



Bulletin de l'Institut français d'études andines
ISSN: 0303-7495
secretariat@ifea.org.pe
Institut Français d'Études Andines
Organismo Internacional

Chapdelaine, Claude; Mineau, Raymond; Uceda, Santiago
Estudio de los pigmentos de la cerámica ceremonial Moche con ayuda de un microscopio electrónico
de barrido
Bulletin de l'Institut français d'études andines, vol. 26, núm. 2, 1997
Institut Français d'Études Andines
Lima, Organismo Internacional

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12626204>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

ESTUDIO DE LOS PIGMENTOS DE LA CERÁMICA CEREMONIAL MOCHE CON AYUDA DE UN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

*Claude Chapdelaine *, Raymond Mineau **, Santiago Uceda ****

Resumen

Una muestra de 22 fragmentos de cerámica, pertenecientes a una misma cantidad de vasos pintados con engobe blanco y rojo fue sometida a examen, empleando un microscopio electrónico de barrido. El objetivo central de este estudio fue el de determinar la composición química de los pigmentos que conforman los colores aplicados sobre las vasijas ceremoniales. Estas fueron halladas cerca de la tumba N° 5, localizada encima de la Huaca de la Luna, una de las dos estructuras monumentales del sitio de Moche en la costa norte del Perú. Los resultados confirman la utilización de óxidos de fierro, probablemente de hematita, para obtener el engobe rojo, mientras que la calcita sería la base para la producción del engobe blanco. Las posibilidades y los límites de este método son el objeto de discusión en este trabajo.

Palabras claves: *Cultura Moche, microscopio electrónico de barrido, cerámica, pigmentos, sitio Moche.*

ÉTUDE DES PIGMENTS DE LA POTERIE CÉRÉMONIELLE MOCHE À L'AIDE D'UN MICROSCOPE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE

Résumé

Une collection de 22 tassons de céramique appartenant à autant de vases peints à l'aide d'une combinaison d'engobes rouges et blanches a été soumise à un examen au microscope électronique à balayage. L'objectif principal de cette étude consiste à déterminer la composition chimique des pigments constituant la couleur appliquée sur des vases cérémoniels ayant été trouvés près de la tombe N° 5 située sur la *Huaca de la Luna*, l'une des deux plus importantes structures monumentales du site Moche de la côte nord du Pérou. Les résultats confirment l'utilisation d'oxydes de fer, probablement de l'hématite, pour obtenir l'engobe rouge tandis que la calcite serait à la base de la production de l'engobe blanc. Les possibilités et les limites de cette méthode font l'objet d'une discussion.

Mots-clés : *Civilisation Moche, microscope électronique à balayage, céramique, engobe, site Moche.*

* Universidad de Montreal, Facultad de Artes y Ciencia, Departamento de Antropología, C.P. 6128, Succursale Centre-ville, Montréal (Québec), Canadá H3C 3J7.

** Universidad de Quebec en Montreal (UQAM), Departamento de Ciencias de la Tierra, C.P. 8888, Succursale Centre-ville, Montréal (Québec), Canadá H3C 3P8.

*** Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n, Urb. San Andrés, Trujillo, Perú.

SCANNING ELECTRON MICROSCOPE STUDY OF MOCHE CEREMONIAL POTTERY SLIPS

Abstract.

A study of 22 sherds selected from distinct vessels painted with red and white slips has been conducted with a scanning electron microscope. The major research goal was to determine the chemical composition of ceremonial vessels found close to the tomb N° 5 on *Huaca de la Luna*, one of the two most important monumental buildings at the Moche Site on the North Coast of Peru. The results confirm the use of iron oxides, probably hematite, to produce the red slip and calcite for the white slip. The possibilities and limits of the method are also discussed.

Key words: *Moche culture, scanning electron microscope, ceramic slip, Moche site.*

INTRODUCCIÓN

La civilización moche es una sociedad que emergió en la costa norte del Perú a inicios de nuestra era. Su complejidad está expresada en su comportamiento funerario; en las representaciones iconográficas que adornan la cerámica ritual; en la importancia de los monumentos arquitectónicos y en la presencia de especialistas. Podemos considerar a esta sociedad como el primer sistema estatal verdadero en la costa norte del Perú (Moseley, 1992). Por otra parte, esta civilización tuvo una gran expansión y extendió su influencia en la costa peruana, en una distancia de casi 600 kilómetros.

La civilización moche cubrió un período de casi 700 años, y su desarrollo no fue tan homogéneo como se consideraba anteriormente; las recientes investigaciones consideran varias trayectorias evolutivas (Uceda & Mujica, 1994). El mayor consenso considera que el apogeo moche fue durante la fase IV, que duró menos de dos siglos entre los años 400 y 600 después de Cristo, y el reconocimiento del sitio epónimo Moche –Huacas del Sol y de la Luna– como la capital de este estado, expansionista y militar (Bawden, 1994).

El objetivo de este artículo es presentar el estudio de la composición de los engobes de una colección cerámica proveniente del sitio Moche, y particularmente de la tumba N° 5 de la Huaca de la Luna (1); esta estructura, en la actualidad, es objeto de investigaciones arqueológicas permanentes (Uceda *et al.*, 1994). Las excavaciones permitieron revisar las etapas de construcción de este importante edificio; proponer a la Huaca de la Luna como el centro religioso de la capital Moche (Uceda & Paredes, 1994) y saber que sufrió los efectos de varios “Niños”, fenómeno geoclimático particular del Pacífico sur (ENSO), que provoca lluvias diluvianas catastróficas en la costa norte del Perú (Uceda & Canziani, 1993). En otro sector del sitio, una excavación permitió localizar un taller de producción de cerámica. Aquí se encontró cuatro niveles de ocupación (Uceda & Morales (ed.), 1993) y un buen número de figurillas fabricadas a

(1) Este proyecto forma parte de un programa mucho más amplio, a largo plazo, que se inscribe dentro del marco de un acuerdo de cooperación académica, científica y técnica entre la Universidad Nacional de Trujillo y la Universidad de Montreal. Uno de los objetivos fundamentales es mejorar, en primer lugar, nuestra comprensión del sitio Moche en tanto centro urbano, y en segundo, en tanto asiento de la administración centralizada que ha dirigido y controlado un territorio, extendiéndose en casi 600 km a lo largo de la costa norte del Perú, durante varios siglos, entre los años 300 y 600 después de Cristo.

partir de moldes. Los resultados del análisis por activación neutrónica de las figurillas confirman la selección de una misma arcilla, muy probablemente de origen local, para su producción (Chapdelaine *et al.*, 1995). La misma conclusión parece aplicarse a la mayoría de los vasos rituales seleccionados para este estudio. La reciente excavación de grandes complejos arquitectónicos mostró la misma producción cerámica típica de la fase Moche IV (Chapdelaine *et al.*, 1996), al mismo tiempo que confirmó la existencia de una estratificación social (Topic, 1977), y la diversidad en la organización de la red urbana en la planicie entre las dos huacas. La producción de cerámica Moche estaría pues organizada por una clase de especialistas a tiempo completo.

