

Enigmas cerámicos: análisis petrográfico de la cerámica pizarra de Oxkintok, Yucatán, México

Carmen VARELA TORRECILLA

Proyecto Oxkintok

Alain LECLAIRE

Laboratoire de Recherche des Musées de France

RESUMEN

El objetivo de este estudio es mostrar los resultados obtenidos mediante la técnica de análisis petrográfico sobre cerámicas de Oxkintok, Yucatán, México. Si se compara esta técnica de análisis con otras, como la difracción de Rayos X, la espectroscopía infrarroja y la activación neutrónica, la petrografía es, según nuestras investigaciones, el mejor método para estudiar la variabilidad cronológica y funcional de las cerámicas mayas.

Palabras clave: Análisis petrográfico, cerámica maya, Oxkintok, cristales volcánicos, Yucatán.

RESUMÉ

L'objectif de cette étude est de montrer les résultats obtenus à travers l'application de la technique d'analyse pétrographique sur les céramiques d'Oxkintok, Yucatán, México. Si l'on compare cette technique d'analyse à d'autres comme la diffraction de Rayons X, la spectroscopie infrarouge et l'activation neutronique, la pétrographie est, d'après nos recherches, la méthode la plus optimale pour étudier la variabilité chronologique et fonctionnelle des céramiques mayas.

Mots clef: Analyse pétrographique, céramique maya, Oxkintok, verres volcaniques, Yucatán.

INTRODUCCIÓN

La naturaleza y la composición de las pastas de la cerámica son todavía una cuestión pendiente en el análisis de este eficaz indicador cronológico y cultural de la historia maya. El énfasis en la clasificación tipológica (morfología, acabado de superficie, decoración, etc.) ha restringido el desarrollo de estudios sobre otros aspectos como los procesos tecnológicos que confieren a las cerámicas los rasgos que nosotros observamos y que nos permiten inferir sus componentes socio-económicos.

La estrategia de investigación necesaria para obtener este tipo de información se sirve de métodos físico-químicos y del petrográfico. Los primeros (espectrometría de rayos X y activación de neutrones) permiten determinar cuantitativa y cualitativamente los elementos característicos de las distintas muestras de arcilla y tipos cerámicos ayudando a identificar, cuando existen, los distintos centros de producción.

El segundo centra su estudio en las inclusiones minerales rocosas consideradas como desgrasante o elementos no plásticos de la pasta de las cerámicas. Mediante el análisis microscópico es posible caracterizar varios aspectos técnicos de la producción cerámica: el modo de fabricación (distribución y orientación de las partículas), la temperatura de cocción (cambio en ciertos minerales clave), etc. También permite la identificación de las fuentes de materias primas utilizadas, una vez conocida la geología de la zona bajo consideración.

Si se tienen en cuenta las premisas del sistema Tipo-Variedad, utilizado en el análisis de la cerámica maya, estas metodologías deberían ser habituales en los estudios al uso, sin embargo ninguna de estas técnicas de análisis es generalmente usada.

Si exceptuamos los trabajos de Shepard (1956, 1964, 1966, 1971), y algunos específicos sobre algún tipo cerámico como el Naranja Fino o el Plomizo (Sayre, Chan y Sabloff 1971; Harbottle y Sayre 1975; Rands y Bishop 1980; Bishop y Rands 1982; Neff y Bishop 1988) o un componente mineralógico como el vidrio volcánico (Isphording y Wilson 1974; Simmons y Brem 1979), los estudios físico-químicos y petrográficos generales brillan por su ausencia en las grandes monografías sobre cerámica maya.

El método petrográfico ha sido raramente utilizado¹, decantándose las investigaciones más recientes por la activación de neutrones (Neff y Bishop

¹ Excepción hecha de los trabajos puntuales de A. O. Shepard, que caracterizan toda una época de los estudios de cerámica maya (1950-1970).

1988; Neff 1993; Smyth *et alii* 1995). Sin embargo, y como apuntan Peacock (1970: 381) y Rice (1987: 375), una caracterización óptima de la cerámica implica ambos métodos puesto que cada uno de ellos nos proporciona una información diferente: mientras la activación de neutrones es extremadamente precisa sobre los elementos-traza constituyentes, no da ninguna información sobre cómo se distribuyen dichos elementos. Este hecho es especialmente relevante cuando se realizan estudios comparativos entre las cerámicas y las posibles fuentes de materia prima. Las modificaciones introducidas por los alfareros en el proceso de manufactura (refinamiento, molienda, adición de desgrasantes, etc.) alteran la composición química variando la relación de elementos traза entre arcilla y cerámica. Por ello, la identificación de fuentes de abastecimiento requiere necesariamente análisis previos sobre la textura (cantidad, forma, tamaño, etc. de las inclusiones mineralógicas) que sólo son posibles mediante el análisis petrográfico.

En este sentido, los análisis de activación de neutrones presentan un serio problema y es que, al ser el objetivo encontrar diferencias significativas en la composición química de la pasta, es muy importante que las diferencias en la composición detectadas reflejen diferencias reales y no errores introducidos por la contaminación del ejemplo elegido (Rice 1987: 325). El problema se agrava cuando se trabaja con colecciones procedentes de recolecciones superficiales, sujetas a distintos factores postdeposicionales.

Por otro lado, aunque la activación de neutrones es muy útil en el estudio de cerámicas de pasta fina muy homogéneas (Bishop, Harbottle y Sayre 1982), hay que tener en cuenta que cerámicas con características mineralógicas y texturas muy distintas pueden tener composiciones químicas muy semejantes. Éste es el caso de las cerámicas del norte de Yucatán, manufacturadas en un medio geológico muy homogéneo (calizas) y en las que la alta proporción de carbonatos enmascara variaciones visibles con simple lupa binocular.

En este trabajo se propone, a tenor de las investigaciones ya realizadas (*vide infra*) y en curso, que el método petrográfico es básico para llegar a entender la técnica de manufactura de la cerámica maya, constituyendo un primer paso necesario para entender la variabilidad de la producción que debe, y puede ser, precisada posteriormente a través de métodos químicos como la activación de neutrones².

² Como el propio Bishop (1980: 63) indica: «The full potential of a paste compositional approach will be realized only when the sources of variability are carefully examined and the chemical data are well supplemented by petrographic and archaeological considerations».

METODOLOGÍA

Las técnicas de análisis petrográfico derivan de la geología, donde son utilizadas para describir y clasificar las rocas. La petrografía esta relacionada con la petrología, un campo de estudio muy amplio que concierne al origen, aparición, estructura e historia de las rocas e incluye su caracterización química y óptica. En los análisis petrográficos los minerales son identificados por sus propiedades ópticas, es decir por las características observadas en un microscopio de luz polarizante cuando un rayo de luz pasa a través de ellos. La aplicación de estas técnicas a las cerámicas se justifica, según Rice (1987: 322), por la conceptualización de la cerámica como una roca artificial.

Generalmente, el estudio petrográfico se realiza a través del estudio de las láminas delgadas de los materiales cerámicos. Para elaborarlas es necesario cortar una fina porción de un fragmento cerámico en su eje vertical. La lámina obtenida es fijada a un portaobjetos de cristal y pulida o adelgazada hasta conseguir un espesor uniforme de 0,03 mm. Posteriormente es recubierta con un cubre objetos y examinada con un microscopio polarizante³. La atención se centra en la distinción de las inclusiones mineralógicas de elementos no plásticos (desgrasantes) y su cuantificación. Los espacios vacantes se interpretan como el porcentaje de porosidad.

Las láminas delgadas de cerámica son muy útiles porque nos permiten identificar las diferentes clases de minerales, su abundancia y asociaciones, orientación de las partículas, forma, tratamiento de superficie (engobe) y alteraciones debidas al fuego (craquelado) o a factores deposicionales (recristalizaciones) y además constituyen un documento permanente que puede ser analizado repetidas veces. Otra ventaja frente a análisis más sofisticados es que su coste es muy bajo.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo forma parte del conjunto de investigaciones desarrolladas en Oxkintok⁴ por la Misión Arqueológica de España en México (M.A.E.M.) a

³ El microscopio polarizante deriva de un microscopio ordinario al que se le han añadido dos filtros que permiten la observación de la forma, el relieve, el color, la birefringencia y el ángulo de extinción de los minerales que pueden ser así identificados.

