

RESEARCH ADVANCE

INTERVENCIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DEL HORNO DE LA HACIENDA SAN PEDRO CHOLUL (MÉRIDA, YUCATÁN)

Archaeomagnetic Dating of a Kiln from the San Pedro Cholul Hacienda (Merida, Yucatan)

**Héctor Hernández Álvarez,¹ Soledad Ortiz Ruiz,²
Avto Goguitchaichvili,³ Juan Morales,³ Miguel Cervantes-Solano³**

¹ Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, México; ² Posgrado de Estudios Mesoamericanos, Universidad Nacional Autónoma de México; ³ Servicio Arqueomagnético Nacional, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, México

RESUMEN. En el presente trabajo se reportan los resultados de un estudio arqueomagnético realizado en un horno para la quema de cal encontrado en la hacienda henequenera de San Pedro Cholul, localizada al noroeste de la ciudad de Mérida en el estado de Yucatán, México. La finalidad del estudio es establecer una cronología confiable y analizar las posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales de este asentamiento, el cual existió posiblemente desde mediados del siglo XIX hasta los años sesenta del siglo pasado. Para la determinación de la cronología, se utilizó el método de datación arqueomagnética a estructuras pirotecnológicas de estas características. Las muestras estudiadas provienen de rocas y ladrillos del horno y arrojan una edad entre 1835 y 1896, la cual concuerda con la información histórica disponible y se interpreta como el periodo de producción más importante de la región.

PALABRAS CLAVE: Yucatán, Mérida, horno de cal, arqueomagnetismo.

ABSTRACT. This paper presents the results of an archaeomagnetic study carried out on a lime burning kiln at the henequen hacienda of San Pedro Cholul (northwest of the city of Merida in the state of Yucatan, Mexico). The purpose of the study is to establish a reliable chronology and to estimate the possible social, economic and environmental implications of this settlement, which may have existed from the middle of the nineteenth century until the 1960s. Archaeomagnetic dating was carried out on samples obtained from rocks and bricks from the kiln and give an



Figura 1. Vista general del horno de quema de cal ubicado en San Pedro Cholul y detalles del muestreo.

age between 1835 and 1896. This date range agrees with available historical information and is interpreted as the most important production period of the region.

Recibido: 28-9-2017. Aceptado: 2-10-2017. Publicado: 9-10-2017.

KEYWORDS: *Yucatan, Merida, Lime kiln, Archaeomagnetism.*

INTRODUCCIÓN

La datación arqueomagnética está basada en el hecho de que el material de los artefactos arqueológicos de barro horneado contiene pequeñas cantidades de minerales magnéticos que, bajo ciertas condiciones, pueden registrar la dirección y la intensidad del campo magnético de la Tierra en el pasado. Cuando se dispone de una curva de referencia de variación secular (VS) bien establecida para un área geográfica determinada, el registro arqueomagnético que se obtiene de los artefactos arqueológicos de barro puede compararse con las curvas VS y proporcionar así una datación precisa del último calentamiento del material estudiado. La precisión de la fecha arqueomagnética dependerá directamente de la disponibilidad y precisión de la curva de VS de referencia para un territorio determinado.

La datación de material arqueológico es un tema clave en la investigación arqueológica ya que puede contribuir significativamente a su mejor entendimiento y al rescate de nuestro pasado y herencia cultural. En la actualidad se ha vuelto muy significativo el obtener tanta información del pasado como sea posible, incluyendo dataciones precisas de los sitios arqueológicos. Esto es debido a la rápida expansión de las ciudades y el desarrollo de nuevas construcciones, que inevitablemente inciden en la destrucción de estructuras arqueológicas en áreas urbanas, ocasionando la pérdida de un conocimiento muy importante sobre nuestro pasado. En el caso de excavaciones de rescate, la datación arqueomagnética puede ser una herramienta valiosa para fechar artefactos hechos de barro horneado, en particular cuando los hallazgos arqueológicos no incluyen alguna estimación de la edad o no hay material útil para emplear otras técnicas. En el caso del salvamento arqueológico, el paleomagnetismo puede resultar de gran utilidad para obtener dataciones precisas que alienten la conservación de los bienes culturales y otorguen un valor agregado a las interpretaciones de los sitios intervenidos.

