

EL ABASTECIMIENTO CERÁMICO DE ALCÁZAR SEGUER EN ÉPOCA PORTUGUESA

NUEVOS DATOS A PARTIR DE LA ARQUEOMETRÍA

Javier G. Iñáñez, Joana Bento Torres, Estefania Calparsoro, Gorka Arana, André Teixeira

INTRODUCCIÓN

El presente estudio aborda la caracterización química y mineralógica de las pastas de 48 cerámicas procedentes de Alcázar Seguer (Ksar Seghir), yacimiento arqueológico situado en la orilla Sul del Estrecho de Gibraltar, a unos 20 km de Tánger al Oeste, de Ceuta al Este, y de Tarifa al Norte. Los primeros estudios arqueológicos relevantes en el yacimiento fueron los conducidos por Charles L. Redman, frente a un equipo americano-marroquí, entre 1974 y 1981. Estos trabajos, que llevaron a la excavación de unos 18% del yacimiento, permitirán la identificación de dos grandes fases de ocupación, una medieval islámica y una portuguesa fechada entre 1458 y 1550 (síntesis en Redman, 1986). Desde 2012, una misión luso-marroquí, coordinada por Abdelatif El-Boudjay y André Teixeira, ha retomado las investigaciones, con la excavación de nuevas zonas del yacimiento, la realización de acciones de conservación de estructuras arqueológicas y la revisión de los datos de los antiguos trabajos liderados por Redman, especialmente la ampliación del estudio de los materiales arqueológicos de los niveles portugueses, encuadrados en una investigación sobre los contextos domésticos de esta época.

Entre los objetivos del proyecto luso-marroquí respecto a los materiales cerámicos está ampliar el conocimiento sobre las series tipológicas, estrechar sus fechas cronológicas, detallar áreas de procedencia y rutas comerciales, así como hacer una conexión más clara entre objetos y contextos arqueológicos (un ejemplo de este abordaje puede leerse en Teixeira *et al.*, 2013).

Los materiales arqueológicos de los niveles portugueses de Alcázar Seguer empezaron a ser analizados por el equipo de Charles L. Redman, que incentivó la redacción de tesis de grado, máster y doctorado, a par de varias presentaciones en congresos internacionales de la especialidad y artículos en revistas. Una gran parte de los textos publicados reflejan una aproximación general al material cerámico, presentándose los tipos más significativos en el yacimiento, combinando comúnmente elementos sobre la historia del yacimiento y la evolución de las excavaciones (Redman *et al.*, 1978; Redman y Boone,

1979; Redman *et al.*, 1979; Redman *et al.*, 1980). Otros trabajos enfocaron cuestiones o problemáticas sobre la cerámica y su encuadramiento en el espacio, caracterizándose por su mayor profundidad, tanto en monografías (Boone, 1980; Sinopoli, 1980; Redman, 1986), como en artículos (Redman, 1980a; Redman, 1980b; Redman, 1982; Boone, 1984). Igualmente, se realizó una reflexión teórica sobre abordajes metodológicos a la cerámica medieval (Redman, 1979).

Finalmente, surgieron trabajos sobre los primeros análisis arqueométricos hechos en Alcázar Seguer realizados en el cuadro del mencionado proyecto americano-marroquí. Estos autores se centraron principalmente en producciones islámicas, con el análisis esencialmente de 48 cuencos del período de ocupación mariní de los siglos XIII hasta XV, incluyendo en la muestra cinco atifles del yacimiento, mediante petrografía y análisis químico por activación neutrónica. Estos autores reconocieron tres grandes agrupaciones químicas, identificando dos producciones locales (una de las cuáles directamente relacionada con la ciudad); la tercera, sugerían, podría ser del Valle del Guadalquivir, aunque sin poder precisar más (Myers y Blackman, 1986, p. 61-64). Un segundo trabajo arqueométrico, hecho en un cuadro más amplio de estudio de la difusión de las lozas sevillanas en el mundo, analizó 11 muestras de Alcázar Seguer, conectando los hallazgos de loza blanca con decoración en azul o en azul y morado como producciones oriundas de los alfares trianeros (Myers *et al.*, 1992, p. 136-137). El ámbito de la investigación es así, hasta la fecha, muy reducido y circunscrito a tipos muy específicos.

En el cuadro de la misión luso-marroquí en Alcázar Seguer, André Teixeira propuso una candidatura al concurso de proyectos en arqueología de la Fundación Calouste Gulbenkian, bajo el título *Espaços e vivências urbanas do período português no Norte de África: arqueologia em torno do Estreito de Gibraltar (séculos XV a XVII)*, que recibió financiación para los años 2015 y 2016. Esto permitió la continuidad de las misiones de campo empezadas en 2012, pero también la realización de un estudio arqueométrico de cerámicas arqueológicas del Norte de África.

Las acciones en Alcázar Seguer en estos años llevarán a la conclusión del estudio de los materiales arqueológicos de una de las áreas que había sido excavada por el equipo de Charles L. Redman, el cuadrado E17N10-E18N10-E18N9. Aquí se tenían detectado dos estructuras domésticas de época medieval islámica, sobrepujadas por dos unidades habitacionales-artesanales de ocupación portuguesa¹. Tanto en los niveles que cubrían las estructuras islámicas, como en los que resultaban del colapso de las casas portuguesas, fueron descubiertos materiales arqueológicos fechados entre los siglos XV y XVI, hoy depositados en las reservas de la Conservation du Site Archéologique de Ksar Seghir. En los dos casos, estas cerámicas se encuadran genéricamente en los tipos definidos para la fase portuguesa de Alcázar Seguer (Redman, 1986, p. 190-201; Teixeira *et al.*, 2013; Teixeira *et al.*, 2016; Teixeira y Torres, en prensa). Algunas de estas piezas presentan conocidos elementos decorativos y tecnológicos que son de especial relevancia para su clasificación de visu. Se analizaron cerámicas con cubierta esmaltada estannífera, con cobertura vidriada plumífera y también piezas bizcochadas, además de utilaje con diferentes tamaños, tanto servicio de mesa, como vajillas de cocina o de almacenaje y transporte. Así, las muestras de cerámica para este estudio arqueométrico fueron cogidas entre 2015 y 2016 por André Teixeira y Joana Bento Torres en las reservas del yacimiento, siendo todas ellas procedentes de contexto arqueológico, pudiendo ser consideradas ilustrativas de los tipos más importantes documentados en Alcázar Seguer.

El estudio arqueométrico fue realizado por Javier G. Iñáñez, Estefanía Calparsoro y Gorka Arana, investigadores de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Al respecto, Javier G. Iñáñez agradece el apoyo del Ministerio de Economía y Competitividad (HAR2013-46853-P) y su contrato en el marco del programa Ramón y Cajal (RYC-2014-16835). Estefanía Calparsoro, a su vez, agradece el contrato predoctoral FPI (BES-2014-068940). Los análisis de DRX y las fusiones alcalinas para el posterior análisis ICP-MS fueron realizados en los Servicios Generales de Investigación de la de la Universidad del País Vasco (SGIker).

Significativamente, el presente estudio ha permitido aportar información relevante sobre la proveniencia, o sea el lugar de producción de acuerdo a criterios geoquímicos, de algunas series de discutida atribución entre los estudiosos de la cerámica bajomedieval y moderna peninsular y del Norte de África.

MUESTREO Y RUTINA ANALÍTICA

El criterio de elección de las 48 muestras cerámicas de Alcázar Seguer analizadas fue la de abarcar los tipos y las formas más comunes reconocidas hasta la fecha

en nuestros estudios sobre los contextos de ocupación portuguesa (tabla 1 y lámina 1). Se identifican seis tipos cerámicos.

El primero, es lo de la cerámica esmaltada, caracterizada por sus pastas entre el beige, el amarillo y el rosa claro, bien depuradas y con desgrasantes de tamaño finísimo a pequeño; ambas superficies son revestidas de esmalte blanco de calidad variable (KSG12, KSG16, KSG20 y KSG44), algunas con decoración en azul y morado (KSG42 y KSG45), otras un revestimiento de mitad blanco y mitad verde (KSG19 y KSG46). Las formas más abundantes son los platos y las escudillas. Históricamente, la hipótesis de partida para estas producciones es que provienen de la región de Sevilla, al largo de los siglos XV y XVI, como apuntaban los hallazgos arqueológicos americanos (Deagan, 1987, p. 56-57; Marken, 1994, p. 94-139), confirmados por estudios hechos en la ciudad andaluza (Pleguezuelo y Lafuente, 1995, p. 228; Pleguezuelo, 1997, p. 356; Iñáñez, 2007, p. 307-329; Fernández de Marcos *et al.*, 2017). Los análisis arqueométricos hechos anteriormente en Alcázar Seguer vinculaban estas piezas con las producciones de los alfares de Triana (Myers *et al.*, 1992, p. 136-137). El segundo grupo es lo de la cerámica con revestimiento vidriado plumífero melado homogéneo y bastante adherente, presentando pastas de colores entre el amarillo, naranja y el rosa de tonos claros, con desgrasantes de calibre finísimo a pequeño. Este tipo cerámico incluye principalmente escudillas (KSG48 y KSG49) y platos (KSG5 y KSG50), pero también jarros (KSG51 y KSG54), lebrillos (KSG4) y bacines (KSG13). Destaque para dos platos con decoración bajo cubierta en marrón (KSG6 y KSG7). Esta producción parece enmarcarse en las producciones sevillanas del siglo XV a inicios del XVI, considerando los paralelos recuperados en los conjuntos de bóvedas de esta ciudad (Amores y Chisvert, 1993, p. 288-289, 291-292, 314-315, 321, 323; Pleguezuelo *et al.*, 1999, p. 274, 276, 288, 291).

