

Revista de Investigaciones Arqueométricas



Octubre 2015 Vol.2 No. 2
RIA15-0201-IV

Publicado en nombre del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México en colaboración con los Institutos de Investigaciones Antropológicas, Física y el Colegio de Michoacán

Investigación

LA PRUEBA DE CARBOHIDRATOS COMO HERRAMIENTA PROSPECTIVA PARA LA PALEOETNOBOTÁNICA

Mario Zimmermann y Carlos
Matos Llanes

13 páginas 7 figuras

Revista de Investigaciones Arqueométricas puede ser vista y copiada desde
<http://www.geofisica.unam.mx/michoacan/ria/>
Sus contenidos pueden ser reproducidos siempre que sean citados
correctamente



LA PRUEBA DE CARBOHIDRATOS COMO HERRAMIENTA PROSPECTIVA PARA LA PALEOETNOBOTÁNICA

Mario Zimmermann(UADY) y Carlos Matos Llanes(UADY)

RESUMEN

En el Área Maya han aumentado los estudios de áreas de actividad y función de artefactos a partir del análisis de residuos químicos desde la última década y media. Pruebas semicuantitativas como las propuestas por Barba (*et al.* 1987, Barba 2007) son indicadores rápidos, económicos y relativamente simples de realizarse.

En este trabajo, se explorará la posibilidad de vincular a uno de estos indicadores como la prueba de carbohidratos con otra línea de investigación: el estudio de microrrestos botánicos y particularmente, de gránulos de almidón. Estos se caracterizan por su estructura semicristalina basada en los polisacáridos amilasa y amilopectina. Asimismo, se analizará una serie de casos etnoarqueológicos y arqueológicos para determinar la factibilidad de la prueba de carbohidratos como herramienta prospectiva para subsecuentes estudios paleoetnobotánicos.

PALABRAS CLAVE: Área Maya, gránulos de almidón, etnoarqueología y paleoetnobotánica.

SUMMARY

During the last decade and a half, studies concerning activity areas and artifact function based on the analysis of chemical residues have increased in the Maya Area. Semiquantitative tests as those proposed by Barba (*et al.* 1987, Barba 2007) have served as fast, cheap and relatively simple indicators. In this paper, we explore the possibility to link one of these indicators—the carbohydrate test – with another line of research – the study of microbotanical remains and, specifically, starch grain. The latter are characterized by their semicrystalline structure based on the polysaccharides amylose and amylopectin. We will analyze a series of ethnoarchaeological and archaeological cases to determine the feasibility of using the carbohydrate test as a prospective tool for subsequent paleoethnobotanical studies.

KEY WORDS: Maya Area, starch grains, ethnoarchaeology, paleoethnobotanic



Introducción

La arqueometría se ubica entre dos ramas de la ciencia: las ciencias sociales y las ciencias exactas. Asimismo, la paleoetnobotánica conecta a la arqueología con las ciencias naturales. Como campos interdisciplinarios de utilidad para la investigación arqueológica, hay estudios que vinculan ambas áreas sin perder su fin último: la reconstrucción de los fenómenos socioculturales del pasado. Un área en la que concebimos dicha conexión comprende los análisis microbotánicos y los análisis de residuos químicos.

La bioquímica se define como la ciencia dedicada a la investigación de los procesos de vida. Estos incluyen, entre muchos otros, la fotosíntesis en la que el dióxido de carbono atmosférico se transforma en compuestos orgánicos que aprovecha la luz solar como fuente energética. En el caso de la síntesis del almidón, pone a disposición la energía calórica que garantiza la subsistencia de todos los organismos herbívoros, entre los que figuran las comunidades humanas, por lo que aquí se cierra el círculo de asociaciones disciplinarias.

Importancia Arqueológica de los gránulos de Almidón

Los gránulos de almidón son estructuras semicristalinas, compuestas por polisacáridos de amilasa y amilopectina. Entre los carbohidratos complejos ocupan el segundo lugar de importancia después de la celulosa (McKee y McKee 2009₄:227-263). En la actualidad, características morfológicas y físico-químicas permiten su identificación taxonómica hasta los niveles de género y especie (Chandler *et al.* 2006; Dickau *et al.* 2007; Duncan *et al.* 2009; Perry *et al.* 2007; Piperno *et al.* 2004; Zarrillo y Kooyman 2006).