En este sentido, la presente investigación se enmarca dentro de un proyecto arqueológico cuyo objetivo principal es salvaguardar la mayor cantidad de información acerca de un asentamiento hacendero producto de la llamada Edad de Oro de Yucatán (1875-1925). El asentamiento referido es la hacienda San Pedro Cholul, un

sitio de producción henequenera emplazado en la región noreste de la ciudad de Mérida, cuya época de auge se dio hacia la segunda mitad del siglo XIX y que fue ocupado ininterrumpidamente hasta la década de 1960 (Hernández Álvarez y Zimmermann 2016).

La investigación arqueomagnética en San Pedro Cholul tuvo como objetivo determinar la cronología del uso de un horno para producción de cal que formaba parte de las múltiples instalaciones de producción de esta hacienda henequenera yucateca. Los vestigios arquitectónicos, espaciales y materiales de esta hacienda se encuentran actualmente abandonados y en proceso de quedar integrados dentro de un moderno complejo habitacional. Por esta razón, desde el año 2009, la zona que sería afectada por el nuevo desarrollo urbano fue sometida a un proceso de investigación arqueológica intensiva que tuvo como principal objetivo indagar sobre la vida cotidiana de los operarios que allí trabajaron desde finales del siglo XIX (Hernández Álvarez *et al.* 2012; Hernández Álvarez 2014b; Hernández Álvarez y Zimmermann 2016). Sin embargo, en el año 2015 el enfoque del proyecto se centró en los procesos de industrialización y las consecuencias socioambientales de la explotación henequenera durante la época dorada. El propósito de este proyecto fue entonces investigar los diversos procesos de industrialización de la hacienda San Pedro Cholul y sus referentes materiales, entre ellos la producción de cal, para conocer las consecuencias tanto socioeconómicas como medioambientales del desarrollo de esta empresa henequenera en la región noreste de Mérida hacia finales del siglo XIX y principios del XX (Hernández Álvarez 2015).

EL HORNO DE LA HACIENDA SAN PEDRO CHOLUL

A partir de las múltiples investigaciones efectuadas desde 2009, nos percatamos de que los principales edificios del casco de la hacienda (casa principal, casa de máquinas, capilla, bodega y administración) fueron construidos principalmente con roca caliza de la región y un mortero de cal que presenta muchas impurezas (restos de carbón vegetal principalmente). Igualmente, el enlucido de cal que se usó tanto para los muros de los edificios como para los pisos de las habitaciones parecía de manufactura propia. Además, la presencia de diversos bancos de material (*sascaberas*) en el interior del asentamiento y de una estructura, cuyas características son las de un horno probablemente para pro-

ducción de cal, nos sugerían que hacia la segunda mitad del siglo XIX, dentro de la hacienda ya se estaban llevando a cabo distintos procesos para la obtención de materiales constructivos.

El supuesto horno de la hacienda San Pedro Cholul se encuentra dentro de un terreno que se ubica en el costado suroeste de los principales edificios (casco), a unos 70 m de la casa principal. La estructura que sirvió probablemente como horno en dicha hacienda es una construcción de mampostería de piedra caliza, de poco más de 5 m de alto (fig. 1a), con un recubrimiento enlucido de cal. El horno es de tipo cilíndrico en el interior, con apertura en la parte superior, mientras que en el exterior su base es cuadrangular y su cuerpo de forma octagonal. Presenta dos escalinatas, con diez escalones cada una, localizadas en el este y el oeste, para acceder a la parte superior de la estructura. En su base, al norte, se observa otra apertura o boca, que permite introducirse en el interior por la parte baja. La presencia de dicho acceso, correspondiente a una cámara de

combustión, nos sugirió en un primer momento que pudiera tratarse de un horno, aunque no sabíamos exactamente qué es lo que se estaba horneando en su interior.

