

RESEARCH ARTICLE

EVALUANDO LA PETROFÁBRICA Y COMPOSICIÓN MEDIANTE PXRf DE ALGUNAS CERÁMICAS DE LA DEPRESIÓN CENTRAL Y LOS ALTOS DE CHIAPAS, MÉXICO

Evaluating the Petrofabrics and Composition by pXRF of Some Pottery from the Central Depression and the Chiapas Highlands, Mexico

Marie Annereau-Fulbert,¹ Guillermo Acosta Ochoa,²
José Alfredo Flores,³ Héctor Víctor Cabadas Báez,⁴
Carmen Jaimes Viera⁵

¹ Centro de Estudios Mayas, IIFL, UNAM, México; ² Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México; ³ Escuela Nacional de Antropología e Historia, México; ⁴ Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, INAH, México; ⁵ Facultad de Ciencias, UNAM, México
(✉ mafulbert@gmail.com)

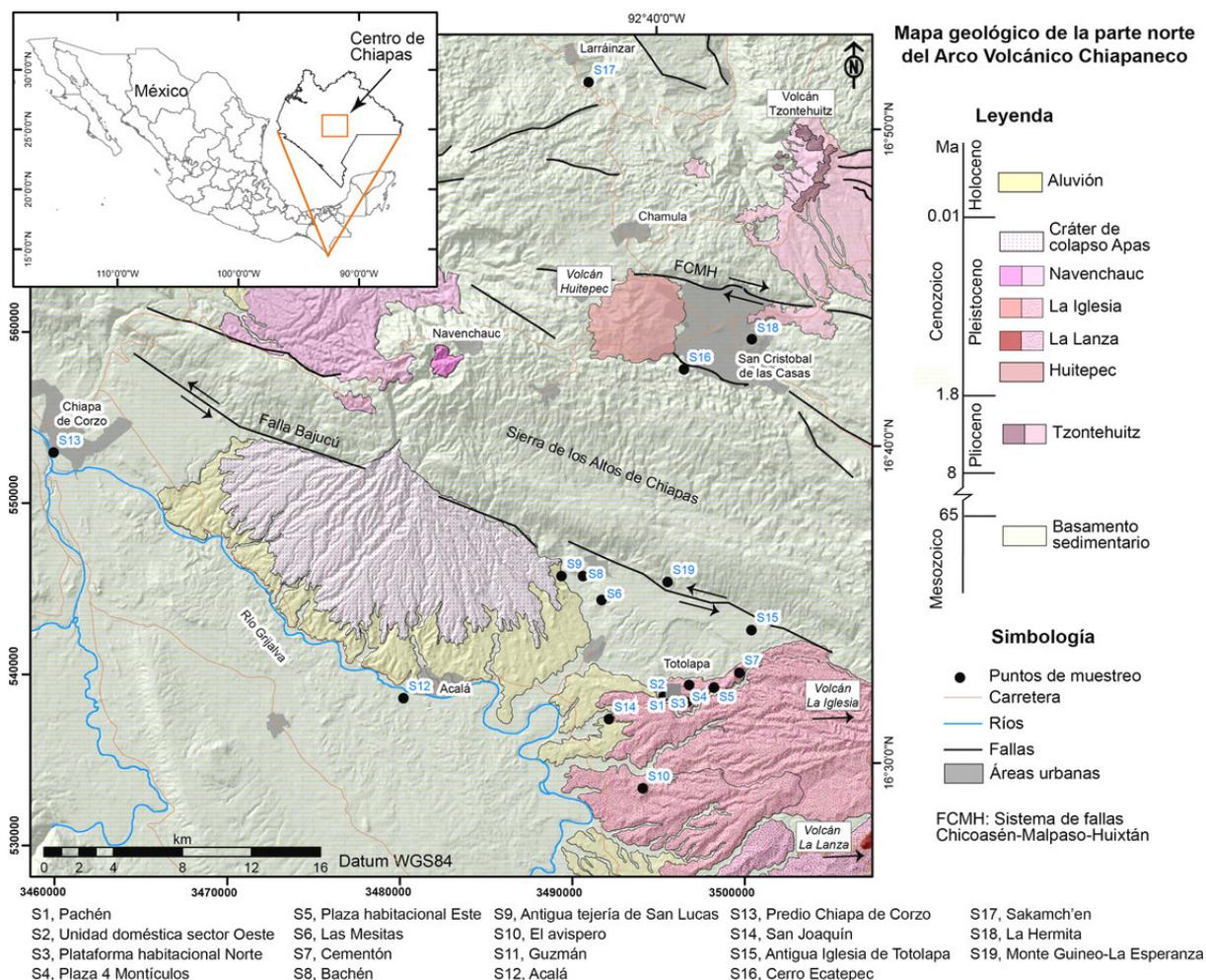


Figura 1. Localización y geología del área de estudio.

Recibido: 21/3/2025. Modificado: 26/3/2025. Aceptado: 15/4/2025. Publicado: 30/4/2025.

RESUMEN. Este estudio preliminar se basa en el análisis de pastas cerámicas recuperadas de dos áreas adyacentes: Totolapa, en la Depresión Central, y Cerro Ecatepec, en los Altos de Chiapas, México. Mediante dos análisis complementarios, usando fluorescencia de rayos X (pXRF) y petrografía de lámina delgada, se pretende evaluar si es posible determinar grupos composicionales, zonas de procedencia y posibles intercambios o interacciones desde el Clásico Tardío hasta el Posclásico Tardío (Proyecto PAPIIT/UNAM IN402623). Basándonos en los resultados, se propone un origen local de las pastas «arenosas» de apariencia burda, sin descartar una mayor interacción entre ambas regiones, así como el probable origen foráneo de las cerámicas de pasta fina.

PALABRAS CLAVE. Chiapas, México, época prehispánica, interacción, cerámica arqueológica, petrografía, fluorescencia de rayos X.

ABSTRACT. This preliminary study is based on the analysis of ceramic pastes recovered from two adjacent areas: Totolapa, in the Central Depression, and Cerro Ecatepec, in the Chiapas Highlands, Mexico. Through two complementary analyses, using X-ray fluorescence (pXRF) and thin-section petrography, we intend to evaluate whether it is possible to determine compositional groups, areas of provenance, and possible exchanges or interactions from the Late Classic to the Late Postclassic (Project PAPIIT/UNAM IN402623). Based on the results, we propose a local origin of the “sandy” pastes of coarse appearance without discarding a greater interaction between both regions and the probable foreign origin of the fine paste pottery.

KEYWORDS. Chiapas, Mexico, pre-Hispanic times, interaction, archaeological pottery, petrography, X-ray fluorescence.

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio tuvo como objetivo definir una metodología adecuada para estudiar material cerámico de pastas finas y burdas, procedentes de la superficie y excavaciones controladas, recuperadas en distintos sectores de los Altos y la Depresión Central de Chiapas, México; a fin de examinar las interacciones entre ambas zonas, concretamente entre el valle de Jobel y el área de Totolapa, durante el horizonte del Posclásico (c. 900-1521 DNE).

Los resultados preliminares sobre 63 muestras indican que, si bien el análisis no destructivo para el estudio de la procedencia es viable en muestras de pastas finas o medias y compactas, en muestras burdas o con desgrasante grueso los resultados no son idóneos para un resultado fiable. Se requiere un análisis destructivo junto con la petrografía para correlacionar las petrofábricas con los grupos composicionales.

2. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN: CERÁMICAS LOCALES VS. CERÁMICAS FORÁNEAS

El análisis de la cerámica de la zona de estudio es relevante en el último periodo de ocupación previo a la llegada de los europeos, pues la información histórica

de la zona, particularmente el *Título de Chiapa* (Navarrete 1966; Annereau-Fulbert y Flores 2021), nos señala movimientos poblacionales complejos durante la época prehispánica, con implicaciones en torno a las relaciones entre zoques, chiapanecas y tsotsiles; por lo que es difícil asignar un vínculo directo de los sitios con la organización étnica y lingüística de inicios de la época virreinal.