⁴ Oxkintok está situada a unos cincuenta kilómetros al sur de Mérida, capital de estado de Yucatán, en la región arqueológica Puuc. Sus coordenadas son 20° 34' N de latitud y 89° 57' W de longitud.

partir de las cuales, se ha podido establecer una secuencia cerámica que se extiende desde el Preclásico Medio (500 a.C.) hasta el Postclásico Tardío (1450 d.C.). El periodo mejor representado es el Clásico Tardío-Terminal (650-1000 d.C.), caracterizado por una producción cerámica idiosincrática de la región puuc: la cerámica pizarra.

En un principio, el objetivo de los análisis de pasta de las cerámicas arqueológicas de Oxkintok (Yucatán, México) era, a la vista de los cambios morfológicos y decorativos que se sucedían en la cerámica a través del tiempo, detectar si la composición de la pasta variaba también cronológicamente o si las diferencias se establecían en función de la utilidad de la vasija (cocina, servicio, uso ritual, etc.). Para ello se seleccionaron aleatoriamente 45 muestras pertenecientes a rellenos estructurales a partir de la población cerámica con la que se contaba en 1987 y en relación al peso específico de cada complejo en Oxkintok en ese momento. A fin de identificar las posibles fuentes de abastecimiento se analizaron además 3 muestras de materia prima, dos procedían del yacimiento (*kankab* y *sascab*) y la tercera (arcilla) procedía de Loltún. Todas ellas fueron analizadas mediante espectroscopía infrarroja y difracción de rayos X en los laboratorios de Edafología y Biología vegetal del CSIC español.

Los resultados de dichos análisis fueron negativos en cuanto a la variabilidad cronológica (cf. Galván y Galván 1990). Salvo las cerámicas del periodo más temprano (Formativo Tardío, 300 a.C.-300 d.C.) que contenían dolomita y sugerían una fuente de abastecimiento distinta de la del resto de la secuencia, la casi totalidad del material estaba formado por cuarzo (1-20%) y calcita (80-100%) con un espectro cronológico que abarcaba desde el 300 d.C. hasta el 1400 d.C. Este hecho contrastaba fuertemente con la alta variabilidad formal, funcional y decorativa que presentaban las cerámicas a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el sistema analítico "Tipo-Variedad" utilizado en el estudio de la cerámica maya discrimina claramente la funcionalidad de las vasijas por lo que resultaba sorprendente observar la misma composición de pasta para una cerámica burda sin engobe cuya pasta es altamente porosa y presenta desgrasante muy grueso, que para una cerámica pulida y alisada con pasta muy dura y compacta y desgrasantes de tamaño fino y medio.

En definitiva, la difracción de rayos X no era un método apto para nuestros objetivos: la falsa homogeneidad mineralógica de las pastas debida a la alta proporción de carbonatos enmascaraba variaciones visibles en superficie con un simple examen macroscópico (textura, tamaño del desgrasante, etc.).

Al no encontrar una respuesta positiva a nuestros interrogantes y en función de las razones anteriormente aludidas (variabilidad cronológica, funcional y decorativa), se intentó otra estrategia de investigación: el estudio de las propiedades físicas de la cerámica.

En 1988 se seleccionaron 112 fragmentos, teniendo en cuenta criterios cronológicos, espaciales y funcionales (cf. Barba y Varela 1992). Se analizaron seis variables: porosidad, dureza, textura, porcentaje de material calcáreo, temperatura de cocción y resistencia al impacto. Los resultados nos permitieron avanzar un paso más: la tendencia general indicaba, desde el punto de vista técnico, una menor calidad en la producción cerámica anterior al 500-550 d.C., con porcentajes de porosidad y dureza menores que en el grupo de cerámicas pertenecientes al Clásico Tardío y Terminal (hasta el 1000 d.C.).

Sin embargo, y en relación con la viabilidad de esta metodología, hay que apuntar que los problemas son de índole práctica. Para explicar la variabilidad en la composición y morfología de las cerámicas mayas es necesario el establecimiento de asociaciones coherentes entre los distintos atributos. Estas asociaciones pueden ser posibles siempre que se cuente con un número suficiente de muestras, de 10 a 15 por tipo procedentes de diferentes contextos⁵. Este hecho implica que en el caso que nos ocupa hubiéramos debido contar con un muestrario mínimo de 1.120 fragmentos para obtener resultados significativos y el acceso a unos recursos técnicos y humanos que hubieran exigido un proyecto específico.

Al no poder continuar en este sentido y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se prosiguió la investigación con la metodología de análisis petrográfico (1989-90) centrándonos en los periodos Clásico Tardío y Postclásico, los mejor representados en términos locales (Oxkintok) y regionales (norte de Yucatán).

Se estudiaron 121 fragmentos procedentes de 25 sitios arqueológicos y 4 poblaciones contemporáneas y 11 de muestras de materia prima de 6 yacimientos (cf. Chung, Barba y Varela 1995). Los resultados fueron prometedores ya que se pudieron diferenciar cuatro grupos según los elementos no plásticos utilizados (carbonatos, vidrio volcánico, mixto y rocas volcánicas y feldespatos):

⁵ El establecimiento de la dimensión temporal de un cuerpo de datos, viene dada por las regularidades establecidas a partir de la observación de los atributos significativos de la acción humana en los materiales arqueológicos. Si tenemos en cuenta que la morfología, composición y la decoración están constreñidas por el contexto y las condiciones de uso, las regularidades establecidas en los atributos morfológicos y de composición pueden deberse no sólo a la dimensión temporal sino también a la funcional, es decir, al uso que se les vaya a dar.

- A) **Grupo Calcáreo:** Sin engobe Puuc, Sin engobe Chichén, Sin engobe Mayapan, Peto Crema y cerámicas contemporáneas.
- B) **Grupo vidrio volcánico:** Pizarra Chichén, Pizarra Puuc
- C) **Grupo mixto** (carbonatos y vidrio volcánico): Pizarra Puuc, Pizarra Delgada, Roja Puuc, Pre-Pizarra Puuc.
- D) **Grupo volcánico** (rocas volcánicas y feldespatos): Naranja Fina y Plomiza.

Dentro de estos grandes grupos detectamos diferencias regionales y cronológicas. La cerámicas procedentes de Chichén Itzá mostraban en su composición un componente, el vidrio volcánico, que las distingue claramente de la producción de otros sitios del norte de Yucatán y sobre todo de Oxkintok que se caracterizaba por la presencia constante de carbonatos. Cronológicamente la mayor concentración de vidrio volcánico se daba durante el Postclásico Temprano (Pizarra Chichén) aunque también se detectaba de manera irregular durante el Clásico Tardío-Terminal.

Por otro lado, al comparar las muestras de materia prima y las cerámicas, se pusieron de manifiesto una serie de agregados intencionales (desgrasantes) en estas últimas: mineral máfico, tiesto molido y vidrio volcánico (Tabla 1). En el mismo sentido el contenido de carbonatos de la arcilla oscilaba de 0 al 10%, sin embargo el de las cerámicas lo hacía entre el 15 a 56%.

CUADRO 1
Componentes de la pasta

<i>Arcilla</i>	<i>Cerámica</i>
Carbonatos	Carbonatos
Grumos arcillosos	Grumos arcillosos
Cuarzo	Cuarzo
Feldespatos	Feldespatos
Mineral opaco	Mineral opaco
	Mineral máfico
	Tiesto molido
	Vidrio volcánico

Las conclusiones fueron que tanto esos componentes como los carbonatos fueron un agregado intencional como desgrasante. También debemos mencionar que, en el caso de las cerámicas, la distribución de los grumos arcillosos era irregular, encontrándose una cierta asociación entre una alta proporción de grumos arcillosos y la presencia de vidrio volcánico, por lo que es probable que las cerámicas que presentan dicha asociación utilizaran una fuente de abastecimiento distinta de las que presentan carbonatos.

Por otro lado, se realizaron otra serie de pruebas físico-químicas que nos permitieron determinar que las diferencias de color observadas en la pasta no se derivaban de una cocción distinta sino de las diferencias en el contenido de carbonatos de calcio. La similitud entre el grupo caracterizado por la presencia de carbonatos y la serie analizada de barros y cerámicas contemporáneas, nos permitieron inferir que su producción y manufactura fue local.