Con características bien distintas, tenemos en tercer lugar ollas y cazuelas con aplicación de vidriado plumífero naranja/marrón, presentando pastas más oscuras que las anteriores – naranjas o rojizas –, con mayor abundancia de desgrasantes de pequeño calibre y textura menos homogénea (KSG27, KSG28, KSG30, KSG31, KSG33 y KSG34). Estas piezas subrayan por continuar una tradición tecnológica y formal islámica, aunque con algunas variaciones. Se encuentran paralelos de utilización en niveles bajomedievales de Sevilla (Huarte *et al.*, 1999, p. 150), en los siglos XV y XVI de Los Guájares en Granada (García, 1995, p. 249-250, 254-255), y en el siglo XVI de las bóvedas de los claustros de Santo Domingo, en Jerez de la Frontera (Barrionuevo, 2008-2009, p. 275-276), aunque su proveniencia de producción nunca ha sido claramente apuntada.

En cuarta plaza tenemos el grupo de las cerámicas con cubierta vidriada plumífera verde, de que se destacan claramente los lebrillos, con un característico revestimiento oscuro en la superficie interna y sobre el borde, quedando en la cara externa el engobe beige de preparación (KSG1, KSG2 y KSG3). La pasta es clara (beige, rosa, naranja) con algunos desgrasantes de ca-

1. Los resultados de los trabajos y la descripción general de la estratigrafía, estructuras y materiales encontrados pueden leerse en el artículo "L'évolution de l'habitat domestique à Ksar Seghir à la fin du Moyen Âge: étude archéologique et conservation d'une maison mérinide-portugaise", publicado en este mismo libro.

libre pequeño a medio. Ampliamente documentados en Alcázar Seguer, estos objetos podrían haber sido producidos en el valle del Guadalquivir, donde se hallaron ejemplares semejantes (Amores y Chisvert, 1993, p. 288, 314-315; Barrionuevo, 2008-2009, p. 271, 274). El quinto grupo incluye la cerámica bizcochada de pastas claras, entre beige y rosa, con presencia intermedia de desgrasantes de calibre finísimo a medio. Sus superficies externas presentan alisado y, a veces, una tonalidad más clara que la pasta, dando una uniformidad de tono al conjunto. Se registra una panoplia de formas relacionadas con el almacenamiento y el transporte, como cántaros (KSG23) y tinajas (KSG17, KSG24, KSG25 y KSG26), con floreciente producción en los siglos XV y XVI en el valle del Guadalquivir (Amores y Chisvert, 1993, p. 288, 293; Pleguezuelo *et al.*, 1999, p. 275; Barrionuevo, 2008-2009, p. 271, 275-277). Cabe señalar también, con fábricas semejantes a las anteriores, los morteros (KSG21), los bacines y los lebrillos (KSG22), también con paralelo en los alfares de la región sevillana (Amores y Chisvert, 1993, p. 280, 281, 305; Pleguezuelo *et al.*, 1999, p. 281; Barrionuevo, 2008-2009, p. 265, 268).

Por fin, tenemos el grupo de la cerámica bizcochada de pastas rojizas, con tonos entre el naranja y el rojo oscuro, con presencia media de desgrasantes de calibre pequeño y pequeña cantidad de desgrasantes medios, con superficies alisadas o bruñidas (menos comunes) y con una cocción ni siempre uniforme. Es un grupo con grande variedad formal, pero en estudio apenas se analizarán lebrillos (KSG8, KSG43), ollas (KSG10, KSG15, KSG32 y KSG37), cazuelas (KSG40, KSG52 y KSG53) y una tapadera (KSG39). Todo este conjunto encuentra similitudes en las producciones de Portugal, especialmente en las de la región de Lisboa (Marques *et al.*, 2012; Nunes y Filipe, 2012; Teixeira *et al.*, 2015, p. 131-132).

El estudio químico de las pastas cerámicas de los 46 individuos (tabla 1) se ha realizado mediante ICP-MS, determinándose 42 elementos químicos, mayores, menores y trazas: Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Co, Pb, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Ho, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U. Esta técnica ha sido llevada a cabo en la Universidad del País Vasco, en el laboratorio del Departamento de Química Analítica y los Servicios Generales de Investigación SGIker. Estas técnicas se consideran destructivas, puesto que se necesita obtener una muestra molida de grano muy fino (inferior a 60 μm) de pocos gramos para su preparación. Orientativamente se tomaron unos 5 g de cada individuo cerámico para garantizar la homogeneidad y representatividad de la muestra tras previo corte con una sierra de diamante. La muestra cerámica, una vez limpiada mecánicamente y pulverizada usando un molino planetario de bolas de carburo de wolframio, ha sido puesta en solución usando el método de la fusión alcalina. Este método consiste en la fusión de aproximadamente 250 mg de muestra en un crisol de platino-oro junto a 500 mg de un fundente (LiBO_2) a más de 1100°C durante varios minutos. La masa fundida es, entonces, vertida sobre un vaso de precipitado con una solución de ácido nítrico (HNO_3), la cual será diluida a 1:200. Esta

solución ha sido entonces analizada mediante ICP-MS. La técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS según sus siglas en inglés), es una técnica de análisis capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica a niveles de ppb (partes por billón) e incluso ppt (partes por trillón). Es una variante de las técnicas de análisis por espectrometría de masas. Las ventajas principales de esta técnica radican en la alta precisión y bajos límites de detección, permitiendo analizar la mayoría de los elementos e isótopos presentes en la tabla periódica de manera simultánea. La muestra líquida es vaporizada e ionizada gracias a un plasma de Ar. La muestra, en forma líquida, es transportada por medio de una bomba peristáltica hasta el sistema nebulizador donde es transformada en aerosol gracias a la acción de gas argón. Dicho aerosol es conducido a la zona de ionización que consiste en un plasma generado al someter un flujo de gas argón a la acción de un campo magnético oscilante inducido por una corriente de alta frecuencia. En el interior del plasma se pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 8000 K. En estas condiciones, los átomos presentes en la muestra son ionizados. Los iones pasan al interior del espectrómetro de masas a través de una interfase de vacío creciente, donde son separados según su relación carga/masa. Cada una de las masas separadas llega al detector donde se evalúa su abundancia en la muestra por calibración con muestras de referencia certificadas de características similares. Además, también se ha determinado la pérdida por calcinación mediante gravimetría.

El análisis elemental de los extractos se llevó a cabo mediante ICP-MS (NexION 300, Perkin Elmer) dentro de una sala limpia de clase 100 en el Departamento de Química Analítica de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). El argón utilizado fue suministrado por Praxair (99.999%, Madrid, España). Las diluciones se prepararon gravimétricamente en una balanza analítica Mettler-Toledo modelo XS205 (Columbus, OH, EEUU) de precisión ± 0.00001 g. Se utilizaron Sc, Ge, In, Re y Bi como estándares internos. Las condiciones del plasma tales como el flujo de argón del nebulizador, la posición de la antorcha y los voltajes de las lentes del instrumento se optimizaron antes de cada sesión de medidas aspirando una disolución estándar de Mg, Rh, In, Ba, Pb y U de 1 ng/mL de concentración. El flujo de gas del nebulizador se optimizó obteniendo un compromiso entre sensibilidad y nivel bajo de óxidos (inferior al 2.5% para la relación CeO/Ce). Los resultados de los análisis químicos por ICP-MS pueden ser consultados en la tabla 1.

Los datos químicos han sido tratados como datos composicionales y transformados en logaritmos de razones para su tratamiento estadístico (según Aitchison, 1986; 2002). Siguiendo esta metodología, se han definido los grupos de referencia basados en la composición química para cada centro productor, como un paso fundamental en los estudios de proveniencia. La determinación mineralógica de las pastas cerámicas ha sido llevada a cabo mediante Difracción de Rayos X (DRX). Los datos mineralógicos obtenidos

por DRX han aportado una información importante sobre las principales fases de cocción, criptocristalinas, a partir de las cuales se ha podido estimar las Temperaturas de Cocción Equivalentes (TCE) y fases de alteración y/o contaminación. Las muestras molidas se han analizado mediante DRX de polvo en un difractor PANalytical Xpert PRO, equipado con tubo de cobre ($\lambda_{Cu_{K\alpha 1}}=1,5418\text{\AA}$, $\lambda_{Cu_{K\alpha 2}}=1,54060\text{\AA}$ y $\lambda_{Cu_{K\alpha 2}}=1,54439\text{\AA}$), goniómetro vertical (geometría Bragg-Brentano), rendija programable de divergencia, intercambiador automático de muestras, monocromador secundario de grafito y detector PixCel. Las condiciones de medida han sido 40 KV y 40 mA, con un barrido comprendido entre 5 y 70^otheta. Para el tratamiento informático de los difractogramas obtenidos e identificación de las fases presentes se ha empleado el software específico PANalytical X'pert HighScore, en combinación con la base de datos PDF2 del ICDD.

