

Análisis de residuos orgánicos aplicados a metates y pocitos del sitio Presa de la Luz, Jalisco

Analysis of organic residues applied to metates and pocitos of the Presa de la Luz site, Jalisco

Francisco Aníbal **Fienco Cuadrado**^{1,*}, Juan Rodrigo **Esparza López**¹, Ana V. **Coria Téllez**², José Fernando **May Crespo**¹, Miguel **Novillo Verdugo**³

¹ Centro de Estudios Arqueológicos-El Colegio de Michoacán A.C., Cerro de Nahuatzen 85, Col. Jardines del Cerro Grande, 59379, La Piedad, Michoacán, México.

² Laboratorio de Diagnóstico y Análisis del Patrimonio (LADIPA), El Colegio de Michoacán A.C., Cerro de Nahuatzen 85. Col. Jardines del Cerro Grande, 59379, La Piedad, Michoacán, México.

³ Universidad de Cuenca, Avenida 12 de abril y Loja, 010107, Cuenca, Ecuador.

* Autor para correspondencia: (F.A. Fienco Cuadrado) franciscoanibal-12@hotmail.com

Cómo citar este artículo:

Fienco Cuadrado, F.A., Esparza López, J.R., Coria Téllez, A.V., 2024, May Crespo, J.F., Novillo Verdugo, M., Análisis de residuos orgánicos aplicados a metates y pocitos del sitio Presa de la Luz, Jalisco Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 76 (2), A200324. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2024v76n2a200324>

Manuscrito recibido: 19 de Octubre de 2023.

Manuscrito corregido: 2 de Marzo de 2024.

Manuscrito aceptado: 20 de Marzo de 2024.

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia [CCBY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

RESUMEN

El presente artículo tiene como espacio de estudio el sitio arqueológico Presa de la Luz (600 d.C.-1000 d.C.). Ubicado en Jalisco, México. Este sitio se caracteriza por la presencia de una diversidad de manifestaciones gráfico-rupestres (MGR), tanto en superficie como debajo de ella. Aquí, las actividades antrópicas han sido constantes y evidentes, lo que ha generado una modificación significativa de los vestigios arqueológicos. Este escenario es propicio para realizar estudios arqueológicos que permitan comprender las dinámicas sociales y culturales en la región. Se han llevado a cabo estudios previos principalmente registros y descripciones, sin embargo, no se ha profundizado en la interpretación sobre el uso y la funcionalidad que cumplían estas manifestaciones en el pasado. En este sentido, el objetivo de investigación fue analizar las MGR del sitio arqueológico como indicadores de apropiación espacial y determinar el uso y la funcionalidad de estos dispositivos, utilizando una metodología de carácter multidisciplinar, con la incorporación de datos provenientes del registro material, de los elementos naturales y del análisis químico de materialidades. Como resultados se obtuvo la identificación de gránulos de almidones en metates y pocitos (presentan características de fijeza), de forma particular, gránulos de maíz y frijol.

Palabras clave: molienda, paisaje, residuos orgánicos, rupestre.

ABSTRACT

This article focuses on the archaeological site known as Presa de la Luz (600 AD - 1000 AD), located in Jalisco, Mexico. The site is distinguished by the presence of a variety of graphic-rock manifestations (GRMs), both on the surface and beneath it. Human activities have been continuous and evident, resulting in significant alterations to the archaeological remains. This environment offers a rich setting for archaeological studies aimed at understanding the social and cultural dynamics of the region. While previous research has primarily focused on documentation and description, there has been little in-depth exploration into the interpretation of the use and functionality of these manifestations in the past. Therefore, the research objective was to analyze the GRMs at the site as indicators of spatial appropriation and to determine their use and functionality through a multidisciplinary methodology. This approach incorporated data from material records, natural elements, and chemical analyses. As a result, starch granules were identified in grinding stones and pocitos (which exhibit characteristics of permanence), particularly those of corn and beans.

Keywords: grinding, landscape, organic waste, rock.

1. Introducción

En los Altos de Jalisco, municipio Jesús María, se localiza el sitio arqueológico Presa de la Luz que se caracteriza por una presencia significativa de manifestaciones gráfico-rupestres (MGR), asociadas al periodo Epiclásico (600 d.C.-1000 d.C.). Entre las manifestaciones se encuentran: *pecked cross*, espirales, metates fijos y pocitos, siendo estos dos últimos los que sobresalen en cuanto a cantidad. Los metates fijos y pocitos que se encuentran distribuidos en el sitio presentan diferencias significativas en cuanto a tamaño, soporte y diámetro.

Las MGR son representaciones culturales talladas sobre la roca que, de forma general, han sido asociadas con determinados ritos y prácticas cotidianas que realizaban las sociedades pasadas (Rodríguez, 2016).

Estas son elaboraciones de momentos y actividades, que los grupos humanos han dejado como evidencia sobre las rocas por medio de figuras y trazos que poseen un vínculo con el paisaje que los rodea. En este sentido, la presente investigación toma como punto de partida la concepción de MGR, entendiendo a los metates y pocitos como manifestaciones de actividades integradoras entre una práctica e ideología que puede incorporar varios tipos de representaciones sociales y culturales.

En un contexto general, a partir de la revisión bibliográfica sobre metates fijos y pocitos (MacNeish *et al.*, 1967; Lee y Biancaniello, 1993; Bostwick y Burton, 1993; Rodríguez, 2018) se establece que éstos no están determinados en cuanto a su uso, por ende, se desconoce su funcionalidad dentro del sitio arqueológico. De esta manera se plantean preguntas que direccionan la investigación como ¿los metates fijos y los pocitos registrados en La Presa de la Luz tuvieron un uso específico en cuanto a procesamiento de recursos naturales o alimenticios? ¿Se puede plantear la multifuncionalidad de las actividades domésticas y rituales relacionadas con los artefactos? En este sentido, este estudio tiene como propósito

contribuir a la comprensión de las MGR en relación con los diferentes ecosistemas de la región. Por lo expuesto, el objetivo principal radica en determinar el uso y la funcionalidad de los metates fijos y pocitos registrados en el sitio Presa de la Luz. Para ello se propone una metodología de carácter interdisciplinaria y mixta, así se recurrió al análisis documental y análisis arqueométrico enfocado en la búsqueda e identificación de almidones, ya que estos se conservan por un lapso prolongado de tiempo en los artefactos. La identificación de gránulos de almidones posibilita dilucidar la función de determinados artefactos que fueron empleados por grupos humanos en el pasado.

Los almidones se pueden diferenciar en dos categorías generales según su formación de plástido y su función en la planta: cloroplastos y amiloplastos. Los primeros se encuentran en las hojas de las plantas y son los que se relacionan con la fotosíntesis, donde se produce el almidón transitorio, el cual es temporal y tiene una dimensión promedio entre 0,2 a 7 μm . Por dichas características es poco utilizado en la arqueología. En cambio, los amiloplastos se encuentran en el tejido de las raíces, semillas, frutos y tubérculos. Estos generan el almidón de reserva que es el tipo de almidón que se prefiere para los estudios arqueológicos por su capacidad de conservarse, este se produce durante el ciclo de vida de la planta, para que pueda usarse en los periodos de latencia y nuevo crecimiento (Yasui, 2021).

