



15.

**NUEVOS HALLAZGOS DE MINERALOGÍA Y
PETROGRAFÍA DE LA CERÁMICA DE UAXACTUN**

Miloš Gregor, Milan Kovác, Branislav Kovár y Silvia Alvarado Najarro

XXVI SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA
16 AL 20 DE JULIO DE 2012

EDITORES
BÁRBARA ARROYO
LUIS MÉNDEZ SALINAS

REFERENCIA:

Gregor, Miloš; Milan Kovác, Branislav Kovár y Silvia Alvarado Najarro
2013 Nuevos hallazgos de mineralogía y petrografía de la cerámica de Uaxactun. En *XXVI Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2012* (editado por B. Arroyo y L. Méndez Salinas), pp. 183-193. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

NUEVOS HALLAZGOS DE MINERALOGÍA Y PETROGRAFÍA DE LA CERÁMICA DE UAXACTUN

Miloš Gregor
Milan Kováč
Branislav Kovár
Silvia Alvarado Najarro

PALABRAS CLAVE

Petén, Uaxactun, Mineralogía, Petrografía, Cerámica, Preclásico, Clásico.

ABSTRACT

Although Uaxactun's ceramics and its typology have been of historical relevance in the advances of Central Peten ceramics, there has been a vacuum in terms of new technology integrated in the ceramic analysis. The SAHI-Uaxactun Project conducted new series of mineralogical research with some remarkable results. The paper presents several Types of ceramics classified by its mineralogical composition, types of productions and heat used during production process. Results are presented chronologically and special care has been focus on the volcanic ash component found in several samples. The Project proposes an hypothesis about the use of this material.

INTRODUCCIÓN

Aunque la cerámica de Uaxactún representa un patrón histórico de la tipología de cerámica Maya, sin embargo, debido al desarrollo técnico de la época ésta nunca fue sometida a los análisis mineralógicos y petrográficos modernos. El objetivo de este trabajo es llenar este espacio vacío en la historia de la ciencia y de esa manera ampliar la base de datos ya existente para el estudio de la región central de Petén. También se pretende analizar y clasificar la cerámica de Uaxactún según los periodos y variantes para obtener una visión más exacta sobre la tecnología local y el comercio a larga distancia. Finalmente, contribuir a la discusión sobre el uso de la ceniza volcánica como desgrasante de la cerámica en la región estudiada.

La tarea principal consistía en obtener la información sobre la composición mineralógico-petrográfica de la cerámica Maya proveniente de la localidad arqueológica de Uaxactún. En base a los datos adquiridos del estudio mineralógico-petroográfico de la cerámica fue posible determinar, por ejemplo, la temperatura de cocción, el modo de producción de la cerámica y la procedencia de los materiales utilizados en la pro-

ducción de la misma. Los resultados obtenidos por el estudio mineralógico-petroográfico fueron comparados con los datos publicados en otros trabajos dedicados a la problemática de la arqueometría de la cerámica Maya, la cual es bastante heterogénea y complicada con respecto a la temperatura de cocción y la procedencia de los materiales, por lo que se requiere de un estudio especial. Ese es el caso de la cerámica que contiene material volcánico.

LAS MUESTRAS Y SU PROCESAMIENTO

El presente estudio se basa en el análisis de 40 tiestos de cerámica procedentes de las excavaciones realizadas en Uaxactún por el Instituto Eslovaco de Arqueología e Historia (SAHI). Los tiestos fueron estudiados con ayuda de la microscopía óptica y con el método del análisis de difracción de rayos X. Las muestras se obtuvieron de dos formas: 23 de ellas fueron escogidas al azar del muestrario proveniente de todos los grupos de asentamientos excavados en el año 2009 en Uaxactún (Kováč y Arredondo 2009). El segundo grupo de 17 muestras

fue seleccionado en el año 2010, tomando en cuenta los resultados obtenidos del análisis del primer grupo. Por esa razón, en el segundo caso se dio preferencia a las localidades o tipos cerámicos que en la primera muestra presentaban el aditamento de ceniza volcánica. Es decir, mientras que la primera colección de 23 muestras es una colección representativa, el segundo grupo de 17 muestras debió servir para confirmar o refutar la hipótesis establecida en base al estudio del primer grupo. No obstante, el total de las 40 muestras forman una colección útil para deducir otras conclusiones más generales, ya que representan una serie extensa de localidades y tipos cerámicos estudiados por el proyecto SAHI en Uaxactún.

El análisis de las muestras se realizó en un microscopio de polarización marca Carl-Zeiss, modelo Amplival (Museo Nacional de Eslovaquia, Museo de Ciencias Naturales en Bratislava). Para precisar los resultados obtenidos de la microscopía óptica y para determinar la composición mineralógica de la matriz, las muestras pulverizadas fueron analizadas con ayuda de un difractómetro de rayos X marca Bruker D-8 Advance (Departamento de mineralogía y petrología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Comenio, Bratislava) operando a 40 kV, 40 mA utilizando radiación CuK con un paso de 0.02 °2/1s en el rango de 4-84 °2. Además de la composición mineralógica y petrográfica, se determinó con ayuda del aparato Eltinor IV (Departamento de geología y paleontología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Comenio, Bratislava) la composición granulométrica de las muestras seleccionadas.