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

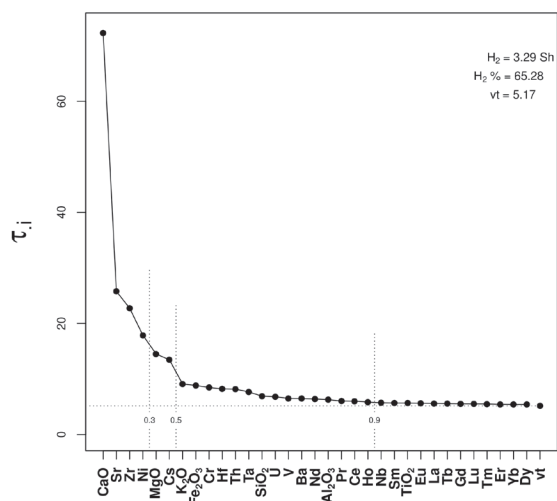
En el estudio de la composición química no se consideran los componentes Co y W, ya que, al formar parte de la composición química principal de la celda y bolas de carburo de wolframio del molino utilizado para la pulverización y homogeneización de las muestras cerámicas, pueden estar contaminados, sin que esta contaminación pueda ser controlada y corregida durante el tratamiento estadístico. Igualmente, los valores de Rb, de Na y de K han sido utilizados con ciertas restricciones debido a la concurrencia, en un número relevante de los individuos cerámicos, de un doble proceso de alteración de la fase vítrea de la cerámica con lixiviación de potasio y rubidio, y la subsiguiente cristalización de analcima, una zeolita sódica, o wairakita, su variante más cálcica, con la fijación de sodio procedente de las aguas de circulación del suelo. De esta manera, la afectación de este doble proceso de alteración y contaminación es difícilmente cuantificable, otorgando valores de estos componentes imposibles de corregir hasta el momento (Buxeda *et al.*, 2002; Iñáñez, 2007, p. 151; Schwedt *et al.*, 2006). Por lo que respecta al Zn, este elemento también ha sido excluido del tratamiento estadístico de los datos químicos obtenidos por ICP-MS, debido a que muchos de los individuos analizados presentan contenidos inferiores a su límite de detección y a una alta variabilidad por ICP-MS. Tampoco se ha utilizado el Pb al tener muchas de estas cerámicas una cubierta vidriada con alto contenido en plomo, y al no poder controlar el efecto de la migración de este elemento en la matriz cerámica, no es aconsejable, por lo tanto, su utilización en el tratamiento estadístico. Además, tampoco se han tenido en cuenta los valores de P y As, pues muestran una variabilidad muy alta en el conjunto de datos y son, por lo tanto, susceptibles de deberse a contaminación debido a la etapa de uso o postdeposicional de la cerámica.

La rutina estadística utilizada consistió en la transformación de los datos químicos utilizados en logaritmos de razones y su división por la variable de menor variabilidad, según $x \in S^d \rightarrow y = \log\left(\frac{x-D}{x_D}\right) \in R^d$ (ecuación

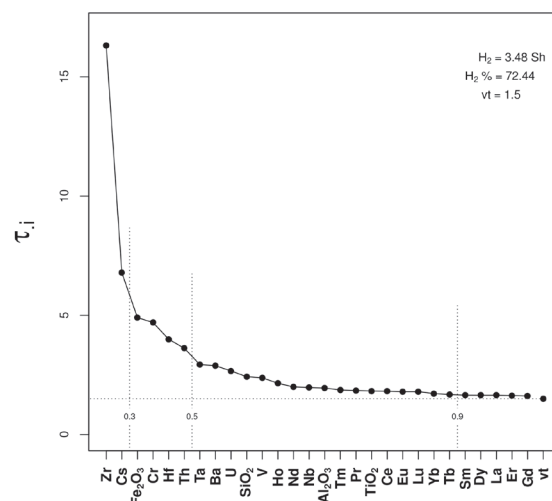
1), donde S^d es el simplex d-dimensional ($d=D-1$) y $x-D=(x_1, \dots, x_d)$ (Aitchison, 1986; Aitchison *et al.*, 2000; Buxeda, 1999). Es decir, para cada individuo se dividen los valores de sus diversos elementos químicos por el de un elemento determinado y de cada resultado se toma su logaritmo. Esta transformación permite corregir algunas de las variaciones inducidas por la temperatura de cocción, las contaminaciones y las alteraciones y permite obtener resultados directamente comparables entre los diversos individuos analizados.

Para el tratamiento de la composición química obtenidos (tabla 2), los individuos estudiados de Alcázar Seguer han sido comparados con el banco de datos sobre cerámica medieval y moderna generado por Iñáñez y colaboradores. Este banco de datos consta de más de 1000 individuos cerámicos de los periodos bajomedieval y modernos analizados por múltiples técnicas analíticas ICP-MS, FRX, AAN, SEM, DRX. La mayoría de los individuos cerámicos que conforman el banco de datos de referencia corresponden a los principales centros productores de la Península Ibérica, tanto españoles como portugueses (Sevilla, Lisboa, Talavera de la Reina, Puente del Arzobispo, Paterna, Manises, Barcelona, Reus, Vilafranca del Penedès, Lleida, Teruel, Muel, Villafeliche, Logroño, Orduña, Elosu), así como de multitud de centros receptores peninsulares. Igualmente, contamos en este banco de datos con individuos cerámicos procedentes de las Islas Canarias y las Islas Azores, así como con gran cantidad de materiales cerámicos coloniales, principalmente americanos (especialmente de Panamá, de Perú, de Colombia, de Argentina, de la República Dominicana, de los Estados Unidos de América, entre otros). Para una visión más específica sobre el banco de datos, véase Iñáñez (2007), Iñáñez *et al.* (2009; 2008; 2007b) y Buxeda *et al.* (2011, 2012).

Respecto a la naturaleza química de la muestra bajo estudio, la matriz de variación composicional (MVC) muestra una variación total (vt) de 6.72 (figura 1), denotando el carácter poligénico de las composiciones químicas de los diferentes grupos de referencia de pasta y los individuos cerámicos (Ic) desconocidos (Buxeda y Kilikoglou, 2003). A partir del estudio de la MVC se puede observar que, además de los elementos ya conocidos como problemáticos por su relación con fases de alteración y/o contaminación (As, Na, K y Rb), se da la ocurrencia de una variabilidad relativamente alta para otros elementos químicos utilizados en la primera aproximación estadística. Éstos son, principalmente, el Mg y el Ni, además del Ca y el Sr. No obstante, el Ca y el Mg pueden ser considerados como elementos relacionados directamente con la tecnología y la acción conductual individual o colectiva por parte de los artesanos que manufacturaron estas cerámicas, los cuáles la influyen (para una discusión más profunda sobre este tema, véase Buxeda *et al.*, 2008; Skibo y Schiffer, 2008). Los elementos que se pueden considerar principalmente responsables de esta variación son CaO, Pb, Sr, MgO, Ni, P₂O₅, mostrando todos ellos un $vt/\tau_i < 0.5$. Contrariamente, la variable que introduce la menor variabilidad al conjunto de los datos es el Nb (vt/τ_i



1. Diagrama expresando la variación química de los diferentes elementos utilizados en el tratamiento estadístico. $vt/\tau_{i,i}$ =parte de la variación total en la matriz de covariancias de logaritmos de razones utilizando el componente xi como divisor respecto a la variación total con indicación de aquellos elementos con una $vt/\tau_{i,i}$ superior a 0.5, indicando las respectivas variaciones para la matriz de variación calculada sobre la subcomposición: Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U.



2. Diagrama expresando la variación química de los diferentes elementos utilizados en el tratamiento estadístico. $vt/\tau_{i,i}$ =parte de la variación total en la matriz de covariancias de logaritmos de razones utilizando el componente xi como divisor respecto a la variación total con indicación de aquellos elementos con una $vt/\tau_{i,i}$ superior a 0.5, indicando las respectivas variaciones para la matriz de variación calculada sobre la subcomposición: Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Cu, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U.

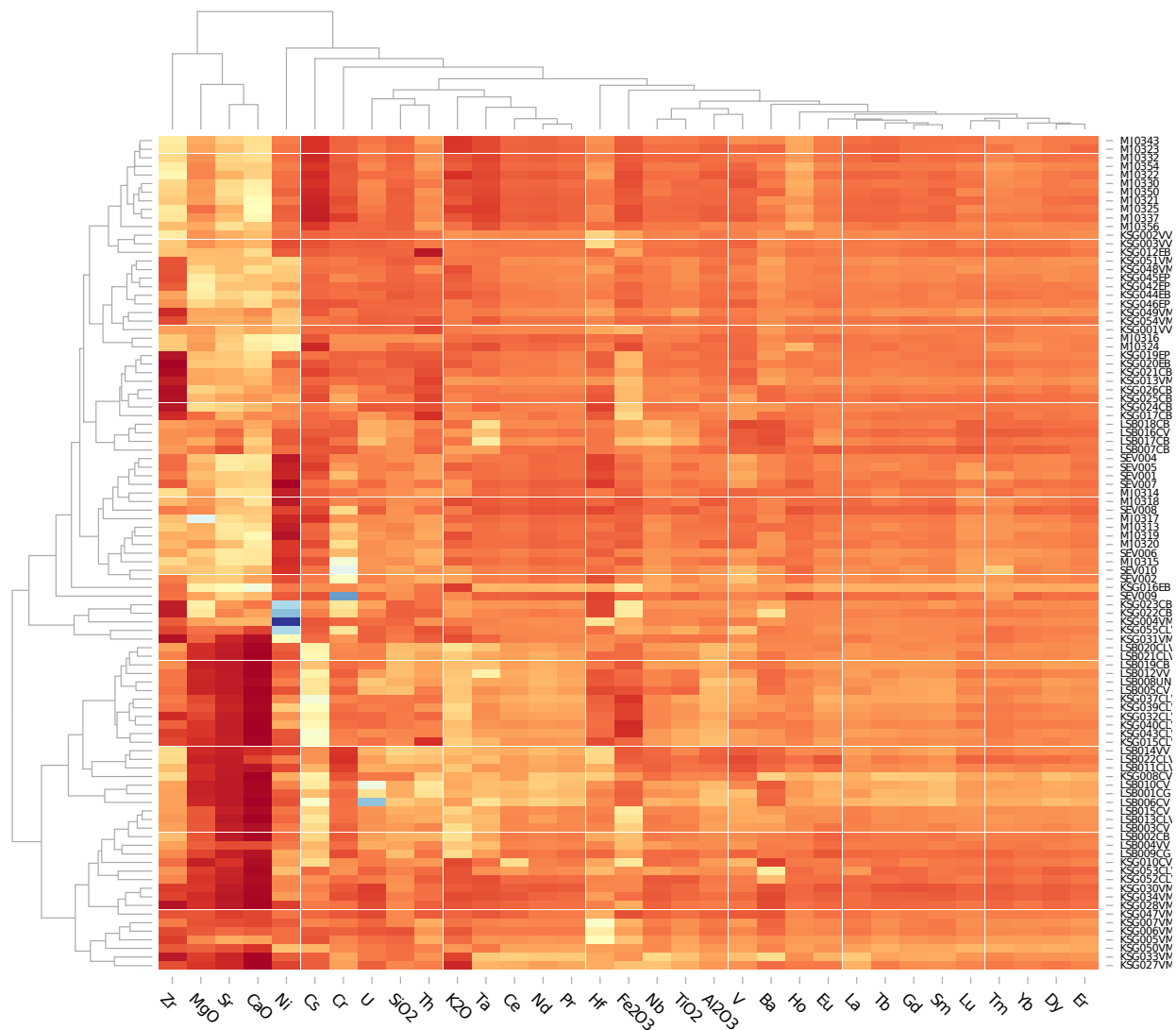
$i=0.929$). No obstante, al considerar la contribución de los elementos CaO, Pb, Sr, MgO, Ni, P_2O_5 , posiblemente debido a alteraciones difícilmente identificables mediante el simple análisis químico, la variable que introduce la menor variabilidad al conjunto de los datos consiste en el Ho ($vt/\tau_{i,i}=0.889$), mientras que la variabilidad total queda sensiblemente reducida ($vt=1.86$) (figura 2). Por estos motivos, el Ho ha sido escogido como divisor en la consiguiente transformación en logaritmos de razones.

