

PRODUCCIÓN CERÁMICA EN LAS MÉDULAS (LEÓN). UNA COMPARACIÓN DIACRÓNICA A TRAVÉS DE MÉTODOS ARQUEOMÉTRICOS

CERAMIC PRODUCTION IN LAS MÉDULAS (LEÓN).
A DIACHRONIC COMPARISON BY MEANS OF ARCHAEOMETRICAL METHODS

N. CARMONA^{1,2}, M. GARCÍA-HERAS^{1,2}, M.A. VILLEGAS^{1,2},
M.D. FERNÁNDEZ-POSSE³, F.J. SÁNCHEZ-PALENCIA¹

(1) Instituto de Historia (IH-CSIC), Centro de Ciencias Humanas y Sociales. C/ Albasanz, 26-28. 28037 Madrid.

(2) Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM-CSIC). Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid.

(3) Instituto de Patrimonio Histórico Español. El Greco, s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

El estudio arqueométrico de los patrones de producción cerámica es una herramienta eficaz para determinar el alcance de los cambios socioeconómicos y culturales de las comunidades indígenas de la Zona Arqueológica de Las Médulas (León) como consecuencia del contacto con el mundo romano. En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización quimicofísica de un conjunto de materiales cerámicos del asentamiento metalúrgico de Orellán (s. I-II d.C.). Los datos de composición química de estos materiales se han comparado con los obtenidos en un trabajo anterior en distintos tipos cerámicos del asentamiento castreño de El Castrelín de San Juan de Paluezas (s. III-I a.C.). Los resultados de la comparación diacrónica indicaron que algunas de las cerámicas de El Castrelín podrían haberse fabricado con las mismas materias primas que las utilizadas para elaborar una buena parte de la cerámica de Orellán, lo cual sugiere una pervivencia de los patrones de producción de cerámica indígena en las comunidades ligadas a la explotación de las minas de oro de Las Médulas.

ABSTRACT

The archaeometric study of pottery production patterns is an effective tool to determine the range of socioeconomic and cultural changes within indigenous communities from the archaeological zone of Las Médulas (León, Spain) as a consequence of their contact with the Roman world. This paper reports the results derived from the chemical-physical characterization of a set of ceramic materials from the metallurgical site of Orellán (1st and 2nd centuries AD). Chemical compositional data from these materials have been compared with those obtained in a previous work on ceramic types from the settlement site of El Castrelín de San Juan de Paluezas (3rd to 1st centuries BC). The diachronic comparison results indicated that some pottery from El Castrelín could have been produced with the same raw materials than those used to elaborate most part of the pottery from Orellán. This fact suggests the endurance of indigenous pottery production patterns in the communities linked to the exploitation of the gold mines of Las Médulas.

Palabras clave: cerámica, Península Ibérica, Las Médulas, arqueometría, tecnología, patrones de producción, composición química.

Key words: pottery, Iberian Peninsula, Las Médulas, archaeometry, technology, production patterns, chemical composition.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales de los sucesivos proyectos de investigación llevados a cabo en la Zona Arqueológica de Las Médulas (Suroeste de León) ha sido el conocimiento de los cambios socioeconómicos y culturales producidos en las comunidades prerromanas asentadas en estos territorios como consecuencia del contacto con el mundo romano (Sánchez-Palencia *et al.*, 2000; Sánchez-Palencia, 2002). El factor más importante de estos cambios fue sin duda la nueva ordenación y explotación del territorio y sus habitantes de acuerdo con los intereses del estado romano, cuyo ejemplo más espectacular y evidente fueron las numerosas minas de oro trabajadas en la zona, entre las que destaca por sus dimensiones la de Las Médulas. Esta nueva situación transformó profundamente tanto el patrón de asentamiento como las formas de relación social (Fernández-Posse y Sánchez-Palencia, 1998; Sastre, 2001).

El estudio arqueométrico de los patrones de producción cerámica puede ser un buen indicador para definir alguno de estos cambios. En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización arqueométrica realizada sobre un conjunto de materiales cerámicos procedentes de las excavaciones arqueológicas del asentamiento metalúrgico romano de Orellán (s. I-II d.C.) y su posterior comparación con los obtenidos en un trabajo anterior (Galván *et al.*, 1993), sobre materiales del asentamiento castreño de El Castrelin de San Juan de Paluezas, de cronología prerromana (s. III-I a.C.).

El enclave de Orellán estuvo ocupado por una población indígena al servicio de los intereses romanos en esta área, que producía principalmente instrumentos y herramientas de hierro. Aparte de éstos, los habitantes de Orellán también utilizaban una gran variedad de tipos cerámicos como *terra sigillata*, cerámica común romana, jarras grises o cerámicas que seguían una tradición indígena en su manufactura (Sánchez-Palencia *et al.*, 2000: 266 y fig. 314). En este contexto, eran bien conocidas las cerámicas importadas (p. ej. *terra sigillata*) pero, sin embargo, todavía resultaban poco documentados aspectos sobre la tecnología de producción, procedencia y distribución de las diferentes cerámicas domésticas usadas por estas comunidades rurales de Las Médulas. Los objetivos de este estudio se centraron, por tanto, en determinar la tecnología de producción y la posible procedencia geográfica de los siguientes tipos cerámicos del asentamiento de Orellán: cerámica común romana, cerámica de tradición indígena y jarras grises. Para ello se analizó, mediante distintas técnicas de caracterización quimicofísica, un conjunto de materiales compuesto por cerámicas de los tres tipos mencionados y restos de materiales de construcción procedentes de diferentes contextos arqueológicos, tales como pavimentos, enfoscados de paredes y fragmentos de tapial. Finalmente, con el objetivo de comprobar si existía continuidad en la utilización de las mismas materias primas para elaborar cerámica bajo la dominación romana, se compararon estadísticamente los datos de composición química de los materiales de Orellán con los obtenidos en diferentes tipos cerámicos del asentamiento castreño de El Castrelin, el cual se sitúa junto al río Sil dentro de la propia Zona Arqueológica de Las Médulas (Fig. 1). Los resultados han permitido una primera aproximación diacrónica a los patrones de producción cerámica de una región que contaba con un acceso muy restringido a las rutas comerciales del Imperio.