GRUPO CON DESGRASANTE DE CARBONATOS

En base a la composición mineralógico-petrográfica del desgrasante y de la matriz de los tiestos analizados, se diferenciaron dos grupos petrográficos principales; el primer grupo llamado UAX/C (Uaxactun/Carbonates) comprende 24 muestras que en su composición presentan cristaloclastos subangulares a angulares de calcita y litoclastos de caliza micrítica o intrasparítica. Ocasionalmente se identificaron cristaloclastos euhedrales a anhedrales de cuarzo, eventualmente de calcedonia y también litoclastos de sílex. La matriz es isotrópica y los registros obtenidos del difractómetro de rayos X muestran la presencia de cuarzo y calcita. En cambio, no se registraron los máximos de difracción que corresponderían a los minerales arcillosos (illita, caolinita). De acuerdo a la versión modificada de la escala de Wentworth (Ionescu y Ghergari 2002) las muestras del grupo

UAX/C fueron divididas en dos subgrupos que difieren en la proporción matriz-desgrasante. En el subgrupo C1 claramente prevalece el desgrasante sobre la matriz, mientras que en el subgrupo C2 el desgrasante aparece sólo esporádicamente. Este hecho se refleja también en la escala granulométrica modificada de Wentworth (Ionescu y Ghergari 2002) donde las muestras del subgrupo C1 pertenecen al campo de la cerámica de grano grueso mientras que las muestras del subgrupo C2 corresponden al campo de la cerámica de grano medio. Los dos subgrupos también difieren en cuanto a la estructura de la matriz; mientras que las muestras del subgrupo C1 se caracterizan por una estructura caótica de la matriz, las muestras del subgrupo C2 presentan una estructura fluidal.

GRUPO CON DESGRASANTE DE CENIZA VOLCÁNICA

El segundo grupo UAX/VA (*volcanic ash* – ceniza volcánica) comprende 16 muestras que presentan un tipo específico de desgrasante. En este caso el desgrasante está compuesto de material volcánico incluyendo fragmentos de vidrio volcánico, plagioclasas y anfíboles. Ocasionalmente se observaron también fragmentos de pumita y calcitas térmicamente alteradas. En base a la composición granulométrica este grupo también fue dividido en dos subgrupos. Las muestras del subgrupo VA1 pertenecen al campo de la cerámica de grano grueso mientras que las muestras del subgrupo VA2 corresponden al campo de la cerámica de grano medio. Sin embargo, la composición mineralógica de los dos subgrupos es casi idéntica. Solamente en el subgrupo V2 se identificó mayor presencia de calcita térmicamente alterada. En general, la matriz de este grupo es isotrópica y muestra una estructura caótica. En los registros obtenidos del difractómetro de rayos X se observa presencia de plagioclasas y anfíboles. El difractograma muestra presencia del máximo de difusión entre 20 – 30 °2 lo que corresponde a la fase amorfa del vidrio volcánico. Igual que en el caso anterior, no se registraron los máximos de difracción que corresponderían a los minerales arcillosos (illita, caolinita).

TEMPERATURA DE COCCIÓN

La temperatura de cocción fue establecida basándose en los resultados obtenidos de la microscopía óptica y del difractómetro de rayos X donde se observan cambios en la composición de la matriz y del desgrasante.

Los datos obtenidos fueron comparados con otros trabajos ya publicados y relacionados con la identificación de la temperatura de cocción (Maggetti 1982; Riccardi *et al.* 1999; Cultrone *et al.* 2001; Ionescu y Ghergari 2002; Reedy 2008). La presencia de la calcita térmicamente no alterada en el grupo UAX/C, indica que las temperaturas no superaron los 800°C. La ausencia de los máximos de difracción de los minerales arcillosos posiblemente refleja – aparte de la temperatura – la composición original de los materiales arcillosos. Si el material arcilloso contuviera illita, uno de los minerales arcillosos más comunes, hubiera sido posible observar los máximos de difracción de este mineral en la cerámica cocida a más de 900°C. La ausencia de los máximos de difracción de los minerales arcillosos en la cerámica cocida a temperatura máxima de 800°C puede indicar la presencia de caolinita en el material arcilloso original. A temperaturas entre 500 – 600°C la caolinita se transforma en metacaolinita lo que se refleja en la disminución continua de la intensidad de los picos de difracción de caolinita hasta su desaparición total ocurrida a los 600°C. Por lo tanto, la matriz isotrópica y la ausencia de los máximos de difracción de los minerales arcillosos podrían indicar que el material original fue compuesto principalmente por la caolinita. Desde este punto de vista es posible determinar que el intervalo de temperaturas de cocción para el grupo UAX/C fue de 600 – 800°C.

En el caso del grupo UAX/VA la temperatura de cocción fue más elevada que en el grupo anterior. Igual que en el caso antes expuesto, no se registraron los máximos de difracción que corresponderían a los minerales arcillosos. Esto podría ser a causa de la elevada temperatura de cocción o por la composición del material arcilloso. La calcita térmicamente alterada corresponde a las temperaturas superiores a 800°C. Si la matriz estuviera compuesta por illita su carácter óptico correspondería a las temperaturas superiores a 800°C. Además, no se registraron los máximos de difracción que corresponderían a la illita y la matriz tampoco presenta señales de fundición correspondientes a la ausencia de la illita causada por las temperaturas superiores a 1000°C. Por lo tanto es probable que el material arcilloso haya sido compuesto principalmente por la caolinita. Los cambios observados en la matriz y en el desgrasante indican que la temperatura de cocción de la cerámica del grupo UAX/VA ha sido superior a 800°C.

TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN

El modo de producción de la cerámica fue deducido de la estructura de la matriz y los resultados obtenidos fueron comparados con los trabajos experimentales y datos publicados (Shepard 1957; Velde y Druc 1999; Ionescu y Ghergari 2007; Reedy 2008).

Todas las estructuras analizadas son características para la cerámica modelada. El alto contenido del desgrasante y la estructura caótica en el subgrupo UAX/C₁ y UAX/VA indican que la cerámica fue elaborada presionando el material en un molde. Estos recipientes consistían de más de dos partes. La estructura fluidal y menor contenido del desgrasante en el subgrupo UAX/C₂ corresponden a la producción de cerámica con la técnica de presionar y estirar las paredes del recipiente con los dedos como también se podría tratar de la técnica de paleta y yunque. Para mejor identificación de la técnica se necesitará un estudio más detallado de las marcas microscópicas y macroscópicas halladas tanto en la superficie como en el interior de la cerámica.