Como resumen del conjunto químico de los datos y su variación, se presenta el gráfico resultante del mapa de calor o "heatmap", en el cuál se asigna un color a cada variable por cada individuo según presente valores superiores (colores cálidos) o inferiores (colores fríos) a la concentración media para esa variable en el conjunto de los individuos estudiados. La intensidad del color indica la dispersión de esos valores, siendo los de mayor intensidad más lejanos a la media, permitiendo así identificar rápidamente valores *outliers* (figura 3). Además, como resultado del tratamiento estadístico realizado, se presentan el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis por agrupación (AA), realizado con el programa de análisis estadístico de código abierto R (R Core Team, 2014).

Para el AA realizado, se presenta el dendrograma resultante del análisis de conglomerados de los datos químicos utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el proceso aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Al, Ba, Ce, Cr, Dy, Eu, Fe, Hf, K, Lu, Mn, Nd, Sc, Sm, Ta, Th, Ti, V, Yb, Zr con la transformación ALR (ecuación 1) utilizando el Ho como divisor (figura 4). En este gráfico, a partir de todos los individuos ini-

ciales que se encuentran en su base, se establece un proceso jerárquico de aglomeración, esto es la unión en cada etapa de un individuo con otro o con otro grupo, o bien de un grupo con otro, hasta la obtención de un único grupo formado por todos los individuos analizados. De esta manera, cuanto más alejada de la base se produzca la unión, menos parecidos son los individuos que se unen en su composición química. En este caso en concreto, el estudio del dendrograma muestra una estructura compleja con la presencia de diversos grupos donde se engloba la práctica totalidad de los individuos estudiados (tabla 1). El estudio del dendrograma de los individuos cerámicos analizados y su contrastación estadística con los grupos de referencias de las principales producciones peninsulares (figura 4) sugiere la existencia de 5 grandes agrupaciones en el conjunto de datos, los cuales están directamente relacionados con grupos composicionales de pasta.

Con tal de profundizar en el estudio estadístico del conjunto de datos químicos para intentar asignar una proveniencia a estas piezas desconocidas y corroborar las anteriores asignaciones, se ha procedido al estudio de la variabilidad del conjunto de datos teniendo en cuenta los grupos de referencia ya asignados. Para tal efecto, se ha realizado un análisis de componentes principales. Este tipo de exploración estadística consiste en la reducción de las dimensiones numéricas existentes en el conjunto de datos mediante la identificación de las principales variaciones (componentes principales o CP) a partir de la transformación lineal de la matriz de covariancia. Estos nuevos componentes principales se ordenan por orden de importancia de mayor a menor, siendo el CP1 el que mayor variación



3. Diagrama de calor (heatmap) de las diferencias en las composiciones químicas de las cerámicas estudiadas de acuerdo al gradiente de color para su visualización (color más frío – azul – indica mayor diferencia, color más cálido – rojo – menor diferencia).

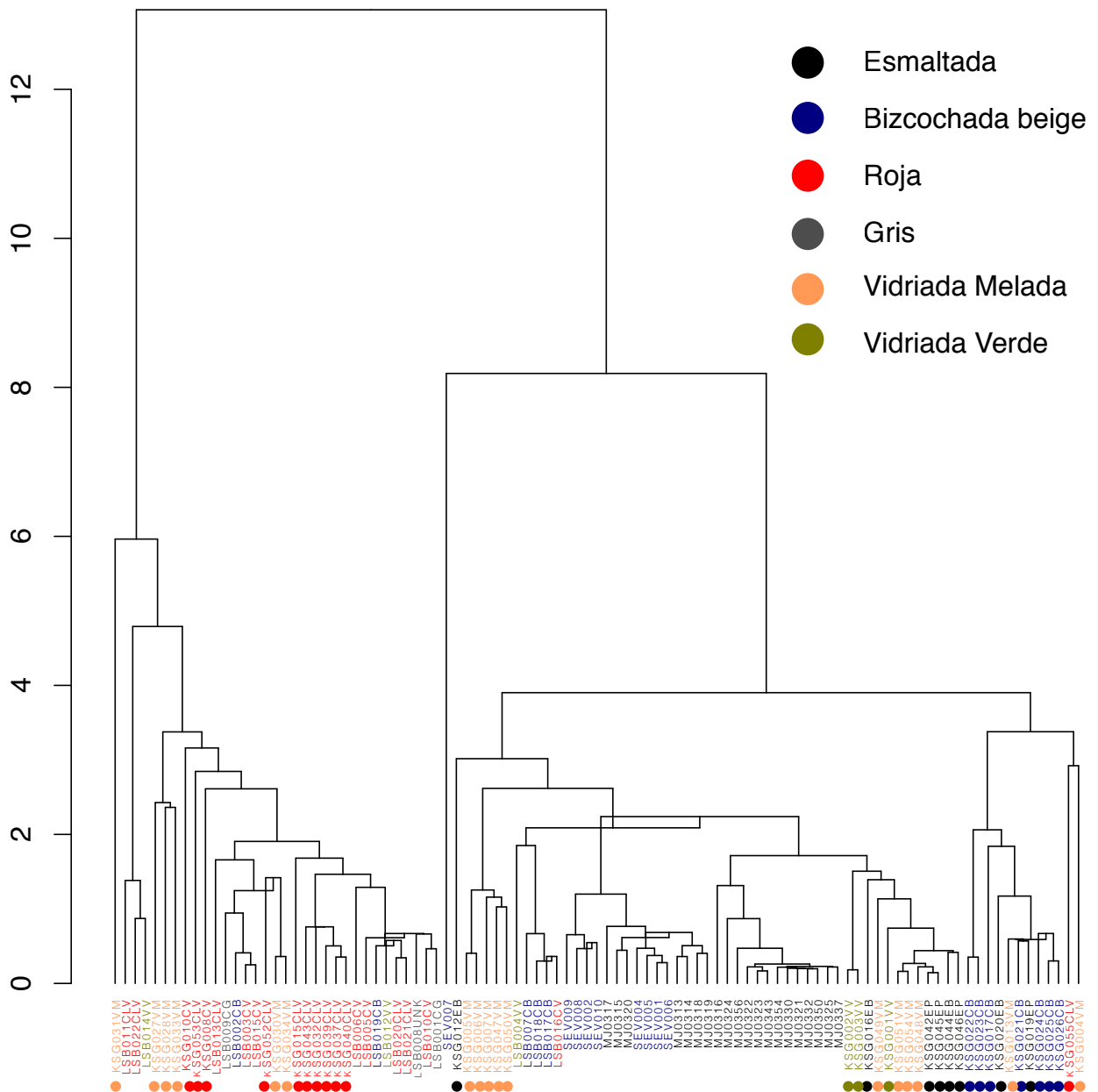
explica sobre el conjunto de datos, el CP2 el segundo con mayor variación, y así sucesivamente. Sobre esta nueva dimensión se proyectan las composiciones también transformadas de los individuos cerámicos estudiados y se estudian sus relaciones espaciales. De esta manera, se ha realizado un análisis estadístico de componentes principales sobre la subcomposición Al, Ca, Ce, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, K, Lu, Mn, Nd, Sc, Sm, Sr, Ta, Th, Ti, U, V, Yb, Zr con la transformación ALR (ecuación 1) utilizando el Ho como divisor (figura 5). El estudio de los componentes principales nos indica que los siete primeros componentes principales representan el 95% de la variancia del conjunto de datos, siendo los dos primeros componentes principales los que explican una variancia del 69% del conjunto de datos. De esta manera se puede realizar una reducción estadística de la realidad n-dimensional del conjunto de elementos y muestras de manera fiable. La muestra la proyección de los individuos cerámicos analizados usando los valores calculados de los componentes principales 1 y 2 en el eje horizontal y vertical, respectivamente. La mayoría de los individuos se corresponden, en gene-

ral, con las asignaciones realizadas anteriormente mediante el análisis de agrupamiento.

Por lo expuesto anteriormente, se ha comprobado la existencia de 4 grandes agrupaciones: 3 grupos formados por cerámicas calcáreas y 1 grupo formados por cerámicas no-calcáreas (figura 5). Sobre las calcáreas se ha comprobado que las tres agrupaciones son formadas por cerámicas de los grupos de referencia de Sevilla.

El primero, etiquetado como Sevillao1, se compone de loza blanca, incluyendo a los grupos de referencia sevillanos (Iñáñez, 2007), así como también las muestras de lebrillos vidriados en verde (KSG1, KSG2 y KSG3) y las de platos vidriados melados con decoración en marrón (KSG6 y KSG7) de Alcázar Seguer.