Desde el inicio de las investigaciones sobre los moche, la cerámica como elemento estilístico ha sido el centro de varios estudios. No es sino muy recientemente que los arqueólogos se han interesado en la producción cerámica y en las cuestiones tecnológicas (Russel *et al.*, 1994a; 1994b; Shimada, 1994; Donnan, 1992). Dentro de esta perspectiva hemos analizado fragmentos de cerámica ceremonial para la identificación química del engobe aplicado en la superficie de las vasijas, con ayuda de un microscopio electrónico de barrido (MEB). Varios autores han señalado las ventajas de este método para identificar la naturaleza química de los pigmentos utilizados en la preparación del engobe (Rice, 1987: 402; Arnold, 1985: 60), sugiriendo que la identificación química de los colorantes debe ser parte integrante del estudio de la cerámica decorada (Sinopoli, 1991: 65). En cambio, muy pocos estudios se han publicado sobre la utilización de un microscopio electrónico de barrido en la identificación química de los pigmentos (Tite *et al.*, 1982; Nelen & Rye, 1976; Tite & Maniatis, 1975), y en ningún caso, sobre la cerámica moche.

Tentativas de identificación de los pigmentos utilizados para obtener los engobes rojo y blanco han sido ya propuestas para la cerámica moche (Donnan, 1992) y para las pinturas polícromas en relieves (Morales, 1994). El engobe rojo se obtendría agregando la hematita a la arcilla diluida en agua, mientras que el engobe blanco es una arcilla rica en calcita, mencionándose, además, una arcilla del tipo caolín. Un primer objetivo es verificar estas dos hipótesis. Luego, un segundo objetivo consiste en determinar hasta qué punto los engobes rojos o blancos son homogéneos o si es posible reconocer cierta variabilidad.

1. LA HUACA DE LA LUNA Y LA SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

La Huaca de la Luna es una estructura religiosa monumental, construida enteramente de adobes. Mide casi 290 m en su eje norte-sur y 210 m en su eje este-oeste; su altura está estimada en unos 32 m sobre la planicie. Este complejo arquitectónico está compuesto de tres plataformas: la más grande tiene forma cuadrada y mide 100 m de lado; es sobre esta plataforma principal que se sitúa la tumba N° 5. Los datos referidos a este tumba, han sido presentados por R. Tello en el informe de la campaña 1992-1993 (Uceda & Morales, 1994). Se trata de una doble cámara funeraria que mide 4.30 x 3 m orientada en su eje sur-norte; sobre su reborde se halló una joven mujer perteneciente probablemente a la élite mochica. En la cámara se registró diez esqueletos incompletos y partes de entierros trasladadas de otros sitios. Las ofrendas que normalmente acompañan a estos entierros no se encontraron asociadas a ellos, sino formando parte del relleno que

cubría las cámaras y el interior de las mismas (Tello, 1994: 16-37). Es de este relleno que cubría la cámara funeraria que se seleccionaron los 22 fragmentos para este estudio (Cuadro 1); la presencia de fragmentos dentro del relleno pudo deberse a que fueron parte de un sistema ritual de ofrendas a la huaca. Varias tumbas de personajes de cierto status de la élite Moche fueron desenterrados y sus esqueletos reenterrados en esta doble cámara que fue una especie de osario. Esta afirmación se basa en el estudio de las formas cerámicas registradas en este tipo de contexto y por la presencia de fragmentos de ataúdes de caña acompañando a algunos de los esqueletos en una de las dos cámaras funerarias. Se ha sostenido en otro trabajo la hipótesis de que estos esqueletos puedan ser símbolos del poder de los ancestros, pues es una idea común en el mundo andino que cuando un muerto se transforma en hueso se convierte en un ancestro (Uceda, 1996).

Cuadro 1 - Lista de la muestra analizada mediante el microscopio electrónico de barrido (MEB).

NºMEB	Nºcat.	Descripción
PEM-1	71	Borde pintado : 3AC/6AI-RS 459
PEM-2	72	Cuerpo pintado: 7AF/7AI-RS 15
PEM-3*	73	Cuerpo pintado: 7AF/7AI-RS 136
PEM-4	74	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 223
PEM-5	75	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 278
PEM-6	76	Cuerpo pintado: 7AF/7AI-RS 29
PEM-7	77	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 122
PEM-8	78	Cuerpo pintado: 7AF/7AI-RS 85
PEM-9	79	Cuerpo pintado: 6AD/7AI-RS 18
PEM-10	80	Cuerpo pintado: 7AF/7AI-RS 20
PEM-11	81	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 492
PEM-12	82	Cuerpo pintado: 6AI/7AJ-RS 29
PEM-13	83	Cuerpo pintado: 8AF/9AI-RS 45
PEM-14	84	Cuerpo pintado: 6AI/7AJ-RS 34
PEM-15	85	Cuerpo pintado: 6AI/7AJ-RS 1
PEM-16	86	Cuerpo pintado: 3AI/6AI-RS 59
PEM-17	87	Cuerpo pintado: 2AE/3AI-RS 9
PEM-18	88	Cuerpo pintado: 2AE/3AJ-RS 131
PEM-19	89	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 372
PEM-20	90+91	Cuerpo pintado: 2AE/3AI-RS 72+66
PEM-21	92	Cuerpo pintado: 3AC/6AI-RS 710
PEM-22	93	Cuerpo pintado: 8AF/9AI-RS 22

* Los especímenes PEM-3 no fueron recubiertos de una capa de carbono con la finalidad de verificar la presencia de materia vegetal, pudiendo estar ésta asociada a un engobe negro. Esta muestra no formó parte del estudio de los engobes rojo y blanco.

Es interesante remarcar, por otra parte, que algunos de los fragmentos de cerámica que se han podido unir se encontraron tanto a nivel del relleno que cubría las cámaras como al interior de las mismas.

La selección de los fragmentos se basa en dos factores: el primero es la presencia obligatoria de un engobe, siendo lo más frecuente, de dos –blanco y rojo– en el mismo fragmento; el segundo, es la seguridad de que cada uno de los fragmentos represente una vasija diferente. El interés de esta colección descansa primero en el contexto funerario y luego en la homeogeneidad cultural y temporal de los contenidos. Todos los fragmentos corresponden estilísticamente a la fase IV, según la seriación tradicional moche (Larco, 1948).

De hecho, todos los tipos representados están asociados generalmente a los contextos funerarios y nuestra colección responde, sin ninguna duda, a un conjunto de ofrendas hechas para la renovación del poder del mismo templo (enterramiento de un viejo templo). Hemos analizado un borde y 21 fragmentos de cuerpo (Fig. 1), todos con decoración que incluye un engobe blanco y uno rojo. Los motivos, a menudo incompletos, son figurativos (N=8), geométricos (N=9) o indeterminados (N=5). El engobe blanco es utilizado en 16 casos para realizar un dibujo frente a seis casos en engobe rojo. Estos fragmentos provienen de tres formas básicas de vasijas: botella-estribo, botellas de asa lateral y cántaros (Fig. 2).

2. EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO Y SU METODOLOGÍA

El aparato utilizado para efectuar este estudio es un microscopio con emisión de Tungsteno marca Hitachi, modelo S2300. Está acoplado a un sistema de rayos X con dispersión de energía (EDS) de marca Fisons-Kevex, y de un detector del tipo Quantum, permitiendo la detección de los elementos químicos ligeros, tales como carbono, oxígeno, nitrógeno, etcétera.

La preparación de las muestras para el análisis fue de la manera convencional. Hemos colocado temporalmente las muestras sobre los *plots* de aluminio; luego, fueron recubiertos de una capa delgada de carbono de 100 a 300 Å, que sirvió de superficie conductora para la colocación del polo de tierra.