Figura 1. Mapa de Las Médulas con la localización de Orellán y El Castrelin.

2. MATERIALES Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS

2.1. Muestras seleccionadas

Para la realización de este trabajo se seleccionaron un total de 46 muestras procedentes del asentamiento de Orellán: 41 fragmentos cerámicos y cinco muestras de materiales de construcción. Estas últimas se escogieron para su comparación con los fragmentos cerámicos, ya que con toda probabilidad fueron elaborados con sedimentos arcillosos locales. Su nomenclatura en este estudio es MP. La selección de los fragmentos abarcó los tres tipos de cerámica doméstica. Así, se analizaron 11 muestras de cerámica común romana (CCR), 18 de cerámica de tradición indígena (CTI) y 12 jarras grises (JG). La composición química de todas estas muestras se comparó con la obtenida en 34 muestras procedentes de El Castrelín: 30 fragmentos cerámicos y cuatro muestras de materiales de construcción. Los fragmentos cerámicos de este último asentamiento se correspondían con cerámica escobillada (6), gris (6), castreña (6), cerámica a torno (6) y moldes de síntula (6) (Galván *et al.*, 1993).

2.2. Técnicas de análisis

Las muestras seleccionadas se caracterizaron con las siguientes técnicas complementarias: análisis petrográfico mediante lámina delgada, difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB) y fluorescencia de rayos X (FRX). Previamente, se observaron las características macroscópicas de las muestras sobre fracturas frescas y secciones pulidas.

El análisis petrográfico mediante lámina delgada se realizó con un microscopio Zeiss modelo Axioskop y se empleó para identificar la mineralogía y la morfología de las inclusiones presentes en la matriz arcillosa. La DRX permite la identificación de las fases minerales a partir de su estructura cristalina y es muy útil para estudiar la reacción de estas fases por efecto de la temperatura. Se llevó a cabo con un equipo Siemens D-5000, usando la radiación $K\alpha$ del cobre ($1,54056 \text{ \AA}$) bajo condiciones de trabajo de 40 kV y 30 mA. Los difractogramas se obtuvieron entre $2\theta = 2-60^\circ$ sobre muestra en polvo molida en mortero de ágata. La observación mediante MEB se efectuó sobre fracturas frescas recubiertas con oro como medio conductor, depositado con un equipo Spi-Module (Structure Probe Inc.). Se utilizó oro para una mejor caracterización microestructural de la matriz arcillosa y de su morfología interna desarrollada durante la cocción. Las observaciones se realizaron con un microscopio Jeol modelo JXA-840, con tensión de aceleración de 15 kV. Finalmente, el análisis químico de las muestras se llevó a cabo mediante FRX con un espectrómetro Philips modelo PW-1404 equipado con tubo de rodio. Las muestras se prepararon a partir de polvo obtenido por molienda en mortero de ágata. El polvo fue prensado posteriormente en pastillas de ácido bórico, utilizando una mezcla de n-butylmetacrilato y acetona (10:90 % en peso) como aglomerante. Las determinaciones analíticas se obtuvieron con el programa informático Uniquant 4.22 basado en parámetros fundamentales. Mediante este procedimiento se determinaron las concentraciones de los siguientes 16 elementos químicos expresados como óxidos en % en peso: sodio, magnesio, aluminio, silicio, fósforo, potasio, calcio, titanio, vanadio, manganeso, hierro, cinc, rubidio, estroncio, zirconio y bario.

Con el fin de aislar grupos cerámicos con perfiles químicos similares y estimar la validez estadística de estos grupos, los datos de composición química obtenidos con FRX en las 46 muestras de Orellán se analizaron con tres técnicas exploratorias de análisis estadístico multivariante: análisis cluster, análisis de componentes principales y análisis canónico discriminante que incluyó el cálculo de distancias de Mahalanobis (Baxter, 1994). Para ello se utilizó el paquete estadístico Systat 10.0 (SPSS Inc., Chicago). Las concentraciones de los óxidos se transformaron en valores logarítmicos para compensar las diferencias de magnitud entre los componentes mayoritarios y minoritarios (Bishop y Neff, 1989). En los aná-

lisis estadísticos no se tuvieron en cuenta las concentraciones de los óxidos de vanadio y estroncio debido a que no se determinaron en todas las muestras. Asimismo, tampoco se utilizaron las concentraciones de óxido de fósforo al ser muy sensible a los cambios postdeposicionales experimentados por las cerámicas arqueológicas durante su enterramiento (Freestone *et al.*, 1985; Bearat y Dufournier, 1994). Por consiguiente, el análisis estadístico de los datos de FRX en las muestras de Orellán se efectuó utilizando sólo las concentraciones de 13 óxidos como variables. La comparación estadística con las 34 muestras procedentes de El Castrelín se realizó con las mismas técnicas y procedimientos, aunque utilizando solamente las concentraciones de los nueve óxidos siguientes: Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, MnO y Fe₂O₃. Se utilizaron estos óxidos porque eran comunes con las determinaciones químicas llevadas a cabo en el presente trabajo y en el realizado con anterioridad en El Castrelín (Galván *et al.*, 1993). La comparación era, además, viable porque en ambos casos se utilizó la FRX como técnica de análisis químico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Cerámica de Orellán

La observación macroscópica de fracturas frescas y secciones pulidas mostró la existencia de dos grupos diferenciados. Uno caracterizado por tener una fina matriz arcillosa e inclusiones de tamaño inferior a 0,5 mm (Fig. 2: A, C y E); y otro también de matriz arcillosa fina y homogénea en el que se observaron inclusiones más abundantes y de mayor tamaño (hasta 1,2 mm) (Fig. 2: B, D y F). En los dos grupos aparecieron cerámicas de los tipos CCR y CTI. El tipo JG se ubicó casi exclusivamente en el primero, mientras que los materiales de construcción (MP) sólo se localizaron en el segundo.