Algunos habitantes descendientes de San Pedro, que actualmente residen en el pueblo de Cholul y trabajaron en los últimos momentos de ocupación de la hacienda en el siglo XX (Hernández Álvarez y Martín Medina 2016), nos señalaron que no tenían idea de qué se estuvo produciendo allí. Hubo quienes incluso mencionaron que se pudo haber tratado de un horno para cocer pan, mientras que otros señalaron que pudo servir para elaborar carbón o cal. Cabe destacar que las paredes internas del horno están recubiertas con ladrillos refractarios (de diferentes marcas y procedencia) y roca sedimentaria.

Hacia finales de septiembre de 2016, la estructura fue intervenida por los expertos del Servicio Arqueomagnético Nacional (SAN) de la UNAM, quienes acudieron a San Pedro Cholul para extraer muestras del horno con la finalidad de realizar dataciones por arqueomagnetismo (fig. 1b). Esta técnica nos puede permitir conocer cuándo fue la última vez que una estructura fue expuesta al fuego. Para lograr tal objetivo, se hicieron perforaciones en algunas rocas y ladrillos refractarios del interior del horno a fin de extraer las muestras y determinar sus orientaciones magnéticas *in situ* (fig. 1c).

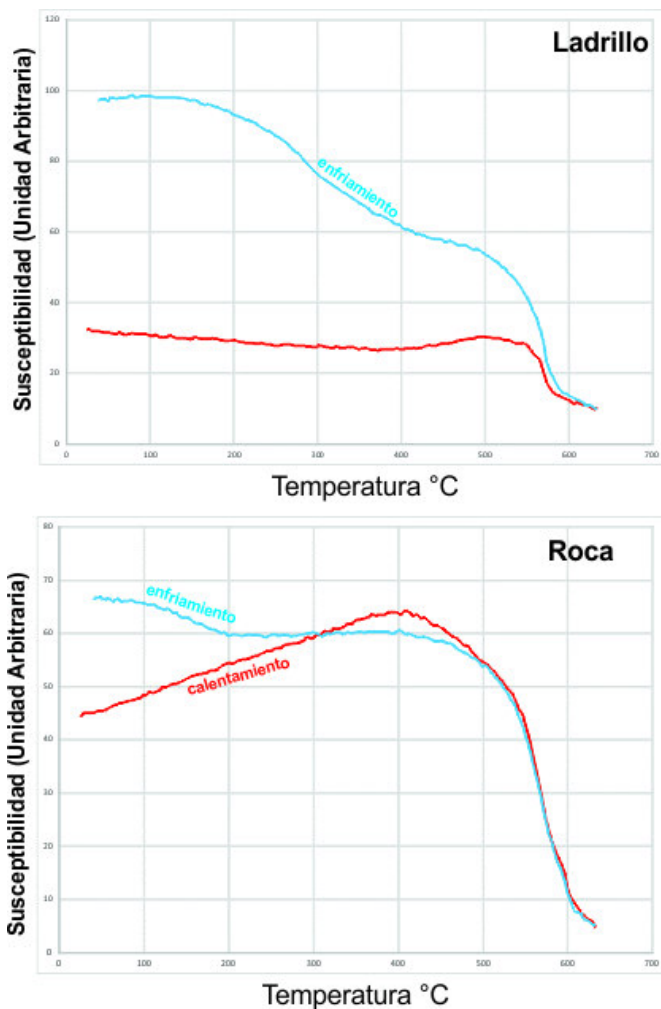


Figura 2. Registro de la susceptibilidad magnética en función de la temperatura para estimar la temperatura de Curie de los minerales portadores de la magnetización remanente.

EXPERIMENTOS ARQUEOMAGNÉTICOS

Con la finalidad de determinar la naturaleza y la estabilidad térmica de los minerales responsables de la magnetización, se procedió a registrar las curvas de susceptibilidad vs. temperatura hasta 630 °C (fig. 2) mediante un puente de susceptibilidad MFK1A de AGICO. En el caso particular de las muestras de ladrillos, se observa una marcada inestabilidad térmica debido a la total irreversibilidad de las curvas de calentamiento y enfriamiento. Detectamos dos fases ferrimagnéticas durante el calentamiento (titanomagnetita pobre en titanio y posible presencia de maghemita) mientras la curva de enfriamiento solo evidencia la fase cercana a la magnetita pura. Mientras tanto, las muestras de rocas muestran mayor estabilidad y la evidencia de una sola fase magnética en ambos segmentos. Las curvas son razonablemente reversibles entre 400 y 600 °C.