En resumen, el análisis global nos permitió apuntar la existencia de distintos centros de producción, distinguiéndose claramente Chichén Itzá, mientras que la definición de otros centros necesitaba de un muestreo más amplio.

En el caso de Oxkintok, este estudio nos permitió diferenciarlo de Chichén Itzá para el periodo Clásico Tardío-Terminal, pero no de otros grandes centros de la región Puuc como Uxmal, Kabah, Sayil o Labná al no contar con un número suficiente de muestras por tipo y sitio.

En cualquier caso, en lo que se refiere a la Pizarra Muna de Oxkintok, pudimos comprobar que su composición es muy homogénea y nunca contiene vidrio volcánico, que siempre aparece, de forma variable, en los otros centros.

LA CERÁMICA PIZARRA EN OXKINTOK Y LA REGIÓN PUUC: ANÁLISIS COMPARATIVO

Se debe tener en cuenta que durante el Clásico Tardío se había desarrollado en las regiones Puuc, Chenes y Rio Bec una cerámica que se va a extender por todo el norte de Yucatán denominada por Smith (1971) Pizarra (*Slate*). La Pizarra se caracteriza por su acabado ceroso al tacto, la dureza y resistencia de la pasta así como por una gran simplicidad formal y una manufactura muy estandarizada.

Sin embargo, a pesar de los rasgos generales anteriormente mencionados, las Pizarras varían en cuanto al espesor de las paredes y las formas asociadas a las vajillas (*wares*) establecidas según el sistema Tipo-Variedad, distinguiéndose: Pizarra Puuc, Pizarra Delgada, Pizarra Chichén y Sat (Pre

Pizarra o Pizarra Temprana) (Varela 1993). Todas estas vajillas se desarrollan durante el Clásico Tardío-Terminal salvo la Pizarra Chichén que se sitúa, cronológicamente hablando, en el Postclásico Inicial sustituyendo a la Pizarra Puuc.

Teniendo en cuenta la existencia de análisis petrográficos anteriores realizados por Shepard (Smith 1971: Apéndice D) y dado que la fase mejor representada en Oxkintok era el Clásico Tardío-Terminal, se seleccionaron dieciseis muestras de cerámica: trece del periodo aludido (Complejos Noheb y Ukmul)⁶ y tres del posterior (Tabla 2)⁷.

Un primer análisis de los resultados nos permitió, en líneas generales, caracterizar la cerámica de Oxkintok para el complejo Ukmul (750-1000 d.C.) como sigue:

- 1) Homogénea en la composición.
- 2) Presencia muy alta de carbonatos con una media en torno al 40%.
- 3) Presencia constante de grumos arcillosos en un intervalo de 1-4%.
- 4) Ausencia de feldespatos y vidrio volcánico.

Pero la identificación y cuantificación de sus componentes mineralógicos planteaba los siguientes problemas:

1. La similitud en la composición entre tipos muy distintos (P66, P72, P74, P76, P79).
2. La existencia de vidrio volcánico en la vajilla Roja Puuc así como en cerámicas que anteceden y suceden al complejo en estudio (P77, P71 y P80).

Para resolverlos decidimos realizar un examen detallado de la textura de las muestras mencionadas, esta vez con la colaboración del *Laboratoire de Recherche des Musées de France* y el especialista Alain Leclaire.

Los resultados confirmaron los obtenidos anteriormente (Tabla 3) y se sintetizan en la tabla 4 (Figs.: 1, 2, 3a y 3b):

⁶ Equivalentes al complejo Motul y Cehpech de Smith (1971) respectivamente.

⁷ Siempre teniendo en cuenta la representatividad de cada vajilla en Oxkintok.

TABLA 2
 Cuantificación de los componentes de la pasta
 (láminas delgadas y cuantificación realizados por Heajoo Chung 1993)

N.º muestra	Vajilla	A	C. V.	Ca.	C.A.	Q.	F.	M.O.	D.T.
P62	Sin engobe Puuc	30		50	2	<1		<1	54
P63	Sin engobe Puuc	40		45	<1	<1		<1	47
P64	Sin engobe Puuc	42		45	<1	<1		<1	47
P66	Sin engobe Puuc	32		45	4	<1		1	51
P69	Roja Puuc	40	3	<1	40	1			45
P72	Pizarra Puuc	65		18	2	<1		<1	22
P73	Pizarra Puuc	46		35		<1		<1	37
P74	Pizarra Puuc	40		40	3	<1		2	46
P75	Pizarra Puuc	53		25	4	1		2	32
P76	Pizarra Puuc	54		35	2	<1		1	39
P78	Pizarra Puuc	62		25	2	<1		1	29
P79	Pizarra Delgada	55		20	3	1		1	25
P77	Prepizarra Puuc	56	8	3	24	<1	<1	<1	33
P70	Pizarra Chichén	74		15	2	<1		1	19
P71	Pizarra Chichén	66	8	16			<1		25
P80	Balancan Nja. Fina	76	1			7	3	<1	12

Abreviaturas

A: Arcilla

CV: Vidrio volcánico

Ca: Carbonatos

CA: Grumos arcillosos

Q: Cuarzo

F: Feldespatos

MO: Mineral Opaco

DT: Desgrasante Total

TABLA 3
Grupos petrográficos de las muestras analizadas procedentes de Oxkintok
(Chung, Barba y Varela 1995)

<i>N.º muestra</i>	<i>Complejo</i>	<i>Vajilla</i>	<i>Tipo</i>	<i>Gpo. Petrográfico</i>
P66	Ukmul	Sin engobe Puuc	Chum sin engobe	Calcáreo
P69	Ukmul	Roja Puuc	Teabo Rojo	Vidrio volcánico
P72	Ukmul	Pizarra Puuc	Muna Pizarra	Calcáreo
P74	Ukmul	Pizarra Puuc	Muna Pizarra	Calcáreo
P76	Ukmul	Pizarra Puuc	Sacalum Negro/ Pizarra	Calcáreo
P79	Ukmul	Pizarra Delgada	Ticul Pizarra Delgada	Calcáreo
P77	Noheb	Prepizarra Puuc	Sat Prepizarra	Vidrio volcánico
P71	Tokoy	Pizarra Chichén	Balantún Negro/Pizarra	Vidrio volcánico
P80	Tokoy	Naranja Fina	Balancan	Volcánico Fino

TABLA 4
Grupos petrográficos resultantes del análisis de A. Leclaire, 1997

<i>N.º</i>	<i>Grupo petrográfico</i>	<i>N.º de lámina delgada</i>	<i>Descripción de las pastas</i>
I	Volcánico Fino	P80	Matriz arcillosa ocre, anisótropa y micácea (moscovita). Contiene numerosos cuarzos de pequeño tamaño y ángulos vivos, calcita microcristalina y algunos anfíboles y feldespatos.
II	Calcáreo	P66, P72, P74, P76, P79	Matriz arcillosa ocre, no micácea. Contiene numerosas agrupaciones de calcita microcristalina y, en menor medida cristalina. Presencia de nódulos opacos probablemente ferruginosos.
III	Vidrio volcánico	P69, P71, P77	Matriz arcillosa ocre-amarilla, no micácea. Contiene grumos arcillosos de color rojo-marrón, algunos cuarzos, agrupaciones de calcita microcristalina y numerosos vidrios volcánicos de pequeño tamaño.