Desde hace 20 años los análisis de gránulos de almidón han adquirido mayor importancia en el ámbito de la paleoetnobotánica (Torrence y Barton 2006). En la arqueología existe una serie de problemáticas en torno a la subsistencia de sociedades pretéritas que se benefician de este tipo de estudios microbotánicos como otra alternativa de aproximación.



Según la dieta maya prehispánica, entre 1950 y 1960 Sanders y Price (1968:140) empezaron a dudar en la productividad del sistema de roza-tumba-quema o milpa en las planicies de la Península de Yucatán. Según ellos, el Área Maya nunca alcanzó la complejidad sociocultural habida entre las comunidades prehispánicas del Altiplano Mexicano. Argumentaban que las limitaciones de la milpa no permitían el crecimiento y la nucleación poblacional necesarios.

Debido a ello, algunos mayistas empezaron a especular sobre posibles productos agrícolas que pudieron complementar al maíz (*Zea mays*) como alimento básico. Puleston (1971) propuso que los mayas de las Tierras Bajas del Sur recurrieron de manera exhaustiva al ramón (*Brosimum alicastrum*) para sostener sus poblaciones urbanas. Por otro lado, Bronson (1966) planteó que los mayas también aprovecharon la amplia variedad de tubérculos disponibles naturalmente en sus territorios.

Aunque en las últimas décadas se han multiplicado las evidencias para sistemas agrícolas intensivos que hicieron posible obtener cosechas de maíz considerablemente mayores a lo expuesto por Sanders y Price (*op. cit.*), el debate en torno a alimentos secundarios en el Área Maya nunca cesó. Excavaciones recientes en el poblado clásico de Joya de Cerén, El Salvador, arrojaron un testimonio irrefutable de la relevancia del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*) en las comunidades mayas prehispánicas (Sheets *et al.* 2012). Si no fuera por circunstancias de conservación excepcionales, como en el caso salvadoreño, generalmente no se recuperarían restos botánicos macroscópicos en el Área Maya.

En contraste, elementos microscópicos como granos de polen, fitolitos o los gránulos de almidón tuvieron mayor resistencia a los agentes tafonómicos presentes (Bryant 2003). Por tanto, ofrecen un enorme potencial para la investigación en la subsistencia prehispánica. Si comparamos los tres indicadores botánicos entre sí, el polen solo ocurrió en los órganos reproductivos masculinos de las flores y no forma parte de los contextos de preparación y consumo alimenticio. Los fitolitos no presentaron la misma variabilidad morfológica que los gránulos de almidón para poder discriminar un taxón de otro.



Sin embargo, tal potencial se puede explotar eficazmente si se dispone de técnicas fiables para la ubicación de este tipo particular de materiales arqueológicos imperceptibles a la vista humana. Esta problemática se agrava más por el costo elevado y los largos períodos de entrega de los reactivos empleados en el procesamiento de las muestras, además de los tiempos requeridos para revisar las preparaciones microscópicas e identificar los elementos presentes.

Objetivo

Debido a lo anterior, se aplicó la prueba de carbohidratos como herramienta prospectiva con los análisis de gránulos de almidón, contrastando los niveles de residuos químicos con la cantidad de microrrestos botánicos presentes en las respectivas muestras. La hipótesis de trabajo proyecta una correlación positiva entre ambos, apareciendo mayor número de gránulos de almidón en las muestras que registraron enriquecimientos mayores en carbohidratos.

Metodología

Como parte de este estudio, se analizaron diversas colecciones de material: 181 muestras de tierra de superficies exteriores, 46 de tierra de contenidos de ofrendas funerarias y 456 de pisos estucados. Asimismo, se incluyeron contextos prehispánicos, históricos y etnoarqueológicos como: pisos estucados de dos estructuras de la Gran Nivelación de Chichén Itzá, del Patio B del conjunto habitacional Chan Chi'ich de Calakmul y de una pequeña subestructura circular del sitio de Tixcacal, Yucatán. El apisonado exterior de las Estructuras 1C2 y 1C3 de Kabah, un conjunto de ofrendas funerarias de San Pedro Cholul y Caucel-Soblonké, un solar de la ex hacienda San Pedro Cholul y un solar de la comunidad moderna de Sihó. Todos pertenecen al estado de Yucatán.