Los gránulos de almidón tienen una estructura que se puede identificar en el microscopio, por ejemplo: su formación se produce desde el hilo, que es el núcleo donde se desarrolla y crece; según la posición de este hilo, sea en el centro o en otra posición, toma el nombre de céntrico o excéntrico. Otros componentes son las lamelas, que son líneas que se forman desde la parte interior del hilo hacia el contorno del gránulo del almidón; también se localizan las estrías, que son las fisuras que parten desde el hilo o se encuentran desde la parte externa del gránulo de almidón. El borde o contorno se produce cuando el almidón llega a una edad adulta de crecimiento y suele presentar ciertas fisuras (Gott *et al.*, 2006; Perales, 2019).

Existen otras características importantes que se pueden observar en los gránulos de almidón que permiten la identificación y asignación a una especie vegetal pues, cuando la muestra es sometida a luz polarizada en el microscopio se observa una cruz en el centro del hilo que es conocida como cruz de malta o extinción (Götz, 2005). Se han establecido ciertas clasificaciones que permiten organizar y comparar ciertos tipos de almidones dentro de las investigaciones arqueológicas.

Los gránulos de almidón, generalmente, tienen una distribución de tamaño de 1 a 100 μm de diámetro y su forma varía dependiendo del contenido, ramificaciones y estructura de amilosa y amilopectina donde se pueden encontrar de

forma poligonal, esférica, lenticular, entre otras, lo que permite identificar su procedencia (Copeland *et al.*, 2009).

De esta forma, el análisis de residuos orgánicos, bajo las técnicas propuestas, necesita de referencias estándar actuales para identificar los almidones en las muestras de los metates y pocitos del sitio de estudio. Por ello, se consideraron, inicialmente gránulos de almidón de granos de maíz, frijol verde y amarillo de los huertos del Municipio de Jesús María, donde se encuentra el sitio arqueológico. Así, se realizaron dos pruebas para identificar los almidones de referencia que fueron observados en un microscopio óptico marca Leica DFC 450C en aumentos de 50x.

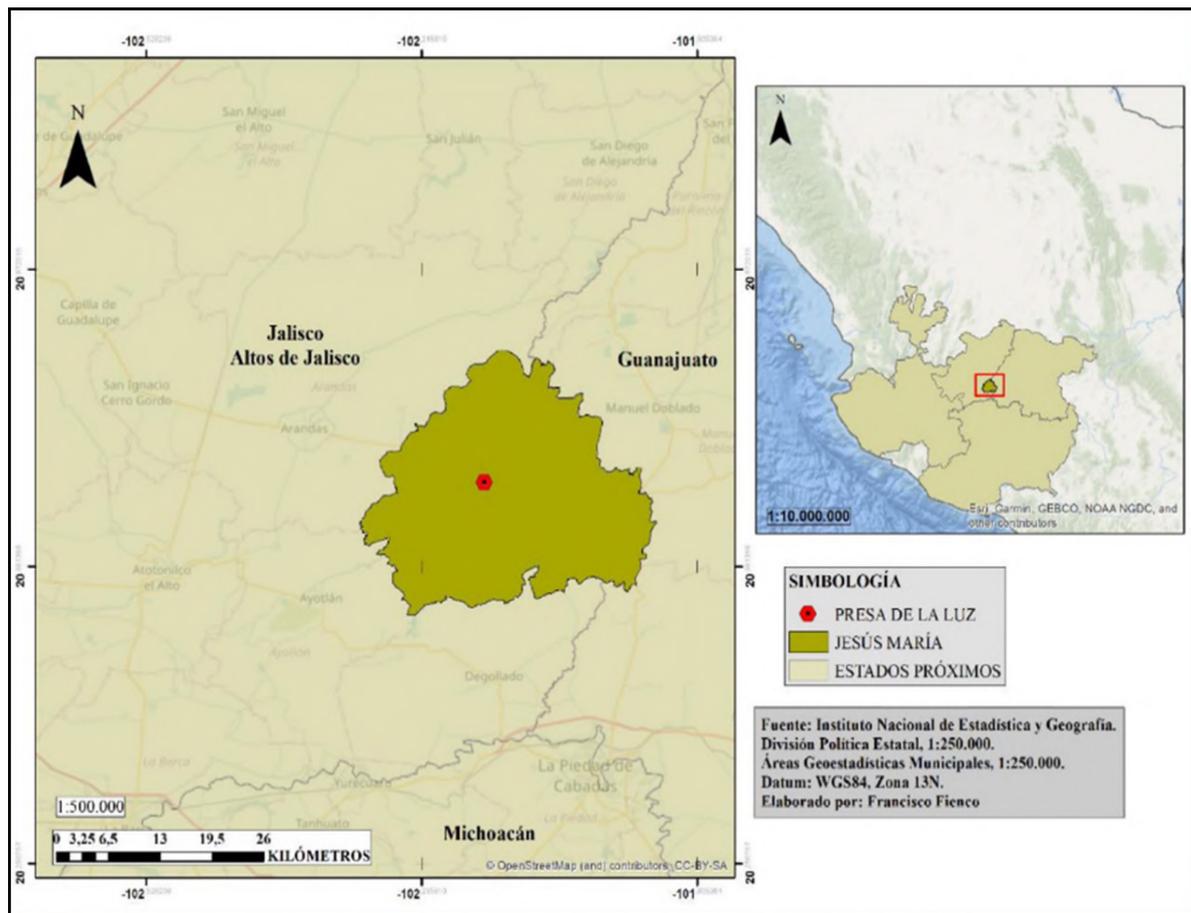


Figura 1 Mapa de ubicación geográfica del sitio arqueológico Pera de la Luz. Autoría Francisco Fienco.

2. Descripciones de área de trabajo

2.1. LA PRESA DE LA LUZ

El sitio arqueológico Presa de la Luz se ubica en el noroccidente de México, región que corresponde a los Altos de Jalisco, municipio de Jesús María (Figura 1). Este escenario, bajo sus condiciones ambientales y geográficas, presenta características favorables para el establecimiento de grupos humanos, debido a sus suelos fértiles, zonas de irrigación, áreas boscosas en galerías y cerros (Weigand y García de Ezra, 1999), particularidades que en la actualidad sirven para el desarrollo de actividades agrícolas (maíz y agave) y ganaderas. El registro de petrograbados empezó con el registro por parte del arqueólogo Javier Galván en el año 2006 y posteriormente por el arqueólogo Eduardo Ladrón de Guevara en el año 2008 (Esparza y Rodríguez, 2016). En estos trabajos se pudo establecer un primer fechamiento de la Presa de la Luz hacia el 500 a 900 d.C. De igual manera, a partir de recorridos de superficie se reconocieron estructuras contiguas a las MGR e incrementó el registro de petrograbados localizados en la parte oriental de la presa. Otros trabajos permitieron extender el área de estudio mediante la ubicación de petrograbados con formas de aves, círculos concéntricos, pecked cross (Esparza y Ladrón, 2012), alcanzando un registro mayor a 1200 MGR (Esparza y Rodríguez, 2016).