El segundo grupo, aquí identificado provisionalmente como Sevillao2, se puede relacionar composicionalmente con el grupo Sevog identificado recientemente por Fernández de Marcos y colaboradores (2017), asociándose a ello casi todas las cerámicas vidriadas meladas halladas en Alcázar Seguer. Además, también hay una cerámica melada (KSG50) con contenidos bajos en



4. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados de los datos químicos obtenidos por ICP-MS de los 46 Ic utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el algoritmo aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U transformada en logaritmos de razones utilizando el Ho como divisor e indicando la cronología de las piezas en escala de colores.

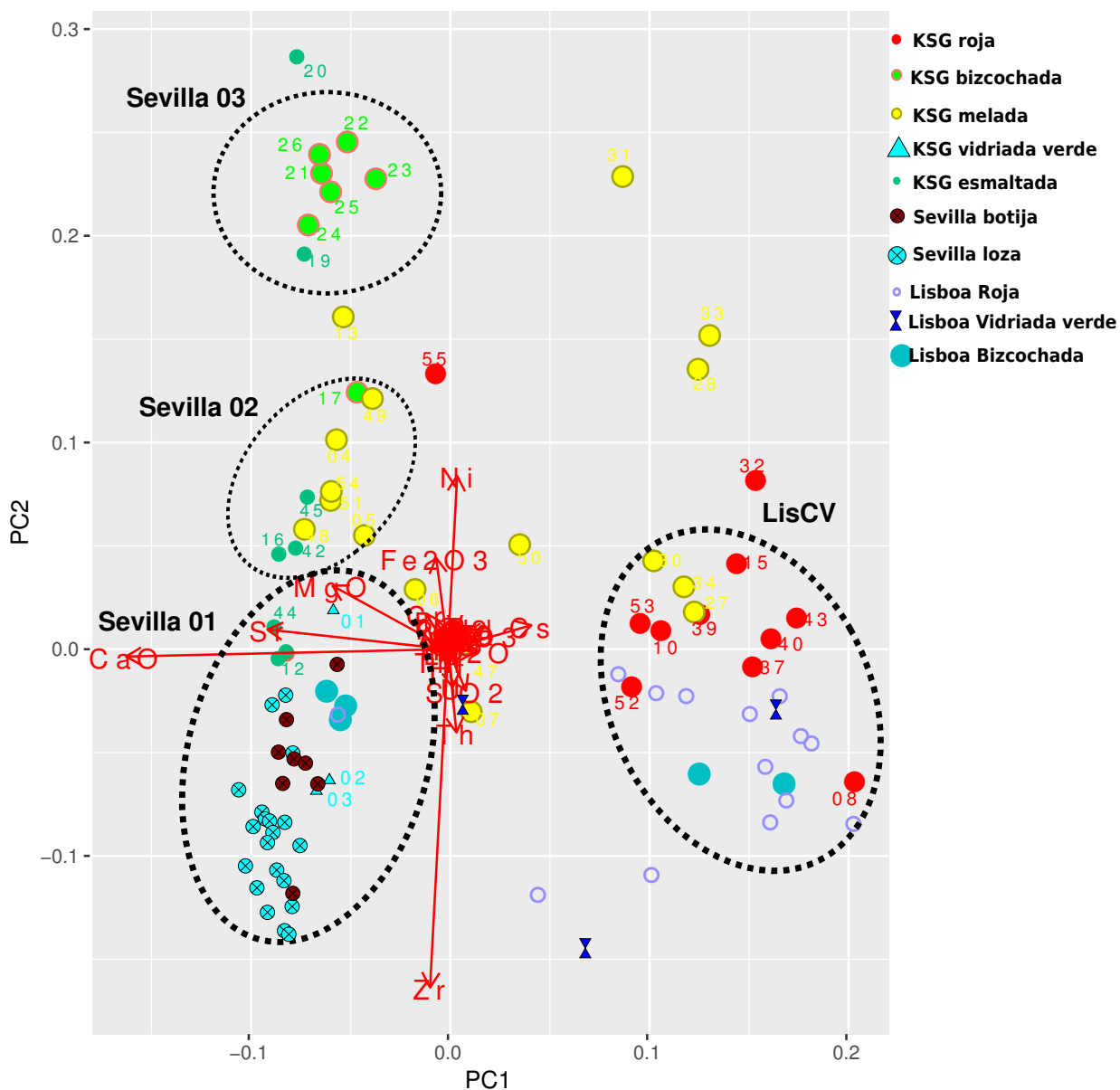
CaO (5%) y que podría relacionarse con las producciones sevillanas del grupo Sevo8. También aquí se encajan las muestras de loza blanca (KSG16) y de loza con decoración azul y morado (KSG42 y KSG45).

El tercer grupo, etiquetada como Sevillao3, incluye la casi totalidad de las cerámicas bizcochadas de pastas claras, pudiendo ser atribuido tentativamente como sevillana, mostrando una composición química parecida a producciones estanníferas identificadas en este trabajo, como la KSG19 o la KSG20.

Por otro lado, se ha identificado una agrupación de cerámicas no-calcáreas compuesta por cerámicas bizcochadas rojizas sin vidriar y etiquetada como LisCV. Interesantemente, esta producción roja hallada en Alcázar Seguer presenta una gran compatibilidad química con las producciones cerámicas rojas identificadas arqueológicamente en Lisboa y utilizadas como referen-

cia en el presente trabajo (figura 5). De esta manera, se puede proponer una proveniencia lisboeta para las producciones rojas de la localidad norteafricana. Es interesante también notar que algunas piezas vidriadas en naranja/marrón (KSG27, KSG30 y KSG34), sin una clara identificación de proveniencia desde el punto de vista de los paralelos arqueológicos, puedan también incluirse en este grupo y, así, tener también como origen posible la capital portuguesa. Las restantes cerámicas vidriadas en naranja/marrón (KSG028, KSG031 y KSG033) han quedado sin adscripción, aunque presenten una similitud alta entre sí, siendo quizás originarias de un mismo centro productor.

La pieza KSG047 quedó también, desafortunadamente, sin clasificación. Es todavía una escudilla singular, con cobertura vidriada melada en una cara y verde en otra. De igual forma, la pieza KSG055 no es compatible



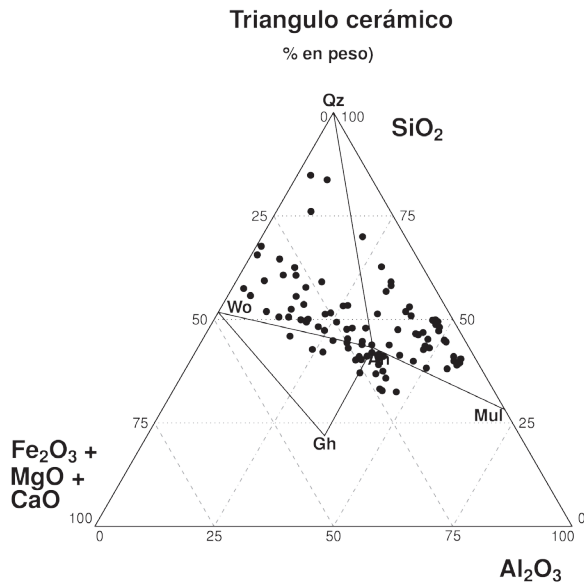
5. Gráfico resultante del primer y segundo componentes principales representando el 69% de la variabilidad del conjunto y calculados a partir de la subcomposición Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U transformada en logaritmos de razones utilizando el Ho como divisor.

con ningún de los grupos identificados químicamente, lo que es explicable, ya que fue identificada en el trabajo arqueológico como una posible cerámica mariní, mezclada en el contexto portugués.

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

La situación de los individuos caracterizados de la muestra del yacimiento de Alcázar Seguer se puede observar en el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO+Fe}_2\text{O}_3\text{+MgO}$ (figura 6). En este diagrama triangular se puede observar como la mayor parte de los individuos de estas producciones se encuentran ubicados en el triángulo de equilibrio termodinámico cuarzo-anortita-wollastonita y en el triángulo wollastonita-anortita-mullita. Esto significa que, partiendo de un magma con la composición de estos individuos,

su enfriamiento llevaría a la cristalización de estos minerales. Evidentemente, en el estudio de las cerámicas no se parte de un magma, sino de una pasta compuesta por minerales arcillosos y otros, formando parte tanto de la fase arcillosa como de las partículas no plásticas o desgrasantes. A medida que la temperatura aumenta durante la cocción, las fases minerales primarias comenzarán un proceso de descomposición que tendrá como resultado la formación de una fase vítrea y la cristalización de fases cristalinas de alta temperatura. De esta manera, y de acuerdo con la temperatura conseguida durante la cocción, puede aproximarse que las fases que cristalizan durante la misma serán las que formen su triángulo de equilibrio termodinámico (Heimann, 1989; Maggetti, 1982). Igualmente, se observa como la mayoría de las cerámicas muestran una tendencia o bien no-calcárea (con CaO por debajo del 5%), o bien calcárea (con CaO por encima del 5%, y por encima del 15% en muchos casos).