El énfasis en los pisos de ocupación se debe a dos razones principales. En primer lugar, se dispuso de muestras de pisos, mientras que en pocos proyectos permitieron que los artefactos relacionados con las actividades alimenticias se mantuvieran con posibles



remanentes patinosos, que serían factibles de analizar por residuos químicos y microscópicos. En segundo lugar, se ha comprobado que las superficies estucadas y, en menor medida, los pisos de tierra compactada, incorporaron y conservaron líquidos y polvos finos debido a su textura porosa.

Al interior de los poros, los materiales estuvieron aislados de gran cantidad de factores taxonómicos. Por ello se preservaron en buen estado hasta restos orgánicos como ácidos grasos, proteínas y los carbohidratos de interés (Barba 2007; Wells 2010).

Después de analizarse por otros indicadores químicos en el laboratorio, las muestras se sometieron a la prueba de carbohidratos, efectuada según las especificaciones vigentes del Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Según el protocolo para el tratamiento de las muestras en un primer momento, el sedimento se suspendió en una solución acuosa de Resorcinol. Luego se agregó ácido sulfúrico concentrado y después de una hora, se registró el cambio en el color de la solución.

Los resultados de este análisis semicuantitativo se clasificaron en un rango de 0 a 4. Esto indica el primer nivel de ausencia virtual y el siguiente, una presencia considerable de sacáridos. Finalizadas las pruebas de las colecciones de superficies de ocupación, los resultados se proyectaron en mapas de distribución por medio del *software SURFER 10*.

En un siguiente paso, se eligió un grupo de tres muestras representativas para cada nivel de enriquecimiento registrado en cada una de las colecciones analizadas. Las muestras que compusieron esta fracción de la población original se procesaron en fresco para montar su contenido en preparaciones microscópicas. Los gránulos de almidón se identificaron utilizando un microscopio óptico *Motic BA 310*, estableciéndose conteos absolutos para cada preparación.



Resultados

Después de algunos análisis, se produjo una limitante a nuestra propuesta: la prueba de carbohidratos arrojó valores máximos en la gran mayoría de las muestras de suelo(Figura 1).

Proporción de niveles en muestras de suelos

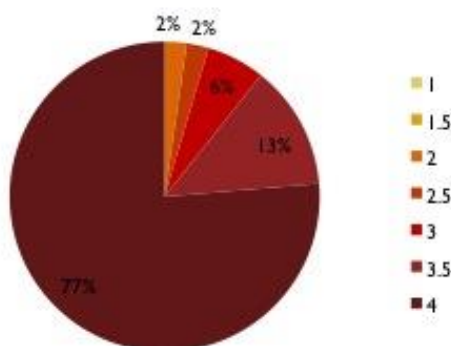


Fig. 1 Proporción de carbohidratos en muestras de suelos por niveles. Nivel 1 ausencia de ellos, Nivel 4 presencia considerable de sacáridos

Colecciones como las del solar de la comunidad moderna de Sihó, la del solar de la hacienda San Pedro Cholul o la de las Estructuras 1C2 y 1C3 de Kabah produjeron mapas de distribución que prácticamente no mostraron áreas discretas que se diferenciaron en valores variados(Figuras 2 y 3). Esto inhibe el reconocimiento de áreas de actividad, el objetivo principal de los análisis de residuos químicos en suelos y pisos. Pero, tampoco permitió distinguir muestras que posiblemente fueran más enriquecidas con gránulos de almidón.

Asumimos que la alta concentración de carbohidratos en las muestras se debió a que un suelo se define como el producto del decaimiento y consiste de una o más capas de constituyentes minerales y orgánicos de grosor variable (Stein 1992:195). La materia orgánica del suelo se compone de acumulaciones animales y vegetales procedentes de organismos que crecen y viven encima o adentro del material madre.

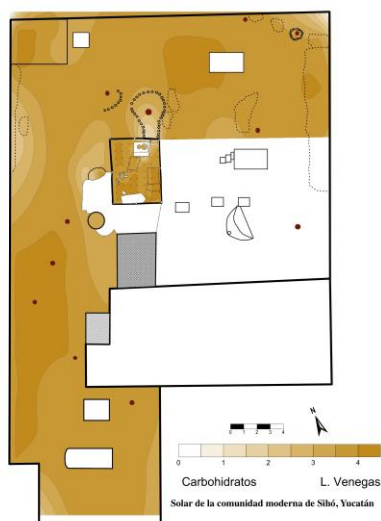


Fig. 2 Mapa de Distribución de carbohidratos en Sibó .

