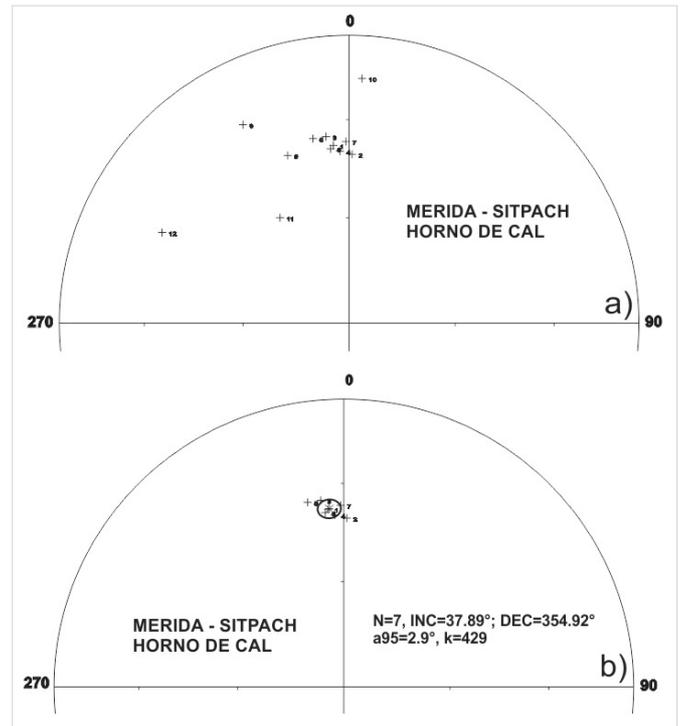


Figura 4. Proyección de áreas iguales de las arqueodirecciones determinadas para un total de 12 muestras desmagnetizadas térmicamente (a) y para las 7 muestras con mayor agrupamiento (b). Ver el texto para mayores detalles.

cos térmicos (fig. 3). Las magnetizaciones remanentes naturales (NRM por sus siglas en inglés) se midieron usando un magnetómetro de giro *JR5*, mientras que las desmagnetizaciones térmicas se realizaron mediante un horno *ASC TD48* de doble cámara hasta 515 °C. Las direcciones medias se calcularon utilizando los análisis de componentes principales (Kirschvink 1980), y la estadística *fisheriana* fue empleada para determinar las direcciones medias (Fisher 1953).

Los ejemplos representativos de desmagnetizaciones térmicas están reportados en los diagramas ortogonales (fig. 3). Siete muestras exhiben componentes estables y univectoriales tendientes al origen. En ocasiones, se observó una componente secundaria de menor magnitud, la cual fue removida usualmente con la aplicación de 200 °C. Las muestras restantes fueron rechazadas debido a un comportamiento inestable y caótico durante los tratamientos magnéticos. Es razonable pensar que estas muestras no son portadoras de la termorremanencia total. Tal como se ha observado en otros hornos de cal del área maya, puede existir un importante gradiente de temperatura a lo largo y ancho de cada horno; de suerte que hay lugares donde la exposición al fuego fue menos intensa, como se ha reportado

