

# PROYECTO DE ESTUDIO DE LAS CERÁMICAS MUSULMANAS DE ALBARRACÍN

M.<sup>a</sup> Paz Marzo Berna\*

Las cerámicas encontradas en las distintas campañas arqueológicas del castillo de Albarracín están siendo estudiadas desde el punto de vista químico. Con este proyecto, se pretende caracterizarlas y profundizar en la tecnología de producción y las diversas técnicas decorativas, poniendo a punto técnicas analíticas no destructivas o que requieran muy poca cantidad de muestra. Los datos obtenidos de la caracterización de las pastas y la decoración de los fragmentos cerámicos serán necesarios para establecer distintos talleres de producción y comparar con otros talleres de la misma época de Zaragoza e incluso de diferentes épocas que pongan de manifiesto la evolución de las técnicas de producción de cerámica.

## INTRODUCCIÓN

Con la llegada de los musulmanes a la Península Ibérica en el siglo VIII comienza el período musulmán. En Albarracín se asienta una tribu bereber (Banu-Razín), procedente del Norte de África, que forma parte de los contingentes que acompañan a los árabes en la conquista militar. Durante la época del califato de Córdoba, esta familia bereber domina las tierras bajo el control del Califato. Tras la desmembración del Califato, Albarracín se convierte en los primeros años del siglo XI, en reino independiente y pasa a estar regido por los Banu-Razín. Estos reyes traen consigo el esplendor económico y cultural al reino, influencia que se verá reflejada en la cerámica. A comienzos del siglo XII, se anexiona al reino almorávide y al disgregarse éste pasa a depender de Valencia.

---

\* Laboratorio de Análisis e Investigación de Bienes Culturales. Gobierno de Aragón.

La influencia de la cultura musulmana pronto se verá reflejada en las producciones cerámicas de la Península, sobre todo en las técnicas y los estilos decorativos (motivos geométricos y vegetales). Inicialmente, se importaban las piezas desde Egipto y Persia, pero no tardan en emerger los primeros centros productores de cerámica esmaltada y barnizada en las proximidades del Califato de Córdoba, en Medina-al Zahara y Elvira. De hecho, en el siglo X ya aparecen las primeras producciones locales de cerámica verde-morada (verde-manganeso) en Al-Andalus que rápidamente se difunden por la meseta central y el noreste de la Península Ibérica. La introducción de la cuerda seca se produce en el siglo XI influenciada por la presencia de los almorávides y almohades.

### DESCRIPCIÓN DE LAS CERÁMICAS DE ESTUDIO

Hay que resaltar que el estudio que se está realizando está basado en estilos decorativos que químicamente son diferentes o que desde el punto de vista tecnológico pueden tener diferencias. En ningún momento se va a centrar en los aspectos morfológicos.

Las cerámicas que son objeto de estudio de este proyecto proceden de las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo en el castillo de Albarracín y están datadas en el siglo XI.

Inicialmente se han elegido ciento tres fragmentos, todos ellos decorados. Según el tipo de decoración se puede hacer la siguiente clasificación de las cerámicas:

- Decoradas con engobe almagra. Se caracterizan por tener una pasta rojiza y porosa. Los veinte fragmentos están decorados por ambas caras.

- Decoradas con óxidos rojos. La decoración está aplicada únicamente por una cara sobre una pasta blanquecina. De este tipo de cerámica contamos con diez muestras.

- *Cuerda seca*. La pasta de las diez muestras es amarillenta y las decoraciones geométricas de cuerda seca en la mayor parte de las ellas están rellenas en su interior por barnices verdes o melados.

- *Verde-manganeso*. Los veintidós esmaltes tienen motivos geométricos y vegetales en la cara principal y un esmalte transparente en el reverso. En este tipo de muestras la pasta cerámica es blanquecina.

- *Meladas*. La gran mayoría de las muestras (diecisiete de las veintidós) están vidriadas por ambas caras. Además, algunas en la cara principal combinan el vidriado melado con vidriados verdes o negros.

- *Vidriadas verdes*. Las coloraciones de las pastas son variadas desde tonos amarillentos a rojizos. Ambas caras de las piezas están decoradas.

### OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo principal es ahondar en los procesos de producción y en los estilos decorativos poniendo a punto procedimientos analíticos que sean rápidos,



**Fig. 1.** Fotografías de las cerámicas objeto de estudio con distinta decoración: engobe almagra, cuerda seca, pintada con óxidos rojos, decorada en verde-manganeso, melada y vidriada verde.

sensibles, no destructivos o que requieran muy poca cantidad de muestra, sencillos en la preparación de la misma y precisos. A través de técnicas analíticas, que permiten obtener datos sobre la procedencia de los materiales, y con los análisis que se vienen realizando desde hace tiempo al material arqueológico el trabajo se va a centrar en los siguientes puntos:

- Identificación de los materiales utilizados en la elaboración de las cerámicas.
- Origen de las materias primas empleadas. En el caso de que éstas no sean locales, se determinarán las posibles rutas comerciales.

– Tecnologías de producción. Intentando hallar las temperaturas de cocción alcanzadas en los hornos, cómo se realizaron las pastas, cuándo se aplicó la decoración antes o después de la cocción de la pasta...

– Relación existente entre el tipo de pasta usada, la decoración aplicada y la utilización del objeto cerámico.

– Determinación de talleres locales, las semejanzas y diferencias con otros centros de producción coetáneos de otros lugares y la evolución de la técnica con la influencia de la cultura musulmana.

En la figura 2 se representa el esquema a seguir para dar respuesta a todas estas preguntas desde el punto de vista analítico. Por una parte se va a estudiar las pastas y por otro lado las decoraciones.

Con respecto a las pastas, es importante determinar la composición tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Los elementos mayoritarios, minoritarios y sobre todo los elementos traza permiten diferenciar las arcillas según su procedencia.

En el estudio de la decoración son interesantes, las materias primas básicas que constituyen las bases del vidriado o del esmalte, las proporciones en las que se encuentran, los compuestos responsables del color, el tipo de cocción (la temperatura alcanzada y el tipo de la atmósfera del horno). La recopilación de estos datos nos da una idea de la tecnología de producción de las decoraciones que junto con la composición de las pastas permite establecer relaciones entre ambas.

Como ya se ha mencionado anteriormente, toda esta información se puede enfocar para definir distintos grupos de producciones locales y compararlos con otros alfares de la misma época y distinta zona como sería el caso del alfar de San Pablo de Zaragoza.

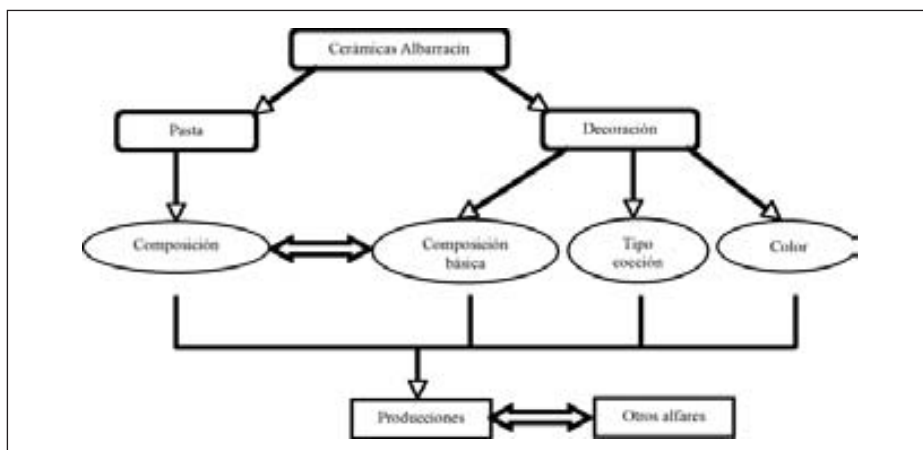


Fig. 2. Esquema de los puntos interés en el estudio de las cerámicas de Albarracín.

## PASTAS

Las pastas están compuestas por tres elementos principales: materiales plásticos, desgrasantes y fundentes. Cada uno aporta sus propiedades y tiene una función diferente.

El material plástico es lo que comúnmente se denomina arcilla. Las arcillas son un conjunto de compuestos cuya composición es un silicato de alúmina hidratado con un tamaño inferior a dos micras. La proporción en la que el silicio, aluminio y oxígeno se encuentran y su disposición es lo que diferencia a una arcilla de otra. Por ejemplo, la caolinita y la motmorillonita que son dos arcillas que tradicionalmente se han empleado en la composición de materiales cerámicos tienen las siguientes composiciones:  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . La diferencia de composición entre ambas hace que tengan comportamientos y propiedades distintas.