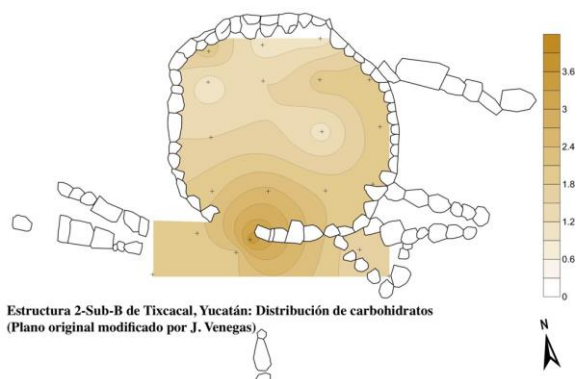


Fig. 3 Mapa de distribución de carbohidratos en la estructura 2-Sub-B de Tixcacal

Esencialmente, la celulosa residual fue la responsable de los altos valores en la prueba. Además, siempre y cuando el depósito de material arqueológico se redujera, fue un agregado menor a un sedimento ya existente. Conforme estas circunstancias, el vertido de restos de comida en una zona de traspatio, la fuente de la materia orgánica del depósito fue parte de los procesos naturales de formación del suelo y en menor grado, resultado de actividades culturales (Stein 1992:197).

En comparación, las muestras procedentes de pisos estucados de Chichén Itzá y Tixcacal proporcionaron datos químicos heterogéneos (Figura 4). Por ende, fue posible reconocer áreas enriquecidas. En el caso de la Estructura 2D6 de Chichén Itzá, los carbohidratos se concentraron en el área de acceso a la galería, cerca de los *patolli*-tableros de un juego prehispánico-, entre una piedra de sacrificio y un altar localizados al centro de la misma, así como en una zona ubicada al centro del Cuarto Norte(Figura 5). En la Estructura 2B-Sub de Tixcacal, la mitad sur del recinto circular queda separada de su contraparte norte, según la concentración de carbohidratos.

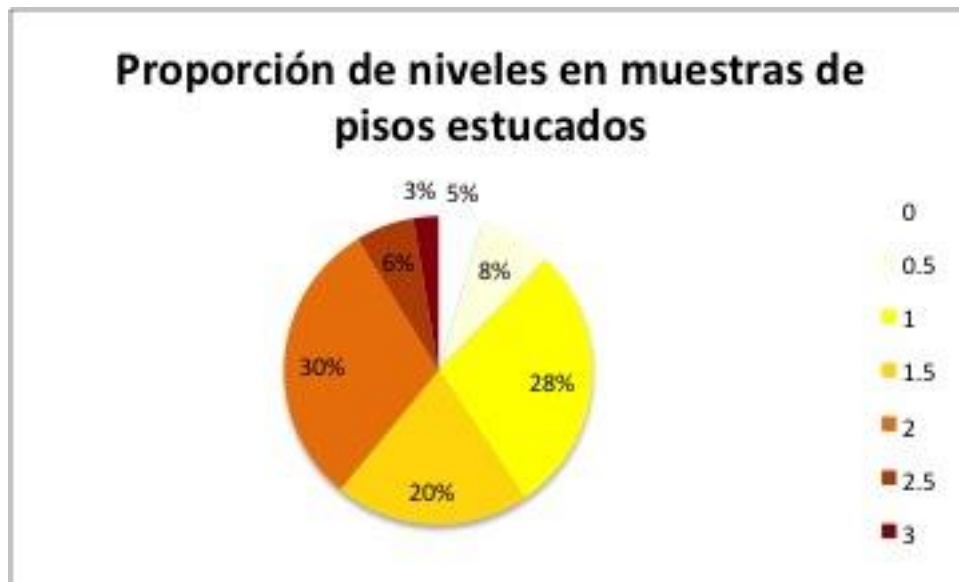


Fig. 4 Proporción de carbohidratos en muestras de pisos estucados por niveles. Nivel 1 ausencia de ellos, Nivel 4 presencia considerable de sacáridos