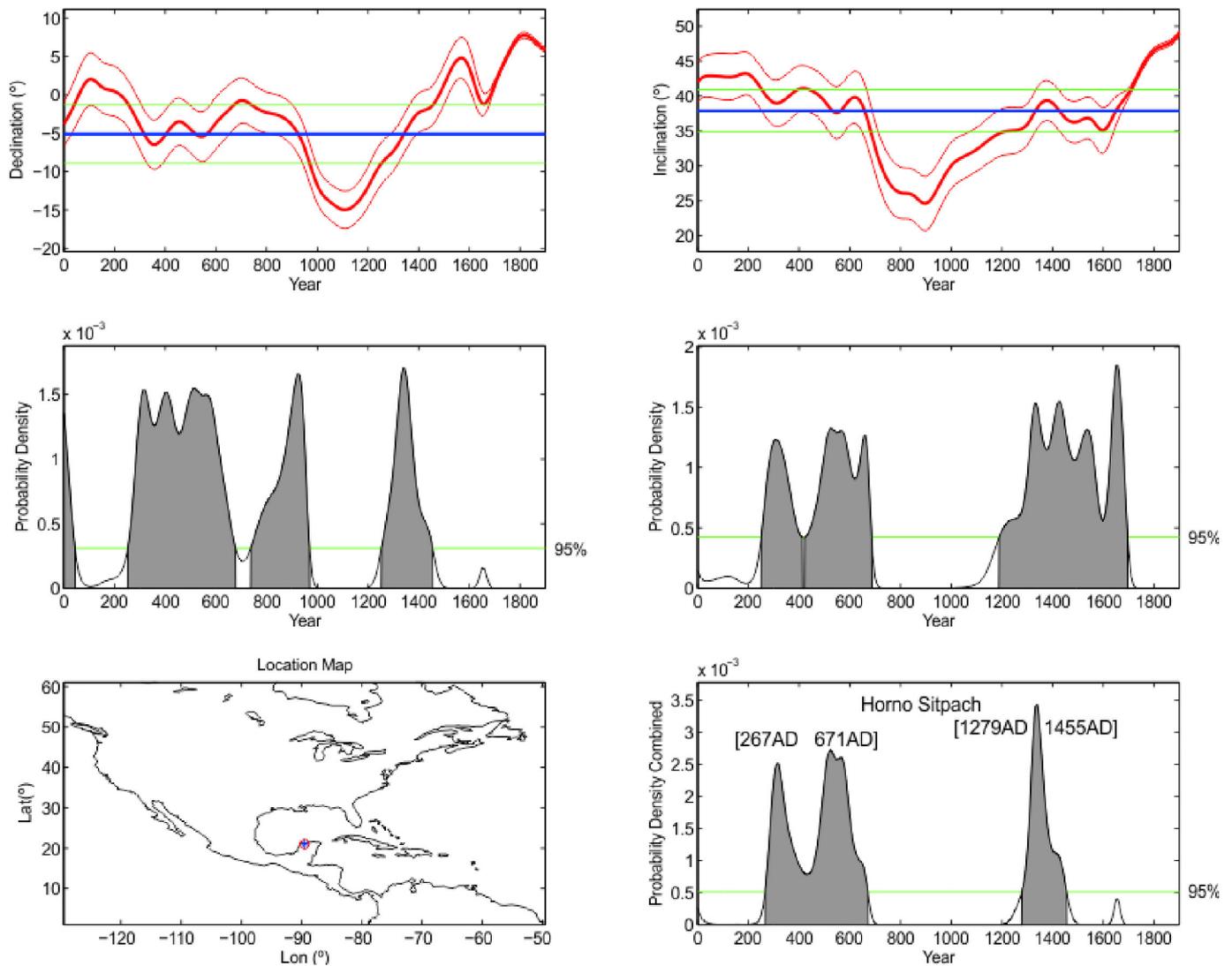


Figura 5. Datación arqueomagnética basada en la declinación e inclinación media usando la herramienta *MATLAB* proporcionada por Pavón-Carrasco *et al.* (2011, 2014).

para los hornos localizados en la región norte (Ortiz 2019) y noreste (Gómez y Pantoja 2019) de Ichkaantijoo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los estudios sistemáticos de los hornos en el área maya aún son escasos (Ortiz 2019). Se pueden mencionar aquellos reportados por Abrams y Freter (1996) sobre la presencia de un horno que probablemente fue utilizado para producir cal en Copán. Por su parte, Freidel y Sabloff (1984) proponen la presencia de un horno en Cozumel, localizado en el sitio de La Aguada; el contexto de este horno frente a un altar permite la sugerencia de múltiples funciones, entre las que los autores postularon la posibilidad de su uso para producir