3. Metodología

3.1. SELECCIÓN, REGISTRO Y TOMA DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS DE MATERIALES

El transecto determinado para la toma de muestras se formuló según la accesibilidad y las condiciones en las que se encontraban los vestigios (Figura 2). Se seleccionaron los metates y los pocitos que se encuentran en la superficie, mientras que los materiales restantes del registro arqueológico se localizan sumergidos por el caudal de la presa o fueron nuevamente cubiertos con tierra, por ende, no fueron considerados.

De esta manera, se seleccionaron para las muestras metates fijos y pocitos que tengan una probabilidad alta de una posible función de molienda, esto se definió por las características de porosidad en la superficie de los artefactos con el objetivo de evidenciar algún recurso biocultural. En primer lugar, se realizó una limpieza del recubrimiento con una escobilla para retirar el material externo de la parte superior, mientras que, en la parte interna, se removió el material solidificado de hojas y tierra con un pico pequeño de plástico para evitar el contacto directo con la muestra. Después, se limpió cuidadosamente con una brocha mediana y pequeña toda la superficie de los metates y pocitos fijos.

Una vez visibles los poros internos de los materiales (mayor probabilidad de encontrar residuos) se procedió con el raspado mediante espátulas de acero con puntas finas. A continuación, se recogió con una microespátula de punta plana y un cepillo dental que fueron utilizados cuidadosamente, esto evitó dispersar la muestra. El sedimento raspado de metates y pocitos fijos se depositó en tubos viales pequeños y la muestra que se recuperó fue entre 0,05 a 1 g.

El proceso de raspado y extracción de sedimentos se realizó en pocitos individuales y en la roca que contenían varios de ellos. Del mismo modo, se consideraron muestras del mineral predominante en el suelo para establecer un control con los resultados de los análisis, lo que permitió diferenciar el contexto actual del antiguo, de las zonas A y B. Adicionalmente, se recogió material cerámico en superficie (zona C) para fundamentar la contrastación de datos. Las muestras recuperadas se almacenaron en un lugar a temperatura ambiente, fresco y seco para evitar algún tipo de alteración en el laboratorio de LADIPA de El Colegio de Michoacán.

Para las muestras de las zonas D, E, F y G se realizó la aplicación de impresiones de polivinil de siloxano (pasta), cubriendo una parte de la superficie. Este proceso consistió en combinar la parte activa y pasiva en cantidades iguales de 3M ESPE Express STD (Material de impresión de

vinil polisiloxano, Masilla). Luego, con las manos (empleando guantes) se moldeó en forma circular, durante aproximadamente 30 segundos, hasta que la masa adquirió un color uniforme –debido a sus propiedades se endurece rápidamente–. Al terminar, se retira la impresión y se la guarda en un recubrimiento de papel aluminio para evitar que la muestra se contamine. El registro de las muestras se realizó mediante rotulación y organización de acuerdo con el tipo y la técnica de extracción (Tabla 1).

3.2. TÉCNICA DE ANÁLISIS DE MATERIALES

El proceso de análisis de materiales para la identificación de almidones consistió en tres etapas: la primera, fue la identificación de gránulos de almidón estándar en granos (maíz, frijol verde, frijol amarillo) seleccionados de la localidad en estudio (Municipio de Jesús María) para reconocer la forma y tipo de almidones. Asimismo, se establecieron pruebas de control de identificación

de gránulos de almidón por medio de la aplicación de la solución Lugol. Se disolvió 10 g de yoduro de potasio en 100 mL de agua destilada, luego se agregó lentamente 5 g de yodo moviéndolo al mismo tiempo. Posteriormente, se filtró y guardó en un lugar fresco.

En la segunda etapa, se realizó pruebas en condiciones aproximadas al contexto arqueológico donde se extrajo muestras del suelo próximas a los artefactos y en el laboratorio se le agregó cantidades mínimas de almidón. Esta etapa se la realizó con la finalidad de probar la técnica de separación de almidones con la aplicación de líquidos pesados y la técnica con la aplicación de detergente especial.

El aislamiento de almidones utilizando líquidos pesados (politungstato de sodio, bromuro de zinc o cloruro de cesio) que se aplican en diferentes tipos de suelos y materiales para recuperar fitolitos y almidones (Horrocks, 2005). Los líquidos pesados son empleados cuando se trabaja con 20 bajas cantidades de producto en sus contextos originales.

Tabla 1. Registro de muestras para el laboratorio. (Dentro del registro también se tomaron las coordenadas UTM de su localización, pero no se muestran en este trabajo para su protección y conservación). Autoría: Francisco Fienco.

Zona	Tipo	Muestras	Técnica
A	Metate	M1-M1	Raspado
	Metate	M2-M2	Raspado
	Suelo	M4-S1	Levantamiento material superficie
B	Pocitos	M5-P1	Raspado
	Pocitos	M6-P2	Raspado
	Suelo	M8-S2	Recolección
C	Cerámica	M9-C1	Levantamiento material superficie
	Mineral	M18-MI3	Levantamiento material superficie
	Obsidiana	M19-O1	Levantamiento material superficie
D	Pocitos	M22-P3	Impresiones de polivinil siloxano
	Pocitos	M23-P4	Raspado

Por medio de raspado se procede a recolectar la muestra en los artefactos a analizar y, en el caso de artefactos líticos, se localizan los poros que es el área donde existe mayor probabilidad de encontrar residuos orgánicos. El procedimiento fue el siguiente: se agregó 0,05 g de muestra (0,001 g de almidón – 0,049 g de suelo) en un tubo vial de 2 mL junto con 266 µl de agua destilada. Se agitaron las muestras, se dejó reposar 24 horas y luego se vertió en otro tubo vial de 2 mL. Luego se colocó 50 µl de cloruro de cesio a una densidad específica de 1,89. Posteriormente se agregó 166 µl de agua destilada y se dejó sedimentar la muestra. Se tomaron 2 gotas de la parte inferior de los tubos viales por muestra, ya que por efecto del cloruro de cesio los gránulos de almidón se depositan en el fondo, se colocó en el portaobjetos para identificarlos en el microscopio.

En la técnica de separación de almidones utilizando detergente sirvió para separar los sedimentos y los almidones que puede tener la muestra. Cabe indicar que se necesitó un detergente especial libre de elementos vegetales, el cual fue analizado previamente para evitar la contaminación de las muestras. El procedimiento fue el siguiente: para la probeta con muestra de aproximación de contexto arqueológico, se obtuvo mezclando 0,001 g. de almidón y 0,049 g. de suelo del sitio arqueológico; luego 0,05g. de la probeta se agregó en un tubo vial de 2 mL con 0,1 mL de solución de detergente en polvo al 5 % y se dejó por varias horas, agitando ocasionalmente; posterior a ello se tomó unas gotas de la parte intermedia del vial y se colocó en un portaobjetos para su observación en el microscopio.