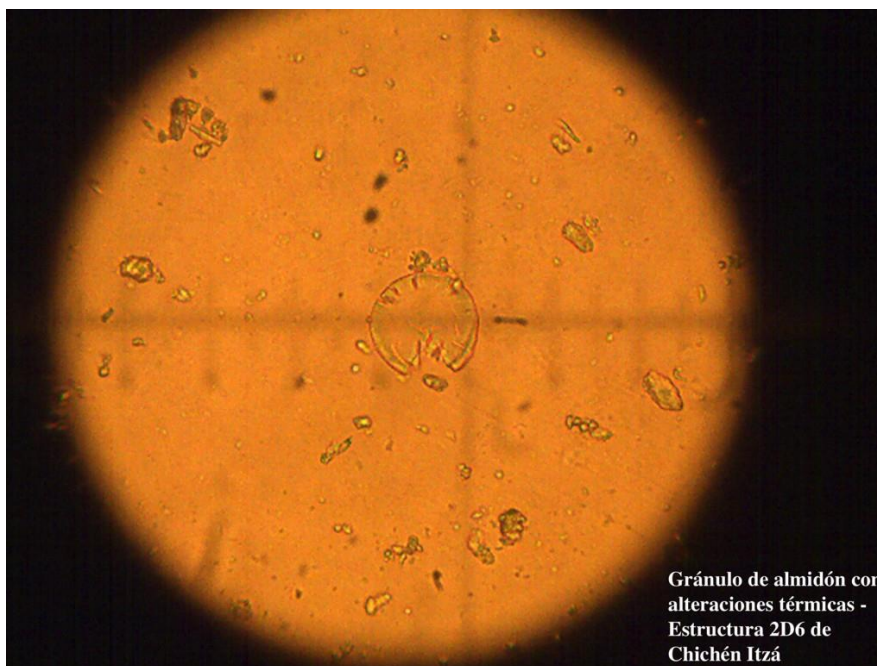


Fig. 5 Granulo de almidón de la Estructura 2D6 de Chichen Itzá que muestra alteraciones térmicas

Mientras las muestras de Chichén Itzá oscilaron entre los niveles 0 y 3 de la escala de prueba de carbohidratos, en Calakmul se registraron resultados entre 0 y 1 y en Tixcatal se presentaron los niveles 1 y 2. Elegidas las tres muestras representativas para cada nivel en



cada una de las colecciones, se sumó un total de 30 muestras para examinarse bajo el microscopio.

Los resultados del conteo de gránulos de almidón corroboraron la hipótesis planteada. Las muestras de nivel 0 arrojaron indistintamente cuentas entre 0 y 3 gránulos; las de nivel 1 oscilaron entre 0 y 5, mientras que las de nivel 2 fueron más dispersas, estableciéndose un rango entre 1 y 11. Comparando los promedios se observó un incremento constante. Con base en estos resultados, se proyectó el promedio de muestras de nivel 4 a través de una función exponencial en aprox. 14 gránulos por preparación (Figura 6).

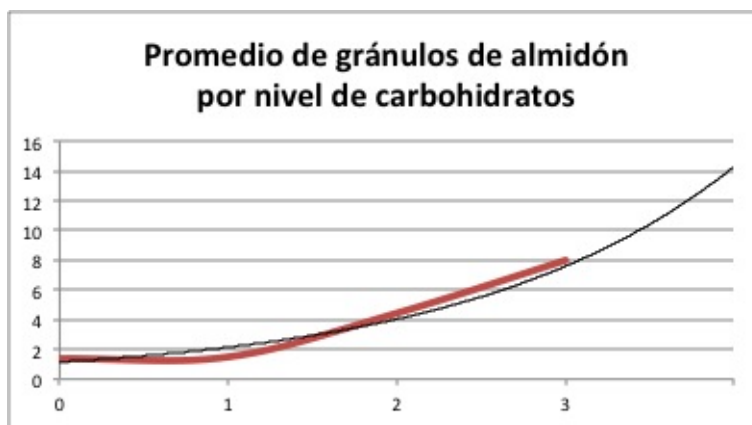


Fig. 6 Promedio de granulos de almidón por nivel de carbohidratos.