cal. Otros trabajos refieren la presencia de un horno en *Pulltrouser Swamp*, en Belice (Villaseñor y Barba 2012); así como en Cauinal, donde se reconoce la presencia de un horno subterráneo de tipo anular, usado para producir cal, asociado a estructuras domésticas (Fauvet-Berthelot 1986). En el sitio de Sayil se ha propuesto la presencia de hornos por las evidencias reportadas por Dunning (1991, 1992). Además, Sabloff y Tourtellot (1991) definen la presencia de estructuras anulares, las cuales son consideradas como hornos para otros sitios arqueológicos del área maya en años recientes; tal es el caso de Kiuc en la zona de Puuc, donde se reporta la presencia de hornos de cal (Ortiz 2019; Goguitchaichvili *et al.* 2020; Seligson 2016).

En el área maya, se han registrado otros procesos de calcinación para obtener cal. MacKinnon y May (1990) reportan evidencias de producción de cal en un montí-

culo localizado en *Placencia Lagoon*, Belice. Estos autores proponen que la cal se produjo a partir de conchas marinas. Asimismo, Mazzullo *et al.* (1994) plantean la presencia de procesamiento de la cal en Santa Cruz, Belice, a través de las evidencias químicas y cristalográficas que permitieron identificar las capas estratigráficas de un pozo de excavación como producto de la calcinación de la roca caliza y su conversión en cal; probablemente, las evidencias corresponderían a una pira pero es difícil asegurarlo solo a partir de un pozo estratigráfico (Ortiz 2019).

La dirección media fue determinada sobre las 7 muestras, de las 12 desmagnetizadas, que presentaron mayor agrupamiento (fig. 4). La datación arqueomagnética (fig. 5) del horno de Sitpach, usando el modelo *SHADIF14K* de Pavón-Carrasco *et al.* (2011, 2014) arroja un intervalo dual. El primero es muy amplio y abarca desde 267 a 671 d. C., mientras que el segundo intervalo se ubica entre 1279 y 1455 d. C.

Las dataciones absolutas de los hornos de cal en el área maya nos indican fechas entre 691 y 887 d. C. según la cronología radiocarbónica de la región de Puuc (Seligson 2016) y, por arqueomagnetismo, entre 900 y 1050 d. C. (Goguitchaichvili *et al.* 2020; Seligson *et al.* 2019). Por lo anterior, el segundo intervalo obtenido para el horno de Sitpach parece más probable. Este dato permite registrar la continuidad y permanencia del conocimiento pirotecnológico sobre el uso de hornos de cal en el área maya desde el 900 hasta, al menos, el 1600 d. C. de manera ininterrumpida; involucrando el inicio del periodo colonial, donde fueron reactivados algunos hornos probablemente construidos antes de la conquista española.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por los proyectos CONACYT n.º 252149 y UNAM-PAPIIT n.º IN101920.