Se plantea que las interacciones entre los Altos y la Depresión Central de Chiapas son de poca intensidad durante el Posclásico Tardío en comparación con los periodos previos (Clásico Tardío, c. 600-900 DNE, y Posclásico Temprano, c. 900-1200 DNE), pues dejan de circular tipos cerámicos de intercambio a larga distancia como la cerámica de pasta fina (Lee 1989; Paris y López 2017).

En general, se han atribuido los grupos y tipos cerámicos de pasta burda al Posclásico Tardío. Nuestros recorridos y sondeos reportan tipos burdos domésticos con características similares de «larga data» ya que la literatura cerámica los adscribe a periodos distintos según los contextos arqueológicos documentados. Finalmente, pocos son diagnósticos del Posclásico Tardío. Surge la necesidad de caracterizar más ampliamente los grupos y tipos cerámicos con una metodología integral de composición elemental y petrografía, ya que nunca se han realizado estudios sobre pastas cerámicas burdas de uso doméstico.

Por otro lado, si deja de circular la cerámica fina, ¿qué ocurre con la cerámica doméstica de pasta burda? ¿En qué medida los análisis de los materiales dan cuenta de las probables interacciones? ¿Podemos identificar fuentes de procedencia y diferenciar, incluso cronológicamente, los materiales provenientes de los Altos de los de la Depresión? El objetivo general es obtener más elementos para precisar las interacciones entre ambas áreas mediante la caracterización de materiales cerámicos, la determinación de petrofábricas y la asignación potencial de su área de producción.

3. LA REGIÓN ESTUDIADA

El área de estudio se encuentra en el sureste de la República mexicana, en la región central del actual Estado de Chiapas (figura 1), específicamente en la parte central del Arco Volcánico Chiapaneco (AVC). La zona está caracterizada por una gran variedad de rocas carbonatadas (incluyendo calizas, margas, lutitas y dolomías) que se han asociado a diversas formaciones del Cretácico Superior (Jiménez 1984; Ortega 1990).

Además de las rocas sedimentarias, la actividad ígnea del Cenozoico, representada por el AVC, ha definido gran parte del relieve de la región a través de montañas, lomeríos, valles y planicies intermontanas con climas húmedos, templados y semicálidos (Morales-Iglesias *et al.* 2017).

Con una extensión total aproximada de 4900 km², Castro *et al.* (2007) consideran a esta región del AVC como parte de unas alineaciones volcánicas en dirección noroeste, compuestas por al menos 10 estructuras, las cuales incluyen una estructura de colapso (Apas), un cráter de explosión (Navenchauc), un complejo de domos (Tzontehuitz) y siete estructuras o domos volcánicos (Huitepec, Amahuitz, La Iglesia, Mispía, La Lanza, Venustiano Carranza y Santotón).

El Posclásico, aunque es el último periodo antes de la llegada de los españoles, sigue siendo poco estudiado. La información etnohistórica de la Depresión Central, especialmente el *Título de Chiapa* (Annereau-Fulbert y Flores 2021), sugiere una influencia chiapaneca sobre asentamientos reclamados por los tsotsiles de los Altos en tiempos tardíos. En los Altos centrales de Chiapas destaca el sitio Cerro Ecatepec (figura 1, S16), descrito por Adams (1961). Culbert (1965) analizó los materiales cerámicos, siendo su trabajo el más relevante sobre la historia cerámica de la región. Su mayor ocupación data del Clásico Tardío-Posclásico Temprano,

con pocas evidencias para el Posclásico Tardío. El análisis de Culbert también incluye La Hermita (figura 1, S18), sitio fechado en el Posclásico Tardío. Ambos fueron estudiados por nuestro proyecto (Annereau-Fulbert 2016).

En la Depresión Central, Flores (2021, 2022) investigó la zona limítrofe con los Altos, cerca del actual pueblo de Totolapa (figura 1), donde reportó una ocupación continua desde el Formativo Temprano-Medio hasta el Posclásico Tardío. En este último periodo, la ocupación fue limitada y sugiere una filiación zoque basada en materiales cerámicos similares a los de la porción occidental de la Depresión (Navarrete 1960, 1967), que muestran una clara procedencia zoque desde el Formativo hasta el Posclásico, con pocos materiales chiapanecas (Navarrete 1966) o de los Altos de Chiapas (Culbert 1965). También se han encontrado cerámicas domésticas de textura arenosa burda en el área que podrían asociarse con tipos presentes en Cerro Ecatepec y La Hermita (Annereau-Fulbert 2016; Flores 2021).

En ambas regiones, las ocupaciones más relevantes corresponden al Clásico Tardío y el Posclásico Temprano, con una reducción de materiales cerámicos y un claro proceso de dispersión en el Posclásico Tardío.

Los análisis de materiales cerámicos en Chiapas se han enfocado en estudios tipológicos, respaldados algunos por análisis petrográficos (Navarrete 1966; García-Bárcena y Santamaría 1983; Ortega 1990; Obando *et al.* 2011).

Recientemente, se han realizado estudios composicionales para evaluar la procedencia y composición, utilizando micromorfología (Cabadas *et al.* 2017), difracción de rayos X (Tenorio *et al.* 2010) y activación neutrónica (Paris *et al.* 2021), principalmente sobre cerámica de pasta fina.

Esta investigación es la primera en evaluar cerámica burda combinando datos composicionales con análisis petrográficos, basándose en nuestros estudios previos sobre materiales arqueológicos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Centramos nuestro estudio en materiales del Clásico Tardío y Posclásico desglosados en la Tabla 1, ampliamente descritos y discutidos tanto en la literatura como en los informes de estudio del área de Totolapa y Cerro Ecatepec (Flores 2021; Annereau-Fulbert 2016). En total, se analizaron 63 muestras cerámicas.

Tabla 1. Materiales cerámicos del Clásico Tardío y Posclásico (ampliar para visualizar correctamente).