Se realizaron los tratamientos magnéticos mediante las desmagnetizaciones por campos alternos para defi-

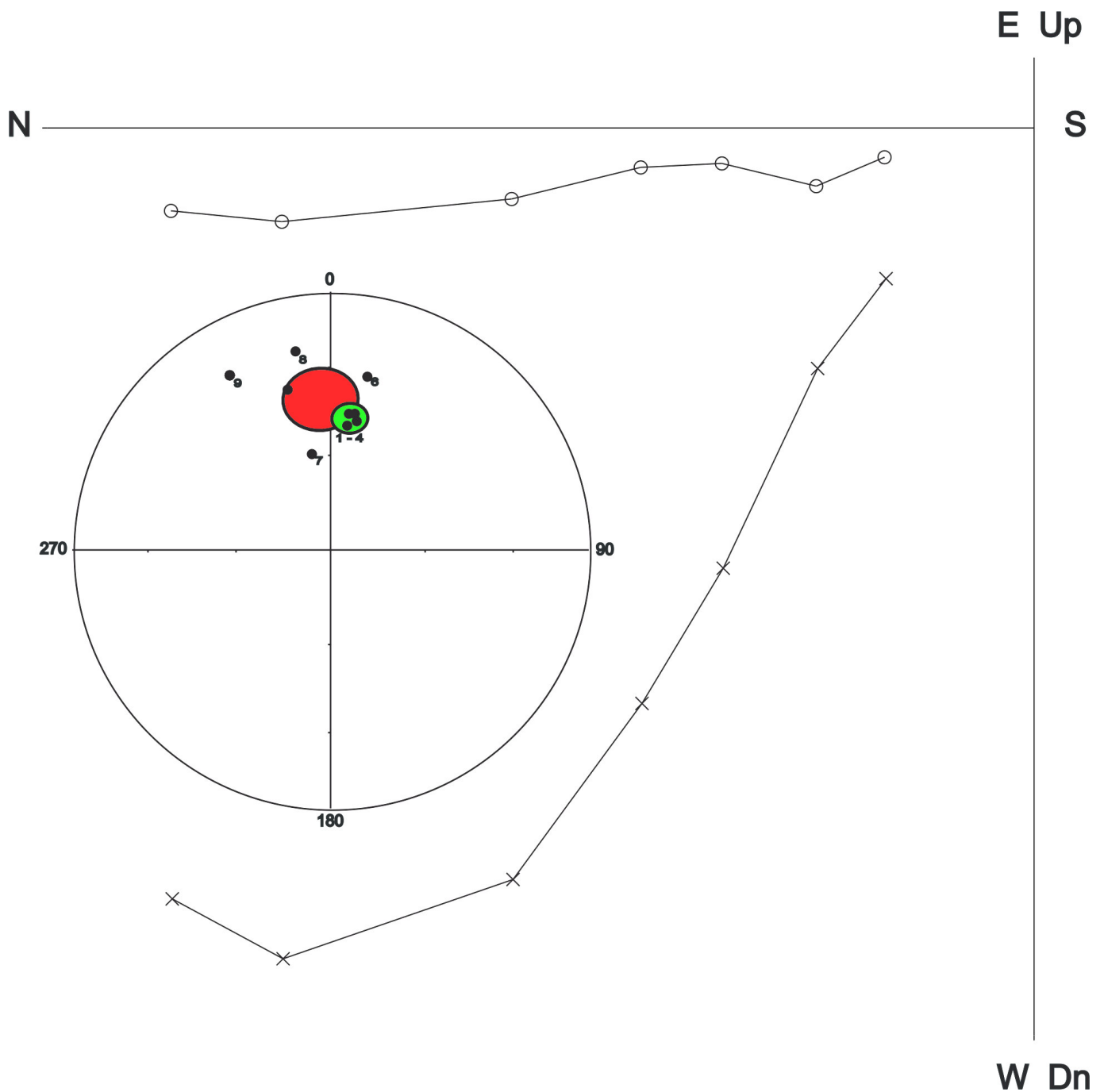


Figura 3. Diagrama de iguales áreas para proyectar las direcciones características (declinación e inclinación) por muestra (ver texto para mayores detalles) junto con la curva ortogonal de desmagnetización por campos alternos hasta 90 μT .