Las imágenes, lo mismo que el análisis, fueron efectuadas bajo una tensión de 20 KV a 120 μ A con la finalidad de obtener espectros para los elementos de alta energía de rayos "X" (Fig. 3). Una corrección (ZAF) pretendiendo rectificar varios efectos, además del de la matriz, fue aplicada a cada uno de los resultados. Esta corrección tiene en cuenta el efecto del número atómico de los elementos sobre la eficiencia del detector empleado y sobre la eficiencia de la excitación de la muestra. Ella tiene en cuenta, también, la absorción de los rayos "X" en la muestra antes de la detección, así como la contribución de los rayos "X" secundarios a los picos analizados.

El método utilizado no tiene un estándar externo, y descansa sobre la eficiencia del detector para registrar las diferentes energías emitidas por los rayos X. Se trata de un método semicuantitativo, pero los resultados pueden ser reproducidos para el mismo tipo de muestra.

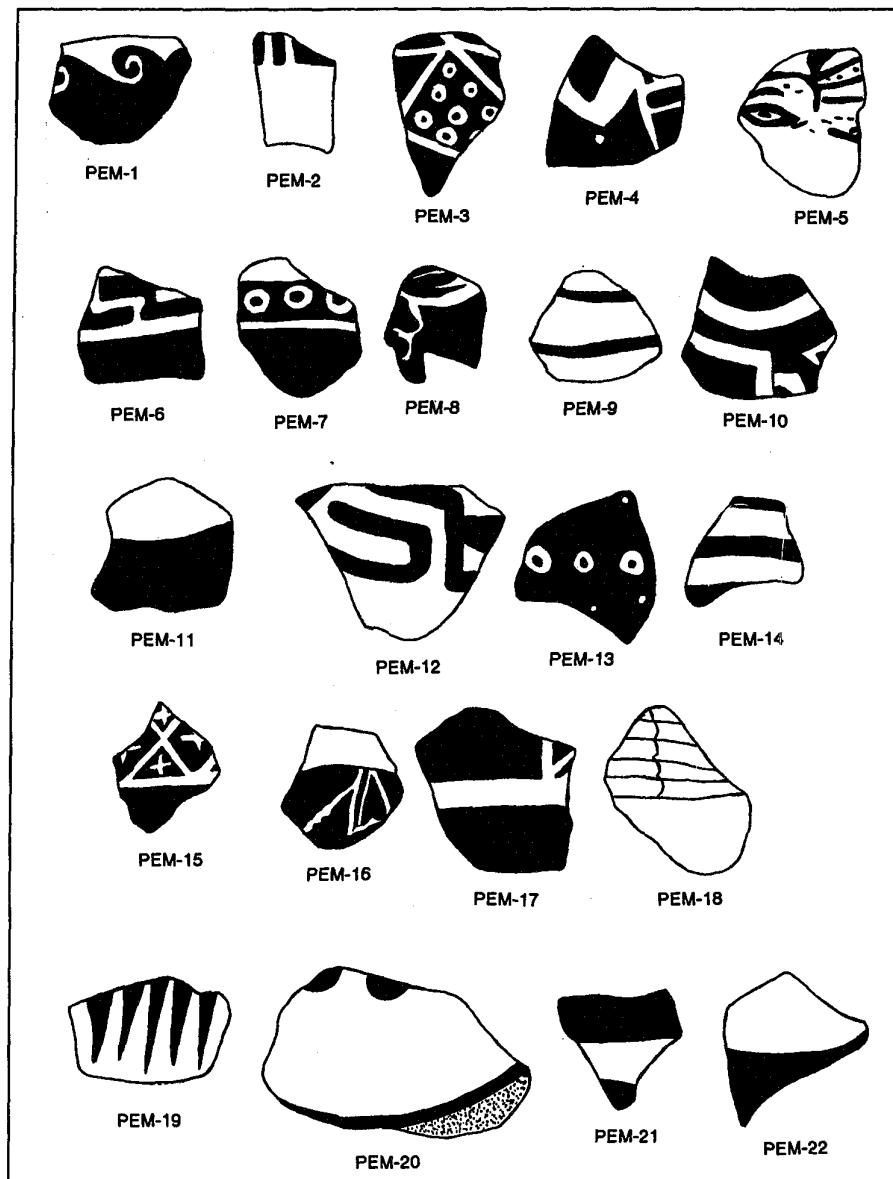


Fig. 1 - Dibujo de la muestra cerámica.

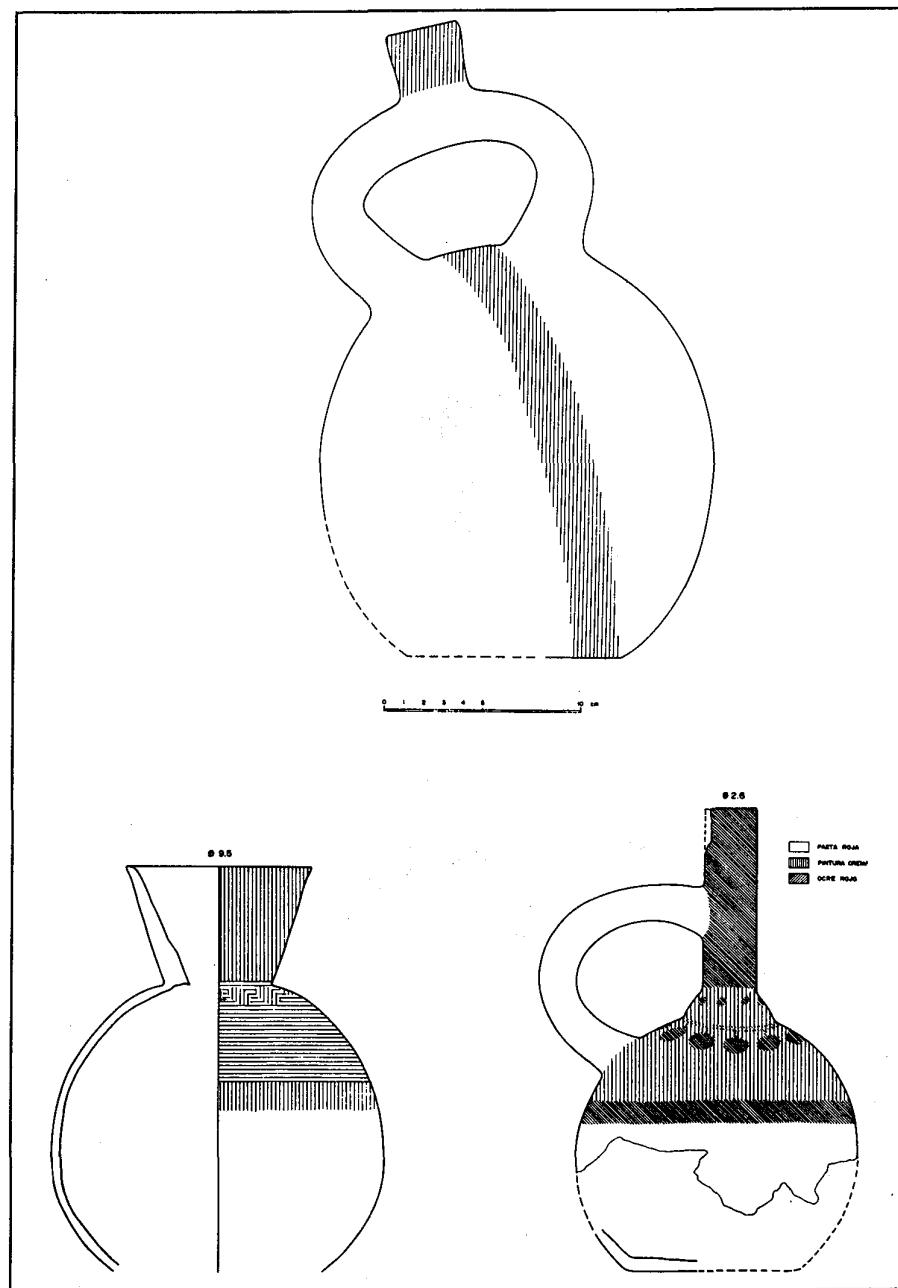


Fig. 2 - Formas predominantes de la muestra. a: botella-estribo; b: cántaro; c: botella de asa lateral.