La estructura cristalina se caracteriza por una disposición laminar de capas alternas de los óxidos de aluminio y de silicio; las cuales están unidas por moléculas de agua. Al humedecer las arcillas, éstas absorben el agua, aumentan de volumen y las capas deslizan unas sobre otras y son las responsables de una de las propiedades que las caracteriza: la plasticidad.

Por la acción del calor, las arcillas pierden inicialmente el agua añadida para moldearlas y posteriormente el agua estructural; como consecuencia se produce una reducción del volumen. A medida que la temperatura del horno se va incrementando, se producen cambios en la estructura cristalina de la arcilla, propiedad que se aprovecha para determinar los rangos de temperatura alcanzados durante la cocción.

Es muy frecuente que las arcillas no se encuentren en estado puro, sino que estén mezcladas con óxidos de hierro, calcio y otros elementos que son los responsables de la variación del color y textura. Las arcillas con altos contenido en hierro adquieren colores más anaranjados y rojizos, si por el contrario contienen calcio tomarán colores blanquecinos-grisáceos.

Uno de los problemas que puede presentar una arcilla es una excesiva plasticidad. Este hecho se ve reflejado en el agrietamiento que se produce como consecuencia de la pérdida de agua y reducción de volumen al secarse la pieza cerámica. Para minimizar este problema, se le añade a la pasta los materiales antiplásticos o también llamados desgrasantes que contrarrestan este efecto. Los desgrasantes más comunes son los carbonatos, óxidos y cuarzos, y en general cualquier material que previamente haya sido calcinado. Tradicionalmente se ha añadido el polvo resultante de moler cascotes de materiales rotos, los cuales han sido cocidos y no sufrirán retracción de volumen.

El tercer compuesto de una pasta es el fundente. Los fundentes son los elementos añadidos a la pasta para disminuir la temperatura de cocción. Entre los elementos que producen estos efectos se encuentran calcio, feldspatos, arcillas con contenidos elevados de hierro u óxidos metálicos.

Hasta el momento se han analizado los componentes mayoritarios y minoritarios de todas las muestras. Como generalidades se pueden destacar la variabilidad de composiciones. La mayor parte de las pastas son calcáreas (con con-

tenidos en óxidos de calcio entre 8-18%), contienen arcillas ferruginosas (3-7%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y fundentes alcalinos.

El grupo de las cerámicas decoradas con óxidos de hierro son de color blanquecino y se caracterizan por ser no cálcicas y tener contenidos en hierro y aluminio bajos. El hecho de ser pastas de color claro concuerda con la decoración que posteriormente se le aplicó. Pero llama la atención que sean pastas con contenidos de calcio tan bajos, ya que ésta proporciona colores claros, blancos-grisáceos. Este dato junto con la baja proporción de hierro y aluminio puede ser indicativo de la utilización de arcillas muy puras del tipo de la caolinita, sin apenas impurezas.

En el caso de las cerámicas almagras, son pastas calcáreas (CaO 7-16%), con contenidos en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  en torno al 15%, en fundentes cercanos al 4,5% y en hierro entre 4,8 y 6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Al ser pastas rojizas, no son esperables contenidos tan altos de calcio; además los contenidos de hierro no son tan elevados para marcar la diferencia de color. Esto puede llevar a pensar que estas diferencias de color se deben a los procesos de cocción.

Las pastas de las cerámicas decoradas en verde-manganeso, cuerda seca, vidriados verdes y melados son calcáreas (13-18%), con contenidos en óxidos de hierro entre 3,4 y 5,5%. El uso de pastas calcáreas está justificado porque éstas proporcionan colores claros ya que generan silicatos de calcio reduciendo la cantidad de óxidos de hierro responsables del color rojo. De esta manera, es necesario menor cantidad de opacificante para el vidriado y además, el coeficiente de retracción de la pasta es similar a los vidriados ricos en plomo, por lo que se evitarán las craqueladuras.

## DECORACIÓN

Las muestras de cerámica que se han tomado se pueden dividir en cerámicas engobadas, decoradas con cuerda seca y vidriadas. Éstas últimas pueden estar recubiertas con vidriados transparentes u opacos.