nir las direcciones (declinación e inclinación) arqueomagnéticas mediante un desmagnetizador *LDA3* hasta 85 μT , mientras que las remanencias magnéticas fueron medidas usando un magnetómetro *JR6A*. Aquí también las muestras de roca mostraron mejor comportamiento y agrupamiento satisfactorio en el diagrama de iguales áreas (círculo de confianza al 95 % en color verde en la fig. 3). Las direcciones arqueomagnéticas obtenidas de las muestras de ladrillos muestran una marcada dispersión (círculo de confianza en color rojo) y alejamiento importante de las direcciones medias de

las rocas. Este comportamiento está ligado a la inestabilidad térmica mostrada en los experimentos de la susceptibilidad en función de la temperatura.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Debido a un comportamiento no idóneo, observado en los experimentos de la mineralogía magnética, no es factible determinar la intensidad geomagnética absoluta mediante el método de Thellier (1959) de

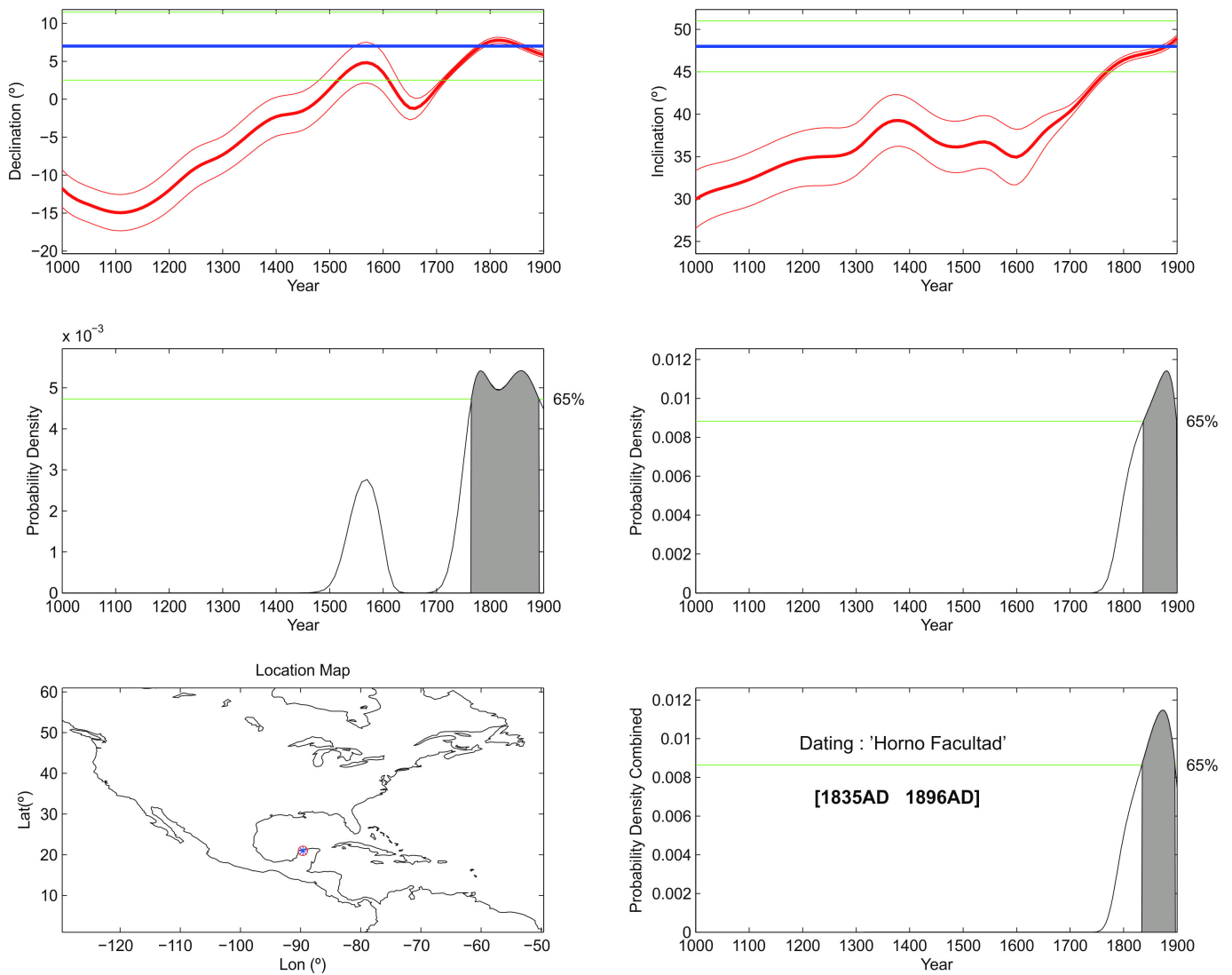


Figura 4. Datación arqueomagnética basada en las direcciones (declinación e inclinación) características de 4 muestras (en rojo en la fig. 3) mediante el modelo SHA.DIF.14K empleando el programa *MATLAB archaeo_dating* (Pavón-Carrasco *et al.* 2014).

doble calentamiento. Por lo tanto, se efectuó el ejercicio de datación magnética usando dos elementos: la inclinación y la declinación magnética (fig. 4). Con la finalidad de realizar una datación absoluta (fig. 4), recurrimos al modelo geomagnético SHA.DIF.14k (Pavón-Carrasco *et al.* 2014), considerado el de mayor resolución en la variación del campo geomagnético en los últimos 3000 años para la región mesoamericana. Usando las arqueodirecciones (Inc = 7.06° ; Dec = 47.89°) con los parámetros de confianza de la estadística de Fisher $\kappa = 1332$ y $\alpha_{95} = 2.5^\circ$) determinadas para las 4 muestras, se obtuvo un único intervalo probable entre 1835 y 1896 como la fecha de funcionamiento del horno de la hacienda San Pedro Cholul.