Ejemplar	Tipo/Grupo cerámico	Sitio	Cronología probable	Referencias
xmch1	Café arenosa gruesa/Pochota Doméstico	Acala	Posclásico Tardío	(Navarrete, 1966: 63); (Olay, 1993: 89-91)
xmch2	Café arenosa gruesa/Pochota Doméstico	San Joaquín	Posclásico Tardío	(Navarrete, 1966: 63); (Olay, 1993: 89-91)
xmch6	Cambio Unslipped	Las Mesitas, San Lucas	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Adams, 1971: 26)
xmch7	Cambio Unslipped	Las Mesitas, San Lucas	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Adams, 1971: 26)
xmch8	Cambio Unslipped	Las Mesitas, San Lucas	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Adams, 1971: 26)
xmch9	Coarse Brownish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Piña Chan y Navarrete, 1967: 12-13)
xmch10	Coarse Brownish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Piña Chan y Navarrete, 1967: 12-13)
xmch11	Coarse Brownish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Piña Chan y Navarrete, 1967: 12-13)
xmch13	Coarse Sandy Reddish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Navarrete, 1960: 32)
xmch14	Coarse Sandy Reddish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Navarrete, 1960: 32)
xmch15	Coarse Sandy Reddish	Guzmán	Posclásico Temprano	(Navarrete, 1960: 32)
xmch16	Coarse Sandy Reddish	Acala	Posclásico Temprano	(Navarrete, 1960: 32)
xmch17	Chab Brown	Totolapa P3N2	Posclásico Temprano	(Bryant, Clark y Cheetam, 2005: 558-560)
xmch18	Chab Brown	Acala	Posclásico Temprano	(Bryant, Clark y Cheetam, 2005: 558-560)
xmch19	Chab Brown	Totolapa P2N2	Posclásico Temprano	(Bryant, Clark y Cheetam, 2005: 558-560)
xmch20	Chab Brown	Totolapa P1N3	Posclásico Temprano	(Bryant, Clark y Cheetam, 2005: 558-560)
xmch21	Tonapac Burdo	Acala	Clásico Tardío	(Linares, 2002: 111)
xmch22	Tonapac Burdo	Totolapa P4N2	Clásico Tardío	(Linares, 2002: 111)
xmch23	Tonapac Burdo	Totolapa PN	Clásico Tardío	(Linares, 2002: 111)
xmch24	Tonapac Burdo	Totolapa PN	Clásico Tardío	(Linares, 2002: 111)
xmch26	Coarse Blackish	Totolapa P2N2	Posclásico Temprano	(Piña Chan y Navarrete, 1967: 13)
xmch28	Coarse Blackish	Totolapa P2N1	Posclásico Temprano	(Piña Chan y Navarrete, 1967: 13)
xmch31	Anaranjado Fino con desgrasante	Totolapa PN	Posclásico Temprano	(Martínez Muriel, 1988: 139)
xmch32	Coarse Yellowish	Avíspero	Posclásico Temprano	(Martínez Muriel, 1988: 139)
xmch33	Coarse Yellowish	Las Mesitas, San Lucas	¿Clásico Tardío?	(Navarrete, 1960: 31)
xmch35	Cerámica café amarillenta	Las Mesitas, San Lucas	¿Clásico Tardío?	(Navarrete, 1960: 31)
xmch37	Cerámica café amarillenta	Totolapa PN	Posclásico Temprano	(Rivero, 2007: 28)
xmch39	Cerámica café amarillenta	Totolapa P4N2	Posclásico Temprano	(Rivero, 2007: 28)
xmch40	Nichel Red: Nichel Variety	Totolapa PN	Posclásico Temprano	(Rivero, 2007: 28)
xmch42	Nichel Red: Nichel Variety	Totolapa P8N3	Posclásico Temprano	(Bryant, Clark y Cheetam, 2005: 553-555)
xmch45	Coarse Brown with Large temper	Guzmán	Posclásico	(Martínez Muriel, 1988: 145)
xmch46	Coarse Brown with Large temper	Totolapa PN	Posclásico	(Martínez Muriel, 1988: 145)
xmch47	Coarse Brown with Large temper	Guzmán	Posclásico	(Martínez Muriel, 1988: 145)
xmch48	Coarse Brown with Large temper	Totolapa PN	Posclásico	(Martínez Muriel, 1988: 145)
xmch53	Mixol	Monte Guineo	Clásico Tardío	(Pérez, 2000: 263-267)
xmch54	Mixol	Monte Guineo	Clásico Tardío	(Pérez, 2000: 263-267)
xmch56	Mixol	Monte Guineo	Clásico Tardío	(Pérez, 2000: 263-267)
xmch57	San Gregorio	Cerro Ecatepec	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 67)
xmch58	San Gregorio	Cerro Ecatepec	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 67)
xmch59	San Gregorio	Cerro Ecatepec	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 67)
xmch60	San Gregorio	Sakamchen	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 67)
xmch61	Grupo Negro	Cerro Ecatepec	Posclásico Tardío	
xmch62	Grupo Negro	Cerro Ecatepec	Posclásico Tardío	
xmch63	Grupo Negro	Cerro Ecatepec	Posclásico Tardío	
xmch64	Grupo Negro	Cerro Ecatepec	Posclásico Tardío	
xmch65	Hermita Burdo	La Hermita	Posclásico Tardío	(Culbert, 1965: 73)
xmch66	Hermita Burdo	La Hermita	Posclásico Tardío	(Culbert, 1965: 73)
xmch67	Hermita Burdo	La Hermita	Posclásico Tardío	(Culbert, 1965: 73)
xmch68	Hermita Burdo	La Hermita	Posclásico Tardío	(Culbert, 1965: 73)
xmch69	Gris Fino	Cerro Ecatepec	Clásico Temprano-Posclásico Temprano	(Matheny, 1970: 68)
xmch70	Gris Fino	Cerro Ecatepec	Clásico Temprano-Posclásico Temprano	(Matheny, 1970: 68)
xmch71	Gris Fino	Cerro Ecatepec	Clásico Temprano-Posclásico Temprano	(Matheny, 1970: 68)
xmch72	Gris Fino	Cerro Ecatepec	Clásico Temprano-Posclásico Temprano	(Matheny, 1970: 68)
xmch73	Ixtapa Fino	Sakamchen	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 68-69)
xmch74	Ixtapa Fino	Sakamchen	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 68-69)
xmch75	Ixtapa Fino	Sakamchen	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 68-69)
xmch76	Ixtapa Fino	Sakamchen	Posclásico Temprano	(Culbert, 1965: 68-69)
xmch77	"Burdo II"	La Hermita	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 82); (Pérez, 2000: 263-267)
xmch78	"Burdo II"	La Hermita	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 82); (Pérez, 2000: 263-267)
xmch79	"Burdo II"	La Hermita	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 82); (Pérez, 2000: 263-267)
xmch80	"Burdo II"	La Hermita	Clásico Tardío, Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 82); (Pérez, 2000: 263-267)
xmch82	Grupo Arenoso	Cerro Ecatepec	Clásico Tardío-Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 87)
xmch83	Grupo Arenoso	Cerro Ecatepec	Clásico Tardío-Posclásico Temprano	(Olay, 1993: 87)

La mayor parte del corpus está compuesta por grupos arenosos burdos de larga duración que aparentemente perduraron hasta la época virreinal. Presentan una gran cantidad y variedad de inclusiones, lo que dificulta su distinción a nivel macroscópico. Sin embargo, se incluyen en nuestro estudio debido a su mayor representatividad en la muestra disponible y a su larga duración (ver tabla 1). Las pastas burdas presentan un reto para los estudios de pXRF. Resalta la necesidad de

establecer un protocolo que permita comparar ambas clases de pastas (fina y burda).

Como antecedente de este estudio, Flores (2021) realizó un primer análisis de fluorescencia de rayos X (pXRF) sobre 455 tiestos cerámicos de varios sitios de la Depresión Central de Chiapas y Cerro Ecatepec en los Altos. En ese estudio se retiró el engobe y/o la parte superficial sin engobe de los tiestos mediante abrasión con *mototool* en un área de aproximadamente 1 cm²;

luego se limpió con aire comprimido y se lavó en baño ultrasónico con agua ultrapura. Finalmente, las muestras se secaron en el horno. En esta investigación reportamos un cambio significativo en el tratamiento de las muestras para optimizar los resultados.

Con el objetivo de homogeneizar la muestra según el tamaño de las partículas y su composición, evitando así los problemas generados por el análisis directo de la pasta cerámica responsable de que nuestro análisis preliminar no definiera grupos composicionales claros (Flores 2021), cada muestra fue molida en mortero de ágata, depositada en una copa para pXRF y cubierta con una membrana de polipropileno. Aunque el análisis de procedencia suele centrarse en elementos traza (Fe), se llevaron a cabo dos rutinas analíticas, tanto para elementos ligeros como para elementos traza, con el fin de obtener datos relacionados con los elementos asociados a la composición de las arcillas (Si, Al, Fe, Ca, Ti), mediante el empleo de una sonda portable de fluorescencia de rayos X *Bruker* modelo *Tracer III-SD*, equipada con un tubo de rodio y un detector de silicio con enfriador *Peltier*. Para el análisis de elementos ligeros se extrajo una pequeña parte de la muestra para ser analizada directamente en el área sensible del dispositivo, en atmósfera de vacío a 15 kV y 25 μ A.

En el caso del análisis de elementos traza, el equipo se configuró a 40 kV y 11 μ A, empleando un filtro de 6 mm de cobre (Cu), 1 mm de titanio (Ti) y 12 mm de Aluminio (Al). Esta configuración está optimizada para excitar los elementos Fe a Mo, incluyendo elementos traza como Rubidio (Rb), Estroncio (Sr), Iridio (Y), Zirconio (Zr) o Niobio (Nb), con poca sensibilidad para elementos ligeros.

Se consideraron los siguientes elementos: Rb, Sr, Y, Zr y Nb, generalmente empleados para definir la procedencia; los cuales, en el caso de la cerámica, parecen ser los aportes principales de los desgrasantes y materiales no plásticos de los bancos de materia prima (Stoner 2016). Para el análisis estadístico final se usaron los índices Ca/Fe, Zr/Sr, Y/Sr, Rb/Sr y Nb/Sr.