El engobe es un recubrimiento a base de arcilla sobre la pasta, que puede o no ser coloreado. En los fragmentos cerámicos hallados en el castillo de Albarracín, hay solamente cerámicas con engobes de almagra. Aunque inicialmente pudiera pensarse que también había con engobe blanco decorado con óxidos de hierro; éstos no eran engobes como tales sino la propia pasta sobre la cual se ha pintado.

Los aspectos que hay que tener en cuenta de los engobes son el poder cubriente, la adherencia y la temperatura de cocción. Los engobes forman una capa opaca que no deja ver el color de la pasta. Con frecuencia, el color de la capa suele ser del mismo tono que el engobe que se le va a aplicar, reduciendo así el espesor del mismo. Los engobes son aplicados sobre las piezas sin cocer, por lo tanto, es necesario para que exista una buena adherencia que los índices de contracción de la pasta y del engobe sean similares. También se requiere que las temperaturas de cocción sean próximas con el fin de que el engobe quede bien fijado en la pasta. Cuanta mayor similitud exista entre la arcilla de la pasta y la empleada en el engobe, mayor será la adherencia entre ambos.

Se denomina vidriado transparente al cristal fundido y vitrificado sobre el material cerámico. El componente principal es la sílice, que vitrifica a 1.600° C y el cual se mezcla con fundentes alcalinos (sodio, potasio, magnesio y calcio) para rebajar esta temperatura y para que la pasta cerámica resista la temperatura sin resquebrajarse. Además, en la época medieval, gran parte de los barnices contienen plomo que también ayuda a disminuir la temperatura de vitrificación.

El color de los vidriados transparentes se debe en parte al color del propio barniz y en parte al color de la pasta observada a través del propio vidrio. El color del barniz está definido por la adición de ciertos elementos; así por ejemplo para conseguir colores verdes se añade o bien cobre o bien hierro, para coloraciones negras se utilizan óxidos de manganeso, para los azules cobalto y para los melados hierro.

La tecnología de la decoración ha evolucionado a lo largo de la historia tanto en la forma de aplicación como en la cocción. Los vidriados pueden ser aplicados por una única cara de la pieza cerámica o por ambas, y sobre las piezas sin cocer o sobre pastas bizcochadas. Toda esta información, junto con la composición ayuda a clasificar los conjuntos cerámicos según la decoración.

Los esmaltes o vidriados opacos tendrán las mismas materias primas que los vidriados transparentes (en el caso de los vidriados medievales sílice, plomo y fundentes) más un elemento opacificante que dispersa y refleja la luz: óxido de estaño. El tamaño de los cristales de estaño (casiterita) y la distribución de los mismos son dos factores claves en la opacidad del vidriado. Dependiendo del tamaño serán necesarios más o menos para producir el mismo grado de opacidad. La máxima opacidad se consigue con cristales entre 50 y 500nm. Al igual que los barnices, los esmaltes también se pueden aplicar sometiendo a la pieza a monococción o bicocción y los colores se van a desarrollar por la presencia de metales como cobre, hierro, manganeso, etc.

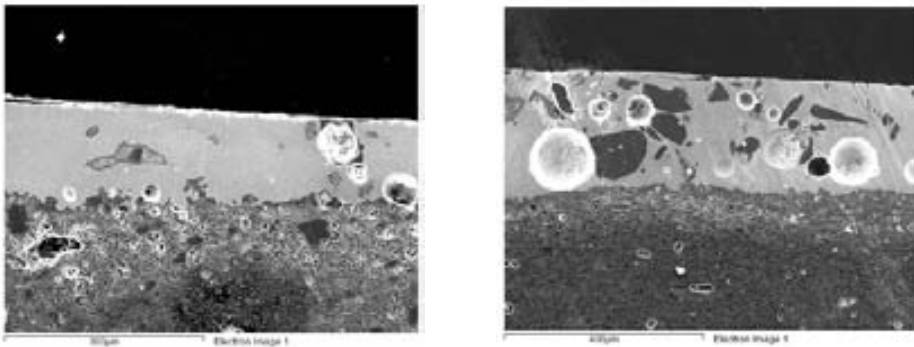
La cuerda seca es un tipo de decoración que se extendió durante los reinos de taifas. Consiste en el trazado del dibujo de la decoración mediante una línea negra para separar los espacios de la decoración que pueden ser recubiertos parcialmente o en su totalidad, con vidriados, los cuales poseerán las mismas materias primas y colorantes que los mencionados para los vidriados anteriormente. La composición de la cuerda seca, propiamente dicha es a base de óxidos de manganeso, arcillas y frita (óxidos de hierro y plomo) para conseguir una mayor adherencia de los pigmentos a la pasta sin cocer.