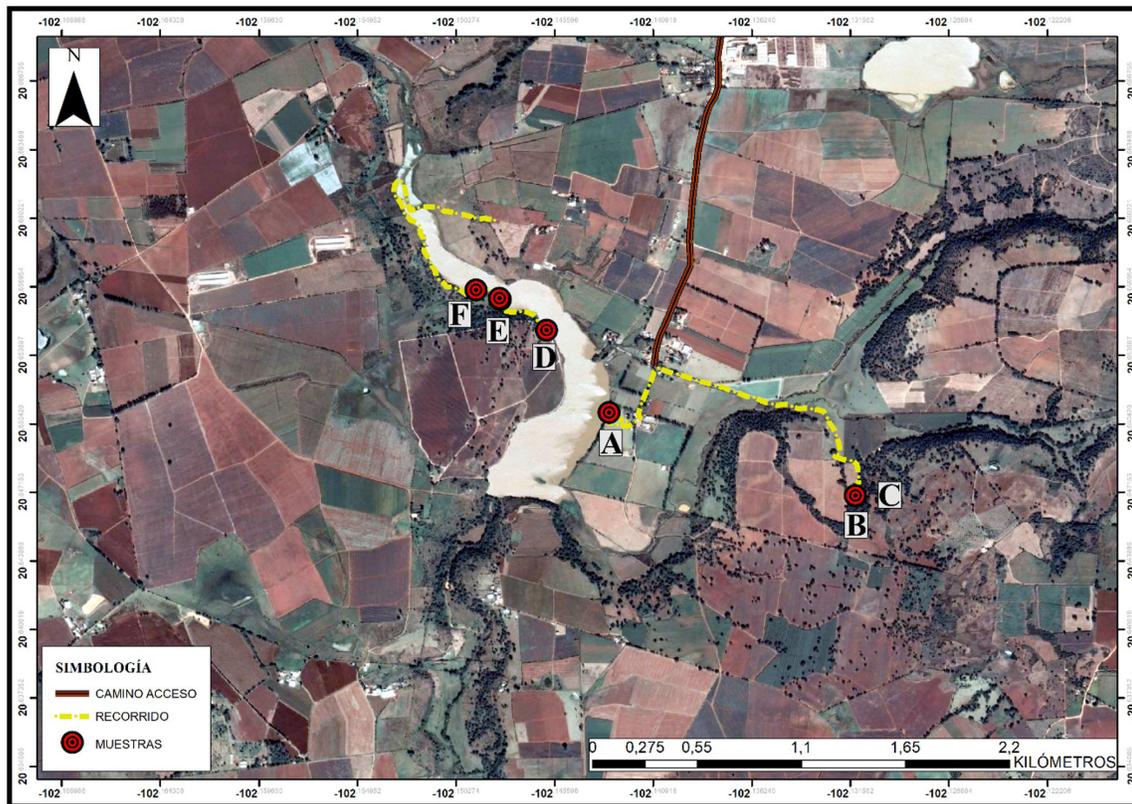


Figura 2 Mapa de localización de puntos donde se tomaron las muestras para el análisis de materiales del sitio arqueológico Presa de la Luz, Jalisco. Autoría Francisco Fienco.

Finalmente, en la tercera etapa se extrajo y analizó los gránulos de almidón de las muestras tomadas en metates y pocitos seleccionados del sitio arqueológico Presa de la Luz con la técnica de aplicación de detergente para separar los almidones (Figura 3). Los metates y pocitos fueron seleccionados al encontrarse descubiertos y en superficie, pues esto posibilitó la toma de muestras. La nomenclatura que corresponde a los resultados: (M = muestra, n = número de muestra) – (M = metate y P = pocitos).

Las muestras tomadas por medio de impresiones de polivinil de siloxano (PVS) donde se adhieren los microrrestos se realiza el montaje directo en el microscopio de luz reflejada (Martínez *et al.*, 2018). Esta técnica se aplicó para contrastar la información y establecer interpretaciones adecuadas de los artefactos analizados.

4. Resultados

4.1. MUESTRAS DE REFERENCIA DE ALMIDONES

El primer grupo de referencia corresponde a los gránulos de almidón de las muestras obtenidas de los granos de maíz, frijol amarillo y verde de

los huertos del Municipio de Jesús María que se observaron, con luz transmitida y con luz polarizada. Se identificó los gránulos de maíz que poseen una forma redondeada, son pequeños de 6 μm y algunos grandes de hasta 9 μm . Con luz polarizada se puede observar claramente la cruz de extinción, los tamaños se reducen un poco en relación con los gránulos que se observan con la luz transmitida. La tinción de los almidones es clara y esta coincide con la forma de los gránulos de almidón de las muestras que no fueron aplicadas la solución. La media de los gránulos en el maíz se encuentra entre 7 y 9 μm aproximadamente, sin embargo, pueden algunos gránulos alcanzar hasta 14 μm .

Por otro lado, los gránulos de frijol verde identificados tienen formas circulares y ovaladas. Su tamaño promedio varía entre 15 a 25 μm . Mientras tanto, los gránulos de almidón del frijol amarillo se encuentran entre 10 y 20 μm de diámetro. Sus formas frecuentes son redondeadas y ovaladas. En los gránulos de almidón del frijol amarillo, bajo luz polarizada, se nota la cruz de extinción al cambio de luz, lo que hace fácil su identificación. Los diámetros se encuentran entre 8 a 18 μm que coincide parcialmente con los gránulos de frijol amarillo con luz transmitida (Figura 4).



Figura 3 Artefactos del registro arqueológico analizados: a) Metates y b) Piedra de pocitos. Autoría Rodrigo Esparza.

Los resultados de estas pruebas permiten tener una referencia de tamaño y forma de los gránulos de almidón que puede ser aplicado a las muestras recuperadas en contextos arqueológicos.

4.2. MUESTRAS DE ALMIDONES APROXIMADOS AL CONTEXTO ARQUEOLÓGICO PRESA DE LA LUZ

La técnica para la separación de almidones empleando líquido pesado fue descartada, ya que modificó la estructura de los gránulos y en otros

casos se perdieron por completo. Sin embargo, en otras condiciones donde la muestra arqueológica sea representativa puede ser considerado. Por tal motivo, se aplicó la metodología utilizando detergente ya que presentó mejores resultados, pues sí fue posible la separación y posterior identificación de almidones en las muestras aproximadas del sitio Presa de la Luz. En el microscopio, con luz transmitida, se identificaron los gránulos de almidón de maíz con características similares a las muestras de referencia.