Ambos análisis fueron cuantitativos, empleando una calibración empírica desarrollada por el Dr. Harry Rowe del *Bureau of Economic Geology* (Rowe *et al.* 2012) para el análisis elemental de núcleos sedimentarios (un material que se comporta de manera similar a la cerámica), mejorada por el Laboratorio del Área de Prehistoria del IIA de la UNAM mediante la incorporación de estándares de referencia de obsidiana, hueso, basalto y sílex para mayor coincidencia con la composición de materiales arqueológicos.

Los resultados de este estudio están dados en concentraciones porcentuales que fueron convertidas a partes por millón (ppm) para su manejo estadístico. El análisis de componentes principales (*Principal Component Analysis* o PCA) con el método matriz varianza-covarianza se complementó con un análisis del tipo *Hierarchical Cluster* mediante el programa PAST.¹

La tabla 2 resume los resultados del análisis pXRF. Se trata de un estudio exploratorio empleando estadística multivariada con el fin de observar agrupaciones iniciales.

5. RESULTADOS

5.1 Estadística del análisis composicional

El análisis de componentes principales empleando los índices de elementos traza (Zr/Sr, Rb/Sr, Y/Sr y Nb/Sr), solo para las muestras de cerámica arqueológica, permitió determinar dos grupos composicionales bien definidos (figura 2).

Por una parte, destaca el conjunto de los tipos cerámicos finos (representados por triángulos a la derecha de la gráfica), que están asociados en la literatura con sitios del área maya: Grupo Negro, Ixtapa Fino, Gris Fino, *Cambio Unslipped*, San Gregorio, Cerámica Café Amarillenta, *Chab Brown*, *Nichel Red: Nichel Variety* (tabla 1).

Sin embargo, muestran entre ellos una amplia variedad composicional. En este conjunto solamente se integra un tipo cerámico de la Depresión Central, reportado por Navarrete para la Frailesca (1960), el *Coarse Yellowish*.

El otro conjunto, observado a la izquierda de la gráfica de la figura 2, integra todos los grupos cerámicos de textura burda tanto de la Depresión como de los Altos de Chiapas. Es observable una mínima variabilidad entre ellos, independientemente de su procedencia. Existen tipos cerámicos con un comportamiento intermedio entre estos dos grupos: el Gris Fino y el *Coarse Brown with Large Temper*, respectivamente, de pasta fina y burda, los cuales requieren mayor estudio.

Con la finalidad de evaluar potenciales agrupaciones mediante índices de similaridad, llevamos a cabo estudios de análisis de conglomerados jerárquicos (*Hierarchical Cluster Analysis*) empleando un índice de similaridad euclidiano a partir de un algoritmo del mé-

¹ <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>.

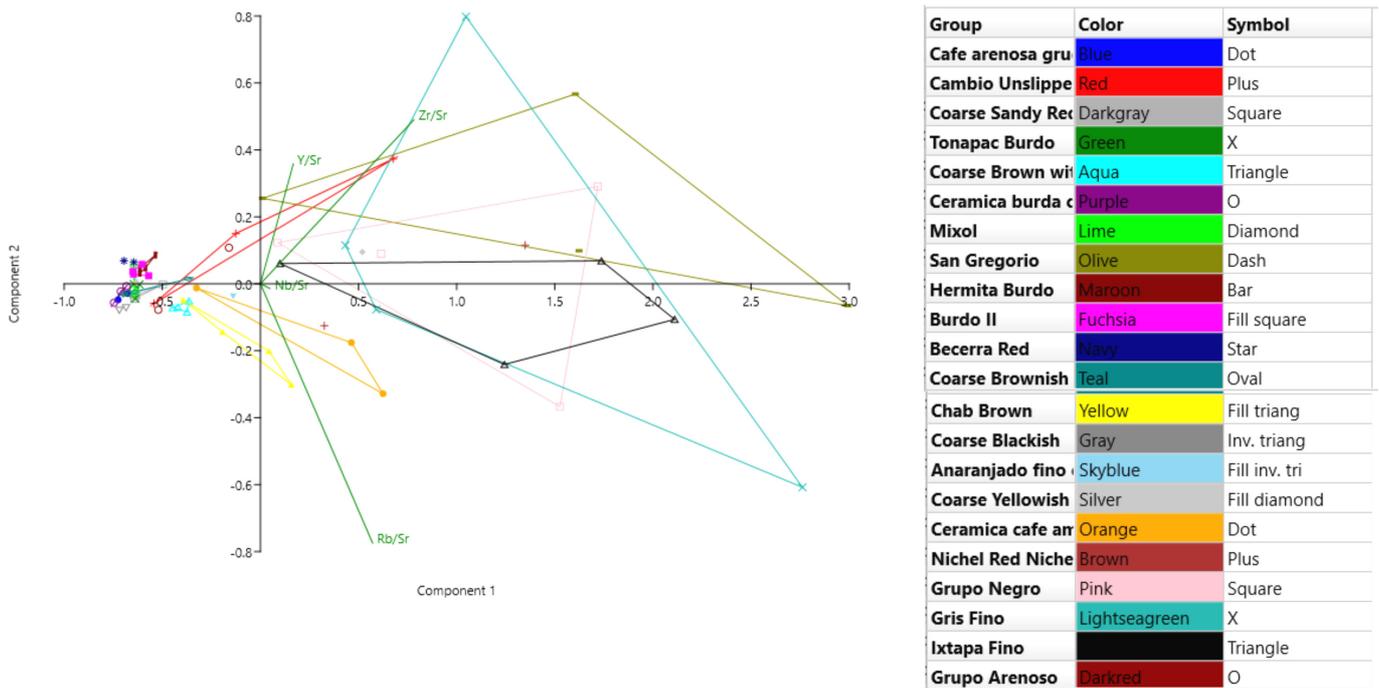


Figura 2. Análisis de componentes principales empleando los índices de elementos traza (Zr/Sr, Rb/Sr, Y/Sr y Nb/Sr) solo para las muestras de cerámica arqueológica. Los grupos se muestran mejor definidos. Los tipos de pasta fina se ubican a la derecha de la gráfica.

fringencia en el núcleo de la cerámica. Los restos orgánicos observados pueden estar asociados a acabados superficiales con morfologías fibrosas vinculadas a restos vegetales (figura 4c).

La muestra xmch69 del Grupo Gris Fino muestra afinidad con el Grupo Negro por su abundancia de esquirlas de vidrio volcánico, biotita y un patrón de birefringencia granoestriada-monoestriada en la matriz