Otro aspecto de la conservación de los gránulos parece ser el tiempo transcurrido desde su deposición. En el caso del altar estucado de la capilla de la ex hacienda San Pedro Cholul hubo cerca de 100 años de abandono, en comparación con las otras colecciones prehispánicas citadas, cuyas edades se establecieron en un milenio o más. Las muestras del asentamiento histórico, arrojando valores de 2 en la prueba de carbohidratos, promediaron 11 gránulos, en comparación con los 4.5 elementos contabilizados para las muestras prehispánicas del mismo nivel (Figura. 7). Entonces, el factor temporal se toma en cuenta, encontrándose cantidades considerables de gránulos en contextos más recientes, a pesar de que el nivel de carbohidratos sea menor.

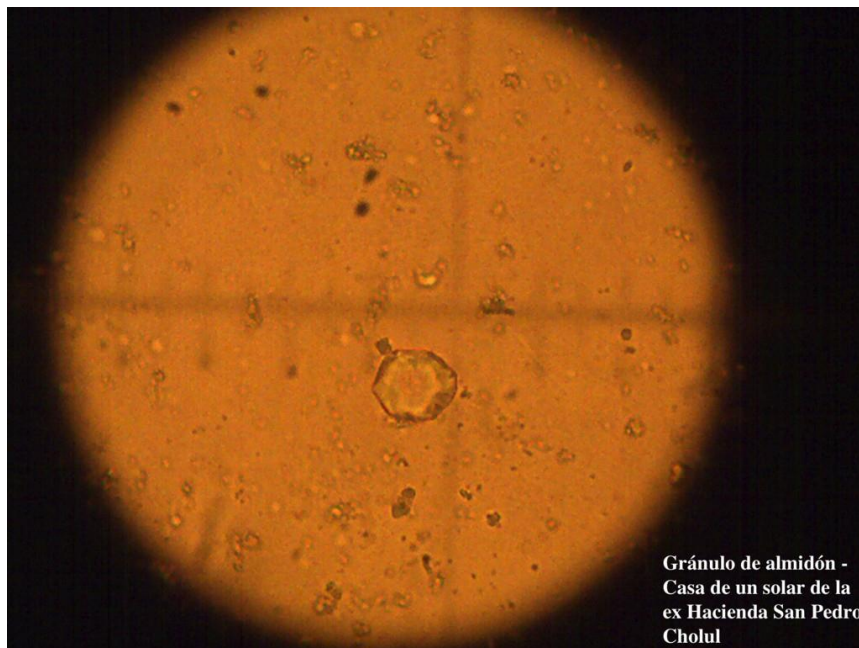


Fig. 7 Granulo de almidón de la Casa de un solar de la ex Hacienda San Pedro Cholul

Consideraciones Finales

No obstante de carecer de mayor firmeza estadística, los primeros resultados de este estudio prospectivo ofrecen nuevas perspectivas para los análisis microbotánicos. En pisos estucados, la prueba de carbohidratos es una herramienta capaz de reducir notablemente los costos de procesamiento, así como el tiempo frente al microscopio al indicar cuáles muestras contienen concentraciones mayores de gránulos de almidón. Este hecho ofrece la posibilidad de integrar la paleoetnobotánica eficazmente en los estudios de áreas de actividad en interiores.

Sin embargo, hay cuestiones por resolver. Ante todo, es necesario revisar las muestras de tierra superficial que arrojaron indistintamente valores máximos en la prueba de carbohidratos para tener una idea de qué tipo de sacáridos los provoca. De mayor interés son los datos procedentes del interior de ofrendas funerarias, las que mostraron varianza a pesar de corresponder a un sedimento probablemente filtrado desde la superficie de las estructuras de procedencia.



En teoría, conforme avanza el tiempo, la materia orgánica descompuesta puede ser transportada hacia abajo, acumulándose en horizontes edáficos sub-superficiales (Stein 1992:196). En contraste, los resultados preliminares de este estudio parecen indicar que la profundidad del depósito influye reduciendo el “ruido” inamovible de la superficie. Sin embargo, esta hipótesis requiere de un estudio subsecuente en el que se controlen las variables involucradas. Una posibilidad técnica es la modificación del protocolo de la prueba de carbohidratos, sustituyendo el reactivo Resorcinol por O-Dianisidina. De esta forma, se reduciría la sensibilidad de la prueba ante la celulosa (Barba, *com. per.*). Cabe aclarar que el reactivo alternativo es más nocivo, al provocar características cancerígenas.