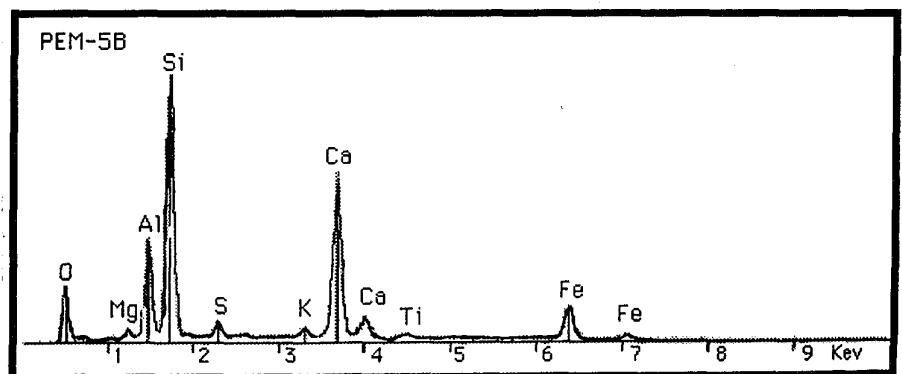
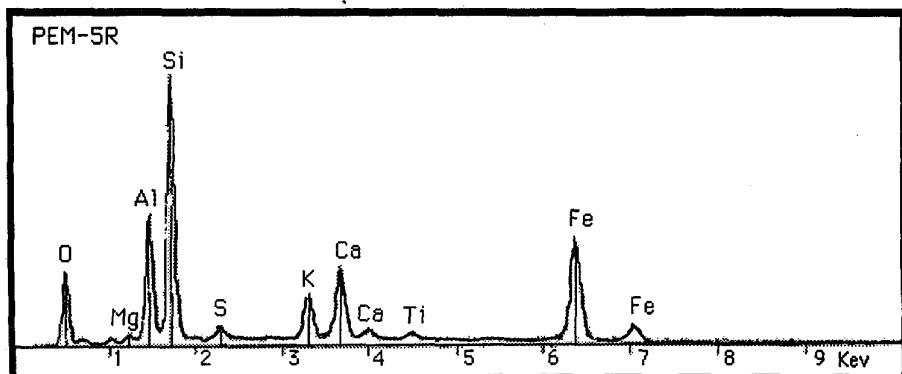
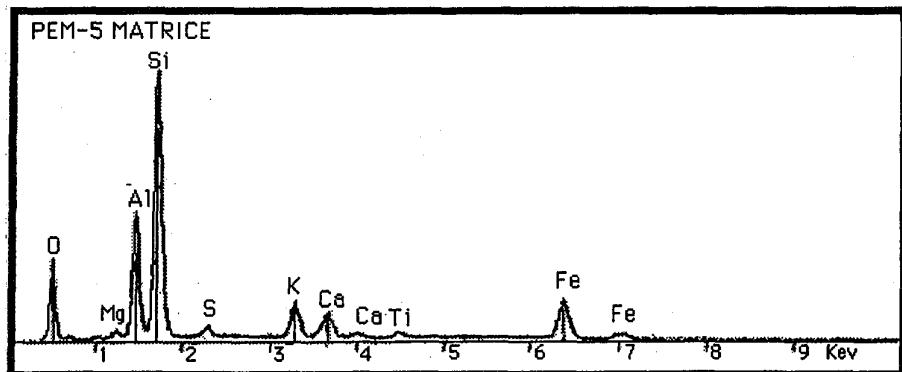


Fig. 3 - Tres espectros de la muestra PEM-5.

Las superficies analizadas son de 500 por 500 micrones en cada uno de los tres tipos de superficie (engobe rojo, engobe blanco y matriz). Las partes recubiertas de engobe eran muy pequeñas; por eso fue preferible estudiar una superficie que dé, a nuestro entender, un promedio más aceptable que aquél obtenido con el análisis puntual de 3 ó 4 puntos de 0.01 micrones. El tiempo de conteo fue de 100 segundos.

En este tipo de estudio hemos remarcado un problema ligado a la técnica utilizada y que puede tener repercusiones sobre el significado de los resultados. En efecto, la sonda explora la superficie del especímen y, en principio, puede medir la exposición química hasta una profundidad de 1/10 de mm. Sin embargo, es posible que la sonda penetre más lejos si la superficie es porosa y si el espesor del engobe es más delgado. En este caso, las medidas no corresponden únicamente al engobe, sino también a la arcilla de la pasta. La porosidad y espesor del engobe son dos variables que nosotros no controlamos; es posible que las medidas realizadas no sean exclusivamente sobre la composición química del engobe. Para disminuir el impacto de esta situación, los análisis fueron efectuados sobre las superficies que presentaban una buena aplicación del engobe.

3. LOS RESULTADOS

De cada una de las muestras analizadas hemos obtenido datos de tres partes distintas: la decorada de engobe rojo; la decorada de engobe blanco; y la de la pasta que no está pintada. Hemos podido calcular la presencia de nueve elementos químicos: el oxígeno (O), el sodio (Na), el magnesio (Mg), el aluminio (Al), el sílice (Si), el potasio (K), el calcio (Ca), el titanio (Ti) y el fierro (Fe). Se estableció el porcentaje de la concentración de cada uno de los elementos, y sobre la base de estos porcentajes se efectuaron los análisis (2).

El Cuadro 2 presenta los datos en porcentajes y el Cuadro 3 la media y la desviación estándar de todos los elementos químicos para los tres subconjuntos que constituyen nuestro banco de datos. Se observa que el oxígeno corresponde casi siempre a más del 50% de la composición química de las muestras, pero sobre todo para los datos obtenidos de la pasta. De otra parte, se observa una mayor concentración en calcio. La comparación de los elementos químicos indica una neta diferencia entre los tres subconjuntos en lo que concierne al fierro y al calcio (Fig. 4), que nosotros examinaremos en la próxima sección.

Los diversos análisis llevados a cabo sobre el MEB permiten cuantificar los elementos químicos; estos ofrecen igualmente una imagen cartográfica que subraya los contrastes entre los elementos químicos en una misma muestra (Fig. 5). Estas cartas de rayos X representan la distribución de cada uno de los elementos químicos elegidos en la superficie de la muestra analizada. El tenor es aproximadamente proporcional a la cantidad de impulsos recibidos en cada uno de los puntos de esta superficie. Esta técnica permite visualizar las diferencias químicas entre los engobes rojos y blancos en una zona de contacto.