En base a la composición mineralógico-petrográfica de la matriz y de la cerámica se identificaron las posibles fuentes del desgrasante y del material arcilloso. Los resultados fueron comparados con las condiciones geológicas de la localidad y con los datos hasta ahora publicados (Jones 1986; Lyeden *et al.* 1993; Hardy 2006; Ford y Spera 2007). La cerámica del grupo UAX/C, característica por el desgrasante carbonatado y el material arcilloso rico en caolinita, fue producida con los materiales locales ya que el área está formada por las rocas carbonatadas mesozoicas. Un estudio petrográfico más detallado de las rocas locales podría confirmar esta hipótesis.

ORIGEN DE LA CENIZA VOLCÁNICA

El uso de ceniza volcánica como desgrasante en la producción de la cerámica Maya fue demostrado ya hace algún tiempo (Shepard 1939, 1942), sin embargo, las discusiones sobre este tema continúan hasta la actualidad. La presencia de la ceniza volcánica en el grupo UAX/VA representa un problema específico. El área de la localidad está formada por las rocas carbonatadas y las formaciones volcánicas más cercanas se ubican a más de 300 km en línea recta, lo cual significa realmente más de 400 km caminando. Por lo tanto, este grupo de cerámica parece estar relacionado con la importación de las vasijas o de la misma ceniza volcánica. Otra posibilidad sería el aprovechamiento de los depósitos de ce-

niza volcánica transportada por el aire desde las regiones donde existen las formaciones volcánicas. Entre las posibles fuentes de ceniza volcánica figuran los volcanes como El Chichón (cerca de frontera entre Tabasco y Chiapas) y Cerro Quemado (suroeste de Guatemala). Eventualmente también Acatenango, Tajumulco y otros de la región sur y suroeste de Guatemala (Ford y Rose 1995:159).

Según Ford y Spera (2007) el uso de ceniza volcánica como desgrasante es característico mayormente para la cerámica del periodo Clásico Tardío. Sin embargo, nuestro estudio demuestra su uso frecuente también en el periodo Clásico Temprano. La ceniza volcánica de la región de Uaxactún puede provenir de las erupciones volcánicas ocurridas más al sur y al oeste de este lugar. Posteriormente podría ser transportada a grandes distancias en forma de grandes nubes de ceniza, lo que confirman las capas de ceniza encontradas en los núcleos de sedimentos extraídos del lago Petén Itzá (Leyden *et al.* 1993). La ceniza debió haber sido recolectada muy poco tiempo después de su deposición, ya que ni los fragmentos de vidrio volcánico ni los de pumita presentan indicios de erosión. Posteriormente la ceniza volcánica se mezclaba con el material arcilloso proveniente de la región de Uaxactún y la cerámica producida se cocía a temperaturas más elevadas que la cerámica común elaborada con el desgrasante de rocas carbonatadas.

Jones (1986) propone que el material volcánico fue importado a través de las rutas de obsidiana ya que la ceniza es un material muy ligero incluso en grandes volúmenes y pudo haber sido transportado muy fácilmente a largas distancias. Hardy (2006) también sugiere la hipótesis sobre la importación de la ceniza volcánica. Este desgrasante fue de uso común en la parte central de las Tierras Bajas Mayas ya desde el periodo Preclásico (Hardy 2006). Existen pruebas de que ya en la fase pre-Mamom (Sunahara *et al.* 2006) la cerámica con ceniza volcánica fue objeto de una extensa red de comercio a larga distancia. El presente estudio también confirma el uso de la ceniza volcánica en Uaxactún Preclásico, aunque en menor escala.

CONSIDERACIONES FINALES

Existen varias razones para considerar como no sostenible la hipótesis sobre la transportación de ceniza volcánica en forma de grandes nubes desde las formaciones volcánicas alejadas. Una de las razones es la alta frecuencia del uso de la ceniza tanto en el periodo Clá-

sico Temprano como en el periodo Clásico Tardío. La idea de buscar pruebas sobre una actividad volcánica constante, capaz de abastecer las Tierras Bajas de Petén durante el periodo Clásico Tardío (Ford y Rose 1995) está perdiendo fuerza, debido a que cada día hay más pruebas sobre el uso de la ceniza volcánica en el periodo Clásico Temprano.

Según Obando (*et al.* 2011), en el sitio de Chinikinha, Chiapas los carbonatos utilizados como desgrasante han sido reemplazados paulatinamente por los silico-clásticos, incluyendo los que contenían el vidrio volcánico. Este reemplazo estuvo relacionado con los cambios tecnológicos y mentales (Obando *et al.* 2011:116). En el caso de Uaxactún no se puede confirmar este tipo de evolución. En este sitio el desgrasante de ceniza volcánica se utilizó de cantidad casi idéntica tanto en el Clásico Temprano como en el Clásico Tardío lo que indica cierta estabilidad tecnológica o existencia de buenas relaciones de este lugar con los asentamientos del Clásico Temprano ubicados en las regiones volcánicas. Domínguez (*et al.* 2004) obtiene resultados muy similares en el sitio de Calakmul lo que indica que no se trataba de nada inusual. Sin embargo, no hay duda de que en el Clásico Tardío hubo un desarrollo brusco en el crecimiento de comercio de materiales, incluyendo la ceniza volcánica (Simmons y Brem 1979). Nuestros análisis realizados en la ciudad de Tz'ibatnah, ubicada a 70 km de Uaxactún, en el norte de Petén, confirman también esta hipótesis.