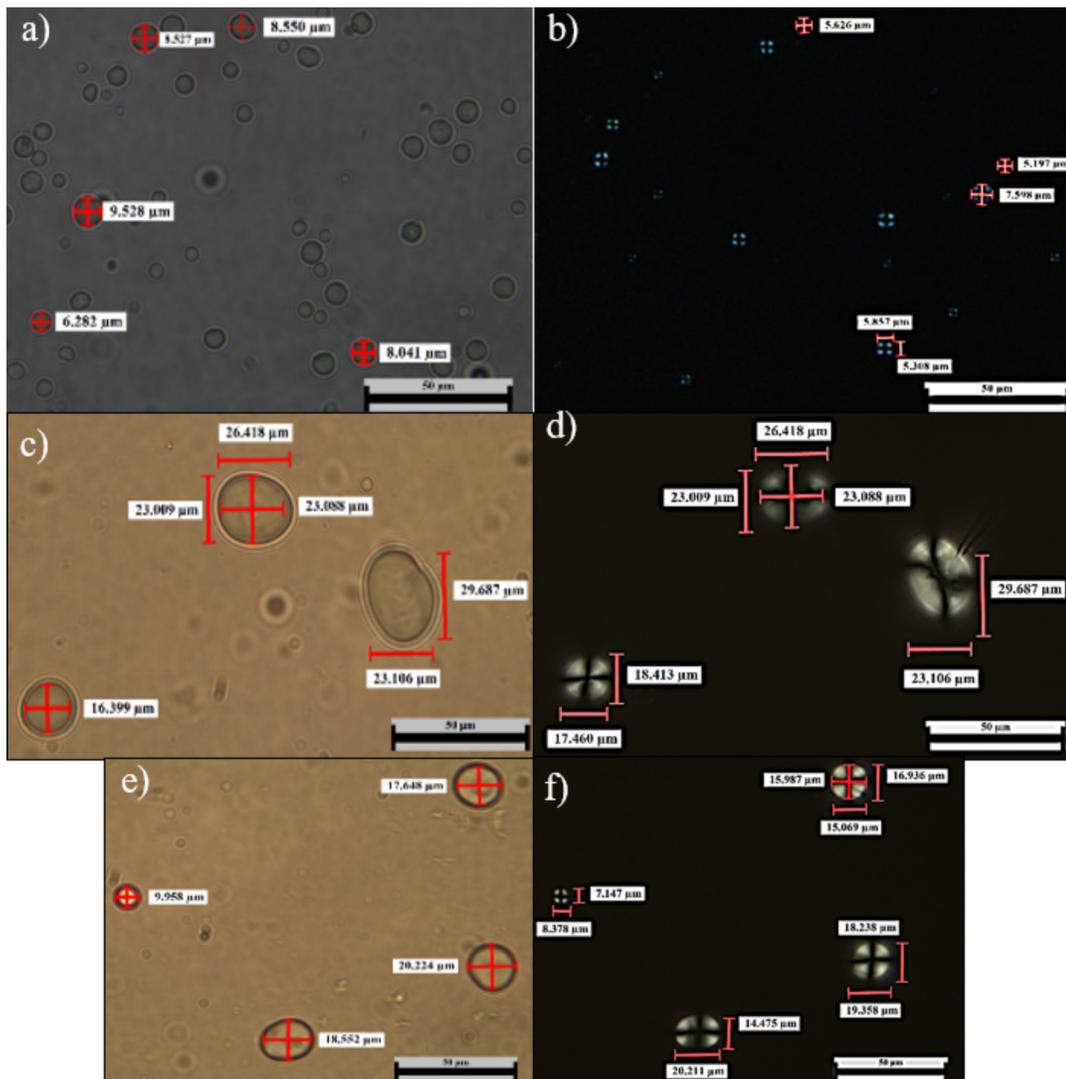


Figura 4 Gránulos de almidón de muestras de referencia con microscopio en luz transmitida y luz polarizada: a) y b) maíz - c) y d) frijol amarillo - e) y f) frijol verde. Autoría Ana Coria y Francisco Fienco.

La diferencia que se observa de las muestras de referencia con las muestras de aproximación al contexto arqueológico es el número de gránulos de almidón registrados, ya que en esta se alcanzó a localizar 3 gránulos de almidón de maíz con su tamaño correspondiente. De igual manera, se observaron dos gránulos de frijol verde, con el tamaño y forma característica a las muestras de referencia. Los tamaños estándar van de 20

a 32 μm y se mantienen las formas redondeadas y elipsoides, en algunos casos. Luego, en las muestras de frijol amarillo se consiguió identificar 3 gránulos de almidón, donde el tamaño y la forma coinciden con las muestras de referencia. Por ello, este tipo de técnica para separar almidones de sedimentos por medio de la acción del detergente resulta efectiva para la identificación de gránulos de almidón. (Figura 5).

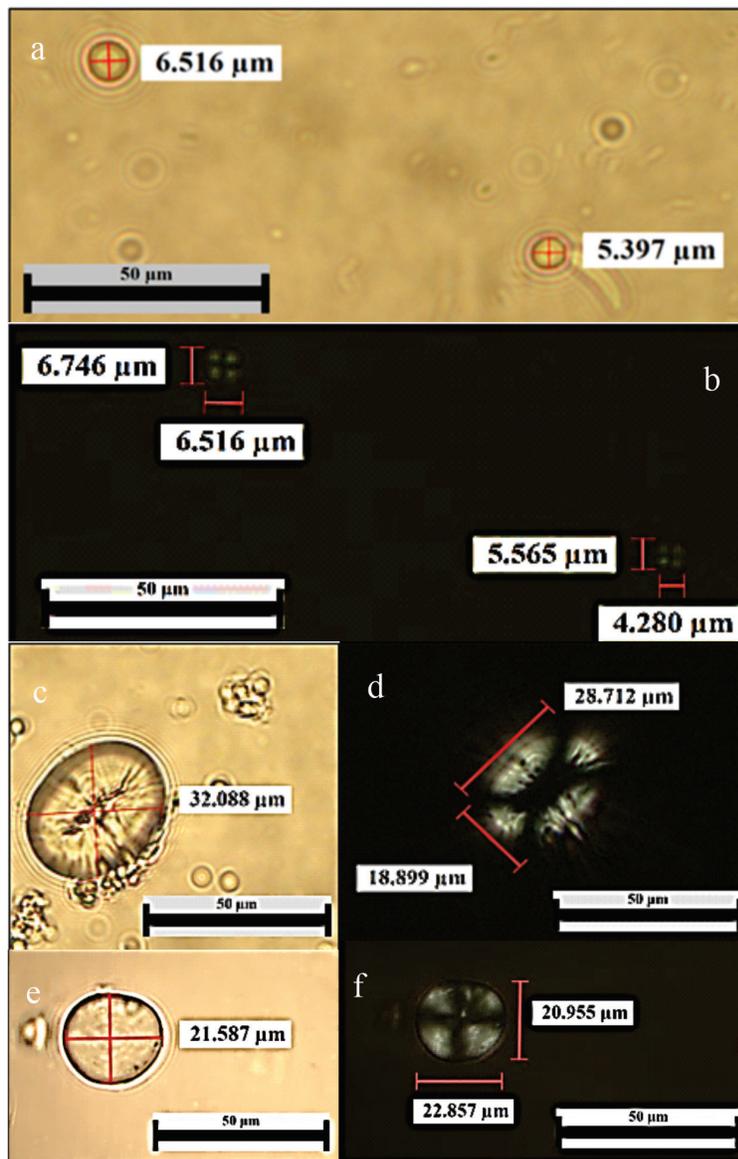


Figura 5 Gránulos de almidón de muestras de aproximación a contextos arqueológicos aplicado detergente para separación, vistas en microscopio en luz transmitida y luz polarizada: a) y b) maíz - c) y d) frijol amarillo - e) y f) frijol verde. Autoría Ana Coria y Francisco Fienco.