(2) El estudio de la composición química de las muestras se apoya en los porcentajes de los elementos que fueron detectados y analizados. Todos los elementos no se hallan bajo la forma de óxidos en las muestras. La probable presencia, ya perceptible durante el análisis de los rayos X, de minerales tales como el sulfuro y los carbonatos, impiden establecer la base de nuestros cálculos únicamente sobre la presencia de óxidos como compuesto. La imposibilidad de determinar la relación $FeO/Fe2O3$ en las muestras por este método es también otra de las dificultades.

Cuadro 2 - La composición química de los engobes rojo y blanco así como de la matriz en porcentajes.

Muestra (O)	Oxígeno (Na)	Sodio (Mg)	Magnesio (Al)	Aluminio (Si)	Sílice (K)	Potasio (Ca)	Calcio (Ti)	Titanio (Fe)	Hierro
PEM-1R	52.05	2.91	0.65	7.16	17.58	3.32	5.6	0.45	10.27
PEM-1B	49.85	1.59	0.65	7.14	17.84	3.99	8.23	0.49	10.23
PEM-1M	59.66	1.39	0.78	10.34	20.46	1.75	0.71	0.28	4.63
PEM-2R	52.44	3.14	0.73	8.48	20.28	2.79	3.79	0.48	7.87
PEM-2B	53.54	1	1.04	6.88	16.7	0.99	12.57	0.52	6.76
PEM-2M	55.77	0.99	0.96	8.68	22.49	1.84	0.97	0.57	7.73
PEM-4R	50.56	1.34	0.41	8.9	21.94	4.15	3.09	0.68	8.93
PEM-4B	53.75	1.07	0.6	7.11	16.66	1.06	10.76	0.46	8.53
PEM-4M	60.97	0.77	0.69	9.14	19.42	2.04	1.51	0.36	5.1
PEM-5R	50.35	1.1	0.37	8.72	17.85	2.77	3.12	0.37	15.37
PEM-5B	55.52	0.69	0.6	7.34	18.11	0.67	10.38	0.52	6.16
PEM-5M	58.81	1.16	0.53	8.99	21.45	2.05	1.06	0.43	5.51
PEM-6R	53.06	1.72	0.31	8.61	19.1	4.34	5.27	0.48	7.03
PEM-6B	53.84	0.95	0.53	7.37	15.94	1.03	11.58	0.51	8.1
PEM-6M	65.72	2.41	1.08	8.26	15.95	0.75	1.16	0.2	4.05
PEM-7R	50.88	1.14	0.74	7.75	19.31	5	2.4	0.57	12.21
PEM-7B	52.75	0.9	0.94	7.29	17.18	1.88	10.73	0.48	7.85
PEM-7M	63.24	1.42	0.79	10.16	18.64	1.43	0.68	0.17	3.47
PEM-8R	47.97	1.38	0.64	9.8	18.87	2.64	3.54	0.3	14.85
PEM-8B	52.32	1.32	0.78	8.06	20.84	2.42	3.65	0.4	10.19
PEM-8M	55.88	1.01	0.77	8.72	21.49	1.94	1.73	0.58	7.86
PEM-9R	48	1.09	5.63	3.69	19.12	1.56	2.95	0.26	17.71
PEM-9B	56.34	1.45	0.44	7.63	19.78	1.5	6.47	0.47	5.93
PEM-9M	64.11	2.01	1.11	7.76	18.17	1.33	2.14	0.2	3.18
PEM-10R	41.32	1.03	1.27	5.31	12.61	2.18	4.08	0.44	31.76
PEM-10B	58.86	1.89	1.37	6.27	20.94	1.05	3.76	0.55	5.32
PEM-10M	69.2	2.08	1.24	8.25	16.11	0.7	0.83	0.1	1.48
PEM-11R	53.85	2.24	0.71	9.45	19.83	2.85	2.53	0.51	8.04
PEM-11B	54.94	2.04	0.84	7.48	18.61	1.47	6.62	0.5	7.5
PEM-11M	60.11	1.44	0.97	8.71	18.31	1.63	1.97	0.36	6.51
PEM-12R	46.08	1.57	0.5	8.28	18.8	5.39	3.47	0.51	15.4
PEM-12B	52.73	1.15	0.56	6.69	18.43	1.91	11.77	0.55	6.21
PEM-12M	56.9	0.97	0.83	8.8	21.03	1.93	1.11	0.52	7.9
PEM-13R	47.96	2.44	0.73	9.35	22.02	5.02	4.29	0.6	7.59
PEM-13B	51.9	4.62	0.83	6.15	17.57	1.15	11.29	0.37	6.13
PEM-13M	60.51	1.44	0.87	8.93	20.58	1.84	1.44	0.3	4.08
PEM-14R	43.26	2.86	0.57	6.84	17.2	1.77	3.54	0.43	23.53
PEM-14B	52.26	1.41	1.18	6.13	16.2	0.55	13.8	0.47	8.01
PEM-14M	56.1	1.41	0.68	8.98	21.27	1.54	1.95	0.5	7.58
PEM-15R	52.01	0.97	0.45	9.91	21.68	2.42	4.28	0.6	7.67
PEM-15B	53.15	1.01	0.48	5.92	19.65	1.49	10.13	0.77	7.4
PEM-15M	62.95	1.11	0.16	7.73	20.34	5.51	0.87	0	1.33
PEM-16R	47.44	1.76	0.7	8.48	18.89	2.98	3.57	0.45	15.73
PEM-16B	51.74	1	0.99	7.54	18.08	1.53	10.19	0.58	8.34
PEM-16M	63.84	1.1	1.11	8.67	19.95	0.96	0.62	0.17	3.58
PEM-17R	46.67	0.66	0.35	9.81	23.2	2.99	2.35	0.71	13.28
PEM-17B	49.46	0.38	0.87	7.97	18.01	0.76	11.68	0.57	10.3
PEM-17M	63.2	1.46	0.79	10.17	18.64	1.43	0.68	0.17	3.47
PEM-18R	46.58	1.76	0.52	5.87	14.91	1.03	12.13	0.47	16.44
PEM-18B	51.1	1.22	0.56	6.21	19.25	1.51	12.85	0.51	6.66
PEM-18M	57.2	0.76	0.81	9.03	21.37	1.55	1.44	0.55	7.08
PEM-19R	49.21	0.74	0.59	6.28	13.12	1.5	8.66	0.42	19.48
PEM-19B	59.98	0.66	0.61	4.31	10.75	0.52	17.54	0.21	5.43
PEM-19M	64.32	1.75	1.74	9.01	16.4	1.39	1.89	0.23	3.28
PEM-20R	50.89	2.35	0.41	7.35	16.33	2.65	3.01	0.51	16.09
PEM-20B	51.78	2.72	0.72	8.81	19.5	3.29	4.7	0.49	7.81
PEM-20M	68.12	0.99	1.25	8.73	15.91	0.89	1.39	0.14	2.38
PEM-21R	51.22	1.12	0.36	9.12	21.77	3.97	2.42	0.67	9.29
PEM-21B	49.01	0.81	0.49	7.42	19.14	1.6	10.98	0.82	9.45
PEM-21M	56.74	0.75	0.85	9.86	19.88	1.6	0.38	0.79	8.88
PEM-22R	49.91	1.83	0.9	9.29	20.66	2.99	4.44	0.64	9.14
PEM-22B	53.28	1.75	1.05	7.85	19.29	1.46	7.87	0.46	6.85
PEM-22M	58.14	1.24	1.32	9.21	21.19	1.47	2.15	0.3	4.89

Cuadro 3 - Promedio y desviación estándar de los nueve elementos para los tres subconjuntos.