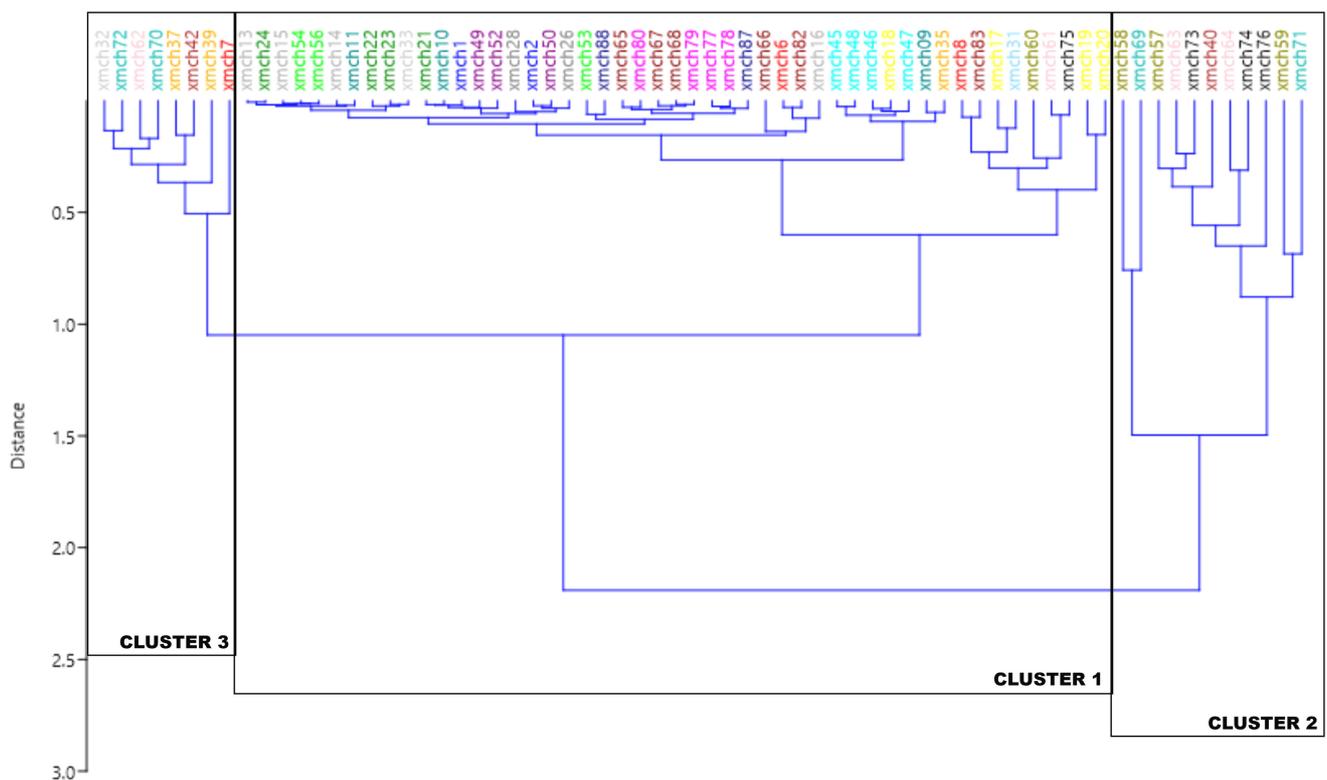


Figura 3. Dendrograma del análisis *Cluster* empleando los índices Zr/Sr, Rb/Sr, Y/Sr y Nb/Sr solo para las muestras de cerámicas arqueológicas con los 3 *clústeres* principales. Los tipos de pasta fina aparecen en la figura 2.

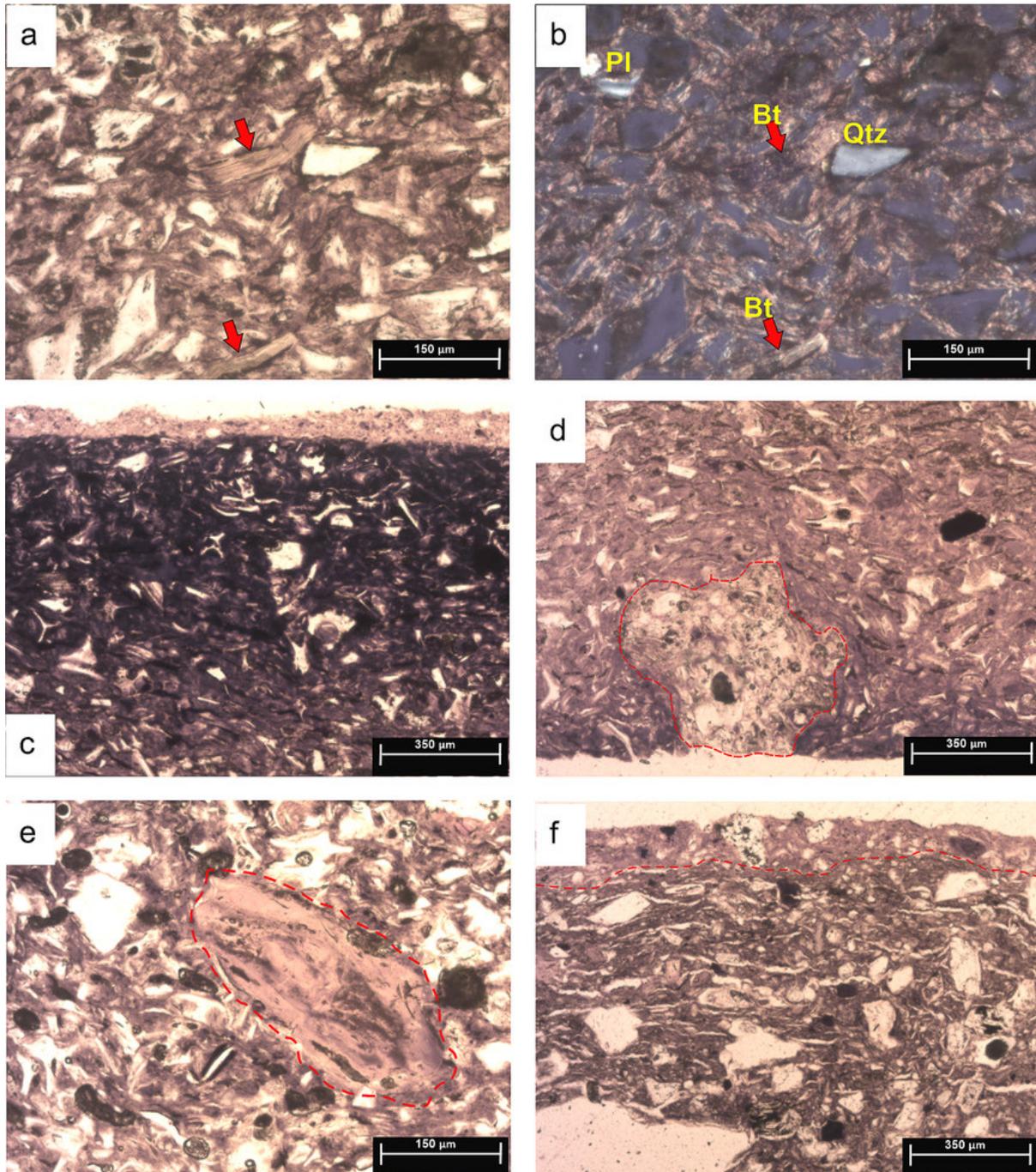


Figura 4. Fotomicrografías de las muestras cerámicas analizadas. a) y b) MUESTRA XMCH64. Observación con luz plano-polarizada (LPP) y con nicules cruzados (XPL). Composición dominante de esquirlas de vidrio volcánico (isotrópicas bajo XPL), junto con trazas de componentes de cuarzo (Qtz) y plagioclasa (Pl), además de cristales de mica (biotita alterada por la cocción, señalada al frente de las flechas rojas), siguiendo el patrón «sinuoso o esquistoide» de la matriz arcillosa de la cerámica. Nótese en la figura (b) el patrón de birrefringencia de la matriz observado con XPL. c) MUESTRA XMCH62. Observación con LPP. Visualización general del borde externo de la muestra, denotando una coloración oscura con aspecto grumoso-fibroso, posiblemente relacionado con la presencia de materia orgánica; nótese las esquirlas finas de vidrio volcánico como componente principal de la pasta. En la parte superficial se aprecia la aplicación de un engobe fino, pardo claro e irregular, en contacto abrupto con la pasta. d) MUESTRA XMCH62. Observación con LPP. Detalle de fragmento de pómez tamaño arena muy gruesa (marcado en sus límites por línea roja discontinua) en el borde interno de la cerámica. Nótese el dominio de esquirlas de vidrio volcánico y la estructura compacta de la matriz cerámica que tiende a distribuirse siguiendo los límites del fragmento grueso de pómez, rodeándolo. e) MUESTRA XMCH37. Observación con LPP. Detalle de fragmento de restos de arcilla de iluviación (delimitada por línea roja discontinua) posiblemente relacionada con materia prima de suelos tipo Luvisol. Véase la presencia abundante de esquirlas de vidrio volcánico con forma de astillas y estructura vesiculada. f) MUESTRA XMCH59. Observación con LPP. Detalle del borde externo de un tiesto cerámico. Nótese la superficie externa de la pasta de un color rojo pálido (parte superior a la línea punteada rojiza) y la región interna de la pasta de color pardo oscuro con una porosidad vermicular paralela al borde; destaca el dominio de fragmentos minerales angulosos gruesos y la menor presencia de vidrio volcánico.

arcillosa. Esto también se observa en la muestra xmch37 de la Cerámica Café, que presenta patrones de birrefringencia más homogéneos y gruesos con una microestructura «esquistóide-fluidal». En esta última muestra destaca la presencia de «pápulas» o fragmentos retrabajados de arcilla de iluviación (figura 4e), posiblemente asociada a materia prima de suelos tipo Luvisol.