En conclusión, es evidente que la investigación de la compatibilidad de los estudios de residuos químicos y los análisis paleoetnobotánicos, deben desarrollarse más. Sin embargo, los primeros resultados de este esfuerzo por vincular pruebas químicas, enfocadas en el rastreo de polisacáridos con la identificación de almidones arqueológicos, abren un panorama de mayor precisión y eficiencia analítica.

Agradecimientos.- Le agradecemos al Consejo de Arqueología INAH y a los directores de los proyectos arqueológicos (Dr. Rafael Cobos, Dra. Ramón Carrasco, Dra. Lilia Fernández, Dr. Héctor Hernández, ArqIga. Lourdes Toscano, ArqIgo. Luis Pantoja) de los que proceden las colecciones al permitirnos efectuar los análisis de este trabajo. Asimismo, a los compañeros de los respectivos proyectos por su ayuda en la recolección y el procesamiento de las muestras.

Bibliografía

- Barba, Luis. 2007. Chemical Residues in Lime-Plastered Archaeological Floors. *Geoarchaeology: An International Journal* 22(4):439-542.
- Barba, Luis, Roberto Rodríguez y José L. Córdoba. 1987. *Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México.



- Bronson, Bennet. 1966. Roots and the Subsistence of the Ancient Maya. *Southwestern Journal of Anthropology* 22(3):251-279.
- Bryant, Vaughn M. 2003. Invisible Clues to New World Plant Domestication. *Science* 299:1029-1030.
- Chandler-Ezell, Karol, Deborah M. Pearsall y James A. Zeidler. 2006. Root and Tuber Phytoliths and Starch Grains Document Manioc (*Manihot esculenta*), Arrowroot (*Maranta arundinacea*), and Llerén (*Calathea* sp.) at the Real Alto Site, Ecuador. *Economic Botany* 60(2):103-120.
- Dickau, Ruth, Anthony J. Ranere y Richard G. Cooke. 2007. Starch Grain Evidence for Preceramic Dispersals of Maize and Root Crops into Tropical Dry and Humid Forests of Panama. *PNAS* 104(9):3651-3656.
- Duncan, Neil A., Deborah M. Pearsall y Robert A. Benfer, Jr. 2009. Gourd and squash artifacts yield starch grains of feasting foods from preceramic Peru. *PNAS* 106(32):13202-13206.
- McKee, Trudy y James R. McKee. 2009₄. *Bioquímica: Las bases moleculares de la vida*. McGrawHill, Cd. de México.
- Piperno, Dolores R., Ehud Weiss, Irene Holst y Dani Nadel. 2004. Processing of Wild Cereal Grains in the Upper Paleolithic revealed by starch grain analysis. *Nature* 430(5):670-673.
- Perry, Linda, Ruth Dickau, Sonia Zarrillo, Irene Holst, Deborah M. Pearsall, Dolores R. Piperno, Mary Jane Berman, Richard G. Cooke, Kurt Rademaker, Anthony J. Ranere, J. Scott Raymond, Daniel H. Sandweiss, Franz Scaramelli, Kay Tarble y James A. Zeidler. 2007. Starch Fossils and the Domestication and Dispersal of Chili Peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* 315(5814):986-988.
- Puleston, Dennis. 1971. An Experimental Approach to the Function of Classic Maya Chultuns. *American Antiquity* 36(3):322-335.



Sanders, William y Barbara Price. 1968. *Mesoamerica: The Evolution of a Civilization*. Random House, New York.

Sheets, Payson, David Lentz, Dolores Piperno, John Jones, Christine Dixon, George Maloof y Angela Hood. 2012. Ancient Manioc Agriculture South of the Cerén Village, El Salvador. *Latin American Antiquity* 23(3):259-281.

Stein, Julie K. 1992. Organic Matter in Archaeological Contexts. En V.T. Holliday (ed.) *Soils in Archaeology: Landscape Evolution and Human Occupation*, pp. 193-216. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Torrence, Robin y Huw Barton. 2006. *Ancient Starch Research*. Left Coast Press, Walnut Creek.

Wells, E. Christian. 2010. Sampling Design and Inferential Bias in Archaeological Soil Chemistry. *Journal of Archaeological Method and Theory* 17:209-230.

Zarrillo, Sonia y Brian Kooyman. 2006. Evidence for Berry and Maize Processing on the Canadian Plains from Starch Grain Analysis. *American Antiquity* 71(3):473-499.