De las decoraciones se han estudiado los vidriados verde-manganeso, para lo cual ha sido necesario cortar un pequeño fragmento con un disco de diamante, evitando así posibles contaminaciones, e incluirlo en resina acrílica. Una vez incluida la muestra cerámica en la resina, se corta para obtener una sección transversal del vidriado y, por último, se pule antes de observarlo al microscopio óptico y electrónico.

Para conocer la tecnología de la decoración se ha estudiado el espesor del vidriado, el espesor de la interfase, la distribución y tamaño de las inclusiones, las composiciones, etc., tanto de la cara principal como secundaria. Hemos deno-

minado cara principal a la decorada en verde-manganeso y secundaria a la decorada con un barniz transparente. Dieciocho de las veintidós muestras presentan vidriados por ambas caras.

En la figura 3 se pueden observar dos fotografías de microscopio electrónico correspondientes a la cara principal y secundaria, donde se distinguen claramente el vidriado y la pasta. Los aspectos de ambas decoraciones son totalmente diferentes. En el vidriado verde-manganeso apenas hay inclusiones, sin embargo en el barniz transparente son muy abundantes y de tamaños bastante grandes. En ambas caras las inclusiones son feldespatos y cuarzos, aunque la distribución en la cara principal es irregular, abundando más en los alrededores de las burbujas.

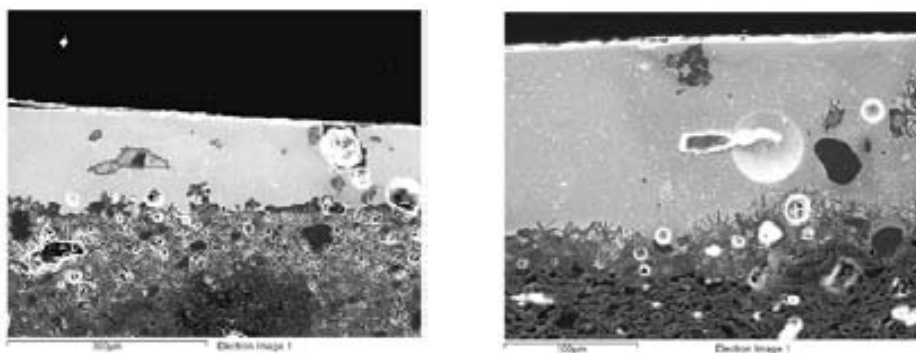


**Fig. 3.** Fotografías de microscopio electrónico del vidriado verde-manganeso (izquierda) y del barniz transparente (derecha).

Con respecto a los espesores del vidriado cabe resaltar que los del vidriado de las caras verde-manganeso son siempre mayores que los de los barnices transparentes para una misma muestra. El espesor de la interfase indica el tipo de cocción que se ha realizado, es decir, si el vidriado se ha aplicado sobre la pasta sin cocer o sobre la pasta bizcochada. Cuando una decoración se aplica sobre una pasta cerámica sin cocer, la interfase tiene un espesor superior a 30 micras; esto es debido a la gran interacción entre la pasta y el vidriado que genera un crecimiento grande de cristales en la interfase contribuyendo así a la adhesión entre ambas. Sin embargo, cuando el vidriado se aplica sobre la pasta bizcochada el espesor de la interfase oscila entre 5-10 micras y la reacción entre ambas fases es mínima. En el caso que nos ocupa, los espesores de las interfases son menores de diez micras, lo que implica que las decoraciones eran aplicadas en una segunda cocción. Estas diferencias se pueden observar en la figura 4.

El esmalte blanco opaco es una mezcla de silicio y plomo ( $\text{PbO}$  36% y  $\text{SiO}_2$  43%) con fundentes alcalinos de sodio y potasio. Como elemento opacificante se ha añadido estaño, entre 5-10% de  $\text{SnO}_2$ , y los cristales presentan una distribución homogénea y un tamaño inferior a 500nm. Tanto la distribución homogénea





**Fig. 4.** Fotografías realizadas con microscopio electrónico de barrido de una cerámica sometida a doble cocción (izquierda) y otra a una única cocción (derecha), donde se observa el crecimiento de cristales.

como el tamaño de los cristales favorecen la dispersión de la luz y por consiguiente la opacidad.