Si consideramos que la ceniza volcánica fue utilizada en la cerámica de Uaxactún durante todo el periodo Clásico, se necesitaría una actividad volcánica constante durante unos 700 años para depositar suficiente ceniza volcánica en los alrededores del sitio, un hecho prácticamente imposible. Las pequeñas irregularidades en el uso de la ceniza volcánica se podrían relacionar con varios factores, entre ellos la diversificación de los talleres y de las tradiciones locales. Por ejemplo Jones (1986) documenta el uso limitado de la ceniza volcánica en la región norte de Belize donde en la producción de la cerámica prevalecía el uso de los desgrasantes carbonatados. El uso irregular de la ceniza también pudo haber sido causado por la suspensión temporal del comercio a larga distancia debido a diferentes razones políticas y económicas. Lo importante es que el presente estudio descarta la explotación de los depósitos de ceniza en la historia geológica de la región, ya que los elementos de origen volcánico no presentan señales de erosión. Por lo tanto, el único camino viable lo representa el comercio de la cerámica y de la ceniza volcánica.

Sunahara al analizar la situación en la parte de Belice oeste se inclina más hacia la importación de la cerámica que a la importación de la ceniza (Sunahara *et al.* 2006). Los análisis de la cerámica muy local de Uaxactun como por ejemplo Aguila Naranja de la esfera Tzakol o Tinaja Rojo de la esfera Tepeu, no confirman esta hipótesis e indican que no se trataba de

una importación. Por lo tanto nos debemos concentrar en la hipótesis sobre la importación de la ceniza volcánica. Un material de uso tan frecuente como lo es la ceniza volcánica debió tener mucha importancia en el comercio a larga distancia superando los demás productos tanto en cantidad como en la frecuencia de su distribución.

ESFERAS CERÁMICAS	PERIODOS CRONOLÓGICOS	TOTAL DE MUESTRAS	PRESENCIA DE ADITAMENTO DE CENIZA VOLCÁNICA
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	13	1
TZAKOL	CLÁSICO TEMPRANO	10	6
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	17	9

CUADRO 1. Clasificación de cerámica con ceniza.

ESFERA CERÁMICA	PERIODOS CRONOLÓGICOS	TIPOS CERÁMICOS	TOTAL DE MUESTRAS	TOTAL DE CERÁMICA CON PRESENCIA DE ADITAMENTO DE CENIZA VOLCÁNICA
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	LAGUNA VERDE INCISO	1	1
TZAKOL	CLÁSICO TEMPRANO	ÁGUILA NARANJA	8	6
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	TINAJA ROJO	5	4
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	CAMBIO SIN ENGOBE	5	3
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	MÁQUINA CAFÉ	2	2

CUADRO 2. Clasificación tipológica de la cerámica con ceniza volcánica.

ESFERA CERÁMICA	PERIODOS CRONOLÓGICOS	TIPOS CERÁMICOS	TOTAL DE CERÁMICA QUE NO PRESENTA ADITAMENTO DE CENIZA VOLCÁNICA
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	SIERRA ROJO	6
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	ZAPOTE ESTRIADO	2
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	POLVERO NEGRO	2
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	FLOR CREMA	1
CHICANEL	PRECLÁSICO TARDÍO	NEGRO INTERIOR, CREMA EXTERIOR	1
TZAKOL	CLÁSICO TEMPRANO	TRIUNFO ESTRIADO	1
TZAKOL	CLÁSICO TEMPRANO	BALANZA NEGRO	1
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	ENCANTO ESTRIADO	3
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	CAMARÓN INCISO	1
TEPEU	CLÁSICO TARDÍO	ENGOBE CAFÉ INDETERMINADO	1

CUADRO 3. Clasificación tipológica de la cerámica sin ceniza volcánica.

GRUPO ARQUITECTÓNICO	PERIODO CRONOLÓGICO	TOTAL DE MUESTRAS POR GRUPO ARQUITECTÓNICO	TOTAL DE CERÁMICA CON PRESENCIA DE CENIZA VOLCÁNICA
GRUPO H NORTE	CHICANEL	11	0
GRUPO H SUR	TZAKOL	2	2
GRUPO G	CHICANEL	2	1
GRUPO G	TEPEU	5	3
GRUPO C	TZAKOL	5	3
GRUPO C	TEPEU	2	0
GRUPO F NORTE	CHICANEL	2	0
GRUPO F NORTE	TEPEU	2	1
GRUPO F SUR	TZAKOL	1	1
GRUPO F SUR	TEPEU	1	0
GRUPO B	TEPEU	3	2
GRUPO A	TEPEU	1	1
TZ'IBATNAH	TEPEU	3	2

CUADRO 4. Clasificación según la localidad.