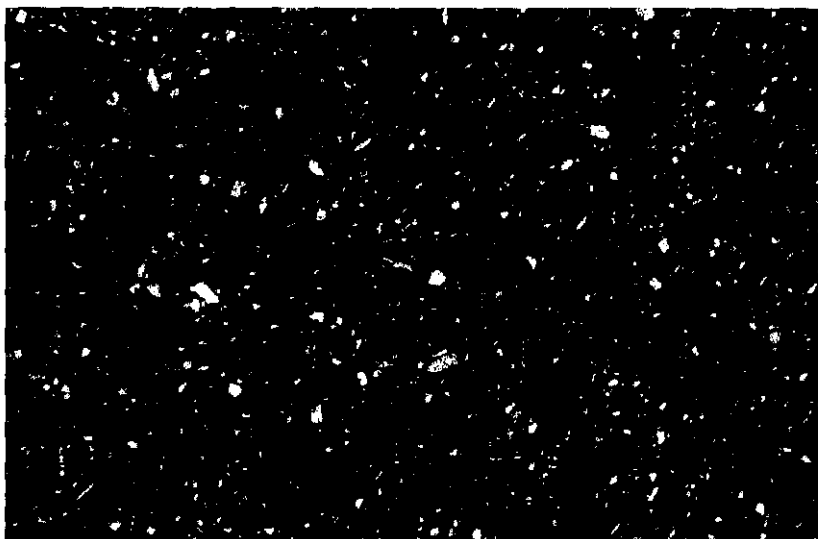


FIGURA 1.—Micrografía de la muestra n.º 80. Vajilla Naranja Fina (10 aumentos).
Foto A. Leclaire.

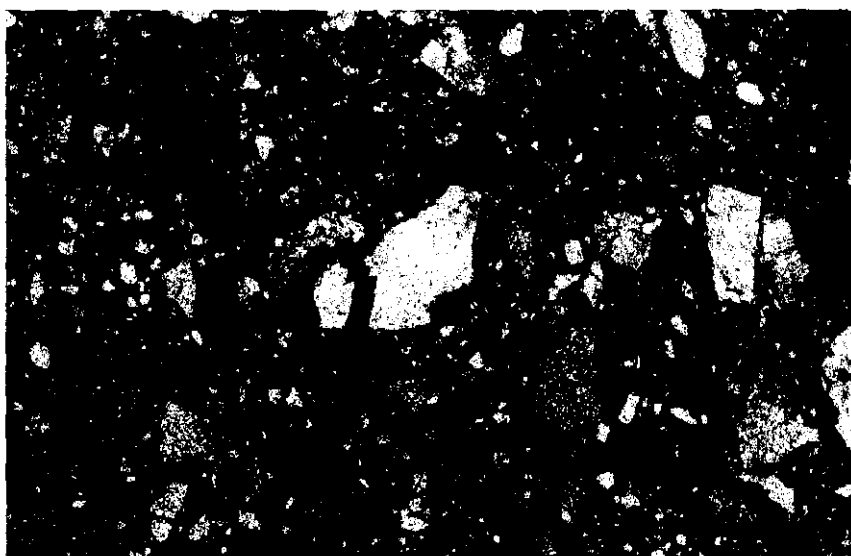


FIGURA 2.—Micrografía de la muestra n.º 66. Vajilla Sin engobe Puuc
(10 aumentos). Foto A. Leclaire

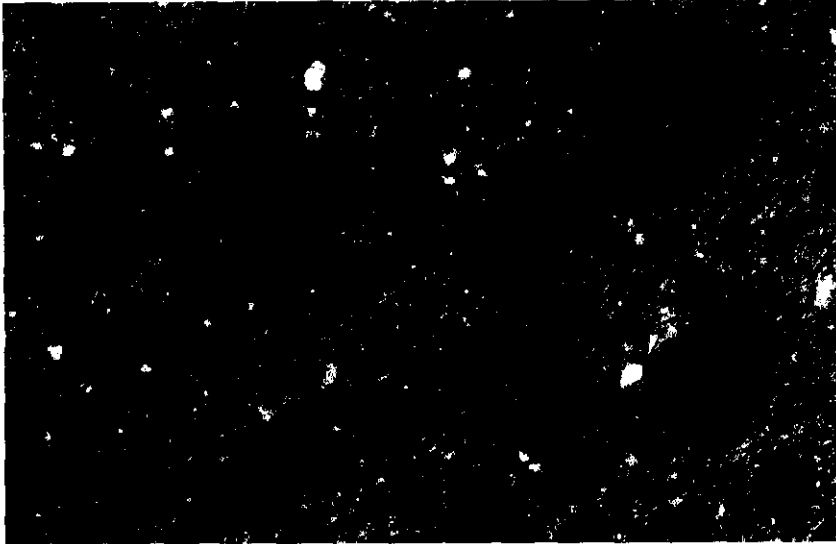


FIGURA 3a.—Micrografía de la muestra n.º 77. Vajilla Prepizarra Puuc (10 aumentos). Foto A. Leclaire.



FIGURA 3b.—Micrografía de la muestra n.º 77. Vajilla Prepizarra Puuc (50 aumentos). Foto A. Leclaire.

La facies petrográfica del grupo I (Naranja Fina Balancan o "Z")⁸ es de tipo hialo-detrítico, sin que se haya podido identificar hasta la fecha su centro de manufactura. Aunque la pasta de la cerámica Naranja Fina se caracteriza por su ausencia de desgrasante, los estudios de Shepard (1946) indicaron la presencia de fragmentos de rocas, posiblemente metamórficas y estructura laminar, clasificadas tentativamente como esquisto micáceo. Esta característica, unida a las inusuales propiedades plásticas de la materia prima (arcilla), induce a pensar en un único centro de producción.

La minoritaria presencia de este tipo de cerámica en las colecciones Puuc (< 9%), unida a la inexistencia de depósitos de arcilla similares en el norte de Yucatán, indican que esta fue una cerámica importada. A partir de los trabajos de Brainerd (1941) y Ruz (1969) se propone como lugares de origen el suroeste de Campeche o este de Tabasco.

Las cerámicas que constituyen el grupo II, de facies fuertemente calcárea, corresponden a los suelos geológicos de la Península de Yucatán (Fig. 4). El examen de la textura de la pasta por A. Leclaire confirmó que las muestras corresponden a un mismo grupo petrográfico, con una composición mineralógica muy similar a las muestras de materia prima examinadas con anterioridad (Chung, Barba y Varela 1995: Tabla 3). Sin embargo y en relación al primer problema que mencionábamos (*vide supra*), el examen de la textura y granulometría de la pasta nos permite discriminar los distintos tipos analizados:

- P66 (Tipo Yokat Estriado/Yokat): los cristales de calcita son mucho más heterogéneos (tamaño y redondeamiento: 0,1 a 0,9) y abundantes que en la Pizarra Muna y la Pizarra Delgada, disminuyendo cuantitativamente la proporción de arcilla (<10%). La textura resultante es burda y poco homogénea.
- P72/74 (Tipo Pizarra Muna/Muna); P76 (Tipo Sacalum Negro sobre Pizarra/ Sacalum): la heterogeneidad y la abundancia de los cristales de calcita es menor que en P66, distinguiéndose P76 por la mayor presencia de carbonatos recristalizados. La textura resultante es compacta y homogénea.

⁸ Brainerd (1941) dividió la cerámica Anaranjada Fina en dos tipos "X" (Grupo Silho característico del Postclásico de Chichén Itzá) y "Z" (Grupo Balancan característico del Clásico Terminal de la región Puuc).