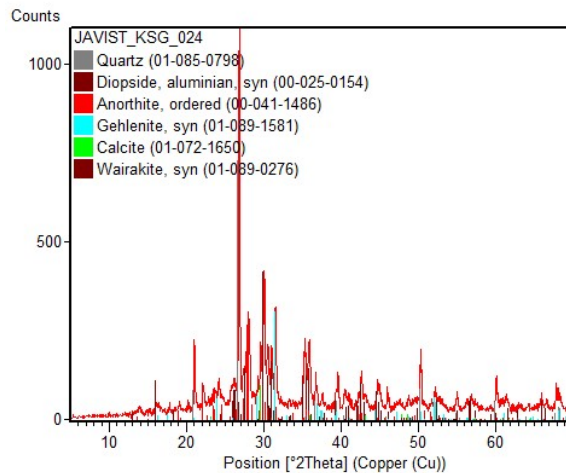
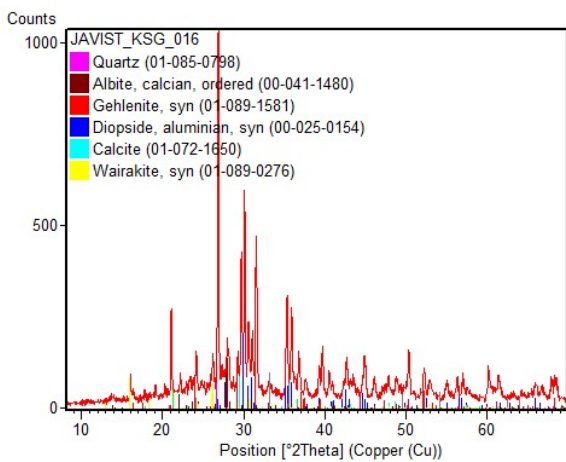
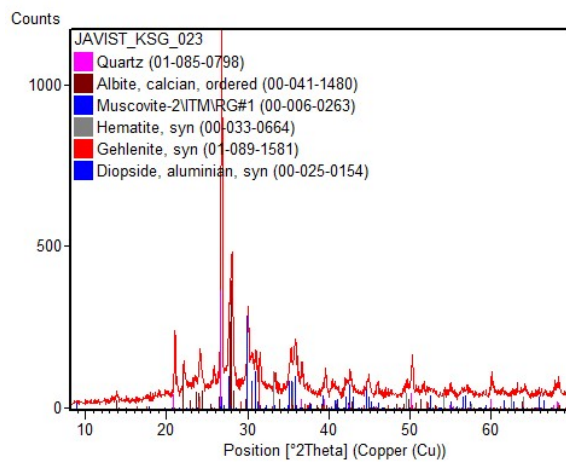
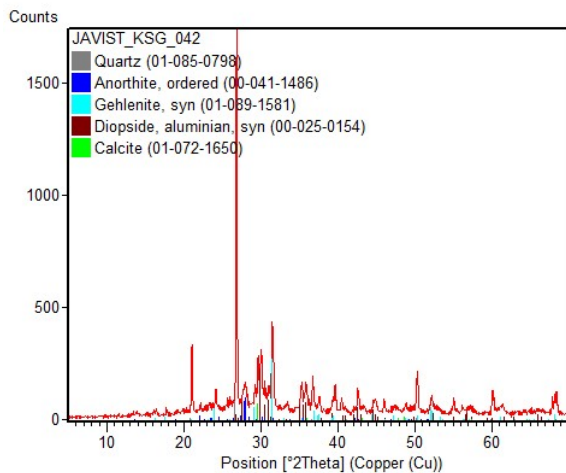
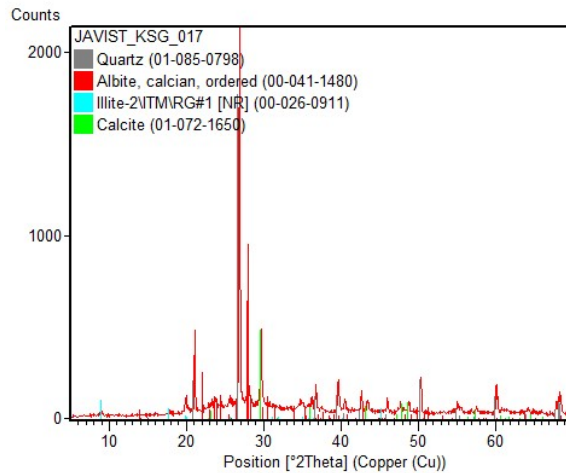
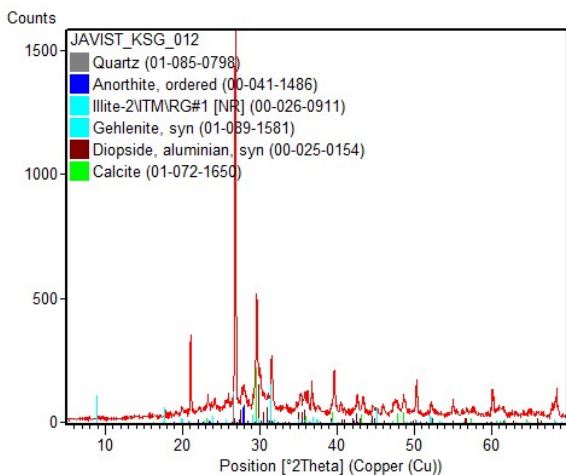
6. Triángulo de equilibrio termodinámico correspondiente a los individuos analizados por ICP-MS del yacimiento de Alcázar Seguer. an: anortita; gh: gehlenita; mu: mullita; qz: cuarzo; wo: wollastonita.

Las fases cristalinas identificadas principalmente han sido: cuarzo, plagioclasas, gehlenita, piroxeno, calcita, illita, hematites, goethita, wairakita. El cuarzo, SiO_2 hexagonal, se considera un mineral constituyente de la materia prima de la cerámica. El feldespato potásico, KAlSi_3O_8 , el cual se considera un mineral constituyente de la materia prima de la cerámica. Las plagioclasas, solución sólida $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, pueden formar parte de la materia prima, pero también formarse durante la cocción como resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. En la mayoría de muestras se halla en cantidades variables y correspondientes a una albita. No obstante, en algunos casos de muestras con silicatos cálcicos, podría tratarse de una plagioclasa más cálcica (más cercana a una anortita). La gehlenita, $\text{Ca}_2\text{Al}(\text{AlSi})\text{O}_7$, tetragonal, se considera resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. El piroxeno cálcico (diópsido) $\text{Ca}(\text{Mg,Al})(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$ monoclinico, se considera resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. La calcita, CaCO_3 trigonal, podría formar parte de la materia prima, pero esto indicaría que no se han alcanzado las temperaturas a las que se descompone este carbonato. Además, también es frecuente como fase secundaria en muchas cerámicas, producto de alteración, recarbonatación, adhesión a las mismas tras el enterramiento, etc. Los filosilicatos del grupo de las micas, illitas principalmente, son un constituyente de la materia prima y se identifican principalmente por sus reflexiones basales (001) a 10\AA (aprox. $9^\circ 2\theta$) y 5\AA (aprox. $17,6^\circ 2\theta$), y por una reflexión no basal en aprox. $19,8^\circ 2\theta$. Finalmente, también se han identificado otras fases minerales. Así, se ha identificado en varios individuos, sobre todo los de color más rojizo, la hematites, Fe_2O_3 . Esta fase es, generalmente, el producto de la oxidación del hierro de la misma en el proceso de cocción, aunque puede formar parte de la materia prima. También se ha identificado la presencia de goethi-

ta, $\text{FeO}(\text{OH})$ ortorrómbico que, aunque puede formar parte de la materia prima, su presencia en la cerámica se considera producto de alteración de óxidos de hierro, pues esta fase se descompone a temperaturas inferiores a 300°C . Además, se detecta la presencia de wairakita, $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4)\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que es el análogo cálcico de la analcima, $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$, es decir, que se trata de una zeolita cálcica hidratada cuya presencia en cerámicas arqueológicas, como fase secundaria principalmente, se explica por la alteración de la fase vítrea de cerámicas calcáreas cocidas a altas temperaturas. La cristalización de wairakita o analcima implica la fijación del calcio o del sodio, respectivamente, de las aguas circulantes (Buxeda *et al.*, 2002; Schwedt *et al.*, 2006; Iñáñez *et al.*, 2007b). La tabla 2 resume las asociaciones minerales para cada individuo cerámico estudiado con indicación a su grupo químico y fábrica identificada.

De la observación de los resultados de los difractogramas se deduce que, básicamente, hay dos tipos de asociaciones cerámicas:

Cerámicas calcáreas, en las que se identifican silicatos de calcio (gehlenita y/o diópsido), y que incluyen como fases secundarias calcita (en casi todos los casos), y ocasionalmente wairakita. Las cerámicas con vidriado, tanto las lozas como las meladas, muestran unas pastas de color cremoso o rosado. Este color viene conferido por el uso de unas pastas calcáreas y cocciones oxidantes, en las que la descomposición de los carbonatos y el desarrollo de piroxenos que incorporen Fe en sus estructuras cristalinas, inhiben la formación de hematites (Molera *et al.*, 1998). De esta manera, se han detectado tres fábricas principales para las cerámicas que componen el grupo Sevilla 01 (figura 7). La primera (F1), presenta una asociación de fases minerales con presencia de illita-moscovita, la cual va descomponiéndose a medida que aumenta la temperatura de cocción equivalente (TCE), con presencia de gehlenita y diópsido, estimándose un rango de temperatura $850-950^\circ\text{C}$. La fábrica F2 presenta, además, formación de hematites, así como en la KSG06 goethita como fase de alteración del hierro. En la fábrica F3 de este grupo ya no es evidente la presencia de illita-muscovita, estimándose una TCE por encima de 950°C . En la agrupación Sevilla 02, se han identificado hasta 6 fábricas de acuerdo a sus fases minerales. Así, la fábrica F1 muestra evidentes picos de illita-moscovita en el pico de 10\AA del difractograma (figura 8), estimándose una TCE en el rango $850-950^\circ\text{C}$. La fábrica F2, así como la F3 además de empezar a ser evidente el inicio de la descomposición de la illita-muscovita, muestra picos de gehlenita y diópsido, mientras que la F3 muestra feldespatos potásicos y hematites. Por lo tanto, su TCE se hallaría en el rango superior de $850-950^\circ\text{C}$. La fábrica F4 ya no muestra indicios de illita-muscovita, y junto a la presencia de hematites, gehlenita y diópsido, se puede estimar una TCE en el rango $950-1000^\circ\text{C}$. La fábrica F5 exhibe similares características que la fábrica F4, pero sin mostrar reflexiones de hematites (F5a) y, en algunos casos, con presencia de wairakita (F5b). De esta manera, se estima una TCE en el rango $950-1000^\circ\text{C}$, pudiendo llegar incluso a los 1050°C para la fábrica F5b. El grupo químico Sevilla 03 se componen de 4 fábricas minera-