El examen petrográfico mediante lámina delgada también reveló la existencia de dos grupos, con una mineralogía muy similar y sin signos de inicio de vitrificación en sus matrices arcillosas. Las inclusiones del Grupo 1 (Fig. 3: A, C y E) estaban compuestas por cuarzo y feldespato potásico redondeados, mica de morfología acicular (tanto biotita como moscovita), óxidos de hierro opacos e irregulares y algunos pequeños fragmentos redondeados de cuarcita. El tamaño de estas inclusiones se situó entre <100 y 400 µm. Su densidad en la matriz arcillosa era baja, en torno al 20%. Un total de 26 muestras se asociaron a este grupo y en él aparecían todos los grupos cerámicos (CCR, CTI y JG). La mayoría mostraron matrices rojizas, anaranjadas y marrones, lo que indica que la cerámica se coció en atmósferas predominantemente oxidantes. No obstante, las muestras del tipo JG mostraron una pequeña franja reducida en ambas

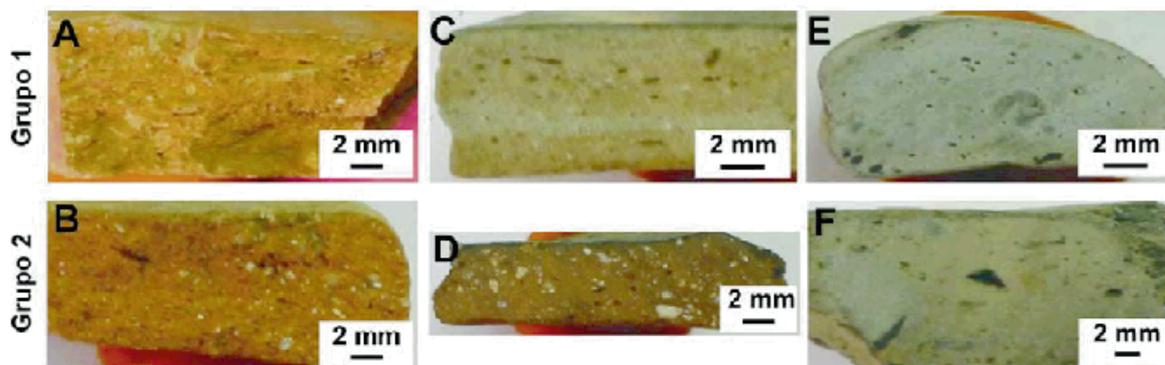


Figura 2. Imágenes de fracturas frescas y secciones pulidas. A-B) Cerámica común romana (CCR). C-D) Cerámica de tradición indígena (CTI). E) Jarra gris (JG). F) Material de construcción (MP).

superficies de unos 100 μm aproximadamente, que podría indicar un ciclo de reducción al final del proceso de cocción, quizás durante el enfriamiento de las piezas, para obtener el color gris superficial (Fig. 3: E). En el Grupo 2 se asociaron 20 muestras y se caracterizó por la mayor presencia de inclusiones, de mayor tamaño, pero en general con la misma mineralogía que en el grupo anterior (Fig. 3: B, D y F). Su mayor tamaño permitió identificar también algunos fragmentos de pizarra y plagioclasa. El tamaño de estas inclusiones se situó entre <100 y $1200 \mu\text{m}$, aunque en algunos casos era incluso superior. Su densidad en la matriz arcillosa se estimó alrededor del 35%. Este grupo, por tanto, parece corresponderse con el mismo sedimento arcilloso utilizado para elaborar la cerámica del Grupo 1, pero con una granulometría menos seleccionada según indica el tamaño de sus inclusiones. En el Grupo 2 se asocian los tipos CCR, CTI y la mayoría de los materiales de construcción (MP). Sólo una muestra de JG se identificó en este grupo, lo que indica que la cerámica gris se manufacturó mayoritariamente con un sedimento de grano fino como el del Grupo 1.

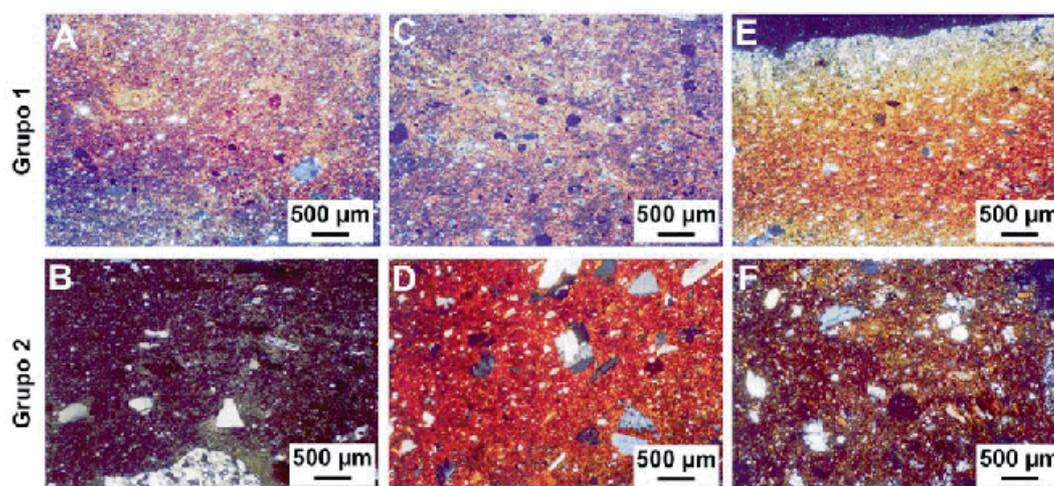


Figura 3. Micrografías de lámina delgada. Nícoles cruzados. A-B Cerámica común romana (CCR). C-D Cerámica de tradición indígena (CTI). E) Jarra gris (JG). F) Material de construcción (MP).