La datación por arqueomagnetismo del horno de la hacienda San Pedro Cholul tiene una marcada importancia en la región, al ser la primera de su tipo para estructuras pirotecnológicas de tales características. La idea

de obtener fechas absolutas sobre el momento en el cual se realizaron quemas en el horno de San Pedro era obtener certeza acerca de cuándo la hacienda diversificó su producción, desarrolló su infraestructura e intensificó la labor de sus trabajadores.

El intervalo obtenido por datación arqueomagnética, que va de 1835 a 1896, es coherente con la información histórica referente a la época de auge de la hacienda San Pedro Cholul; igualmente lo es con respecto al momento de desarrollo de la industria henequenera en la península de Yucatán. Hacia 1834, la invención de la engavilladora de trigo *McCormick* en los Estados Unidos demandó grandes cantidades de hilo de *sosquil* peninsular. Esto detonó la industria de explotación de henequén a partir de la adopción de nuevas tecnologías para la producción como la máquina raspadora, así como la adopción de los ferrocarriles y la creación de un moderno puerto para la exportación de la fibra (Bar-

celó Quintal 2011; Hernández Álvarez 2014a; Wells 1985). Además, el crecimiento de la infraestructura de las haciendas henequeneras fue un evento sin precedentes (Paredes Guerrero 2006). Por lo tanto, dichas transformaciones requirieron gran cantidad de material constructivo que, al parecer, fue provisto por las mismas fincas rurales.

La historia de la finca San Pedro nos señala que esta se transformó de una modesta estancia ganadera a una hacienda henequenera hacia 1875, cuando su nuevo dueño, Juan José Herrera, decidió invertir en la construcción de una serie de instalaciones tendientes a explotar comercialmente el henequén (Medina Suárez y Cámara Gutiérrez 2016). A él se debe la construcción de la casa de máquinas, la casa de la prensa, la capilla, además de la inversión en maquinaria para raspar el henequén y un moderno sistema *Decauville* para transportar las hojas de dicha planta, el producto terminado, disponer los desechos y conducir a los trabajadores del campo a la finca.