Elementos químicos	Engobe rojo (N = 21)	Engobe blanco (N = 21)	Matriz (N = 21)
O	49.0 ± 3.2	53.4 ± 2.7	61.1 ± 4.1
Na	1.6 ± 0.7	1.4 ± 0.9	1.3 ± 0.5
Mg	0.8 ± 1.1	0.8 ± 0.3	0.9 ± 0.3
Al	8.1 ± 1.7	7.0 ± 1.0	8.9 ± 0.6
Si	18.9 ± 2.9	18.0 ± 2.2	19.4 ± 2.1
K	3.1 ± 1.2	1.4 ± 0.7	1.7 ± 1.0
Ca	4.1 ± 2.3	10.0 ± 3.5	1.3 ± 0.5
Ti	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.2
Fe	13.9 ± 6.3	7.4 ± 1.5	5.0 ± 2.3

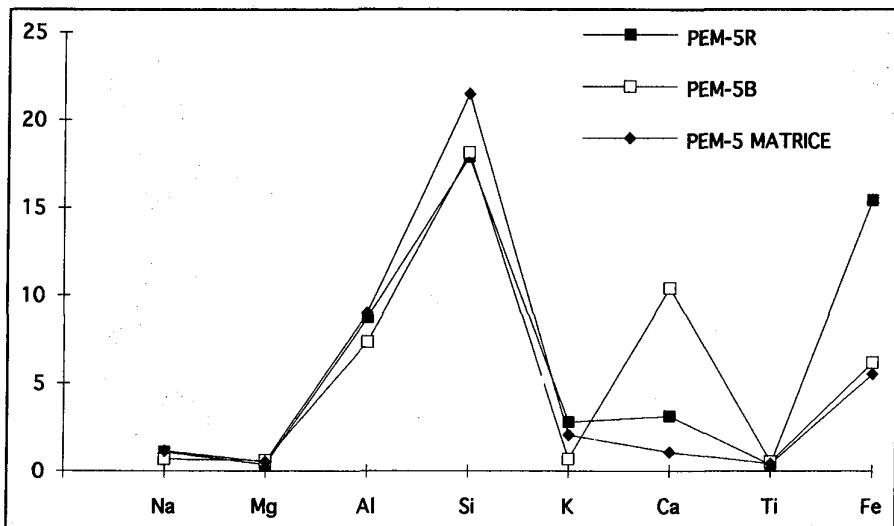


Fig. 4 - Comparación entre la composición química del engobe rojo, engobe blanco y de la matriz para PEM-5.

4. LAS INTERPRETACIONES

Un examen estadístico descriptivo (ver Cuadro 3) sugiere una distinción química entre los engobes rojos y blancos. En cuanto a la pasta, ésta difiere químicamente de los dos engobes por un fuerte contenido de oxígeno y una débil presencia de fierro y calcio.

Para tener mayor seguridad, a nivel estadístico, del significado de las diferencias observadas entre los promedios de varios elementos químicos para los tres subconjuntos, hemos optado por aplicar el test de Student. Se trata pues de verificar si los resultados obtenidos para las partes decoradas de un engobe rojo tienen una composición química

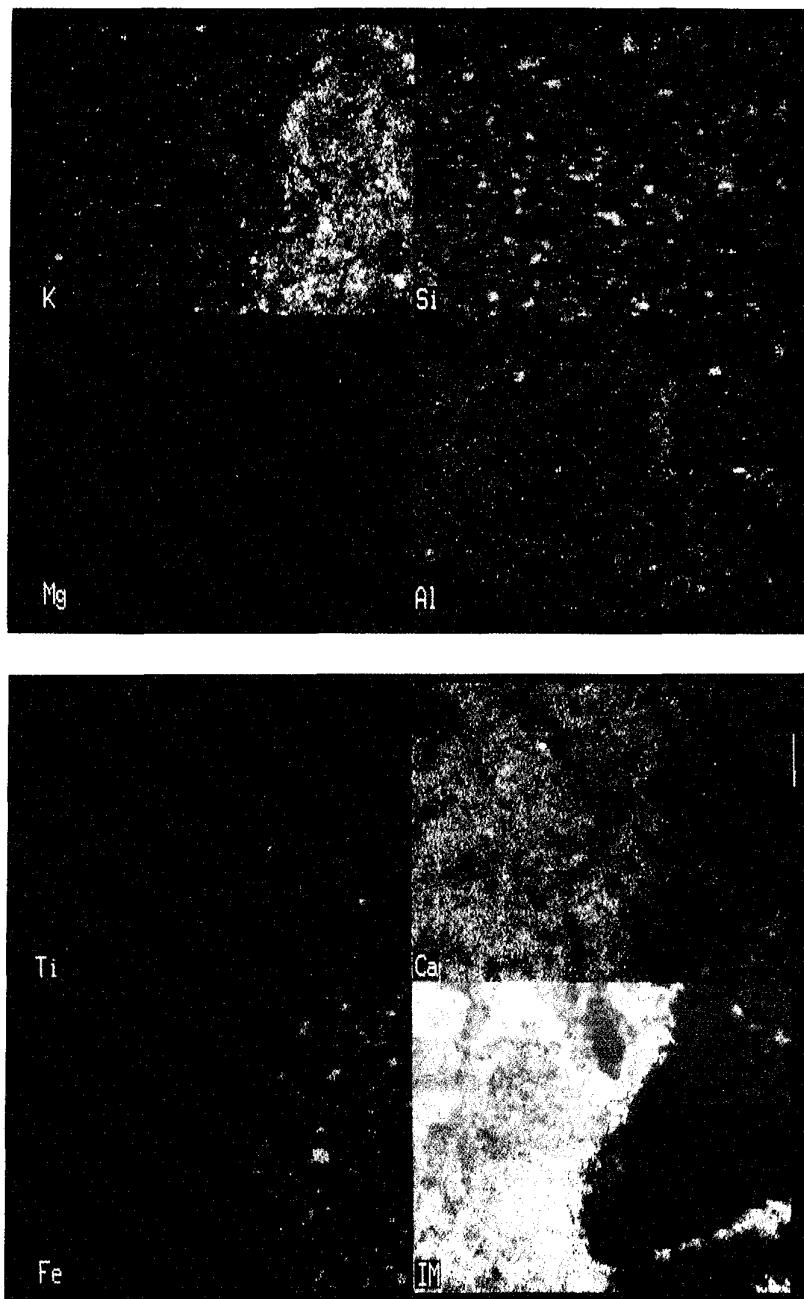


Fig. 5 - Carta de densidad para los siete elementos químicos (Fe, Mg, Ti, Al, Si y K) de PEM-12.

diferente de aquellos de las partes decoradas con un engobe blanco. Los resultados indican una neta diferencia entre los dos tipos de engobes para cuatro elementos químicos: el oxígeno, potasio, calcio y fierro (Cuadro 4, Fig. 6).

La comparación entre los engobes rojos y la pasta indica una diferencia significativa entre los dos subconjuntos a partir de los mismos elementos químicos, agregando a ello el titanio (Cuadro 4). Así, el oxígeno, potasio, calcio, titanio y sobre todo el fierro, permiten inferir una composición química distinta de estos dos subconjuntos.

En cuanto a la comparación entre el engobe blanco y la matriz, los elementos químicos más discriminantes son: el oxígeno, aluminio, calcio y fierro (Cuadro 4). El calcio actúa aquí como el elemento químico más distintivo.