Los resultados de DRX determinaron una composición mineralógica muy homogénea en todas las muestras, al igual que los análisis petrográficos. Como fases principales se detectaron cuarzo y feldespato potásico, mientras que las fases secundarias detectadas fueron illita, biotita y moscovita. Se identificaron también reflexiones con buena intensidad de hematita en aquellas muestras en las que se observaron matrices rojizas y anaranjadas mediante lámina delgada. La intensidad de las reflexiones de illita y de mica (biotita y moscovita) es la única diferencia que puede señalarse entre los dos grupos petrográficos anteriores (Fig. 4: A y B). En las muestras de MP se identificaron las mismas fases mineralógicas que en las cerámicas, aunque en general sin la presencia de hematita (Fig. 4: C).

La observación microestructural de las muestras mediante MEB mostró una textura laminar que puede relacionarse con un estado de sinterización que no ha alcanzado la vitrificación. Esta microestructura es característica de minerales micáceos con un alto contenido en illita (García-Heras y Rincón, 1996). En las muestras del Grupo 1, en las que se identificaron mayores reflexiones de illita y mica por DRX, se observaron microestructuras laminares bien definidas (Fig. 5: A, C y E) en cerámicas de los tipos CCR, CTI y JG, lo que indica que la temperatura de cocción no fue suficientemente alta para descomponer la estructura cristalina de los minerales arcillosos como la illita. Esta microestructura apareció, por otro lado, intacta en las muestras de MP que no fueron cocidas (Fig. 5: F). Sin embargo, en aquellas muestras del Grupo 2 con menores reflexiones de illita y mica según los resultados de DRX, el estado de sinterizado parece

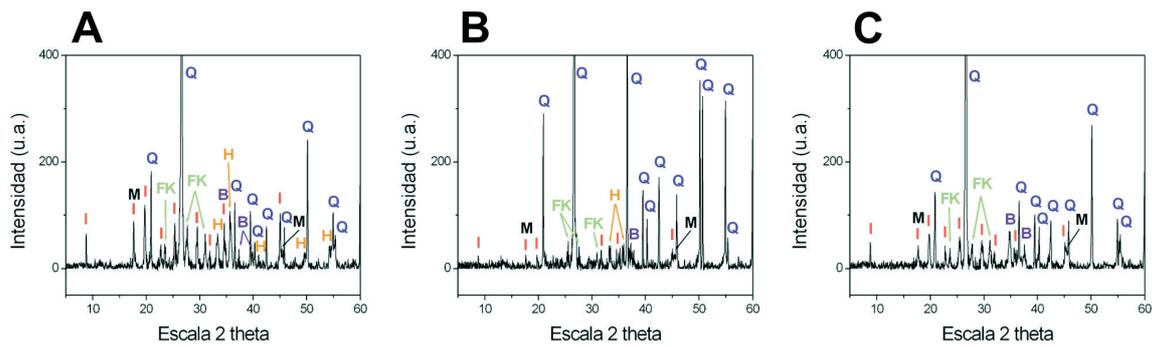


Figura 4. Difractogramas. A) Cerámica común romana (CCR). Grupo 1. B) Cerámica común romana (CCR). Grupo 2. C) Material de construcción (MP). Q Cuarzo. I Illita y filosilicatos. B Biotita. M Moscovita. FK Feldespato potásico. H Hematita.

algo más avanzado, ya que los bordes de las hojas de los minerales arcillosos aparecieron más borrosos y con las aristas más redondeadas (Fig. 5: B y D). Este hecho podría indicar que las cerámicas del Grupo 2 se cocieron a una temperatura ligeramente superior, debido a que los cristales de illita y de los minerales micáceos comienzan ya a descomponerse por efecto térmico.

A partir de los datos obtenidos mediante lámina delgada, DRX y MEB puede inferirse una temperatura de cocción equivalente comprendida entre 700 y 800/850°C para la mayoría de las cerámicas analizadas. La estimación se basa en la presencia de reflexiones de illita y mica en los datos de DRX. La deshidroxilación de estos minerales ocurre alrededor de 800/850°C (Rice, 1987). También se basa en la presencia de reflexiones intensas de hematita en aquellas muestras con matriz rojiza o anaranjada, ya que esta fase se forma a temperaturas superiores a 700°C en atmósfera oxidante en arcillas no calcáreas (Maniatis *et al.*, 1981). La estimación de estos rangos de temperatura se corrobora con las observaciones microestructurales de MEB, en las que se observa un estado de sinterización que no ha alcanzado la vitrificación. Así, las muestras con mayores reflexiones de illita y mica del Grupo 1 podrían haberse cocido en torno a 700/750°C, mientras que las del Grupo 2 con reflexiones menores de estas fases y un estado de sinterizado algo más avanzado, podrían haber alcanzado en la cocción hasta 800/850°C.