Por otro lado, con la técnica de extracción de almidones mediante cloruro de cesio, aplicada bajo las mismas condiciones en las probetas de los contextos arqueológicos y, al considerar la cantidad del suelo del sitio junto con una cantidad mínima de almidón por muestra (maíz - frijol), se obtuvieron resultados de tipo diagnóstico. Se observó en el microscopio óptico, con luz transmitida y polarizada pocos gránulos de almidón de maíz, que fueron determinados por su tamaño y forma redondeada. Estos coinciden con los gránulos de almidón de las muestras de referencia y de las muestras con aplicación de detergente.

En general, los gránulos de frijol poseen mayor tamaño y su forma puede ser redondeada u ovalada. Al ser una muestra aproximada, los gránulos de almidón que se consiguieron identificar fueron pocos, no obstante, esto demuestra que se necesita una cantidad mínima de rastro de almidón para poder identificarlos.

4.3. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ALMIDONES EN METATES Y POCITOS

Así, en la muestra M1-M1 se identificaron gránulos de maíz, por su forma y tamaño, el cual varía desde los 4 a 12 µm, aproximadamente. Se

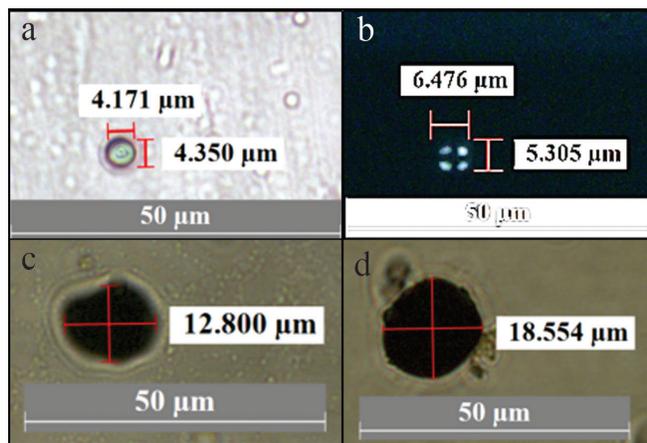


Figura 6 Gránulos de almidón del metate M1-M1 del sitio Presa de la Luz: a) posible gránulo de almidón de maíz con microscopio en luz transmitida - b) con luz polarizada - c) y d) Tinción de gránulos de almidón por tinción con Lugol. Autoría Ana Coria y Francisco Fienco.

comprobó la presencia de gránulos de almidón mediante tinción con Lugol (Figura 6).

En la muestra M2-M2, que corresponde a metates fijos, se reconocieron gránulos de almidón de tipos diferentes, por su forma redondeada y el tamaño entre 9 a 10 µm que, posiblemente corresponden a gránulos de almidón de maíz. Sin embargo, otro gránulo de almidón identificado por su tamaño superior a los 15 µm y su forma de cruz de extinción prolongada probablemente corresponda a un gránulo de almidón de frijol (Figura 7). Otros elementos estudiados fueron la piedra de los pocitos, metates en contexto y pocitos diseminados en el área. En el primer caso, este consiste en una roca que posee alrededor de 12 pozos con un diámetro de 5 cm y una profundidad alrededor de 15 cm. El resto de los vestigios corresponden a otros espacios del sitio, pero se consideraron estos elementos con mayor importancia al encontrarse asociados (M1-M1, M2-M2, M5-P1, M6-P2).

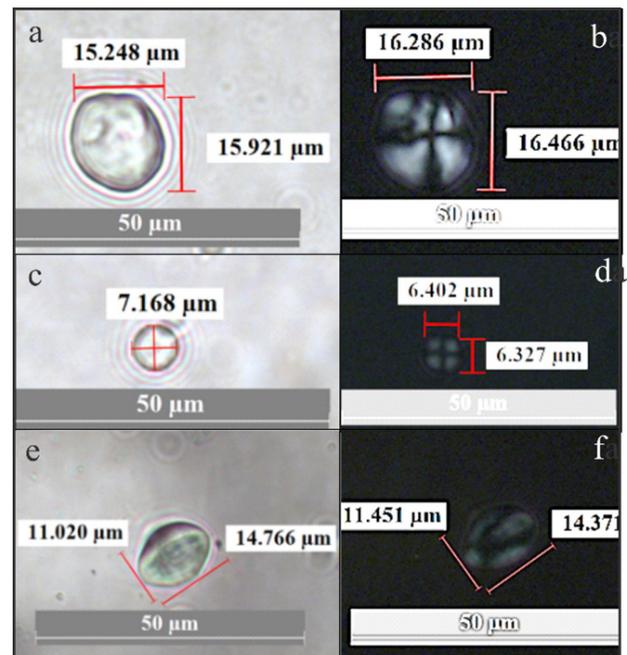


Figura 7 Gránulos de almidón en metates y pocitos del sitio Presa de la Luz: a) y b) Metates fijos M2-M2 - c) y d) Roca de pocitos M5-P1 - e) y f) Roca de pocitos M6-P2. Autoría Fernando May, Ana Coria y Francisco Fienco.

Tabla 2. Resultados de la identificación de gránulos de almidón en las muestras del sitio Presa de la Luz.

Muestra	Descripción	(N° gránulo de almidón) Posible especie
M1-M1	Metate	(2) Maíz
M2-M2	Metate	Maíz – (1) Frijol
M5-P1	Pocito	Maíz – (1) Frijol/Camote
M6-P2	Pocito	Maíz – (2) Frijol
M22-P3	Pocito	Maíz – (1) Frijol/Maíz
M23-P4	Pocito	0 No identificados
Total		12 gránulos identificados

Lo que se puede observar en la muestra M5-P1 son gránulos de almidón que corresponden por su tamaño inferior a 7 µm y forma redondeada a almidón de maíz. El gránulo de almidón de forma ovalada y por su tamaño aproximado de 13 µm probablemente corresponda a almidón de frijol o camote por la forma particular en su cruz de extinción. En la muestra M6-P2 de la roca de los pocitos, también se consiguió identificar un gránulo de almidón de maíz, por su tamaño de 4 µm y por tener una forma redondeada. Mientras que los gránulos del almidón restantes identificados en la muestra, al estar en un tamaño promedio entre 18 a 20 µm y tener una forma redondeada, posiblemente corresponda a gránulos de almidón de frijol (Figura 7).

La muestra M22-P3 que corresponde a uno de los pocitos individuales, se identificaron gránulos de almidón. Por su tamaño se relaciona con gránulos de almidón de maíz. Su forma es redondeada y su tamaño se encuentra entre los 5 y 14 µm.

En la muestra M23-P4 no se lograron identificar gránulos de almidón, esto puede deberse a que los habitantes de la zona durante el epiclásico no trabajaron de manera prolongada sobre el pocito muestreado y los residuos de gránulos de almidón no se conservaron. Además, su morfología se presentó deteriorada y su posicionamiento, en

relación con los pocitos y metates registrados, se encuentra aislada. Otros pocitos presentaron las mismas condiciones, donde no se registraron gránulos de almidón.