Los análisis comparativos no ameritan ser más exhaustivos, dado el número reducido de las muestras y la débil concentración de varios elementos químicos. Además, los coeficientes de correlación fueron calculados entre los tres subconjuntos y no hay correlación significativa entre los elementos más discriminantes. Los elementos químicos que permiten distinguir químicamente los engobes rojo y blanco son independientes y su variación no está ligada.

De este análisis se pueden extraer los siguientes puntos:

- los elementos químicos más discriminantes son el oxígeno, calcio y fierro. En menor medida, el potasio, titanio y aluminio;
- los engobes rojos son ricos en fierro;
- los engobes blancos lo son en calcio.

De manera general, los engobes rojos, blancos y las pastas son químicamente diferentes. La presencia de fierro en los engobes rojos se explicaría por el agregado de óxidos de fierro en forma de hematita o de magnetita. Ya que los engobes rojos son más

Cuadro 4 - Test de Student entre los engobes rojos, blancos y la matrices.

Elementos químicos (N = 21)	Engobe rojo vs. Blanco (N = 21)	Engobe rojos vs. matrices (N = 21)	Engobe blancos vs. matrices
O	5.49*	10.78	6.06
Na	0.77	1.67	0.35
Mg	0.27	0.30	1.66
Al	2.42	1.94	8.0
Si	1.07	0.68	1.98
K	5.15	3.29	1.09
Ca	5.85	5.01	11.13
Ti	0.14	2.87	2.85
Fe	4.64	5.99	3.78

* Los resultados en negritas y subrayados son significativos. Ellos indican que los dos grupos comparados no pueden pertenecer a la misma población para un umbral de confianza de 0.01, lo que significa una oportunidad de equivocarse sobre 100.

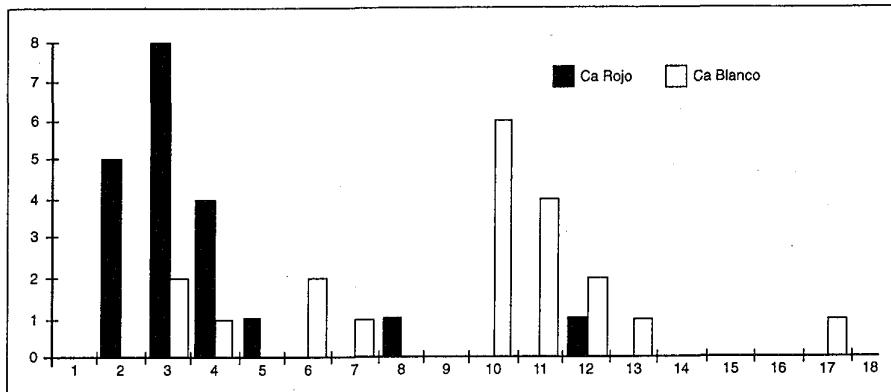


Fig. 6 - Gráfica de dispersión del calcio para los engobes rojos y blancos.

ricos que la pasta en potasio, calcio y fierro, se confirma con este estudio la mayor concentración de fierro en la composición del engobe rojo. Sin embargo, no se puede precisar la naturaleza de la mezcla, salvo que contuvo una mayor cantidad en la concentración de potasio y calcio. La hipótesis emitida por los investigadores sobre la composición química del engobe rojo –el agregado de óxido de fierro a una arcilla diluida– se confirma con nuestro estudio, o al menos encuentra un apoyo complementario.

El promedio de calcio en los engobes blancos es mucho más elevado que el de las pastas; es pues innegable que la mezcla para obtener un engobe blanco contuvo una buena proporción de calcio. A este elemento químico, se puede agregar únicamente un poco de óxido de fierro; salvo el titanio, todos los otros elementos químicos se hallan en cantidad igual o menor en los engobes blancos que en las pastas. Para los engobes blancos se reconoce sobre todo un agregado de calcio, lo que podría ser la calcita u otro tipo de arcilla blanca o caolín, que no se encuentra en los alrededores del sitio. Es necesario buscar este tipo de arcilla en los Andes e imaginar su obtención por medio de una red de intercambio.

En el taller de producción de cerámica, hemos descubierto dos fragmentos de un material blanco que pudo haber servido probablemente para la confección de un engobe blanco. Estos dos fragmentos fueron estudiados mediante activación neutrónica, lo mismo que una muestra de arcilla amarillenta proveniente de la región cercana a Cajamarca. Los datos de la activación neutrónica indican una fuerte presencia de calcio (Chapdelaine *et al.*, 1995). Es probable que la mezcla para obtener el engobe provenga de un material rico en calcio.

Nosotros teníamos un segundo objetivo que consistía en verificar la posibilidad de reconocer una variabilidad química dentro de un subgrupo. Para los engobes blancos, su discriminación con ayuda de un sólo elemento químico no es suficiente para responder a esta pregunta. En cuanto a los engobes rojos, los colores son mucho menos homogéneos que los engobes blancos; se puede creer que este segundo objetivo puede ser estudiado.

No se puede asociar estadísticamente un engobe rojo oscuro a una concentración más fuerte de óxidos de fierro. Además, la variabilidad del color rojo sobre la superficie de una cerámica puede depender muy bien del tipo de cocción. Será necesario estudiar un mayor número de muestras antes de poder reconocer grupos al interior del subconjunto de los engobes rojos.

CONCLUSIÓN

En este estudio, hemos querido determinar la composición química de las muestras de la cerámica ceremonial, y en particular los engobes rojos y blancos, con la ayuda del microscopio electrónico de barrido (MEB). El empleo de este sofisticado instrumento no implica la destrucción del objeto, que puede ser de muy pequeñas dimensiones. Se puede estudiar una mayor cantidad de especímenes pero el tiempo de análisis puede ser mucho más largo y costoso. La utilización del aparato puede convertirse en un factor limitante. No obstante, la fiabilidad y la posibilidad de retomar los mismos análisis sobre las mismas muestras debería incitar a los investigadores a utilizar más este enfoque.

Los resultados obtenidos con el microscopio electrónico de barrido no son realmente comparables con aquellos que se obtienen con la activación neutrónica. La detección del oxígeno y el sílice con el microscopio contrasta con la ausencia de estos elementos químicos en el otro método. Además, el oxígeno ocupa un lugar preponderante en los porcentajes obtenidos sobre nuestras muestras. Las comparaciones relativas son ciertamente útiles para verificar las tendencias de algunos elementos químicos, pero los datos no pueden ser comparados o formar parte de los análisis estadísticos. Los dos métodos son más bien complementarios.

El microscopio electrónico de barrido ha demostrado ser un excelente instrumento para distinguir el tenor químico de dos engobes de color diferente; sin embargo, no es bastante preciso para distinguir grupos al interior de una misma variedad de engobe. Será necesario verificar esto mediante el estudio de un mayor número de muestras. Esperando este nuevo estudio, hemos confirmado que los engobes rojos se obtienen agregando óxidos de fierro a un arcilla diluida, en tanto que, el engobe blanco muy probablemente proviene de una arcilla blanca rica en calcio. Como las arcillas blancas no están presentes en los alrededores del sitio, los pigmentos para fabricar un engobe blanco provendrán de una red de intercambios involucrando grupos de la región de los Andes. Sobre este tema, Arnold ha dado a conocer una tendencia etnográfica a propósito de la procedencia a menudo alejada de los pigmentos utilizados para fabricar un engobe (1985: 47-50), lo que contrasta claramente con la poca distancia para aprovisionarse de arcilla y desgrasantes. Los moche no fueron la excepción y, poco importa si los especialistas obtuvieron la calcita, o una arcilla rica en calcio, siendo el engobe blanco un indicio de la existencia de una red de aprovisionamiento que unió la costa norte a la región de los valles interandinos.