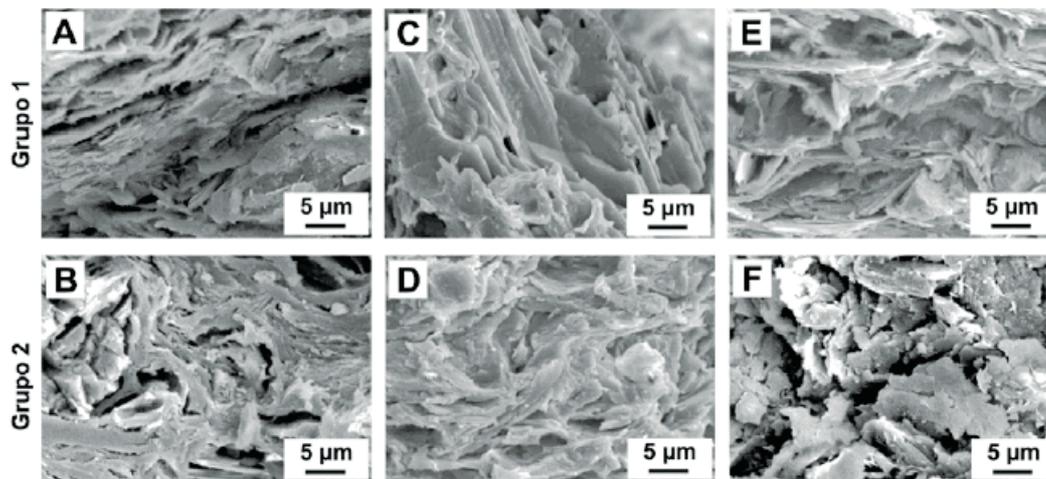


Figura 5. Micrografías de MEB sobre fracturas frescas. A-B) Cerámica común romana (CCR). C-D) Cerámica de tradición indígena (CTI). E) Jarra gris (JG). F) Material de construcción (MP).

Debido a la homogeneidad mineralógica detectada en el análisis petrográfico y en los datos de DRX, sólo se realizó el análisis químico mediante FRX en 25 de las muestras seleccionadas (21 fragmentos cerámicos de los tres tipos y 4 materiales de construcción). Un primer análisis cluster, no mostrado en este trabajo por razones de espacio, utilizando el método del centroide y matriz de distancias euclídeas, proporcionó un dendrograma en el que las 25 muestras se clasificaron en dos grupos. Una estructura similar de dos grupos es la que también reflejó el análisis de componentes principales realizado posteriormente y basado en una matriz de varianza-covarianza (Fig. 6). Los dos primeros componentes sumaron el 80,23% de la variación total de los datos. Con respecto al primer componente, que explicó un 63,25% de la variación, las variables Na_2O y CaO se correlacionaron de forma positiva, mientras que las variables MgO y Fe_2O_3 lo hicieron de manera negativa. En el segundo componente, con un 16,98% de la variación, fueron las variables CaO y Fe_2O_3 las que se correlacionaron de forma positiva, mientras que las variables Na_2O y SiO_2 se correlacionaron negativamente. Para estimar la validez estadística de estas dos agrupaciones, se realizó por último un análisis canónico discriminante en el que también se calcularon las distancias de Mahalanobis de cada muestra con respecto a los centroides de cada agrupación. Los resultados confirmaron las dos agrupaciones establecidas. Todas las muestras presentaron un nivel de confianza mayor del 95% de pertenencia a su grupo. En cuanto a las distancias de Mahalanobis, el Grupo 1 se mostró muy homogéneo, con puntuaciones entre 3,8 y 8,1 respecto a su centroide. Por el contrario, el Grupo 2 presentó una mayor heterogeneidad, con puntuaciones a su centroide que se situaron entre 3,3 y 11,4. En la Tabla 1 se muestran la media y las desviaciones estándar de las dos agrupaciones obtenidas en los análisis estadísticos, los cuales corroboraron los datos petrográficos y de DRX.

Los materiales cerámicos analizados pueden considerarse como no calcáreos ya que la concentración de óxido de calcio es inferior al 5% en peso. El contenido de óxido de hierro es bastante elevado (~8% en peso). El Grupo 1 está compuesto por 10 muestras y se caracteriza por tener mayores contenidos de óxidos de magnesio, aluminio, potasio y hierro que el Grupo 2 y se corresponde con el sedimento de grano más fino identificado mediante lámina delgada. Excepto una muestra, todos los ejemplares del tipo JG se asociaron a este grupo (Fig. 6), lo cual indica que la cerámica gris se manufacturó mayoritariamente con el sedimento de grano más fino. El Grupo 2 está compuesto por 15 muestras. Se caracteriza por tener mayores concentraciones de óxidos de sodio, silicio y calcio que el Grupo 1 y se corresponde con el sedimento de grano más grueso del análisis petrográfico. La fracción granulométrica también se refleja en los