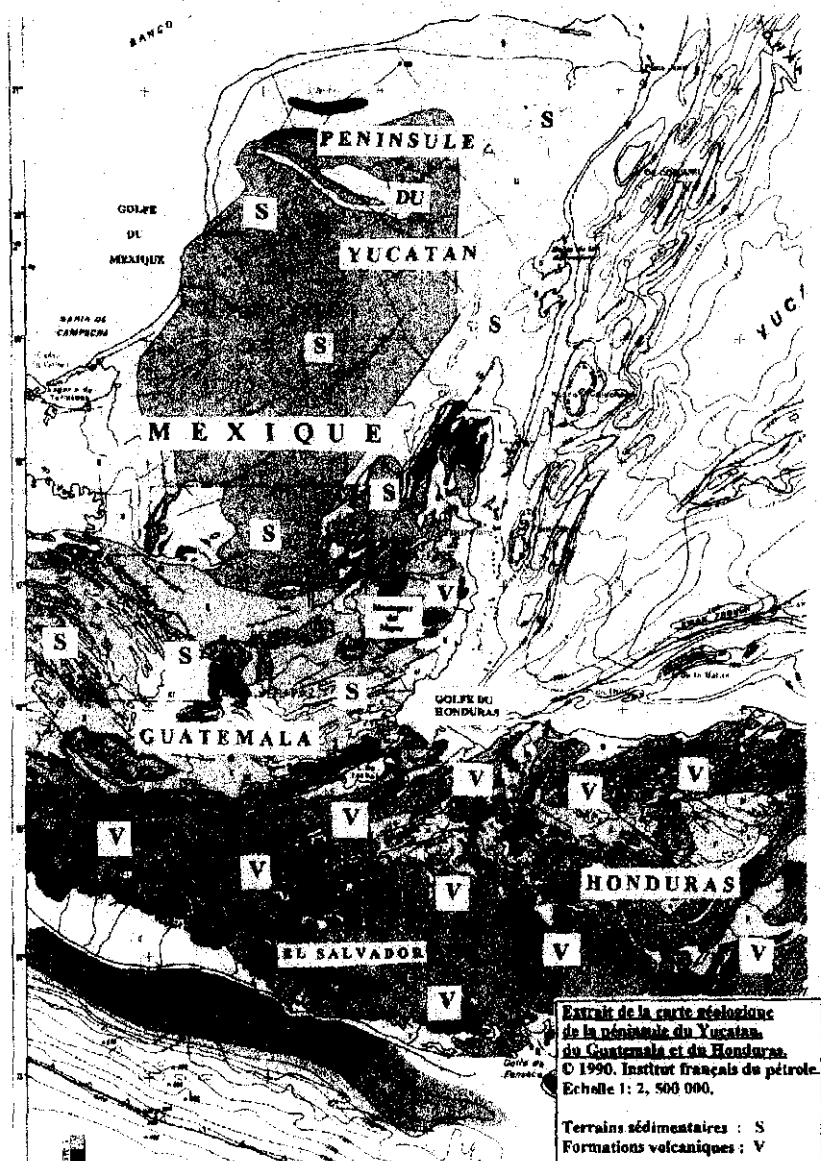


FIGURA 4.—Mapa geológico de la península de Yucatán, Guatemala y Honduras (Institut Français du Pétrole 1990).

- P79 (Tipo Ticul Pizarra Delgada): está constituida por una mayor proporción de calcita sacaroidal, que es un carbonato formado por cristales muy delgados y pequeños que confieren a la pasta una textura muy fina, compacta y uniforme, de tal modo que, a simple vista, parece no tener desgrasante.

Las cerámicas que constituyen el grupo III contienen un elemento alóctono a la geología de la Península: cenizas volcánicas. Como puede observarse en la figura 4, la península yucateca está constituida casi en su totalidad por rocas sedimentarias que se extienden sobre un territorio de unos 450 Km². Aunque puede observarse a unos 300 Km. al sur de Oxkintok una pequeña formación volcánica: las Montañas Mayas, las grandes formaciones volcánicas aparecen sobre todo en el altiplano guatemalteco extendiéndose hasta Honduras y Nicaragua.

El primero en identificar la presencia de vidrio volcánico en las cerámicas mayas yucatecas fue Brainerd (1976: 69-73) a partir de los análisis de Shepard. Este autor señala que es común en Yaxuná y Cobá durante el estadio Regional (Clásico Temprano-Medio), en Kabah, Sayil, Labná y, esporádicamente, en Uxmal durante el estadio Floreciente (Clásico Tardío-Terminal) y en Chichén Itzá durante el estadio Mexicano (Postclásico Temprano). Brainerd, descartaba la posibilidad de que el vidrio volcánico fuera importado ya que las áreas de vulcanismo estaban muy alejadas (*ibid.*: 70).

Posteriormente Smith (1971) retoma los datos de Brainerd y presenta una cuantificación de las formas según los componentes de la pasta analizados por Shepard (Smith 1971, Tablas 42-43). Sus conclusiones indican que la Pizarra Puuc presenta una gran variabilidad de desgrasantes (diferentes clases de calcita, tiesto molido, grumos arcillosos y vidrio volcánico)⁹ y que hay una alta correlación entre la composición de la pasta y la forma.

Define la Pizarra Chichén por la presencia constante de vidrio volcánico (98.6%), mientras que la Pizarra Puuc de Uxmal, Kabah y Labná se caracteriza por un uso alternante de calcita y vidrio volcánico como desgrasante (50% y 50% respectivamente).

⁹ Posteriormente Ishpording y Wilson (1974) propusieron que el vidrio volcánico identificado por Shepard era, en realidad, un mineral llamado paligorskita (atapulgita) común en las arcillas de Yucatán. Los análisis posteriores (Simmons y Brem 1979; Chung 1993; Chung, Barba y Varela 1995) así como los de activación neutrónica (Smyth *et alii*, 1995) contradicen esta teoría y confirman los postulados de Shepard.

La Pizarra Roja Puuc se diferencia, con un 60% de vidrio volcánico, de la Chichén Roja que presenta un 100%. La Pizarra Delgada se caracteriza únicamente por la presencia de calcita sacaroidal (Smith 1971: 30) aunque en la Tabla 42 (*Ibid.*) se puede observar que la Pizarra Delgada de Kabah contiene vidrio volcánico.

Además de estos comentarios incluidos en su descripción de las respectivas vajillas (*wares*), un aspecto que resalta en su Apéndice D (Smith 1971: 269) es que todo el vidrio volcánico presente en las cerámicas Pizarra del norte de Yucatán parece provenir de una única fuente de abastecimiento, aspecto que ha sido reafirmado por nuestros análisis. Este hecho contrastaba, según el autor (*ibid.*) con la heterogeneidad de los vidrios volcánicos presentes en las cerámicas de Uaxactún (Petén Central), lo cual sugiere el uso de distintas fuentes de abastecimiento para esta región¹⁰.

A pesar de que el tipo de cuantificación realizado por Smith (presencia o ausencia por vajilla y forma) no es la sistemática utilizada en nuestro estudio (porcentaje preciso de cada componente mineral por tipo), creemos que resulta útil contrastar los resultados para el problema que nos ocupa (Tablas 5, 6, 7, 8; Figs. 5 y 6).

Si se tienen en cuenta los resultados sintetizados en la tabla 7 (Fig. 5) se observa que la vajilla Sin engobe Puuc de Uxmal, se caracteriza por la presencia mayoritaria de carbonatos (64,86%) y tiesto molido (35,13%), mientras que en la Pizarra Delgada aparecen únicamente los carbonatos como desgrasante (calcita sacaroidal). Las únicas vajillas que tienen vidrio volcánico son la Pizarra Puuc y la Roja Puuc, así como la combinación de carbonatos más tiesto molido. El porcentaje de vidrio volcánico es significativamente más alto en la Roja Puuc (61,35%).

En lo que se refiere a Kabah (Tabla 8, Fig. 6), la vajilla Sin engobe Puuc se caracteriza por la mayor presencia de carbonatos (95, 2%) y la escasa aparición de tiesto molido (4%) y grumos arcillosos (0,8%). La Pizarra Delgada incorpora el vidrio volcánico en su composición con un 25%, mientras que también aumenta su presencia en la Pizarra Puuc (43,70% en Kabah frente a 22, 77% en Uxmal) y en la Roja Puuc (67,56% en Kabah y 61,35%

¹⁰ A los datos de Smith (1971) cabe añadir los resultados del análisis de 10 láminas delgadas efectuadas sobre materiales de Dzibilchaltún (7 del Postclásico Temprano y 1 del Clásico Tardío-Terminal) y Chichén Itzá (2 del Postclásico temprano) publicados por Simmons y Brem (1979) que confirman las apreciaciones anteriormente aludidas.

En cuanto al origen y distribución de el vidrio volcánico, estos autores son partidarios de una única fuente de abastecimiento cuyo comercio estaría controlado por los centros más importantes (Simmons y Brem, 1979: 84).

en Uxmal). Asimismo cabe notar la presencia constante de grumos arcillosos en Kabah, frente a su única presencia en la Pizarra Puuc de Uxmal.