Es muy probable que a esta época corresponda el horno de cal de la hacienda. La necesidad cada vez mayor de material de construcción, piedra, *sascab* y cal para los edificios de la hacienda, así como para construir nuevas viviendas que albergaran a la creciente población de trabajadores, incentivó el establecimiento de dicha instalación para obtener cal a partir de los recursos naturales disponibles en los alrededores de la finca: piedra para quemar y leña de los montes cercanos. Sin embargo, en el avalúo realizado a la hacienda San Pedro hacia 1898, debido a la muerte de su propietario, el horno no figura como una de las estructuras descritas. Si ahora sabemos, a partir de la datación arqueomagnética, que la fecha final del horno fue 1896, es muy probable que dicha instalación ya se encontrara abandonada para la época en la que se realizó dicho registro. Otro dato interesante es que, cuando entrevistamos a un grupo de los últimos pobladores de la hacienda para recuperar su memoria histórica (Hernández Álvarez y Medina Martín 2016), que vivieron hacia las décadas de 1950-1960, estos manifestaron no saber para qué se utilizó dicha estructura y dijeron que nunca vieron dicho horno en funcionamiento.

La obtención de fechas arqueomagnéticas de la estructura que sirvió para quemar cal de una hacienda henequenera ha resultado útil para los objetivos del proyecto que pretende documentar los procesos de explotación agroindustrial y los cambios socioeconómicos y ambientales sucedidos durante la llamada Edad de Oro de Yucatán. La datación nos sirve para corroborar las

etapas de intensificación de la producción tanto de cal como de fibra de henequén y la época de mayor auge constructivo de la hacienda. Además, cabe señalar que al tratarse este del primer estudio sobre datación arqueomagnética en contexto histórico en la península de Yucatán, nos ofrecerá la posibilidad de comparar los resultados con otros sitios similares a nivel local, nacional e internacional.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto CONACyT Ciencia Básica n.º 258270. AG agradece apoyo parcial de proyecto CONACyT n.º 252149.

REFERENCIAS CITADAS

- BARCELÓ QUINTAL, R. 2011. Los ferrocarriles en Yucatán y el henequén en el siglo XIX. *Mirada Ferroviaria* 15: 5-16.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H.
- 2014a. Un ruidoso litigio en materia de máquinas: el cambio tecnológico en la explotación del henequén, siglos XIX y XX. En *Estética y poder en la ciencia y la tecnología: acercamientos multidisciplinarios*, editado por S. Ayora Díaz y G. Vargas Cetina, pp. 85-106. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
 - 2014b. Corrales, chozas y solares: estructura de sitio residencial de la hacienda San Pedro Cholul, Yucatán. *Temas Antropológicos* 36/2: 129-152.
 - 2015. *Proyecto San Pedro Cholul: geoarqueología, historia e industrialización de una hacienda henequenera yucateca de principios del siglo XX*. México, D. F.: Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología. Manuscrito en posesión del autor.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., G. MARTÍN MEDINA. 2016. Arqueología colaborativa y recuperación de la memoria histórica: hacienda San Pedro Cholul, Yucatán. *Temas Antropológicos* 38/2: 109-127.
- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., G. MARTÍN MEDINA, A. CU PÉREZ. 2012. La arqueología histórica y el estudio de las haciendas henequeneras de la región noreste de Mérida. En *Estrategias en arqueología: memorias del III Simposio de Arqueología de la UAEMex*, editado por V. Palma Linares, R. de la Peña Virchez y J. Mejía Carranza, pp. 76-97. México, D. F.: Universidad Autónoma del Estado de México.

- HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, H., M. ZIMMERMANN, EDS. 2016. *Sendas del henequén: un estudio arqueológico de la hacienda San Pedro Cholul, Yucatán*. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.
- PAREDES GUERRERO, B. 2006. *Arquitectura de las haciendas de Yucatán*. Mérida: Fomento Cultural Banamex, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán.
- 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.
- THELLIER, E., O. THELLIER. 1959. Sur l'intensité du champ magnétique terrestre dans le passé historique et géologique. *Annales de Geophysique* 15: 285-376.
- WELLS, A. 1985. *Yucatán's Gilded Age: Haciendas, Henequen, and International Harvester, 1860-1915*. Albuquerque: University of New Mexico Press.