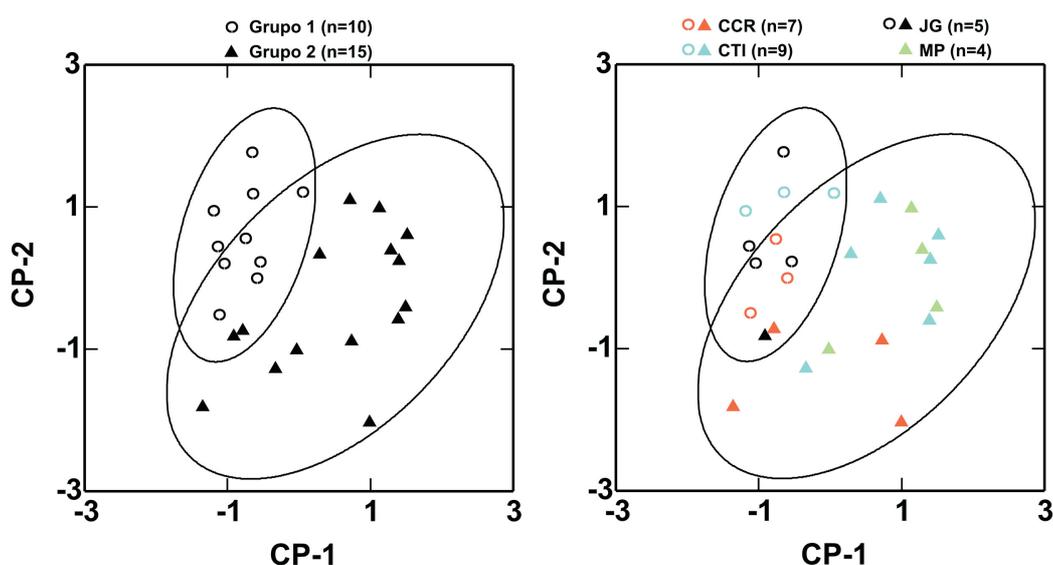


Figura 6. Representación de las muestras de Orellán y su agrupación según su puntuación en los dos primeros componentes principales. Las elipses representan el 95% de confianza de pertenencia a cada grupo.

	Grupo 1 (n=10)		Grupo 2 (n=15)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Na ₂ O	0,21	0,04	0,52	0,22
MgO	1,67	0,40	1,38	0,38
Al ₂ O ₃	27,27	1,40	26,18	1,83
SiO ₂	55,83	2,16	57,66	3,53
K ₂ O	3,92	0,47	3,75	0,84
CaO	1,31	0,40	1,85	0,92
TiO ₂	0,82	0,04	0,78	0,17
MnO	0,05	0,02	0,05	0,03
Fe ₂ O ₃	8,78	0,85	7,67	1,45
ZnO	0,02	0,01	0,02	0,01
Rb ₂ O	0,02	0,003	0,02	0,01
ZrO ₂	0,03	0,004	0,04	0,01
BaO	0,07	0,02	0,08	0,04
Total	100,00		100,00	

Tabla 1. Media y desviación estándar de los grupos obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos químicos de FRX (% en peso) obtenidos en los materiales de Orellán.

perfiles químicos de los dos grupos. Así, los óxidos más relacionados con la matriz arcillosa (p.ej. magnesio, potasio o hierro) están mejor representados en el Grupo 1, mientras que aquellos más directamente relacionados con las inclusiones (p.ej. sodio, silicio o calcio) presentan mayores contenidos en el Grupo 2. En ambos grupos se asocian cerámicas de los tipos CCR y CTI, mientras que los materiales de construcción (MP) se ubican sólo en el Grupo 2 (Fig. 6). Este hecho puede sugerir un origen local para la cerámica doméstica de Orellán, puesto que los perfiles químicos de las cerámicas son muy similares a los obtenidos en los materiales de construcción. Además, la mineralogía identificada es compatible con la geología local, ya que los sedimentos locales están compuestos principalmente por materiales paleozoicos como conglomerados cuarcíticos, pizarras y arenas de grano fino ricas en hierro (Santos *et al.*, 1979; Hérail, 1984: 134-195 y 316-377; Domergue y Hérail, 1999; Pérez García *et al.*, 2000; Pérez García, 2001).

3.2. Comparación de la cerámica de Orellán con la cerámica de El Castrelín

La comparación de ambos conjuntos de cerámica se llevó a cabo con los datos de composición química obtenidos mediante FRX en las 25 muestras procedentes de Orellán señaladas anteriormente y en las 34 muestras procedentes de El Castrelín publicadas en Galván *et al.* (1993). De la misma forma que en el análisis estadístico de las muestras de Orellán, un primer análisis cluster, tampoco mostrado en este trabajo, proporcionó un dendrograma en el que las 59 muestras se clasificaron en tres agrupaciones distintas, quedando una muestra desagrupada. El posterior análisis de componentes principales, basado igualmente en una matriz de varianza-covarianza, ratificó esta misma estructura de tres grupos con una muestra desagrupada (Fig. 7). Los dos primeros componentes sumaron el 82,87% de la variación total de los datos. Con respecto al primer componente, que explicó un 64,70% de la variación, las variables CaO y Al₂O₃ se correlacionaron de forma positiva, mientras que las variables Na₂O y TiO₂ lo hicieron de manera negativa. En el segundo componente, con un 18,17% de la variación, fueron las variables CaO y Na₂O las que se correlacionaron de forma positiva, mientras que las variables TiO₂ y SiO₂ se correlacionaron negativamente. La validez estadística de estas tres agrupaciones se estimó por medio de un análisis canónico discriminante con cálculo de las distancias de Mahalanobis de cada muestra al centroide de su agrupación. Los resultados confirmaron las tres agrupaciones establecidas y la existencia de una muestra desagrupada. Todas las muestras presentaron un nivel de confianza mayor del 90% de pertenencia a su grupo, excepto en el caso de la muestra desagrupada cuyo valor de confianza descendió hasta el 47% con respecto al Grupo 3. Con referencia a las distancias de Mahalanobis, el Grupo 1 se mostró bastante homogéneo, con puntuaciones entre 0,4 y 9,2 respecto a su centroide. El Grupo 2 resultó ser el más heterogéneo, según indicaron sus puntuaciones, que se situaron entre 3,2 y 22,3;

mientras que las del Grupo 3, también muy homogéneo, se extendieron entre 1,8 y 12,4. La menor distancia de Mahalanobis de la muestra desagrupada (43,7) se producía con el centroide de este último grupo, por lo que en la Fig. 7 aparece contabilizada en el Grupo 3. En la Tabla 2 se muestran la media y las desviaciones estándar de las tres agrupaciones obtenidas en el análisis estadístico de los datos de Orellán y El Castrelin.