TABLA 5
Análisis petrográfico de las cerámicas de Uxmal
(Datos tomados de Smith 1971: Tabla 41)

<i>N.º muestra/ Forma</i>	<i>Vajilla</i>	<i>CV</i>	<i>Ca</i>	<i>CA</i>	<i>Ca+Tm</i>	<i>Tm</i>	<i>TF</i>
U1	Sin engobe Puuc		61			2	63
U2	Sin engobe Puuc		93			5	98
U3	Sin engobe Puuc		14			63	77
U4	Sin engobe Puuc					21	21
U5	Pizarra Puuc	5	85		10		100
U6	Pizarra Puuc	11	11	2			24
U7	Pizarra Puuc		23	3		1	27
U8	Pizarra Puuc	14	3	4	3	1	25
U9	Pizarra Puuc	62	52	20	17	47	198
U10	Pizarra Puuc	5	17	17	5	28	72
U11	Pizarra Puuc	22	2	15	1	5	45
U12	Pizarra Puuc	4		9		5	18
U13	Pizarra Puuc		1	2		10	13
U14	Pizarra Puuc		4	1		13	18
U15	Pizarra Delgada		50				50
U16	Pizarra Delgada		54				54
U17	Pizarra Delgada		49				49
U18	Pizarra Delgada		50				50
U19	Pizarra Delgada		50				50
U20	Roja Puuc	88	12				100

TABLA 5 (continuación)
Análisis petrográfico de las cerámicas de Uxmal
(Datos tomados de Smith 1971: Tabla 41)

<i>N.º muestra/ Forma</i>	<i>Vajilla</i>	<i>CV</i>	<i>Ca</i>	<i>CA</i>	<i>Ca+Tm</i>	<i>Tm</i>	<i>TF</i>
U21	Roja Puuc	38	30		2		70
U22	Roja Puuc	10	8			2	20
U23	Roja Puuc	22	7		4		33
U24	Roja Puuc	2	14		31	3	50
U25	Roja Puuc	11				1	12
U26	Roja Puuc	10					10
TOTAL							1.298

*Abreviaturas***CV:** Vidrio volcánico**CA:** Grupos arcillosos**Tm:** Tiesto molido**Ca:** Carbonatos**Ca+Tm:** Carbonatos + tiesto molido**TF:** Total forma

TABLA 6
Análisis petrográfico de las cerámicas de Kabah
(Datos tomados de Smith 1971: Tabla 42)

<i>N.º muestra</i>	<i>Vajilla</i>	<i>CV</i>	<i>Ca</i>	<i>CA</i>	<i>Ca+Tm</i>	<i>Tm</i>	<i>TF</i>
K1	Sin engobe Puuc		119				119
K2	Sin engobe Puuc			5		1	6
K3	Pizarra Puuc	36	99	5	1	5	146
K4	Pizarra Puuc	6	3	9		2	20
K5	Pizarra Puuc	40	3	11	1	1	56
K6	Pizarra Puuc	104	10	66	5	16	201
K7	Pizarra Puuc	5	1	3			14
K8	Pizarra Delgada	24	41				65

TABLA 6 (continuación)
Análisis petrográfico de las cerámicas de Kabah
(Datos tomados de Smith 1971: Tabla 42)

N.º muestra	Vajilla	CV	Ca	CA	Ca+Tm	Tm	TF
K9	Pizarra Delgada	5	6				11
K10	Pizarra Delgada		19				19
K11	Pizarra Delgada	3	29	1			33
K12	Roja Puuc	11	1				12
K13	Roja Puuc	9	1				10
K14	Roja Puuc	5	9				15

TABLA 7
Porcentajes de desgrasante en las cerámicas de Uxmal

Vajilla	CV	Ca	CA	Ca+Tm	Tm	TF
Sin engobe Puuc		64,86			35,13	259
Pizarra Puuc	22,77	36,66	13,51	6,66	13,51	540
Pizarra Delgada		100				253
Roja Puuc	61,35	24,06		12,54	2,03	295

TABLA 8
Porcentajes de desgrasante en las cerámicas de Kabah

Vajilla	CV	Ca	CA	Ca+Tm	Tm	TF
Sin engobe Puuc		95,20	0,8		4	125
Pizarra Puuc	43,70	26,54	21,51	160	5,49	437
Pizarra Delgada	25	74,21	0,78			128
Roja Puuc	67,56	29,72	2,70			37

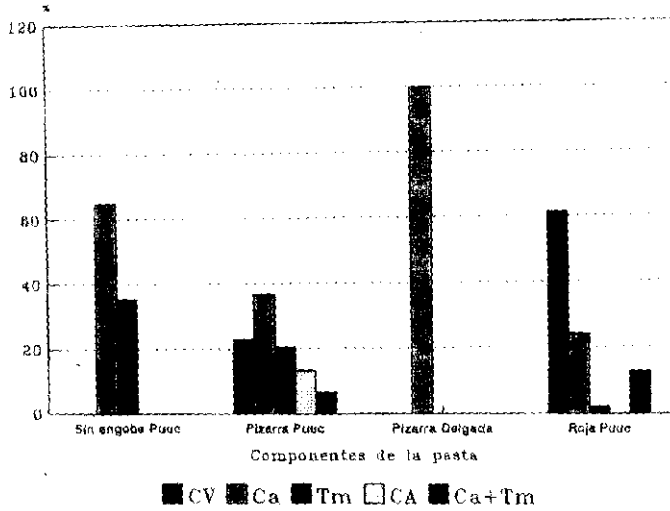


FIGURA 5.—Análisis petrográfico Uxmal. Complejo Cehpech (Smith 1971, Tabla 41).

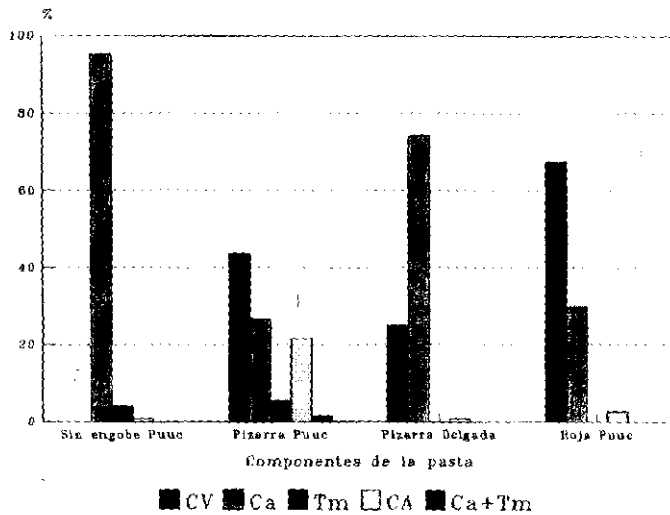


FIGURA 6.—Análisis petrográfico Kabah. Complejo Cehpech (Smith 1971, Tabla 42).

Por último, se deben tener en cuenta los resultados obtenidos por el análisis de activación de neutrones realizados sobre la Pizarra Puuc de Sayil por Smyth *et alii* (1995). Los grupos de componentes principales obtenidos por estos autores confirman, de manera general, las diferencias en la composición de las distintas vajillas del complejo Cehpech, aunque no arrojan ninguna luz sobre cómo se identifican las diferencias en la composición química con un mineral concreto y si estas diferencias se deben a la arcilla o a los desgrasantes.

En definitiva, este estudio muestra cómo, a través del análisis de neutrones, lo único que se detecta son diferencias en la composición de la pasta sin que se pueda saber a qué se deben. Por ejemplo, no hay una correlación que permita saber si la presencia de altos niveles de sodio, cesio y rubidio corresponde realmente a la presencia de vidrio volcánico y en qué proporción. Hubiera sido necesario realizar primero el análisis petrográfico de las muestras de cerámica y de materia prima, para que este trabajo aportara datos más concluyentes para el problema que nos ocupa.

Por otro lado, la sugerencia de que Sayil fuera un lugar de producción a gran escala de cerámica Pizarra Puuc, está sustentada sobre evidencias muy débiles, si se tiene en cuenta los resultados obtenidos con las muestras de materia prima analizada. En este sentido, llama la atención que no se haya tenido en cuenta la clasificación etnomineralógica de Arnold (1971) ni otras publicaciones sobre etnoarqueología y manufactura cerámica contemporánea en el norte de Yucatán (Thompson 1958; Arnold 1977; Varela 1990), donde se puede comprobar que el *k'ankab* se utiliza en la producción cerámica como base para el engobe rojo de las vasijas debido a su alto contenido en componentes férricos, nunca como materia prima básica que es el *k'at* o arcilla. Por ello no es de extrañar que las muestras de materia prima de Sayil (*k'ankab*) queden fuera del espacio de los componentes principales que caracterizan a la cerámica (Smyth *et alii.*, 1995: 129, fig. 8). A nuestro juicio, si se realizaran análisis químicos del engobe de la vajilla Roja Puuc y se compararan con los datos obtenidos del *k'ankab* en Sayil, se obtendría la correlación buscada.