Agradecimientos

Este proyecto se benefició del apoyo de varios organismos y los autores quisieran agradecer a la Universidad de Montreal (fondos CAFIR y CAFIC), a la Universidad Nacional de Trujillo (responsable del Proyecto Huaca de la Luna), y el Departamento de Ciencias de la

Tierra de la Universidad de Quebec en Montreal (UQAM) donde la disponibilidad del microscopio electrónico de barrido permitió llevar a término este estudio. Igualmente agradecemos a todos aquellos que, de un modo u otro, han contribuido a la buena marcha de esta investigación, así como a los tres lectores externos, James Burton, Isabelle Druc y Ricardo Morales, que han comentado juiciosamente el manuscrito. Sin embargo, somos nosotros los únicos responsables de las ideas expuestas en este texto.

Referencias citadas

- ARNOLD, D.E., 1985 - *Ceramic Theory and Cultural Process*, 268p., Cambridge University Press.
- BAWDEN, G., 1994 - La paradoja estructural: la cultura Moche como ideología política. *in: Moche: Propuestas y Perspectivas. Actas del Primer Coloquio sobre la Cultura Moche. Trujillo del 12 al 16 abril 1993* (Mujica & Uceda editores), *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*, Tomo 79: 389-412; Lima: IFEA, FOMCIENCIAS y Universidad Nacional de Trujillo.
- CHAPDELAINE, C., UCEDA, S., JAUREGUI, C. & UCEDA, C., 1996 - El área urbana. *in: Proyecto Arqueológico Huaca de la Luna, Informe Técnico 1995*: 72-97; Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- CHAPDELAINE, C., KENNEDY, G. & UCEDA, S., 1995 - Activación neutrónica en el estudio de la producción local de la cerámica ritual en el sitio Moche, Perú. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 24(2): 183; Lima.
- DONNAN, C.B., 1992 - *Ceramic of Ancient Peru*, 128p., Los Angeles: Fowler Museum of Cultural History, University of California.
- LARCO, R., 1948 - *Cronología arqueológica del norte del Perú*, 88p., Biblioteca del Museo de Arqueología Rafael Larco Herrera, Hacienda Chiclín. Buenos Aires, Sociedad Geográfica Americana.
- MORALES, R., 1994 - La conservación de relieves de barro polícromos en la costa norte del Perú. *in: Moche: Propuestas y Perspectivas. Actas del Primer Coloquio sobre la Cultura Moche. Trujillo del 12 al 16 abril 1993* (Mujica & Uceda editores), *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*, 79: 477-492; Lima: IFEA, FOMCIENCIAS y Universidad Nacional de Trujillo.
- MOSELEY, M.E., 1992 - *The Incas and Their Ancestors. The Archaeology of Peru*, 272p., Londres: Thames and Hudson, Ltd.
- NELEN, J., & RYE, O.S., 1976 - Electron Microprobe Analyses of Fired Glazes. *in: Traditional Pottery Techniques of Pakistan: Field and Laboratory Studies* (O.S. Rye & C. Evans): 186-188; Smithsonian Contributions to Knowledge N° 21; Washington.
- RICE, P.M., 1987 - *Pottery Analysis-A Sourcebook*, 559p., Chicago: The University of Chicago Press.
- RUSSEL, G.S., BANKS, L.L. & BRICEÑO, J., 1994a - Cerro Mayal: nuevos datos sobre la producción de cerámica Moche en el valle de Chicama. *in: Moche: Propuestas y Perspectivas. Actas del Primer Coloquio sobre la Cultura Moche. Trujillo del 12 al 16 de abril 1993* (Mujica & Uceda editores), *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*, 79: 181-206; Lima: IFEA, FOMCIENCIAS y Universidad Nacional de Trujillo.
- RUSSEL, G.S., BANKS, L.L. & BRICEÑO, J., 1994b - Producción de cerámica moche en gran escala en el valle de Chicama, Perú: Taller de Cerro Mayal. *in: Tecnología y organización de la producción cerámica prehispánica en los Andes* (Shimada, editor): 295-319; Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

- SHIMADA, I. (ed.), 1994 - *Tecnología y organización de la producción cerámica prehispánica en los Andes*, 517p, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SIMPOLI, C.M., 1991 - *Approaches to Archaeological Ceramics*, 237p., New York: Plenum Press.
- TELLO, R., 1994 - La Unidad 6. in: *Informe Tercera Temporada 1993, Proyecto de Investigación y Conservación Huaca de la Luna* (S. Uceda & R. Morales, eds.): 6-37; Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Sociales.
- TITE, M.S., BIMSON, M. & FREESTONE, I.C., 1982 - An Examination of the High Gloss Surface Finishes on Greek Attic and Roman Samian Wares. *Archeometry*, **24** (2): 117-126.
- TITE, M.S. & MANIATIS, Y., 1975 - Examination of Ancient Pottery using Scanning Electron Microscope. *Nature*, **257**: 122-123.
- TOPIC, T. L., 1977 - Excavations at Moche. Tesis de doctorado. Department Anthropology, Cambridge: Harvard University.
- UCEDA, S., 1996 - El poder y la muerte en la sociedad Moche. in: *Al final del Camino* (L. Millones & M. Lemlij, ed.): 20-36; Lima: Biblioteca Peruana de Psicología, Seminario Interdisciplinario de Estudios Andinos.
- UCEDA, S. & CANZIANI, J., 1993 - Evidencias de grandes precipitaciones en diversas etapas constructivas de la Huaca de La Luna, costa norte del Perú. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, **22** (1): 313-343; Lima.
- UCEDA, S. & MORALES, R. (ed.), 1993 - *Informe Segunda Temporada, 1992, Proyecto de Investigación y conservación Relieves Huaca de la Luna* (vol. 1, textos; vol. 2, figuras y fotos) *Informe Técnico*, 157p., Universidad Nacional de Trujillo.
- UCEDA, S. & MORALES, R. (ed.), 1994 - *Informe Tercera Temporada, 1993, Proyecto de Investigación y Conservación Huaca de la Luna* (vol. 1, textos; vol. 2, figuras y fotos), 198p., Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Sociales.
- UCEDA, S., MORALES, R., CANZIANI, J. & MONTOYA, M., 1994 - Investigaciones sobre la arquitectura y relieves polícromos en la Huaca de La Luna, valle de Moche. in: *Moche: Propuestas y Perspectivas. Actas del Primer Coloquio sobre la Cultura Moche. Trujillo del 12 al 16 abril 1993* (Mujica & Uceda editores), *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*, **79**: 251-303; Lima: IFEA, FOMCIENCIAS y Universidad Nacional de Trujillo.
- UCEDA, S. & MUJICA, E. (eds.), 1994 - *Moche: Propuestas y Perspectivas. Actas del Primer Coloquio sobre la Cultura Moche. Trujillo del 12 al 16 abril 1993* (Mujica & Uceda editores), *Travaux de l'Institut Français d'Études Andines*, **79**, 549p., Lima: IFEA, FOMCIENCIAS y Universidad Nacional de Trujillo.
- UCEDA, S. & PAREDES, A., 1994 - Arquitectura y función de la Huaca de la Luna. *Revista cultural del Indes*, **7**: 42-46; Trujillo.