Los resultados estadísticos asocian los materiales cerámicos de El Castrelin a dos de estas agrupaciones (Fig. 7, muestras señaladas en rojo). Los Grupos 1 y 2 de este último análisis coinciden plenamente con los Grupos 1 y 2 obtenidos anteriormente en las muestras de Orellán. El Grupo 1 está compuesto exclusivamente por las mismas 10 muestras de Orellán y el Grupo 2, que antes estaba formado por 15 muestras, tiene ahora 26 ejemplares, debido a que se asocian todas las cerámicas a torno de El Castrelin, así como tres cerámicas grises, una escobillada y un molde de sítila. Por último, el Grupo 3 constituye una nueva agrupación compuesta solamente por muestras procedentes de El Castrelin y se caracteriza por tener las mayores concentraciones en óxidos de sodio, silicio y titanio; y las menores en óxidos de mag-

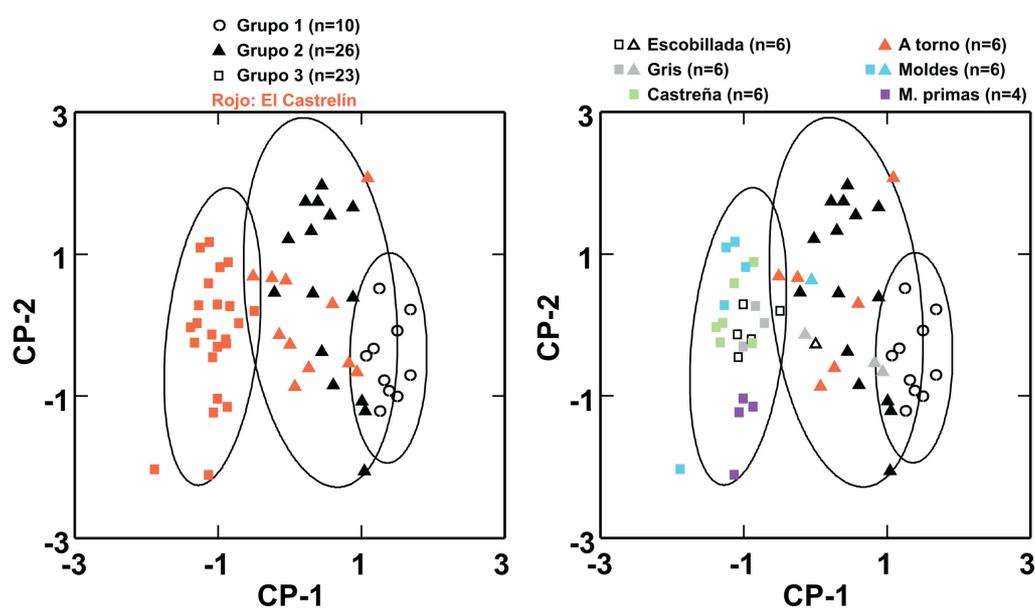


Figura 7. Representación de las muestras de Orellán y El Castrelin y su agrupación según su puntuación en los dos primeros componentes principales. Las elipses representan el 90 % de confianza de pertenencia a cada grupo.

	Grupo 1 (n=10)		Grupo 2 (n=26)		Grupo 3 (n=23)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Na ₂ O	0,20	0,04	0,56	0,25	1,77	0,38
MgO	1,67	0,40	1,69	0,55	1,62	0,58
Al ₂ O ₃	27,31	1,40	23,34	4,02	17,81	2,12
SiO ₂	55,92	2,16	60,48	4,80	65,70	2,62
K ₂ O	3,93	0,48	3,68	0,72	3,57	0,35
CaO	1,31	0,40	1,69	0,90	0,94	0,32
TiO ₂	0,82	0,04	0,86	0,18	0,99	0,12
MnO	0,05	0,02	0,07	0,04	0,09	0,04
Fe ₂ O ₃	8,79	0,85	7,63	1,16	7,51	1,06
Total	100,00		100,00		100,00	

Tabla 2. Media y desviación estándar de los grupos obtenidos a partir del análisis estadístico de los datos químicos renormalizados de FRX (% en peso) obtenidos en los materiales de Orellán y El Castrelin.

nesio, aluminio, potasio, calcio y hierro, con respecto a los otros dos grupos. En este caso, no es posible apuntar si la fracción granulométrica de los materiales tiene alguna incidencia en el perfil químico de este grupo, ya que no se cuenta con datos petrográficos y texturales. No obstante, es probable que así sea debido a que gran parte de los materiales cerámicos de El Castrelin son elaborados a mano y esto permite trabajar con una fracción granulométrica mayor. Por otro lado, el hecho de que los materiales de construcción de El Castrelin se asocien al Grupo 3 podría indicar que las cerámicas de este asentamiento se elaboraron con materias primas próximas al mismo y, a su vez, diferenciadas de las utilizadas para elaborar la cerámica de Orellán. Sin embargo, los datos parecen indicar que para manufacturar cerámicas a torno y algunas grises, los alfareros de El Castrelin utilizaron sedimentos arcillosos similares en composición química a los usados en Orellán, al menos dos siglos después, para manufacturar cerámica común romana y cerámica de tradición indígena.