Por otro lado, la única forma de confirmar su hipótesis de la utilización del *k'ankab* como arcilla, sería realizar manufacturas experimentales con dichos suelos, guardando las proporciones conocidas de desgrasante de la cerámica Pizarra prehispánica obtenida por el análisis petrográfico. En el mismo sentido, teniendo en cuenta su relativa proximidad a Sayil, sería conveniente realizar análisis químicos de la arcilla de la mina *Y'ok'at*, la más cercana conocida y probablemente ya explotada en tiempos prehispánicos (Arnold, 1977).

En lo que se refiere al problema que nos ocupa, el estudio sugiere la posibilidad de la presencia de vidrio volcánico en las vajillas Pizarra Puuc y Roja Puuc, sin que ésta se haya detectado en las muestras de materia prima analizadas.

La presencia de vidrio volcánico sigue siendo, por tanto, un enigma que podría sintetizarse en las siguientes hipótesis:

1. Que la ceniza sea importada
2. Que en época prehispánica existieran depósitos arcillosos con cenizas volcánicas en su composición.

La primera hipótesis nos parece poco probable ya que el alfarero es un individuo muy conservador que se abastece con materias primas siempre próximas a su centro de producción (cf. Arnold 1971; Hagstrum 1985; Rice 1987; Varela 1990). Por otro lado, la impresión es que el vidrio volcánico forma parte de la materia prima, ya que aparece siempre inserta en los grupos arcillosos que caracterizan a una de las fuentes de abastecimiento discriminadas.

La presencia de vidrio volcánico estaría ligada, entonces, al transporte atmosférico de cenizas volcánicas, emitidas por un volcán alejado y que pudieron caer, depositándose en las formaciones arcillosas de la península.

La segunda hipótesis parte del hecho de que las cenizas volcánicas pudieron acumularse en un medio marino (siempre a consecuencia de una erupción volcánica lejana) en niveles sedimentarios de la costa del golfo de México o Caribe y que parece una de las hipótesis más plausibles. Sabemos que existe un roca blanda y porosa llamada palagonito, formada por acumulación de cenizas volcánicas en medio sedimentario marino y más comúnmente en medio continental (lagos), en niveles bien estratificados que alternan con niveles sedimentarios (Foucault y Raoult 1988: 71). Sin embargo, en el caso de que provinieran de un medio marino, hubiéramos encontrado microfósiles de foraminíferos o conchas ligados a la arcilla, por lo que la posibilidad de explotación de fuentes de materia prima costeras queda eliminada. Por tanto, es probable que en cualquiera de las numerosas grutas y cenotes que configuran el subsuelo yucateco, existieran o existan depósitos de este tipo y que aún no los hayamos conseguido localizar.

En realidad, y hasta la fecha, aún no se ha realizado un muestreo sistemático de las fuentes de materia prima conocidas (*k'at* o arcilla): minas de *Y'o K'at*, Becal, Tepakán, Izamal, Uayma, Valladolid y Balankanché. Respecto a esta última, aunque no es explotada en la actualidad, se debe tener en cuenta la posible mina de arcilla prehispánica descubierta por Andrews

IV (1970: 15). Los hallazgos de Andrews IV unidos a la proximidad de esta cueva a Chichén Itzá hacen probable que el análisis de los depósitos de arcilla de esta cueva aporte datos concluyentes sobre la sistemática aparición de vidrio volcánico en las cerámicas procedentes de este sitio.

Más difícil de explicar es la heterogénea aparición de vidrio volcánico en la Pizarra Puuc y la Roja Puuc analizada. Unas primeras hipótesis de trabajo se exponen en las conclusiones a tenor de los datos proporcionados por Shepard y Smith (1971) y nuestros propios resultados.

CONCLUSIONES

Los datos expuestos y su análisis comparativo con los ya publicados de la región Puuc nos permiten establecer una serie de conclusiones y plantear futuras líneas de trabajo.

Por un lado, se ha planteado la utilidad del método petrográfico para el análisis de las cerámicas mayas prehispánicas del norte de Yucatán. La uniformidad geológica de la zona, predominantemente calcárea, hace poco efectiva la aplicación de otras técnicas de análisis más sofisticadas como la difracción de rayos X o la activación de neutrones. En el mismo sentido se ha puesto de manifiesto la necesidad de realizar un muestreo controlado de las posibles fuentes de materia prima (minas de *k'at*) que pudieran haber sido utilizadas por los grandes centros Puuc (Kabáh, Sayil, Labná, Oxkintok y Uxmal) y por Chichén Itzá. Este muestreo requerirá una recogida de información previa de las fuentes etnohistóricas, coloniales y actuales.

Por otro lado, el estudio comparativo de las muestras recogidas a partir de los centros de manufactura cerámica actuales y las cerámicas mayas prehispánicas, ha permitido discriminar, en buena medida, los desgrasantes usados por los alfareros prehispánicos pero, para poder obtener un panorama fiable de la autonomía y extensión de la producción cerámica de los grandes centros Puuc, se hace necesario investigar y definir más precisamente sus posibles fuentes de abastecimiento.

Los datos obtenidos hasta la fecha indican que los grumos arcillosos pueden ser un componente natural de la arcilla y caracterizar la producción y fuente de abastecimiento de sitios como Kabáh. El espectacular aumento de este componente en la vajilla roja Puuc de Oxkintok (40) frente a su escasa presencia en el resto de las vajillas del mismo periodo (entre <1 y 4) indican que probablemente esta cerámica es foránea y, probablemente, importada de Kabáh.

Por otro lado, hemos hallado una cierta correlación entre la presencia de grumos arcillosos y presencia de vidrio volcánico. A partir de los datos que tenemos creemos que fue probablemente Kabah quien controlaba su manufactura. En cualquier caso, para confirmar esta hipótesis se prevé una segunda fase de trabajo en la que se analizarán un número de muestras similar por centro y colección de la vajilla Roja Puuc. En este sentido, la presencia de vidrio volcánico en la Prepizarra Puuc de Oxkintok sigue siendo un enigma puesto que, por el momento, contamos con pocas muestras de otros centros. Lo que sí cabe destacar, en comparación a la media, es el aumento de grumos arcillosos en la Prepizarra (24), con una presencia de vidrio volcánico mayor que en la Roja Puuc (ver tabla 2).

En lo que se refiere a la composición de la vajilla Sin Engobe Puuc, el análisis comparativo indica una composición distintiva en cada centro por lo que es probable que esta cerámica de uso doméstico fuera manufacturada independientemente en cada centro urbano.

La vajilla Pizarra Puuc es la más heterogénea, lo que podría indicar una manufactura y comercio ampliamente extendidos y que pudieran estar ligados, no tanto a la propia cerámica en sí, sino a los productos a los que estuviera destinada a almacenar.

Los datos etnográficos (Thompson 1958; Arnold 1971; Varela 1991) indican que los alfareros discriminan la utilización de los diferentes desgrasantes en función del uso que se vaya a dar a la vasija (almacenamiento de líquidos, cocina, adorno, etc.). Este pudo ser el caso de la Pizarra Puuc y explicar parte de su variabilidad.

De cualquier modo, lo que sí podemos afirmar es que, la composición de la Pizarra Puuc en Oxkintok es muy homogénea, caracterizándose por la ausencia de vidrio volcánico. Este hecho nos inclina a pensar que su producción en la fase Ukmul (Clásico Tardío-Terminal) es claramente autóctona.

En conjunto, cabe decir que las vajillas de Oxkintok conforman una producción distintiva de las analizadas. Por un lado se asemeja a Kabah en la presencia constante de grumos arcillosos, pero carece del vidrio volcánico que caracteriza a las vajillas de Kabah (exceptuando la única muestra de Roja Puuc analizada). También cabe notar la ausencia de tiesto molido en Oxkintok frente a Uxmal y Kabah, caracterizándose toda la producción por la presencia de mineral opaco, ausente en los otros centros y en la Roja Puuc del sitio.