REFERENCIAS

- CULTRONE, Giuseppe, Carlos Rodríguez-Navarro, Eduardo Sebastian, Olga Cazalla, y María José de La Torre
2001 Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy* 13 p. 621-634.
- DOMÍNGUEZ, María del Rosario, Manuel E. Espinosa, William J. Folan y Ventura Rodríguez Lugo
2004 Propuestas de producción y especialización cerámica en el estado regional de Calakmul, Campeche. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.367-378. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.
- FORD, Anabel y William I. Rose
1995 Volcanic ash in ancient Maya ceramics of the limestone lowlands: implications for prehistoric volcanic activity in the Guatemala highlands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 66 (1995) 149-162.
- FORD, Anabel y Frank Spera
2007 Fresh volcanic glass shards in the pottery sherds of the Maya Lowlands. *Research Reports in Belizean Archaeology* 4, p. 111-118.
- HARDY, Thomas
2006 *The Emergence of Ceramic Craft Specialization During the Maya Formative Period: A Petrographic Investigation in Northern Belize*. Senior Thesis, Yale University p.130.
- IONESCU, Corina y Lucretia Ghergari
2002 Modeling and firing technology – reflected in the textural features and the mineralogy of the ceramics from Neolithic sites in Transylvania (Romania). *Geologica Carpathica*, 53. Special CD issue.
2007 Caracteristici mineralogice si petrografice ale ceramicii Romane din Napoca. En Rusu-Bolindet, V, *Ceramica Romana de la Napoca. Contributii la studiul ceramicii din Dacia Romana*. (ed.), Bibliotheca Musei Napocensis, 25, pp 434-462.
- JONES, Lea D.
1986 *Lowland Maya Pottery: the place of petrographical analysis*. British Archaeological Reports, Oxford.
- KOVÁČ, Milan y Ernesto Arredondo (eds).
2009 *Proyecto SAHI-Uaxactun. Informe No.1 Temporada de Campo 2009*. Reporte entregado al Instituto de Arqueología e Historia, Instituto Eslovaco de Arqueología e Historia (SAHI), Bratislava – Guatemala.
- LEYDEN, Barbara W., Mark Brenner, David A. Hodell, y Jason H. Curtis
1993 Late Pleistocene climate in the Central American Lowlands. En Swart, K.P. (eds.): *Climate in Continental Isotopic Records*. Geophysical Monograph, American Geophysical Union, Washington D.C.,
- MAGGETTI, Marino
1982 Phase analysis and its significance for technology and origin. En *Archaeological Ceramics* (editado por J.S. Olin y A.D. Franklin) Smithsonian Institute Press, Washington D.C. pp 121-131.
- OBANDO, Luis, Socorro Jiménez y Siegfried Kussmaul
2011 Estudio petrográfico de cerámicas mayas, Clásico Tardío (600-900 DC), Chinikihá, Chiapas, México. *Revista Geológica de América Central* 44: 101-118.
- REEDY, Chandra L.
2008 Thin section petrography of Stone and Ceramic Cultural Material. *Archetype Publications*, p. 256.
- RICCARDI, Maria Pia, Brunno Messiga y Paolo Duminuco
1999 An approach to the dynamics of clay firing. *Applied Clay Science* 15, p.393-409.
- SHEPARD, Anna O.
1939 Technological notes on the pottery of San Jose. Appendix in: *Excavations at San Jose, British Honduras* (editado por J.E.S. Thompson) Carnegie Institution, Washington, D.C., Publ. 506.
1942 Classification of Painted Wares. En *Late Ceramic Horizons at Benque Viejo British Honduras* (editado por J.E.S. Thompson). Carnegie Institution of Washington Publication 528, Washington DC.
1975 *Ceramics for the archaeologist*. 9th edition. Carnegie Inst. Washigton, p. 414.
- SIMMONS, Michael P. y Gerald F. Brem
1979 The Analysis and Distribution of Volcanic Ash Tempered Pottery in the Lowland Maya. *American Antiquity* 44 (1): 79-91.

SUNAHARA, Kay, Joëlle Chartrand, Paul Healy y Jaime Awe

2006 *Petrographic Analysis of Cunil Phase Ancient Maya Pottery from Western Belize*. Presentado en 71st annual meeting of the Society for American Archaeology, San Juan, Puerto Rico. Maya Archaeology in

Belize. En <http://rom.academia.edu/KaySunahara/Papers/600593/>. Consulta 5 de julio de 2012.

VELDE, Bruce e Isabelle Druc

1999 *Archaeological Ceramic Materials*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 297.