4. CONCLUSIONES

El estudio arqueométrico realizado en un conjunto de materiales cerámicos del asentamiento metalúrgico de Orellán determinó que las cerámicas domésticas se fabricaron con sedimentos arcillosos illíticos no calcáreos ricos en óxido de hierro, que se cocieron en atmósferas predominantemente oxidantes a una temperatura de cocción equivalente que puede estimarse entre 700 y 800/850°C. Este control sobre la temperatura y atmósfera de cocción pudo llevarse a cabo utilizando hornos de doble cámara, en los que el combustible y la entrada de aire pudieran ser convenientemente regulados. La mineralogía identificada en los materiales cerámicos de Orellán es compatible con la geología de la zona, lo que sugiere un origen local para la mayoría de las cerámicas del asentamiento. Además, la composición química de estas cerámicas es muy similar a la de los materiales de construcción analizados, que muy probablemente se elaboraron con materias primas de procedencia local. Se identificaron dos grupos cerámicos que se corresponden con dos fracciones granulométricas distintas, las cuales dan lugar a perfiles químicos diferenciados. En los dos grupos se asocian los tipos de cerámica común romana y de tradición indígena. Sin embargo, las jarras grises aparecen casi exclusivamente en el grupo de fracción granulométrica más fina, por lo que puede inferirse una cierta especialización o preferencia por un determinado sedimento arcilloso en función del material a fabricar.

Los materiales cerámicos, incluidos los restos de elementos de construcción, del asentamiento de El Castrelin conforman una agrupación química diferenciada de las dos determinadas en los materiales de Orellán. No obstante, todas las cerámicas a torno, algunas cerámicas grises y sendos fragmentos de cerámica escobillada y molde de sítula, se asocian al grupo de granulometría más gruesa de Orellán. Este hecho podría indicar que para manufacturar cerámica común romana y cerámica de tradición indígena, los alfareros de Orellán utilizaron materias primas arcillosas que tradicionalmente ya se empleaban en la zona para elaborar, sobre todo, cerámica a torno. Esta primera aproximación diacrónica sugiere, por tanto, una pervivencia de los patrones de producción cerámica indígena en las comunidades ligadas a la explotación de las minas de oro de Las Médulas y ratifica el carácter rural y tributario de estas comunidades, que tenían un acceso muy restringido a las rutas comerciales del Imperio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado a través de los proyectos “Bierzo RojoVerdeNegro” (PIF-CSIC 06- 055) y METALA (CSI07/03, Junta de Castilla y León). N. Carmona agradece a CSIC-FSE la concesión de un contrato postdoctoral I3P. Los autores agradecen el apoyo institucional de la Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico y Cultural.

BIBLIOGRAFÍA

- BAXTER, M.J. 1994: *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*. Edinburgh University Press. Edinburgh.
- BEARAT, H. y DUFOURNIER, D. 1994: "Quelques expériences sur la fixation du phosphore par les céramiques". *Revue d'Archéométrie* 18: 65-73.
- BISHOP, R.L. y NEFF, H. 1989: "Compositional data analysis in archaeology". En R.O. Allen (ed.): *Archaeological Chemistry IV. American Chemical Society, Advances in Chemistry Series 220*. Washington D.C.: 57-86.
- DOMERGUE, C y HÉRAIL, G. 1999: "Conditions de gisement et exploitation antique à Las Médulas (León, Espagne)". En B. Cauet (dir.): *L'or dans l'Antiquité, de la mine à l'objet*. Aquitania, supplément 9: 93-116.
- FERNÁNDEZ-POSSE, M.D. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. 1998: "Las comunidades campesinas en la Cultura Castreña". *Trabajos de Prehistoria* 55 (2): 125-150.
- FREESTONE, I.C.; MEEKS, N.D. y MIDDLETON, A.P. 1985: "Retention of phosphate in buried ceramics: an electrón microbeam approach". *Archaeometry* 27: 161-177.
- GALVÁN, V.; FERNÁNDEZ-POSSE, M.D.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. y GALVÁN, J. 1993: "Tipos cerámicos y geoquímica: El Castrelin de San Juan de Paluezas (León)". *Archivo Español de Arqueología* 66: 248-257.
- GARCÍA-HERAS, M. y RINCÓN, J.M. 1996: "Microstructural and microanalytical study (SEM/EDX) of Celtiberian potsherds from the Spanish Central Meseta". *Geoarchaeology. An International Journal* 11 (4): 329-344.
- HÉRAIL, G. 1984: *Geomorphologie et litologie de l'or détritique. Piemonts et bassins intramontagneux du Nord-Ouest de l'Espagne (montes de León, Bierzo)*. CNRS. Toulouse.
- MANIATIS, Y.; SIMOPOULOS, A. y KOSTIKAS, A. 1981: "Mössbauer study of the effect of calcium content on iron oxide transformations in fired clays". *Journal of the American Ceramic Society* 64: 263-269.
- PÉREZ GARCÍA, L.C. 2001: "La mina de oro romana de Las Médulas". En R. Nucho del Rivero (ed.): *Patrimonio Geológico de Castilla y León*. ENRESA. Madrid: 30-55.
- PÉREZ GARCÍA, L.C.; SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. y TORRES RUIZ, J. 2000: "Tertiary and Quaternary alluvial gold deposits of Northwest Spain and Roman mining (NW of Duero and Bierzo basins)". *Journal of Geochemical Exploration* 71: 225-240.
- RICE, P.M. 1987: *Pottery Analysis. A Sourcebook*. Chicago University Press. Chicago.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J. (dir.) 2002: *Las Médulas. Patrimonio de la Humanidad*. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- SÁNCHEZ-PALENCIA, F.J.; FERNÁNDEZ-POSSE, M.D.; FERNÁNDEZ MANZANO, J.; OLMOS, R.; OREJAS, A.; PÉREZ GARCÍA, L.C.; PLÁCIDO, D.; RUIZ DEL ÁRBOL, M. y SASTRE, I. 2000: *Las Médulas (León). Un paisaje cultural en la Asturia Augustana*. Instituto Leonés de Cultura. León.
- SANTOS, J.A.; MINGARRO, F. y ORDÓÑEZ, S. 1979: "Sedimentología del lago de Carucedo (Ponferrada-León)". *Estudios Geológicos* 35: 305-310.
- SASTRE, I. 2001: *Las formaciones sociales rurales de la Asturia romana*. Ediciones Clásicas. Madrid.