7. Difractogramas resumen de las fábricas pertenecientes a las cerámicas estanníferas.

8. Difractogramas resumen de las fábricas pertenecientes a las cerámicas vidriadas meladas.

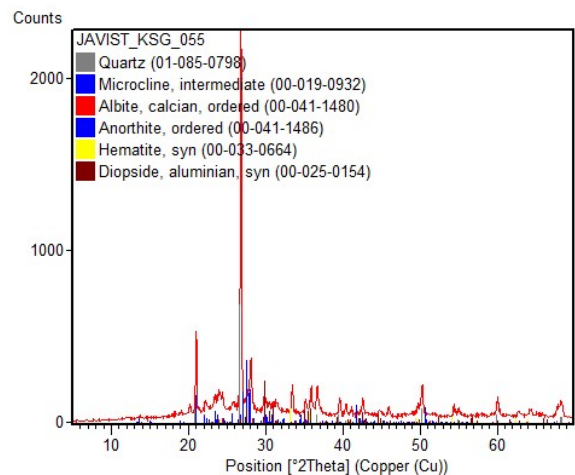
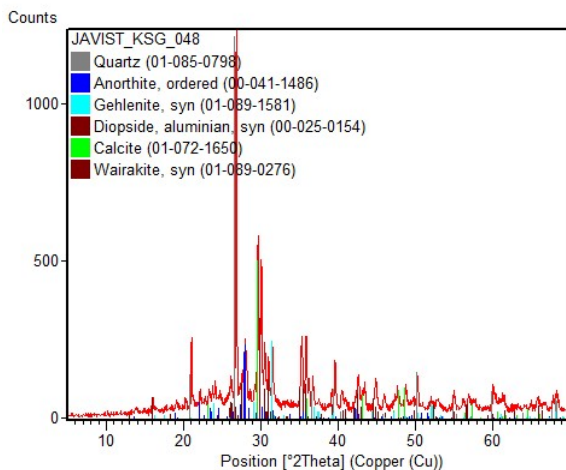
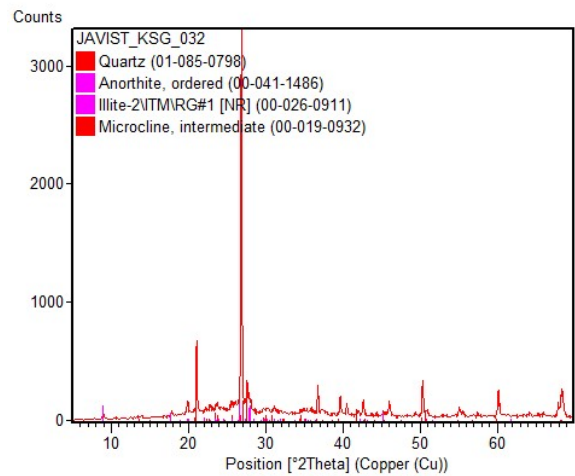
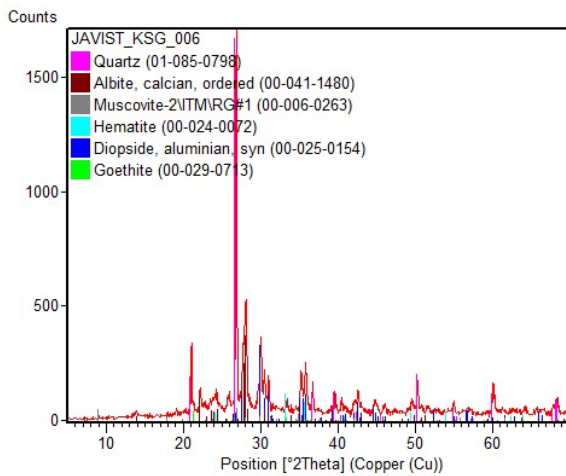
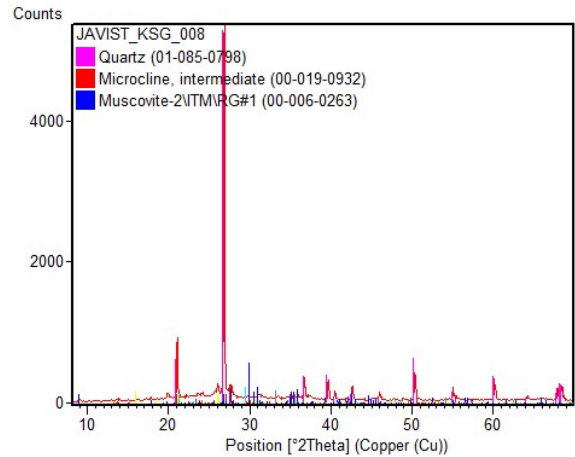
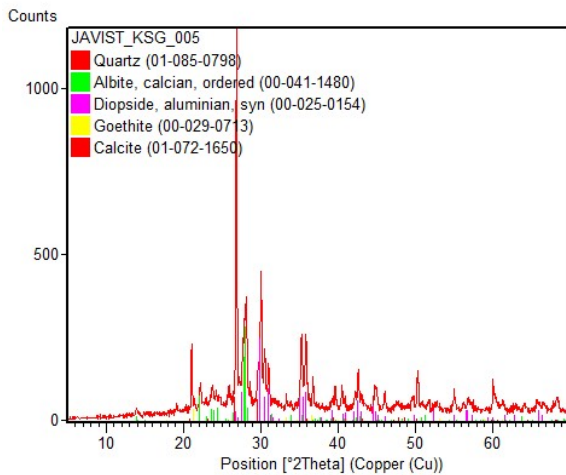
lógicas. La fábrica F₁, muestra una asociación mineral de illita-muscovita, gehlenita y diópsido incipiente, estimándose una TCE entorno 850-950°C. La fábrica F₂, sólo presenta reflexiones basales de illita-muscovita, así como hematites, gehlenita y diópsido, por lo que se estima una TCE en el rango superior de 850-950°C. La fábrica F₃, es la evolución superior a las fábricas F₁ y F₂, pues ya no muestra indicios de illita-muscovita pero con hematites, estimándose así su TCE en 950-1000°C. La fábrica F₄, muestra una asociación similar a la F₃ pero

sin hematites aunque sí con cristalización de wairakita, por lo que se ha determinado su TCE en el rango 1000-1050°C. Casi la totalidad de los individuos que componen los grupos calcáreos exhiben presencia de calcita, así como cuarzo y plagioclasa en sus difractogramas (figuras 7, 8 y 9).

Por el contrario, las cerámicas rojas muestran unos colores rojizos en sus pastas, relacionado con el bajo contenido en CaO, lo que no da pie a la incorporación del Fe en silicatos de neoformación (principalmente

piroxenos y gehlenita), formándose hematites, la cual otorga este color rojizo. Las muestras más rojas y ricas en hematites no conservan reflexiones de la illita (o apenas las conservan). El grupo químico LisCV se halla compuesto por 4 fábricas mineralógicas identificadas. La fábrica F1 muestra una asociación de fases minerales compuesta por cuarzo, feldespato potásico e illita-muscovita, principalmente. Así, se ha determinado

una TCE para esta fábrica en el rango de 850-950°C. La fábrica F2 muestra una asociación mineralógica y TCE similar a la fábrica antecesora pero con presencia de hematites. Por el contrario, la fábrica F3 y F4 no muestran ya indicios de illita-muscovita, aunque la F3 sí muestra aún reflexiones de feldespatos potásicos, estimándose una TCE de 900-950°C. y de 950-1000°C, respectivamente. Ambas fábricas, así como la



9. Difractogramas resumen de las fábricas pertenecientes a las cerámicas comunes beige.

10. Difractogramas resumen de las fábricas pertenecientes a las cerámicas comunes rojas.

F2, muestran presencia de hematites en sus pastas. En conjunto, las cerámicas rojas halladas en Alcázar Seguer de los grupos sevillanos identificados fueron cocidas a una temperatura alrededor de 900°C (figura 10). Cerámicas poco o nada calcáreas, sin silicatos de calcio, en las que muchas veces se identifica feldespato potásico junto a las plagioclasas, y suelen conservarse reflexiones de la illita. Alguna muestra puede considerarse de tipo intermedio entre ambos tipos, con muy pequeñas cantidades de gehlenita o diópsido. Las muestras más rojas y ricas en hematites no conservan reflexiones de la illita (o apenas las conservan). En conjunto, las cerámicas estudiadas del yacimiento de Alcázar Seguer del grupo LisCV fueron cocidas a una temperatura alrededor de 900°C, siendo la mayoría de las bizcochadas no-calcáreas o muy poco calcáreas (inferiores a 5% en CaO), desarrollando colores grises o rojizos, según las condiciones de cocción más oxidante o reductora (figura 10).

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido la caracterización arqueométrica de 48 piezas cerámicas del yacimiento arqueológico de Alcázar Seguer. Gracias a este estudio ha sido posible determinar la existencia de tres grandes agrupaciones identificadas químicamente compatibles con una procedencia Sevillana y/o del Valle del Guadalquivir, las cuales incluyen loza esmaltada, cerámica vidriada y bizcochada clara. Además, también se ha identificado la existencia de un grupo de cerámica bizcochada rojiza, que es compatible químicamente con el grupo de referencia de Lisboa, pudiendo también conectarse con estos alfares algunos ejemplares de cocina vidriados en naranja/marrón.

Tecnológicamente, la mayoría de piezas sevillanas son de carácter calcáreo, habiéndose producido en condiciones oxidantes, principalmente, y a una temperatura alrededor de 900°C, otorgando cerámicas de pastas claras y rosadas. De otra parte, las cerámicas rojas son producciones poco calcáreas o no-calcáreas, en las que se han desarrollado fases minerales conducentes a la obtención de pastas rojas y a temperaturas también aproximadas de 900°C. Además, se han detectado contaminaciones postdeposicionales, como la cristalización de wairakita y goethita.