El grupo principal (*cluster* 1) de la figura 3 se distingue por tamaños de partícula gruesos, poco homogéneos y angulosos (figura 5a). La composición mineral de la fracción gruesa es más heterogénea que la petrofábrica del área maya, con predominio de materiales cuarzofeldespáticos asociados a rocas extrusivas e intrusivas y trazas de componentes metamórficos (figura 5f). Son comunes piroxenos, anfíboles (figura 5a), plagioclasas y cuarzos, además de componentes asociados a alteraciones hidrotermales como la epidota y el cuarzo microcristalino.

En particular, las muestras del grupo Burdo II presentan inclusiones rojizas en bloques angulosos de 1-2 mm (figura 5b), posiblemente asociados a restos relictos de suelos arcillosos con rasgos de óxido de reducción (nódulos de Fe-Mn) (figura 5c). Usados como materia prima, no fueron completamente incorporados a la matriz arcillosa de la pasta (Cabadas Báez *et al.* 2018). Rasgos como la iluviación de arcilla también son observados en algunos bloques, particularmente en la muestra xmch78. Estos componentes pudieron ser fragmentados y deformados en el proceso de manufactura, generando fábricas granoestriadas observadas en algunas muestras (figura 5e).

5.3 Petrogrupos y sus afinidades

Ortega (1990) definió seis petrogrupos para el sitio Cueva 1 de Corral de Piedra, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, basados en los componentes no plásticos y sus parámetros sedimentológicos.

Dado que no se pudo consultar información sobre su clasificación, tipología o cronología cerámica, asumimos lo reportado y realizamos correlaciones aproximando la mineralogía y los patrones de fábrica a nuestros resultados. Cabe destacar que su trabajo se centra en el valle de Jobel, por lo cual atiende a cierta localidad de las potenciales materias primas, mientras que lo presentado en nuestra investigación contempla sitios más al sur, hacia la Depresión Central.

Su estudio muestra la dominancia de materiales volcánicos andesítico-dacíticos, posiblemente relacionados con los abanicos aluviales al NE del Cerro Huitepec y

ambientes fluviales de la Sierra Chupactic, especialmente para los Grupos I y II.

Un componente mineral dominante en nuestras muestras, especialmente en las burdas, es la hornablenda, observada también por Ortega (1990) y asociada por Damon y Montesinos (1978) a la litología de domos andesíticos y flujos de cenizas reportada en la cuenca de San Cristóbal.

El contraste con materiales casi exclusivos de vidrio volcánico es notable. En el Grupo VI de Ortega (1990), el autor describe vidrio volcánico tipo pómez anguloso asociado a mineralogía dacítica, trazas de biotita y óxidos de Fe, ubicando la materia prima en el valle del Fogótico y la carretera Panamericana. Las muestras con dominancia de vidrio volcánico analizadas en nuestro trabajo contrastan con lo reportado por Ortega, ya que presentan una mayor heterogeneidad en microtexturas, siendo fluidales, astilladas y con diversas morfologías de esquirlas; mientras que la pómez vesiculada y en partículas gruesas es escasa. La presencia de mica tipo biotita, con reservas en su identificación debido a la afectación por calentamiento (que genera cambios en sus propiedades ópticas), es sumamente pobre y solo aparece con el vidrio volcánico, como se ha observado en el río Usumacinta (Obando *et al.* 2011; Cabadas-Báez *et al.* 2017, 2018). A nivel geoquímico, las muestras de vidrio volcánico presentan la mayor cantidad de potasio del corpus estudiado, lo cual también puede relacionarse con la presencia de mica.

Otros componentes distintivos en las muestras de cerámica burda son los fragmentos de «bloques rojizos» opacos, restos de fragmentos de iluviación de arcilla asociada a estructura relictas de Luvisoles, ya estudiados en la región (Morales-Iglesias *et al.* 2017). Dichos «bloques rojizos», descritos como óxidos de Fe, pudieran estar relacionados con los materiales reportados por Castro *et al.* (2007) en depósitos de flujos y cenizas de la estructura de colapso Apas (ACS) e incluso del domo volcánico La Lanza (LVD), donde describieron fragmentos líticos accidentales de hasta 2 cm de longitud en una matriz compuesta de vidrio tamaño arena fina-media y con cierta alteración hidrotermal, incluyendo vidrio amarillento. También han documentado vidrio volcánico tipo pómez con alteración hidrotermal en Teopisca, asociado a depósitos piroclásticos del domo de Amahuitz (AVD). Se trata de materiales interestratificados con depósitos lacustres.

Finalmente, Ortega (1990) describe el denominado Grupo V, caracterizado por restos orgánicos lacustres, junto con material volcánico y carbonatos, ubicando