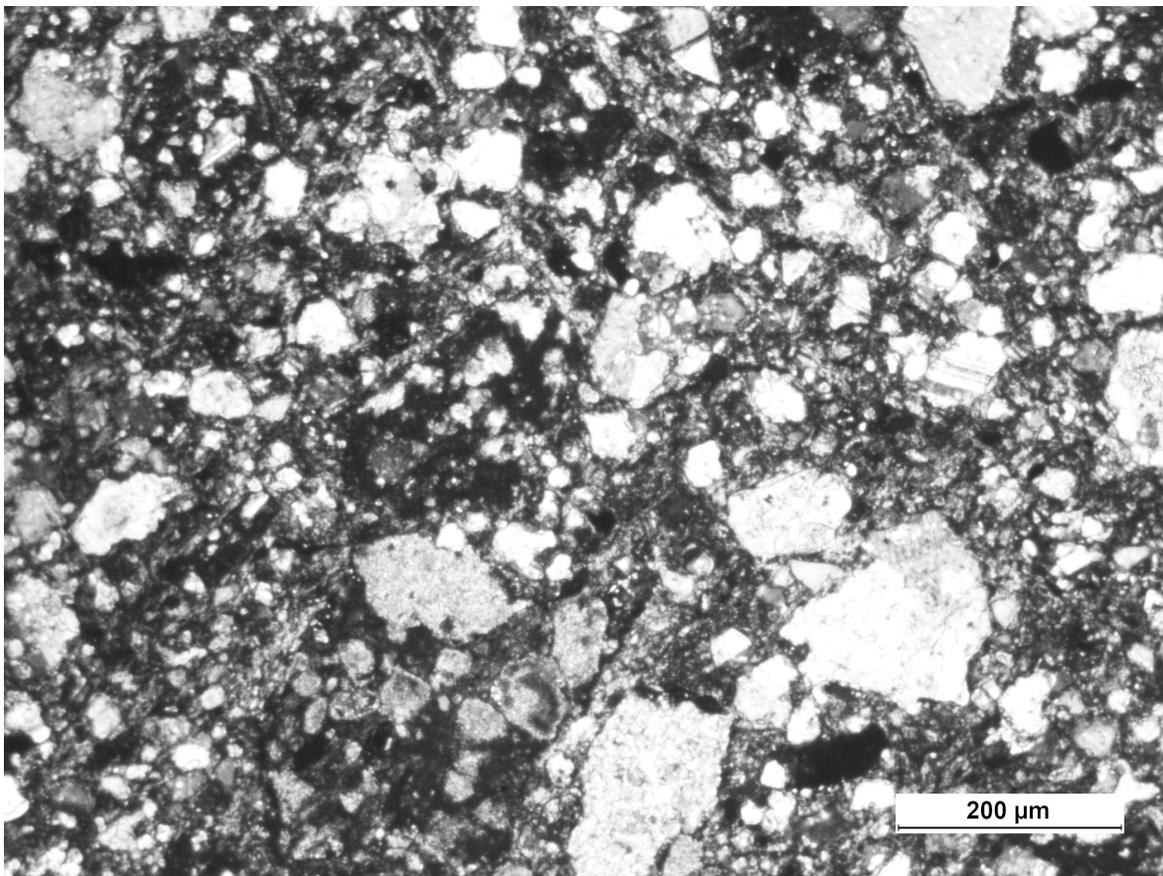


Fig.1: Presencia de caliza micrítica e intrasparítica en el desgrasante.

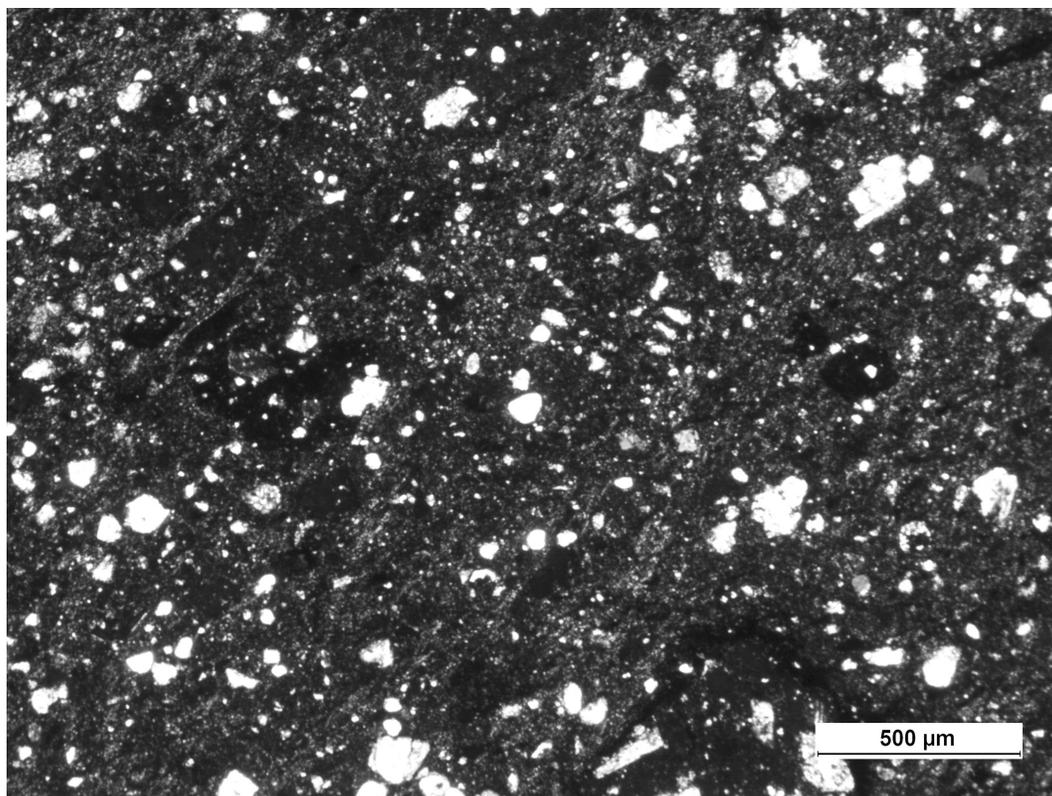


Fig.2: Fragmento de un tiesto con calcita.