En el sitio se encuentran varios pocitos que pudieron ser analizados, sin embargo, al encontrarse próximos al curso de agua principal donde se encuentra la Presa de la Luz, están sujetos a inundaciones periódicas, lo cual fue limitante para el muestreo. Asimismo, puede ser una de las causas de la pérdida de residuos de almidón sobre los artefactos. Los resultados que se obtuvieron son sintetizados de la siguiente manera (Tabla 2).

4.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS IMPRESIONES DE PVS

En la Figura 8 se muestran las imágenes obtenidas mediante microscopio óptico, así como las imágenes obtenidas con Microscopio electrónico de barrido (MEB) de las impresiones de PVS, así como los sitios de donde fueron colectadas. El análisis con microscopio óptico de la impresión de PVS tomada en uno de los pocitos situado en el área D (M25-P6) permitió identificar fibras vegetales, mientras que con el SEM se observaron microalgas fosilizadas conocidas como tierra de diatomeas (Figura 8). Los análisis de laboratorio

dentro de las investigaciones arqueológicas han servido para interpretar el registro material encontrado en diferentes sitios, como las obtenidas del sitio Presa de la Luz.

Los análisis utilizados permiten con sus resultados realizar un proceso de triangulación de información con el objetivo de generar interpretaciones de los contextos en estudio. Tal es el caso de los metates y pocitos (morteros fijos) encontrados en el sitio Presa de la Luz, que, por medio del análisis, se consiguió identificar gránulos de maíz y frijol y establecer la multifuncionalidad de los artefactos.

5. Discusión

La identificación de gránulos de almidón por medio de la técnica de aplicación de líquido pesado (Cloruro de cesio) se descartó ya que, en las pruebas, al tener una cantidad mínima de almidón durante el proceso de separación, se perdió la muestra y posibles gránulos de almidón.

En cambio, mediante la técnica de aplicación de detergente logró la separación e identificación de almidones en las muestras de referencia de contextos arqueológicos; por tal motivo, se aplicó esta técnica con las muestras obtenidas de metates y pocitos del sitio Presa de la Luz. El uso del detergente fue suficiente para sedimentar apropiadamente las partículas más pequeñas de las muestras, como son las arcillas y así, separar los gránulos de almidón.

Estos no sufrieron algún cambio en su morfología. Dentro de las investigaciones arqueológicas se puede aplicar esta técnica para contextualizar e interpretar diferentes espacios dentro de un sitio. Los resultados que se muestran son gránulos de almidones probablemente de maíz y frijol, determinados según el tamaño y la forma de los gránulos, identificados con base en las muestras de referencia y de aproximación del contexto arqueológico. Se puede considerar a esta técnica como diagnóstica, pues debe ser complementada con análisis posteriores que alcancen a definir con exactitud el tipo de gránulo de almidón al cual corresponde.

El aislamiento e identificación de almidones de maíz y frijol permitió generar la hipótesis, que algunos de los pocitos eran utilizados para procesar este tipo de granos, aunque aún no queda claro si era con fines alimenticios o rituales dada la naturaleza de los pocitos, la ubicación y las otras MGR que sugieren que ese lugar era utilizado con fines ceremoniales. Los pocitos han sido relacionados con interpretaciones rituales como representaciones solares desde la cosmovisión de los pueblos huicholes, así como representan ciclos de lluvias estacionales o morteros fijos dedicados para quemar nopal en ceremonias (Abascal *et al.*, 2011; Torres y Arriaga 2019).

Al atribuirles a estos metates y pocitos fijos una función de molienda surgen nuevas interpretaciones, como un trabajo colaborativo de procesamiento

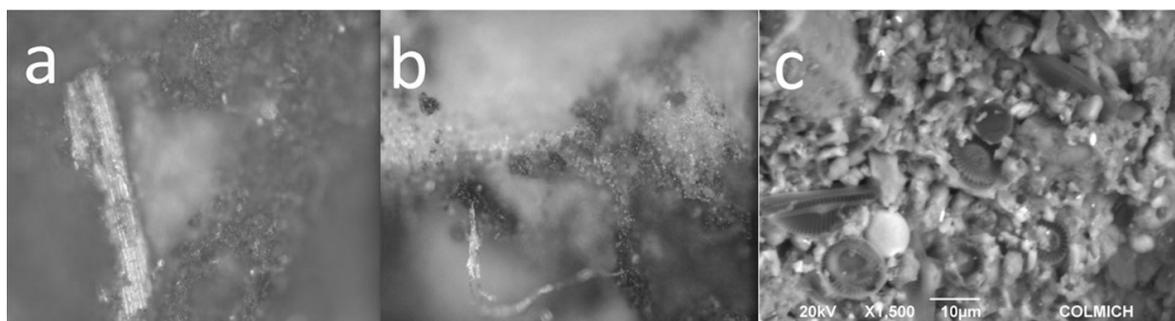


Figura 8 Muestras de la impresión de PVS de un pocito de la zona D. a) y b) Imágenes de microscopía óptica tomadas a 40X. c) Imagen de Microscopía electrónica de barrido. Autoría Ana Coria y Francisco Fienco.

de alimentos para sustentar las actividades constructivas de estructuras, los procesos agrícolas de siembra-cosecha y la ejecución de MGR donde intervendrían grandes grupos. Por su característica de fijeza sobre la roca, tamaño y acanaladuras se sustentó la hipótesis de función para molienda durante actividades grupales que sí serían requeridas, pues cerca del sitio Presa de la Luz se encuentra el sitio Cerrito de los Agaves donde se registró un centro ceremonial con estructura piramidal, plataformas, altar principal y patios donde se emplearía varias personas para su ejecución. Asimismo, donde se encontró la roca de los pocitos se registró material superficial cerámico de tipo doméstico considerable.

Ejemplos de estos tipos de metates y pocitos fijos se pueden encontrar registrados en otros sitios cercanos como en Plazuelas, donde así mismo se encuentran cercanos a estructuras piramidales. Sin embargo, aún queda por analizar dichos artefactos en mejores contextos para dilucidar la hipótesis de que si estos artefactos (metates y pocitos fijos) fueron utilizados para el procesamiento de alimentos en grandes cantidades para actividades colaborativas.

La actividad de molienda de granos en las sociedades mesoamericanas formó parte de la cotidianidad de diversos grupos donde se dio el procesamiento de alimentos y minerales. Los análisis de estos materiales aportan información valiosa para entender el comportamiento de las sociedades que habitaron diferentes espacios. La técnica de identificación de almidones por separación de detergente resulta conveniente si el objetivo es de tipo diagnóstico, para tratar de determinar la presencia o ausencia de determinados elementos, en este caso los metates y pocitos fijos.

En el caso de los metates fijos de la zona A, se encontraron dos juntos, cercano a un flujo de agua y llevan una acanaladura que los conecta, este posicionamiento sugiere un aprovechamiento del espacio pues cuenta con sombra, agua y está cerca de las zonas de cultivo

que son condiciones aptas para desarrollar la actividad de molienda. Para la piedra de los pocitos, existen 16 pocitos distribuidos en la roca y existe un curso de agua muy próximo. En la zona B se registró material superficial cerámico que refuerza la actividad de tipo doméstica vinculada a la molienda de alimentos, ya que en esta misma zona se encontró la piedra de los pocitos.