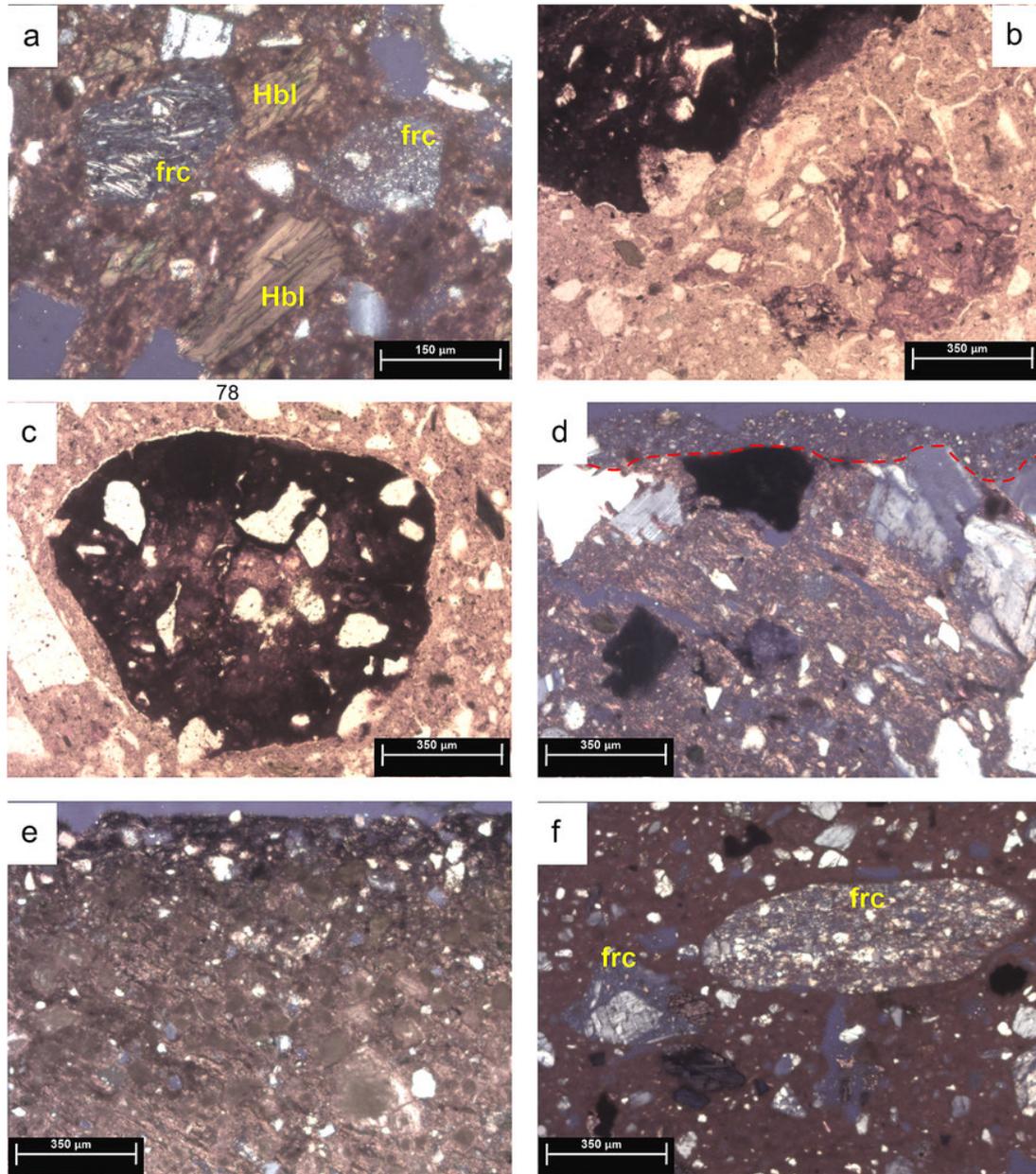


Figura 5. Fotomicrografías de las muestras cerámicas analizadas. a) MUESTRA XMCH54. Observación con XPL. Detalle de composición de partículas minerales gruesas donde destacan fragmentos de rocas volcánicas (frc), así como cristales de hornablenda (Hbl) tamaño arena gruesa-media. Nótese la birrefringencia débil de la matriz arcillosa, así como la mayor heterogeneidad de la composición de las partículas minerales gruesas y angulosas. b) MUESTRA XMCH78. Observación con LPP. Detalle de componentes minerales gruesos con énfasis en fragmentos angulosos opacos (región superior izquierda de la imagen, con algunos restos de esquirlas volcánicas) y la región inferior derecha donde se observa un fragmento angular rojizo asociado a material arcilloso retrabajado usado como materia prima. Entre los fragmentos gruesos se distinguen restos de hornablenda (minerales de color verde pálido de apariencia alargada). c) MUESTRA XMCH78. Observación con LPP. Detalle de fragmento o bloque subredondeado opaco (centro de la imagen) que acumula restos de partículas minerales más finas; la estructura que muestra este fragmento es semejante a los nódulos de Fe-Mn que se han llegado a describir en suelos que presentan rasgos de óxido-reducción. d) MUESTRA XMCH78. Observación con XPL. Borde externo de fragmento cerámico donde se observan direcciones preferenciales en el patrón de birrefringencia de la matriz arcillosa (monoestriado o inclinado), en contraste con la región superior de la cerámica (delimitado del resto de la pasta cerámica por línea roja discontinua) donde la birrefringencia es muy baja, asociada a la presencia de un posible engobe. Nótese lo angular de los componentes minerales gruesos, incluyendo minerales opacos, y la presencia de materiales cuarzofeldespáticos. e) MUESTRA XMCH70. Observación con XPL. Borde externo de fragmento cerámico que muestra la dominancia de carbonato de calcio. Véase lo fino de las partículas, en general de coloraciones grises, aunque algunas aparecen en *clusters*, y la presencia de material cuarzofeldespático angular (partículas de color blanco). f) MUESTRA XMCH47. Observación con XPL. Composición general de las partículas gruesas minerales, incluyendo fragmentos de roca (frc) asociados a material volcánico, aunque hay trazas de probable presencia metamórfica (en el centro, fragmento de roca alargado y plano con aparente estructura bandeada o foliada). Nótese el color rojizo de la matriz arcillosa y su prácticamente nula birrefringencia.

un posible paleolago al este del cerro Huitepec. En nuestro corpus no fue encontrado ningún material cerámico con componentes de origen lacustre.

La presencia de carbonatos es clara solo en la muestra xmch70 del Grupo Gris Fino. Ortega (1990) definió los Grupos III y IV con predominancia de carbonatos, y el Grupo III comparte rasgos con nuestra muestra debido a la baja presencia de componentes volcánicos. El autor asocia fuentes de materias primas con materiales coluviales del Cerro Ecatepec, la Sierra Moxviquil y el Cerro Huitepec. Dada la litología de materiales carbonatados precenozoicos tan dominantes en el área (figura 1), nos parece complejo asociar una zona específica como lugar de procedencia de materias primas.

6. CONCLUSIONES PRELIMINARES

Este estudio preliminar resalta la importancia de una correcta preparación de muestras cerámicas con alta proporción de desgrasante, ya que el «efecto matriz» afecta a la precisión de los resultados composicionales.

Los análisis pXRF evidencian tres grupos de composición elemental bastante bien definidos y la petrografía discrimina dos fábricas preliminares. Se observa una correlación entre ambos estudios.

Los grupos en los extremos del dendrograma reagrupan las muestras de pastas finas provenientes de los Altos de Chiapas. Ricas en vidrio volcánico, conforman

una petrofábrica más afín a las características de sedimentos observados en ciertas secciones del río Usumacinta, fuera de nuestra zona de estudio (Cabadas-Baéz *et al.* 2018). La separación en *clúster* 2 y 3 podría explicarse por diferencias en el vidrio volcánico y la presencia de biotita. Sin embargo, en el caso del *clúster* 2, las muestras presentan además de vidrio volcánico, carbonato de calcio, lo que lo distingue de los demás petrogrupos. El comportamiento singular del Gris Fino mostrado en la figura 2 requiere un análisis más detallado, pero no sugiere un origen foráneo (Bishop 2003).

La similitud composicional de las pastas burdas de los Altos y la Depresión sugiere una producción local. La petrografía respalda esta idea, mostrando componentes de partículas gruesas y heterogéneas en tamaño, junto con componentes volcánicos andesítico-dacíticos, comunes en la litología de las estructuras estudiadas por Castro (1999) y Castro *et al.* (2007).

Aún persiste la dificultad de distinguir los materiales burdos de ambas regiones y sus posibles diferencias cronológicas. Tal uniformidad composicional de los grupos cerámicos abre dos posibles caminos de interpretación. Los grupos humanos explotaban fuentes primarias que compartían un sustrato geológico común, sin que haya interacción entre sí. O bien indica, por el contrario, la existencia de redes de intercambio y movilidad poblacional incluso para el Posclásico Tardío.

Esta investigación preliminar requiere de un análisis más robusto, pero deja perspectivas de trabajo para una región donde estos estudios son escasos.

Agradecimientos

La presente investigación recibió el apoyo del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica de la UNAM, PAPIIT IN402623. También agradecemos al M. en C. Jaime Díaz Ortega, del Taller de Laminación de Suelos y Sedimentos del Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo del Instituto de Geología de la UNAM, por la elaboración de las secciones delgadas de cerámica utilizadas para este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, R. M. 1961. Changing Patterns of Territorial Organization in the Central Highlands of Chiapas, Mexico. *American Antiquity* 26, 3: 341-360.
- ADAMS, R. E. W. 1971. *The Ceramics of Altar de Sacrificios*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology 63, 1. Harvard University.
- ANNERAU-FULBERT, M. 2016. *Arqueología e historia del valle de Jobel en los Altos mayas de Chiapas durante el Posclásico Tardío (1250-1524 d. C.)*. Informe presentado al Consejo de Arqueología. México: INAH.
- ANNERAU-FULBERT, A.; A. R. FLORES. 2021. La historia de un expediente de litigio de tierras en Chiapas. Una propuesta metodológica. *Estudios de Cultura Maya* 58: 117-159.