Las coloraciones verdes y negras tienen como base del vidriado silicio, plomo y estaño, más cobre en el caso del esmalte verde y manganeso en el del esmalte negro. Las proporciones de plomo y silicio son prácticamente iguales a las de los vidriados blancos aunque la cantidad de estaño es algo inferior al vidriado blanco.

TABLA I

**Características de los vidriados de la cara principal y secundaria**

	VIDRIADO VERDE-MANGANESO	VIDRIADO TRANSPARENTE
Espesor del vidriado	90-200µ	50-100µ Espesores menores
Inclusiones	Pocas Distribución irregular Cuarzo y feldespatos Tamaños heterogéneos	Muy abundantes Distribución homogénea Cuarzo y feldespatos Tamaños > 60µ
Espesor de la interfase	< 10µ bicocción	< 10µ bicocción

De todos los fragmentos con decoración verde-manganeso, solo uno de ellos presenta idéntica composición en ambas caras, el resto tienen composiciones muy diferentes por ambas caras. Pero, además, los vidriados transparentes presentan una mayor variedad de composición, pudiéndose distinguir dos grupos con composiciones diferentes. El primer grupo contiene 37% de SiO<sub>2</sub> y 45% de PbO; el otro grupo tiene contenidos superiores de SiO<sub>2</sub> 49% y menores de PbO 33%. Los fundentes empleados siguen siendo alcalinos y están en las mismas cantidades (alrededor del 4,5%), pero el porcentaje de óxido de estaño ha disminuido notablemente hasta 0,5%, pero por el contrario el aluminio y hierro ha aumentado, lo cual es indicativo de la adición de arcillas en su composición.

A modo de resumen, se puede concluir que la cara principal y secundaria presentan composiciones diferentes, aunque en ambos casos se trata de vidriados plúmbicos. Los elementos diferenciadores entre ambas decoraciones son los metales que aportan color, manganeso para el negro y cobre para el verde, y la presencia de óxido de estaño responsable de la opacidad. La elección de los materiales para los esmaltes es mucho más cuidada que para los vidriados transparentes, esto se refleja en la homogeneidad y el menor tamaño de partícula y la semejanza de composición de los vidriados opacos. El espesor de la cara principal es mayor o en caso extremo igual al de la cara inferior, pero en ningún caso superior. Las decoraciones son aplicadas sobre pastas bizcochadas.

Por último, añadir que este proyecto está planteado a largo plazo debido a la larga y tediosa tarea de puesta a punto de técnicas analíticas; por lo que los resultados aquí presentados son preliminares.

#### AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Fundación Santa María de Albarra-cín y al Museo de Teruel por haber puesto a nuestra disposición los fragmentos cerámicos de Albarra-cín.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO, A.; JIMÉNEZ, A. y PONCE DE LEÓN, P. (2005) *Albarra-cín. El proceso de restauración de su patrimonio*, Albarra-cín.
- COLL, J.; BOTELLA, P.; LARENA, M. T.; DOMÉNECH, M. T. y AURA, E. (1997) "Caracterización química de cubiertas blancas opacas musulmanas de la Valencia medieval (ss. X-XI)", *Caesaraugusta*, 73, pp. 49-58.
- MOLERA, J.; PRADELL, T.; MERINO, L.; GARCÍA-VALLÉS, M.; GARCÍA-ORELLANA, J.; SALVADÓ, N. y VENDRELL-SAZ, M. (1997) "La tecnología de la cerámica islámica y mudéjar", *Caesaraugusta*, 73, pp. 15-41.
- MOLERA, J.; VENDRELL-SAZ, M. y PÉREZ-ARANTEGUI, J. (2001) "Chemical and textural characterization of tin glazes in Islamic ceramic from eastern Spain", *Journal of Archaeological Science*, 28, pp. 331-340.

- PÉREZ-ARANTEGUI, J. y CASTILLO, J. R. (1998) "Examination of the "cuerda seca" decoration technique on islamic ceramics from al-Andalus (Spain)", *Journal of Archaeological Science*, 26, pp. 935-941.
- PÉREZ-ARANTEGUI, J.; RUIZ, E. y CASTILLO, J.R. (1997) "La cerámica "verde y negro" de los talleres islámicos de Zaragoza: características de sus recubrimientos", *Caesaraugusta*, 73, pp. 13-47.