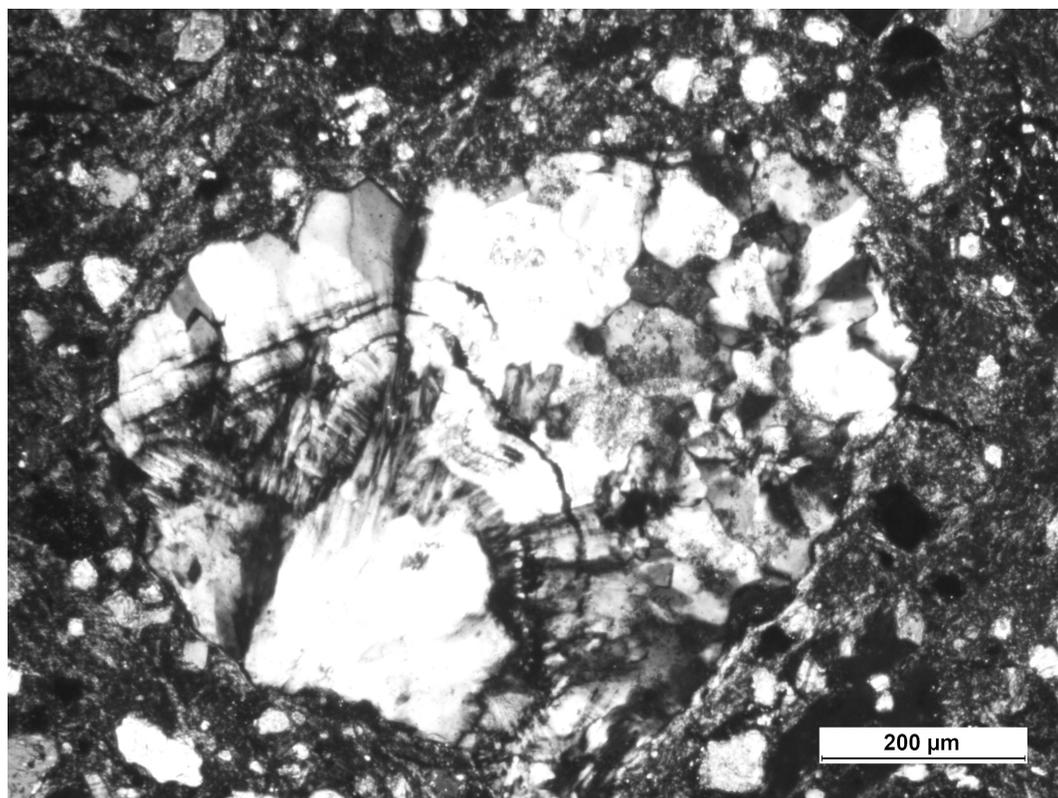


Fig.3: Ejemplo de cristaloclastos euhedrales de cuarzo.

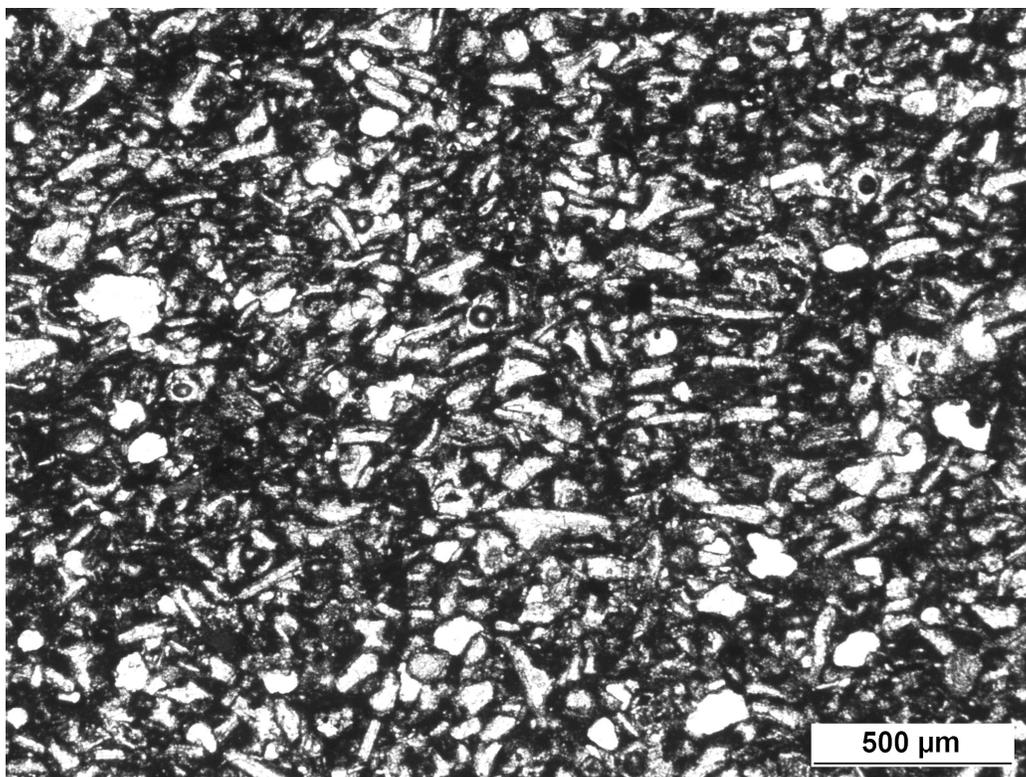


Fig.4: Desgrasante de vidrio volcánico.

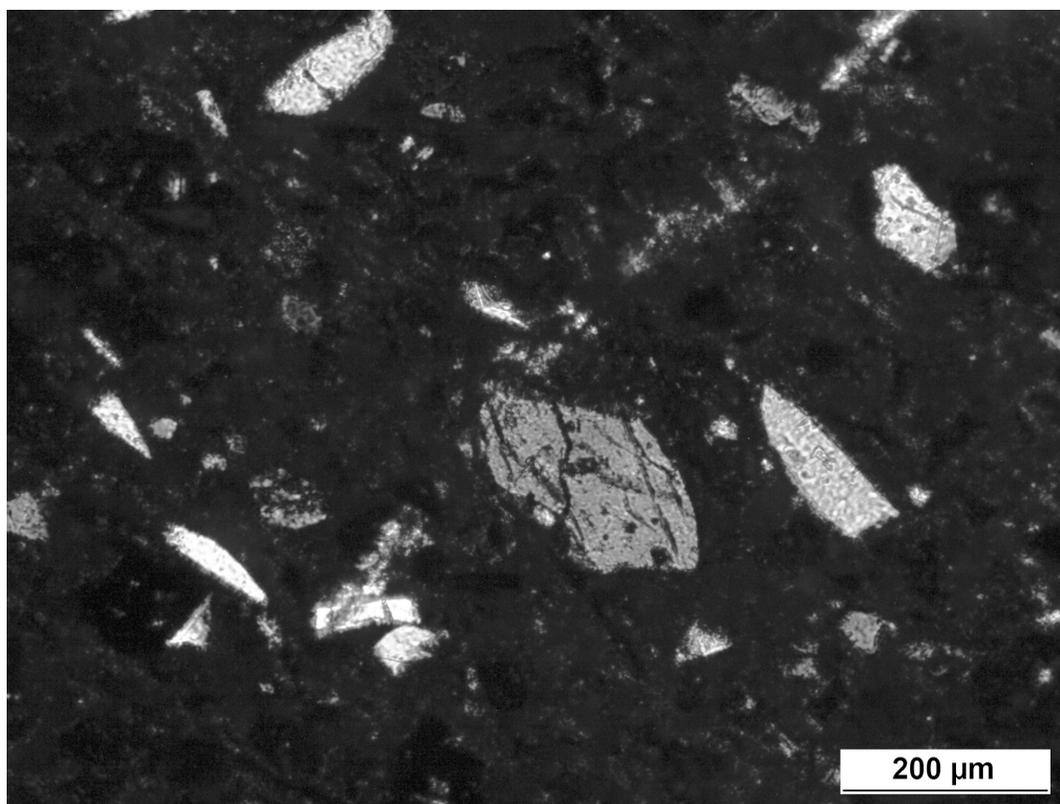


Fig.5: Uno de los cristaloclastos de anfíboles.