Por otro lado, la presencia de material vegetal en las impresiones de PVS también podría sugerir que eran usados para el procesamiento de material vegetal, aunque no es posible, con solo el análisis microscópico realizado, determinar si esos residuos vegetales son residuos arqueológicos o recientes, considerando además que están expuestos al ambiente de manera permanente. Algo que si se logra evidenciar es que los pocitos de la zona D sufren inundaciones lo que facilita la deposición de tierra de diatomeas provenientes del agua.

6. Conclusiones

Con base en los análisis de identificación de gránulos de almidón por medio de la aplicación de detergente se consiguió identificar 12 gránulos de almidón de metates y pocitos fijos registrados del sitio Presa de la Luz. En un contexto general se llega a atribuirles a estos elementos materiales una característica de multifuncionalidad, pues inicialmente se consideró como parte las MGR que se encuentran en el sitio. Tras los resultados se reconoce que dichos artefactos fueron utilizados para el procesamiento de alimentos, probablemente granos de maíz y frijol que fueron identificados por la forma y tamaño de los gránulos de almidón.

En este sentido, por medio de los análisis de materiales enfocado en la identificación de almidones se consiguió cumplir con el objetivo de investigación, así como sirvió como fuente para la interpretación específica de diferentes espacios en el sitio Presa de la Luz.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Fienco Cuadrado, F., Esparza López, J. R., Coria Téllez, A.V.; Análisis y adquisición de datos: Fienco Cuadrado, F., Coria Téllez, A.V., May Crespo, F., Esparza López, J. R.; Desarrollo metodológico/técnico: Fienco Cuadrado, F., Novillo Verdugo, M., Coria Téllez, A.V., May Crespo, F.; Redacción del manuscrito original y editado: Fienco Cuadrado, F., Novillo Verdugo, M., Coria Téllez, A.V., Esparza López, J. R., May Crespo, F.; Diseño gráfico: Fienco Cuadrado, F., Coria Téllez, A.V.; Interpretaciones: Fienco Cuadrado, F., Novillo Verdugo, M., Coria Téllez, A.V., Esparza López, J. R., May Crespo, F.

Financiamiento

Este artículo corresponde al trabajo de tesis de maestría que recibió la ayuda de CONAHCYT, El Colegio de Michoacán y del Proyecto Arqueológico Presa de la Luz.

Agradecimientos

Se agradece al Colegio de Michoacán, al Laboratorio de Análisis y Diagnóstico del Patrimonio (LADIPA) y al Municipio de Jesús María por la ayuda brindada a nivel institucional. También a colegas que apoyaron la investigación: Mario Rétiz, Esteban Sánchez y técnicos del laboratorio.

Conflictos de interés

No existen conflictos de interés con otros autores, instituciones o terceros sobre el contenido del presente manuscrito.

Editor a cargo

José Luis Ruvalcaba Sil.

Referencias

- Abascal, J., G., Mountjoy, J., Schöndube, B., 2011, Geometrías de la imaginación. Diseño e iconografía de Jalisco:Guadalajara, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), 194 p.
- Bostwick, T., Burton, J., 1993, A Study in Sourcing Hohokam Basalt Ground Stone Implements: Kiva, Journal of Southwestern Anthropology and History, 58(3), 357-372. <https://doi.org/10.1080/00231940.1993.11758215>
- Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., Chiming Tang, M., 2009, Form and functionality of starch:, Food Hydrocolloids, 23, 1527-1534. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.09.016>
- Esparza- López, R., Ladrón de Guevara, E., 2012, Informe Final de la Temporada 2012 Proyecto Arqueológico Presa de la Luz, Municipio de Jesús María: Jalisco, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).
- Esparza- López, R., Rodríguez- Mola, F. M., 2016, El Santuario Rupestre de los Altos de Jalisco: Zamora, El Colegio de Michoacán, 167 p.
- Götz, C. M., 2005, Una tipología de los metates prehispánicos de Yucatán: Etzcalcalli, 2, 70-99.
- Gott, B., Barton, H., Delwen, S., Torrence, R., 2006, Biology of Starch, *in* Torrence, R., Barton, H., (eds.), Ancient Starch Research: Walnut Creek, Left Coast Press, 35-45.
- Horrocks, M., 2005, A combined procedure for recovering phytoliths and starch residues from soils, sedimentary deposit and similar materials: Journal of Archaeological Science, 32, 1169-1175. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.02.014>
- Lee, F., Biancaniello, M., 1993, Homol'ovi III Ground Stone in the Raw: A Study of the Local Sandstone Used to Make Ground Stone Artifacts: Kiva, Journal of Southwestern Anthropology and History, 58(3), 373-393. <https://doi.org/10.1080/00231940.1993.11758216>

- Macneish, R., Nelken-Terner, A., Johnson, I., 1967, The non-ceramic artifacts, *in* Byers, D.S., (ed.), *The Prehistory of the Tehuacan Valley*: Austin, University of Texas Press, 101-121.
- Martínez, P., Reyes, M.A., Cruz, J.E., Rodríguez, J., Acosta, G., 2018., Artefactos de molienda, análisis de huellas de uso y explotación de recursos lacustres: el caso de San Gregorio Atlapulco (Cartel): Ciudad de México (CDMX), Proyecto San Gregorio de Atlapulco, disponible en <<https://n9.cl/2ldqv>>.
- Perales de Olarte, A., 2019, Técnicas de cocción en ofrendas funerarias del Sitio Chotuna Chornancap (Circa 900 d.c.-1532 d.c.), Vvalle de Lambayeque, Perú: una aproximación a partir de análisis de almidones y experimentación: Perú, Universidad Nacional de Trujillo, Tesis de maestría, 181 p.
- Rodríguez- Mota, F., 2016, El arte rupestre en México: Guía para su estudio, conservación e interpretación, Colección El Gabinete Arqueológico, Libro 3. Arte Rupestre: México, Editorial Libros de Godot, 167 p.
- Rodríguez, J., 2018, Piedras de molienda de Mesoamérica: Arqueología Iberoamericana 37, 53-60.
- Torres, A., Arriaga A., C., 2019, El camino de los días: las representaciones rupestres del movimiento solar en Xihuingo y otros sitios del sur de Hidalgo (México), *en* Lara, A. (coord.), *Las manifestaciones rupestres en México. Técnica, iconografía y paisaje*: Sevilla, España, AHacer-Vos, volumen 7, 260-280.
- Weigand, P., García de Ezra, A., 1999, Arqueología de los altos de Jalisco. El peñón de Chiquihuitillo y su contexto regional, *en* Williams, E., Phil, C., *Arqueología y etnohistoria: la región del Lerma*: Zamora, Colegio de Michoacán, 269-285.
- Yasui, E., 2021, *Tools to Live by: Starch Grain Analysis on Jomon Period Ground Stone from Southern Hokkaido, Japan*: University of Toronto, Department of Anthropology, Tesis de doctorado, 246 p.