REFERENCIAS

- ABRAMS, E. M., A. C. FRETER. 1996. A Late Classic lime plaster kiln from the Maya centre of Copan, Honduras. *Antiquity* 70/268: 422-428.
- DUNNING, N. P. 1992. *Lords of the Hills: Ancient Maya Settlement in the Puuc Region, Yucatán, México*. Monographs in World Archaeology 15. Madison: Prehistory Press.
- DUNNING, N. P. 1991. Appendix 1: Soils and settlement in the Sayil Valley: A preliminary assessment. En *Ancient Maya City of Sayil: The Mapping of a Puuc Regional Center*, editado por J. A. Sabloff y G. Tourtellot, pp. 20-27. Nueva Orleans: Middle American Research Institute, Tulane University.
- FAUVET-BERTOLOT, M. 1986. *Ethnopréhistoire de la maison maya: Guatemala, 1250-1525*. México: Centro de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.
- FISHER, R. A. 1953. Dispersion on a sphere. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences* 217/1130: 295-305. Londres.
- FREIDEL, D. A., J. A. SABLOFF. 1984. *Cozumel: Late Maya Settlement Patterns*. Orlando: Academic Press.
- GÓMEZ, C. M., L. PANTOJA D. 2019. Evidencia arqueológica de hornos: su estudio en la región de Ichcansihó. En *XXVIII Encuentro Internacional «Los Investigadores de la Cultura Maya» 2018*. Universidad Autónoma de Campeche (en prensa).
- GOGUITCHAICHVILI, A., S. ORTIZ, J. MORALES, V. KRAVCHINSKY, O. DE LUCIO, R. CEJUDO, R. GARCÍA, E. GONZÁLEZ, J. L. RUBALCABA, L. BARBA. 2020. The pyrotechnological knowledge of the pre-Hispanic Mayan society: A combined magnetic and infrared spectrometry survey of limekilns from western Yucatan peninsula. Sometido a *Journal of Archaeological Science: Reports*.
- KIRSCHVINK, J. L. 1980. The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophysical Journal International* 62/3: 699-718. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1980.tb02601.x>.
- MACKINNON, J. J., E. M. MAY. 1990. Small-Scale Maya Lime Making in Belize: Ancient and Modern. *Ancient Mesoamerica* 1/2: 197-203.
- MAZZULLO, S. J., C. S. TEAL, E. GRAHAM. 1994. Mineralogic and Crystallographic Evidence of Lime Processing, Santa Cruz Maya Site (Classic to Postclassic), Ambergris Caye, Belize. *Journal of Archaeological Science* 21: 785-795.
- ORTIZ, S. 2019. *El conocimiento pirotecnológico de la sociedad maya prehispánica: estudio de los hornos para cal en las tierras bajas mayas del norte*. Tesis doctoral. UNAM.

- ORTIZ, S., A. GOGUITCHAICHVILI, J. MORALES. 2015. Sobre la edad de los hornos de cal en el área maya. *Arqueología Iberoamericana* 28: 9-15. <https://purl.org/aia/282>. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1312640>.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J., M. L. OSETE, J. M. TORTA, A. DE SANTIS. 2014. A geomagnetic field model for the Holocene based on archaeomagnetic and lava flow data. *Earth and Planetary Science Letters* 388: 98-109. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.11.046>.
- PAVÓN-CARRASCO, F. J., J. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, M. L. OSETE, J. M. TORTA. 2011. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. *Journal of Archaeological Science* 38/2: 408-419.
- SABLOFF, J. A., G. TOURTELLOT, EDS. 1991. *Ancient Maya City of Sayil: The Mapping of a Puuc Regional Center*. Middle American Research Institute 60. Nueva Orleans: Tule University.
- SELIGSON, K. E. 2016. *The Prehispanic Maya Burnt Lime Industry: Socio-Economy and Environmental Resource Management in the Late and Terminal Classic Period Northern Maya Lowlands (650-950 CE)*. Tesis doctoral. Madison: Department of Anthropology, University of Wisconsin.
- SELIGSON, K. E., S. ORTIZ, L. BARBA. 2019. Prehispanic Maya Burnt Lime Production: Previous Studies and Future Directions. *Ancient Mesoamerica* 30/2: 199-219.
- URIBE, S. 2019. Estructura 165. En L. Pantoja y E. Zaldívar, *Proyecto Arqueológico Región de Mérida; Salvamento Arqueológico en Sitpach; Municipio de Mérida; Yucatán. Tablajes: 30295, 30296, 30297, 30298 y 30299. Informe Técnico Final. Fase II-Etapa 1*. Archivo del Consejo de Arqueología, INAH, tomo II, pp. 993-1013.
- VILLASEÑOR, I., L. BARBA. 2012. Los orígenes tecnológicos de la cal. *Cuicuilco* 19/55: 11-41.