A partir de los datos publicados y de los análisis en curso, podemos afirmar que Oxkintok fue probablemente un centro de producción de Pizarra Puuc autónomo. La distribución y extensión de su comercio están aún por determinar, aunque los primeros resultados indican que se limitaba a la región occidental del Puuc.

En definitiva, los enigmas cerámicos continúan. Esperamos que la investigación que estamos desarrollando en la actualidad¹¹ nos permita hallar su solución. Como ya mencionamos en una ocasión (Varela 1987: 73) y siguiendo a Brainerd, “aunque las cerámicas de Yucatán resultan insignificantes en comparación con la magnificencia de la arquitectura y la escultura con la que están asociadas son, en un sentido real, la llave para descubrir la historia de los mayas yucatecos” (Brainerd 1976: 1).

BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, E.W. IV

1970 *Balankanche, throne of the tiger priest*. Middle American Research Institute, Pub. 32. Nueva Orleans: Tulane University.

ARNOLD, D.

1971 «Ethnominerology of Ticul, Yucatan potters: Etics and Emics». *American Antiquity* 36 (1): 20-40.

1977 «An ancient clay mine at Yo'k'at, Yucatan», *American Antiquity* 42 (4): 575-582.

BARBA, L. y C. VARELA TORRECILLA

1992 «Las propiedades físicas de las cerámicas de Oxkintok: un estudio analítico» en *Oxkintok* 4, pp. 147-159. Madrid: Misión Arqueológica de España en México.

BISHOP, R.

1980 «Aspects of ceramic compositional modeling» en *Models and Methods in Regional Exchange* (R. E. Fry ed.) pp. 47-65. Society for American Archaeology Papers n.º 1. Washington D.C.

BISHOP, R., G. HARBOTTLE y E. SAYRE

1982 «Chemical and mathematical procedures employed in the Maya Fine Paste ceramics project» en *Analyses of Fine paste ceramics: Excavations at Seibal, Department of El Petén, Guatemala* (J. A. Sabloff ed.) pp. 272-282. Cambridge: Memoirs of the Peabody Museum, vol. 15, n.º 2.

¹¹ En noviembre de 1997, se obtuvo con la autorización del INAH de México, un nuevo muestrario de 800 fragmentos cerámicos pertenecientes a 30 sitios y 14 muestras de materia prima en vías de análisis.

BISHOP, R. y R. RANDS

- 1982 «Maya Fine Paste ceramics: A compositional perspective» en *Analyses of Fine paste ceramics: Excavations at Seibal, Department of El Petén, Guatemala* (J. A. Sabloff ed.) pp. 283-314. Cambridge: Memoirs of the Peabody Museum, vol.15, n.º 2.

BRAINERD, G.

- 1941 «Fine Orange pottery in Yucatan», *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* 5: 163-183.
- 1976 «The Archaeological ceramics of Yucatan», *Anthropological Records*, vol. 19. Berkeley y Los Angeles: University of California. (Reimpresión de la edic. de 1958).

CHUNG, H.

- 1993 *Análisis tipológico y petrográfico de la cerámica arqueológica de Chichén Itzá, Yucatán*. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Antropología e Historia, México D.F.

CHUNG, H., L. BARBA y C. VARELA TORRECILLA

- 1995 «Inferencias sobre distintivos sociales en Chichén Itzá a través del estudio de la cerámica pizarra Chichén (Chichen Slate Ware)» en *Religión y Sociedad en el área maya* (C. Varela, J. L. Bonor e Y. Fernández eds.) Madrid: Sociedad Española de Estudios Mayas.

FOUCAULT, A. y J. F. RAOULI

- 1988 *Dictionnaire de Géologie*. París: Masson.

GALVÁN, J. y V. GALVÁN

- 1990 «Estudio mineralógico de algunos fragmentos de cerámicas y arcillas procedentes del yacimiento arqueológico de Oxxintok» en *Oxxintok* 3, pp. 127-134. Madrid: Misión Arqueológica de España en México.

HAGSTRUM, M.

- 1985 «Measuring prehistoric ceramic craft specialization: a test case in the American Southwest», *Journal of Field Archaeology* (12): 65-75.

HARBOTTLE, G. y E. SAYRE

- 1975 «Current status of examination of sherds of fine paste ceramics from Altar de Sacrificios and Seibal and their comparison with other maya fine paste ceramics» en *Appendix. Excavations at Seibal, Department of El Petén, Guatemala* (G. R. Willey ed.) pp. 241-253. Cambridge: Memoirs of the Peabody Museum, vol.13, n.º 1 y 2.

ISPHORDING, W. y E. WILSON

- 1974 «The relationship of "volcanic ash", Saklu'um and Palygorskite in northern Yucatan maya ceramics», *American Antiquity* 39 (3): 483-488.

NEFF, H.

1993 «Theory, Sampling and Analytical Techniques in the Archaeological Study of Prehistoric Ceramics», *American Antiquity* 58 (1): 23-44.

NEFF, H. y R. BISHOP

1988 «Plumbate origins and development», *American Antiquity* 53 (3): 505-522.

PEACOCK, D.

1970 «The scientific analysis of ancient ceramics: A review», *World Archaeology* 1 (3): 375-389.

RANDS, R. y R. BISHOP

1980 «Resource procurement zones and patterns of ceramic exchange in the Palenque region, Mexico» en *Models and methods in regional exchange* (R. E. Fry ed.) pp. 19-46. Washington D.C.: Society for American Archaeology Papers n.º 1.

RICE, P.

1987 *Pottery analysis. A Sourcebook*. Chicago: University of Chicago Press.

RUZ LHULLIER, A.

1969 *La Costa de Campeche en Tiempos Prehispánicos*, Serie Investigaciones, n.º 18. México: INAH.

SAYRE, E., L. CHAN y SABLOFF

1971 «High-resolution gamma ray spectroscopic analyses of Fine Orange pottery» en *Science and Archaeology* (R. H. Brill ed.) pp. 165-181, Cambridge: MIT Press.

SHEPARD, A.

1942 «Technological notes on the pottery of San Jose», apéndice en *Excavations at San Jose, British Honduras* (J. E. Thompson ed.). Washington D.C.: Carnegie Institution, Pub.506.

1946 «Technological features of Thin Orange ware» en *Excavations at Kaminaljuyú* (A. V. Kidder, J. D. Jennings y E. M. Shook eds.) pp. 198-201. Washington D.C.: Carnegie Institution Pub. 561.

1956 *Ceramics for the Archeologist*. Washington D.C.: Carnegie Institution, Pub. 609.

1964 «Temper identification: "Technological sherd-splitting" or an unanswered challenge», *American Antiquity* 29 (4): 518-20.

1966 «Problems in pottery analysis», *American Antiquity* 31 (1): 79-91.

1971 «Ceramics analysis: The interrelation of methods. The relations of analyst and archeologist» en *Science and Archaeology* (R. H. Brill ed.) pp. 55-63. Massachusetts: The Massachusetts Institute of Technology.

SIMMONS, M. y G. BREM

- 1979 «The analysis and distribution of volcanic ash tempered pottery in the maya area». *American Antiquity* 44 (1): 79-91.

SMITH, R. E.

- 1971 *The Pottery of Mayapan*, 2 vols. Cambridge: Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 66.

SMYTH, M., Ch. DORE, H. NEFF y M. GLASCOCK

- 1995 «The origin of Puuc Slate», *Ancient Mesoamerica*, 6: 119-134.

THOMPSON, R. H.

- 1958 «Modern Yucatecan Maya pottery making», *Memoirs of the Society for American Archaeology*, vol. 15, Salt Lake City.

VARELA TORRECILLA, C.

- 1987 «Notas sobre la cerámica de Oxkintok» en *Oxkintok* 1, pp. 72-82. Madrid: Misión Arqueológica de España en México.
- 1990 «La producción alfarera artesanal del Occidente de la Península de Yucatán: un ejemplo de cambio cultural», *Revista Española de Antropología Americana* (23): 83-100.
- 1993 «El complejo cerámico Motul y la transición a la cerámica pizarra» en *Perspectivas antropológicas en el mundo maya* (M. J. Iglesias y F. Ligorred eds.) pp. 253-268. Madrid: Sociedad Española de Estudios Mayas, Pub. n.º 2.