- BISHOP, R. L. 2003. Five decades of Maya Fine Orange ceramic investigation by INAA. En *Patterns and Process: A Festschrift in Honor of Dr. Edward V. Sayre*, ed. L. van Zelst, pp. 81-92. Washington, D.C.: Smithsonian Center for Materials Research and Education.
- BRYANT, D. D.; J. E. CLARK; D. CHEETAM, EDS. 2005. *Ceramic Sequence of the Upper Grijalva Region, Chiapas, Mexico*. Papers of the New World Archaeological Foundation 67. Provo: Brigham Young University.
- BULLOCK, P.; N. FEDOROFF; A. JONGERIUS; G. STOOPS; T. TURSINA; U. BABEL. 1985. *Handbook for Soil Thin Section Description*. Wolverhampton: Waine Research Publications.
- CABADAS-BÁEZ, H. V.; S. SEDOV; S. P. JIMÉNEZ-ÁLVAREZ; D. LEONARD; B. LAILSON-TINOCO; R. GARCÍA-MOLL; I. I. ANCONA-ARAGÓN; M. L. HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ. 2018. Soils as a source of raw materials for ancient ceramic production in the Maya region of Mexico: Micromorphological insight. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 70, 1: 21-48.
- CABADAS-BÁEZ, H. V.; B. SOLÍS-CASTILLO; E. SOLLEIRO-REBOLLEDO; S. SEDOV; D. LEONARD; K. TERANISHI-CASTILLO; R. LIENDO-STUARDO; O. KORNEYCHIK. 2017. Reworked volcanoclastic deposits from the Usumacinta River, Mexico: A serendipitous source of volcanic glass in Maya ceramics. *Geoarchaeology* 32, 3: 382-399.
- CASTRO, J. 1999. *Monografía geológico-minera del Estado de Chiapas*. Consejo de Recursos Minerales.
- CASTRO, J.; M. C. JAIMES-VIERA; V. H. GARDUÑO-MONROY; P. W. LAYER; V. POMPA-MERA; M. L. GODINEZ. 2007. Geology and geochemistry characteristics of the Chiapanecan Volcanic Arc (Central Area), Chiapas Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 162, 1-2: 43-72.
- CULBERT, T. P. 1965. *The Ceramic History of the Central Highlands of Chiapas, Mexico*. Papers of the New World Archaeological Foundation 19. Provo: Brigham Young University.
- DAMON, P.; E. MONTESINOS. 1978. Late Cenozoic volcanism and metallogenesis over an active Benioff Zone in Chiapas, Mexico. *Arizona Geological Society Digest* 11: 155-168.
- FLORES, J. A. 2021. *Los sitios arqueológicos de Totolapa y Cerro Ecatepec en Chiapas central: el problema de la ocupación del Posclásico Tardío frente a tres milenios de historia*. Tesis para obtener el título de Doctor en Estudios Mesoamericanos. México: Posgrado en Estudios Mesoamericanos, UNAM.
- FLORES, J. A.; V. H. GARCÍA. 2022. Totolapa en la Depresión Central de Chiapas durante el Posclásico Tardío. *Revista de Arqueología Americana* 40: 255-257.
- GARCÍA-BÁRCENA, J.; D. SANTAMARÍA. 1983. *La cueva de Santa Marta, Ocozocoautla, Chiapas: estratigrafía, cronología y cerámica*. México: Departamento de Prehistoria, INAH.
- JIMÉNEZ, O. H. 1984. *Bosquejo geológico del área de San Cristóbal de las Casas, Chiapas*. Cuaderno de Trabajo 25. México: Departamento de Prehistoria, INAH.
- LEE, T. A. 1989. La arqueología de los Altos de Chiapas: un estudio contextual. *Mesoamérica* 18: 257-293.
- LINARES, E. 2002. Cerámica arqueológica del río La Venta, Chiapas. *Pueblos y Fronteras* 4: 93-123.
- MARTÍNEZ, A. 1988. *Prehistoric Rural Population Trends in Central Chiapas, Mexico*. A dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy in Anthropology. Los Angeles: University of California.
- MATHENY, R. T. 1970. *The Ceramics of Aguacatal, Campeche, Mexico*. Papers of the New World Archaeological Foundation 27. Provo: Brigham Young University.
- MORALES, H.; A. G. PRIEGO; M. BOLLO. 2017. Los paisajes físico-geográficos del Estado de Chiapas, México a escala 1:250 000. *Terra Digitalis* 1, 1: 1-7.
- NAVARRETE, C. 1960. *Archaeological Explorations in the Region of the Frailesca, Chiapas, Mexico*. Papers of the New World Archaeological Foundation 7. Orinda, California: New World Archaeological Foundation.
- NAVARRETE, C. 1966. *The Chiapanec History and Culture*. Papers of the New World Archaeological Foundation 16. Provo: Brigham Young University.
- NAVARRETE, C. 1967. La cerámica posclásica de Tuxtla Gutiérrez. *Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia* 6, 19: 31-48.
- OBANDO-ACUÑA, L. G.; S. P. JIMÉNEZ-ÁLVAREZ. 2016. Petrografía de la cerámica Nimun y Baca (vajilla Celestún Roja): esfera cerámica Canbalam de la península de Yucatán, México. *Revista Geológica de América Central* 54: 85-108.
- OBANDO, L. G.; S. JIMÉNEZ; S. KUSSMAUL. 2011. Estudio petrográfico de cerámicas mayas, Clásico Tardío (600-900 d. C.), Chinikihá, Chiapas, México. *Revista Geológica de América Central* 44: 101-118.
- OLAY, M. DE LOS Á. 1993. *El sumidero, Chiapas: un sitio del Clásico Tardío*. Proyecto Chicoasén. Tuxtla Gutiérrez: Gobierno del Estado de Chiapas, DIF Chiapas/Instituto Chiapaneco de Cultura/INAH.

- ORTEGA, J. R. 1990. *Estudio ceramográfico y petrográfico del área de San Cristóbal de las Casas, Chiapas*. México: INAH.
- PARIS, E. H.; R. LÓPEZ. 2017. Los mayas de los Altos de Chiapas y sus vecinos occidentales: interacción, identidad e intercambio en una frontera cultural. *Estudios de Cultura Maya* 49: 39-66.
- PARIS, E. H.; R. L. BISHOP; R. LÓPEZ; T. D. SULLIVAN. 2021. Imitation games: The exchange and emulation of fine orange pottery in central Chiapas, Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology* 62: 101306.
- PÉREZ, T. 2000. La cerámica arqueológica de Las Margaritas. En C. Álvarez, *El patrón de asentamiento en Las Margaritas, Chiapas*. México: Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM.
- PIÑA, R.; C. NAVARRETE. 1967. *Archaeological Research in the Lower Grijalva River Region, Tabasco and Chiapas*. Papers of the New World Archaeological Foundation 22. Provo: Brigham Young University.
- RIVERO-TORRES, S. 2007. La cerámica del Clásico Terminal y el Posclásico Temprano en el Estado de Chiapas. En *La producción alfarera en el México Antiguo IV: del Clásico Tardío al Posclásico y secuencias regionales*, coords. B. L. Merino y A. García. México: INAH.
- ROWE, H.; N. HUGHES; K. ROBINSON. 2012. The quantification and application of handheld energy-dispersive X-ray fluorescence (ED-XRF) in mudrock chemostratigraphy and geochemistry. *Chemical Geology* 324-325: 122-131.
- STONER, W. D. 2016. The analytical nexus of ceramic paste composition studies: A comparison of NAA, LA-ICP-MS, and petrography in the prehispanic Basin of Mexico. *Journal of Archaeological Science* 76: 31-47.
- STOOPS, G. 2003. *Guidelines for Analysis and Description of Soil and Regolith Thin Sections*. Madison: Soil Science Society of America.
- TENORIO, D.; M. JIMÉNEZ-REYES; S. RIVERO-TORRES; F. MONROY-GUZMÁN; E. T. ROMERO-GÚZMAN. 2010. Characterization of Archaeological Ceramic from Lagartero, Chiapas, Mexico, by Nuclear and Conventional Techniques. *Journal of the Mexican Chemistry Society* 54, 1: 40-45.
- WHITBREAD, I. K. 1986. The characterisation of argillaceous inclusions in ceramic thin sections. *Archaeometry* 28, 1: 79-88.
- WHITBREAD, I. K. 2017. Fabric description of archaeological ceramics. En *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*, ed. A. M. Hunt, pp. 200-216. Oxford University Press.