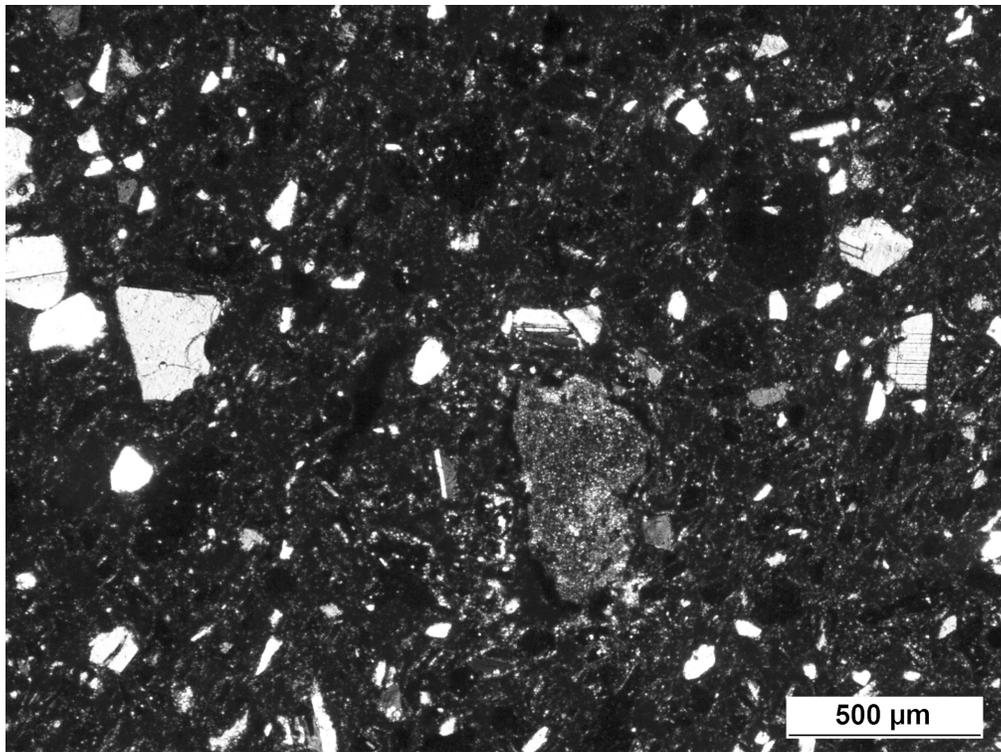


Fig.6: Calcita térmicamente alterada.

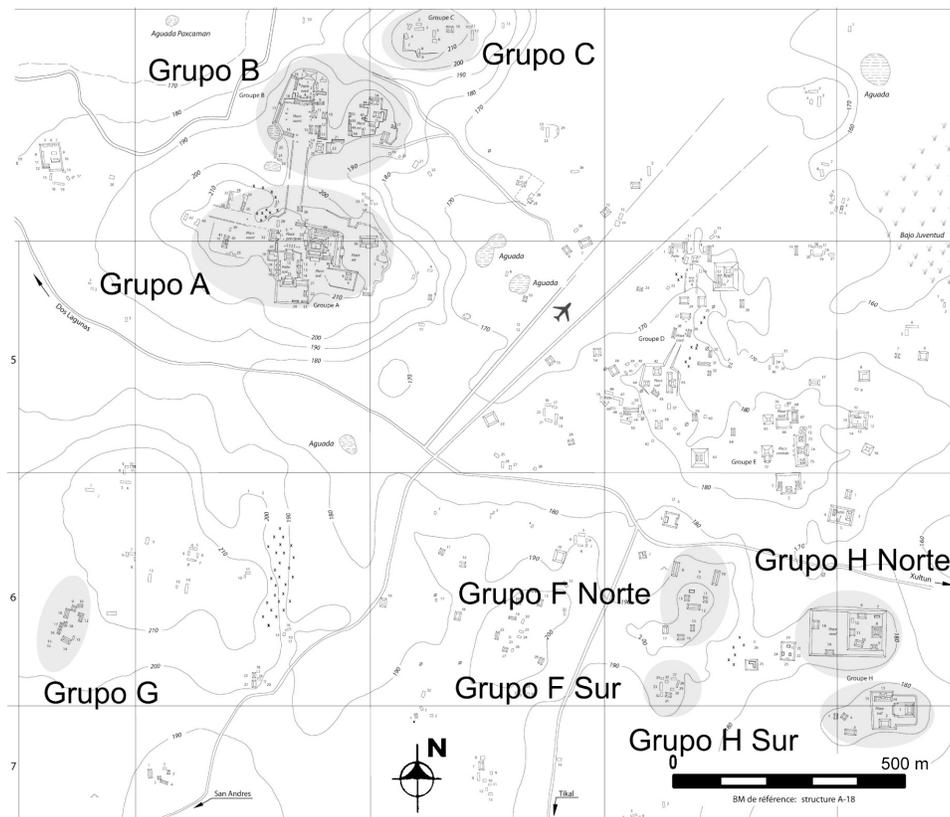


Figura 7: Mapa de Uaxactun (basado en Acevedo 2012).