En suma, el estudio arqueométrico confirma, por un lado, la atribución genérica de procedencias de buena parte de los tipos cerámicos hecha por intermedio de paralelos arqueológicos y, por otro, apunta caminos para la resolución de algunas dudas sobre esto mismo tema, planteando cuestiones interesantes sobre la producción cerámica andaluza en los siglos XV y XVI y el abastecimiento de las plazas portuguesas en el Norte de África. En general queda clara la procedencia sevillana de las series esmaltada blanca, vidriada melada, vidriada verde e bizcochada clara, mientras la

serie bizcochada rojiza y una parte de la vidriada naranja/marrón parece poderse atribuir a los alfares de Lisboa. Interesante también son los diferentes grupos de fábrica reconocidos en la ciudad del Guadalquivir, en que, a parte la loza esmaltada, parece haber alguna adscripción de cada grupo a ciertos tipos cerámicos, una posible especialización de alfares y de elección de arcillas, según el tipo de cerámica y su funcionalidad, y que sería interesante profundizar a continuación. A este respecto se han realizado interesantes estudios arqueométricos que apuntan en esa dirección (Iñáñez, 2007, p. 307-329; Fernández de Marcos *et al.*, 2017)

Tras los resultados de este estudio arqueométrico se puede confirmar que una importante importación de cerámicas sevillanas y/o del área del Guadalquivir existía en las plazas portuguesas del Norte de África, como ya apuntaban los datos históricos. Efectivamente, según Robert Ricard "el centro marítimo del comercio andaluz con las ciudades luso-marroquí y la base de su abastecimiento en España era constituida por la aglomeración Cádiz – Puerto de Santa María – Jerez", además de las ciudades de Málaga, Gibraltar y Tarifa (Ricard, 1955, p. 168-169). La documentación publicada evidencia el aprovisionamiento de estas plazas norteafricanas por las ciudades del sur de Portugal o de Lisboa, o por los puertos de Andalucía, especialmente de trigo, vino, aceite, frutas y otros productos alimentares, además de materiales para la guerra, la construcción, la ropa y los demás aspectos de la vida cotidiana. Si en siglo XV el origen de los abastecimientos parece concentrarse en las zonas de Lisboa, Algarve y las islas de Madeira y Azores, en el siglo XVI los puertos de Andalucía ganaran importancia, especialmente por intermedio de una factoría que la Corona portuguesa tenía en esta región, itinerante entre varias ciudades del Sur de España (Ricard, 1955, p. 143-164; Godinho, 1982, III, p. 269). Los resultados arqueológicos y arqueométricos refuerzan así esta idea.

Cabe mencionar que repertorios cerámicos similares se pueden hallar en otros asentamientos coloniales durante este periodo de colonialismo temprano ibérico, donde también se podrían dar combinaciones de producciones portuguesas y castellanas, así como otras importaciones menos numerosas, como la loza italiana, el gres alemán o, mismo, la porcelana china. El rol jugado por otros centros productores relevantes en la zona, como el de Málaga, entre otros, es aún poco evidente. Además, la disrupción o adaptación tecnológica islámica en Alcázar Seguer durante la ocupación Portuguesa es otra de las interesantes cuestiones que se han de plantear e intentar resolver en próximos estudios. En cualquier caso, es de desear que esta senda andada a partir de este trabajo pueda ser retomada en un futuro con más análisis arqueométricos combinados con un buen estudio estilístico e histórico, como se da en esta ocasión, lo cual permitirá profundizar en esta y otras discusiones ampliando nuestro conocimiento actual sobre la cerámica consumida en Alcázar Seguer.



Lámina 1. Muestras cerámicas de Alcázar Seguer.

ic	Th	TiO2	Tm	U	V	Yb	Zr
KSG001	5,68	0,77	0,40	2,50	79,77	2,66	142,92
KSG002	8,58	0,77	0,43	2,46	90,21	2,69	224,57
KSG003	8,83	0,69	0,39	2,21	72,14	2,50	182,29
KSG004	10,20	0,77	0,45	2,59	88,99	2,72	89,31
KSG005	11,84	0,90	0,50	2,55	107,44	3,05	64,03
KSG006	10,44	0,80	0,44	2,08	91,60	2,76	72,77
KSG007	11,68	0,81	0,45	2,41	106,97	2,85	116,01
KSG008	13,99	0,76	0,55	2,78	79,63	3,24	200,26
KSG010	10,42	0,69	0,38	2,83	124,70	2,50	105,43
KSG011	-	-	-	-	-	-	-
KSG012	1,84	0,66	0,36	2,41	87,16	2,30	175,77
KSG013	5,11	0,79	0,48	2,43	75,63	2,86	30,71
KSG014	-	-	-	-	-	-	-
KSG015	3,92	0,94	0,43	2,63	106,49	2,71	71,36
KSG016	8,43	0,88	0,52	3,46	111,42	3,33	102,23
KSG017	4,06	0,78	0,37	3,41	106,25	2,53	46,47
KSG019	6,72	0,71	0,42	2,35	74,04	2,65	20,64
KSG020	6,20	0,66	0,38	2,60	81,18	2,51	7,09
KSG021	5,86	0,72	0,40	2,40	69,73	2,72	13,13
KSG022	7,07	0,78	0,40	2,98	110,02	2,52	28,48
KSG023	8,15	0,84	0,43	3,56	103,86	2,83	32,48
KSG024	6,06	0,68	0,40	2,13	104,82	2,45	23,15
KSG025	5,32	0,81	0,36	2,73	109,14	2,36	18,66
KSG026	5,95	0,75	0,40	2,87	96,59	2,59	14,72
KSG027	8,89	0,95	0,40	2,26	99,59	2,59	77,09
KSG028	7,06	0,69	0,35	1,82	83,95	2,43	18,85
KSG030	8,02	0,62	0,32	1,54	87,53	2,13	62,44
KSG031	6,87	0,68	0,39	2,26	99,34	2,55	16,70
KSG032	7,63	0,83	0,41	2,48	99,34	2,65	46,38
KSG033	10,24	1,08	0,44	2,78	132,33	2,88	23,57
KSG034	8,11	0,61	0,32	1,62	75,25	2,09	68,05
KSG037	8,31	0,92	0,42	2,74	111,72	2,85	115,69
KSG039	10,41	0,84	0,41	2,90	105,17	2,56	107,27
KSG040	9,32	0,88	0,40	2,48	89,68	2,54	93,16
KSG042	7,55	0,77	0,41	2,36	79,29	2,56	89,66
KSG043	9,22	0,96	0,40	3,14	109,34	2,73	63,83
KSG044	7,44	0,73	0,39	2,61	84,85	2,41	147,37
KSG045	7,90	0,80	0,43	2,80	90,14	2,60	78,28
KSG046	7,26	0,73	0,42	2,44	70,60	2,62	130,59
KSG047	6,76	0,66	0,41	1,80	65,49	2,54	81,68
KSG048	9,89	0,80	0,45	2,71	93,01	2,80	80,75
KSG049	7,98	0,92	0,47	2,37	88,18	2,97	43,96
KSG050	9,11	0,93	0,56	2,83	110,52	3,31	84,50
KSG051	7,37	0,80	0,47	2,54	82,92	2,76	81,99
KSG052	6,87	0,53	0,36	2,81	88,36	2,41	122,90
KSG053	7,86	0,82	0,35	2,31	101,33	2,28	134,79
KSG054	6,21	0,70	0,39	2,26	84,44	2,53	72,99
KSG055	6,02	0,96	0,38	2,28	137,13	2,54	70,38

ic	Grupo	Tipo	Fábrica	TCE (°C)	Qtz	FdK	Pg	Ill (001)	Ill (002)	Ill (no basal)	Hm	Gh	Diop	Goet	Calc	Wai
KSG011	n.a.	Vidriada verde	-	900-950	x		x	x		x		x	x		x	
KSG014	n.a.	Vidriada verde	-	950-1000	x											
KSG028	(?)	Vidriada verde	-	850-950	x	x		x		x	x					
KSG031	(?)	Vidriada melado	-	850-950	x	x					x					
KSG033	(?)	Vidriado melado	-	850-950	x	x		x		x	x					
KSG047	(?)	Vidriada melado marr	-	850-950	x	x	x			x	x	x				
KSG055	(?)	Vidriada melado marr	-	850-950	x	x	x			x	x		x			
KSG008	LisCV	Bizcochada roja	F1	850-950	x	x		x	x	x						
KSG010	LisCV	Bizcochada roja	F4	950-1000	x						x					
KSG015	LisCV	Vidriada melado	F1	850-950	x	x		x	x	x						
KSG027	LisCV	Esmaltada blanco	F4	950-1000	x						x					
KSG030	LisCV	Vidriada melado	F2	850-950	x	x		x	x	x	x					
KSG032	LisCV	Vidriada melado	F1	850-950	x	x	x	x	x	x						
KSG034	LisCV	Bizcochada roja	F3	900-950	x	x						x				
KSG037	LisCV	Esmaltada blanco	F1	850-950	x	x	x	x	x	x						
KSG039	LisCV	Bizcochada beige	F1	850-950	x	x	x	x	x	x						
KSG040	LisCV	Esmaltada policroma	F1	850-950	x	x	x	x	x	x						
KSG043	LisCV	Esmaltada blanco	F1	850-950	x	x	x	x	x	x						
KSG052	LisCV	Bizcochada beige	F2	850-950	x			x	x	x	x				x	
KSG053	LisCV	Bizcochada beige	F1	850-950	x			x	x	x						
KSG001	Sev01	Bizcochada beige	F3	950-1000	x		x					x	x			x
KSG002	Sev01	Bizcochada beige	F1	850-950	x		x	x	x	x		x	x			x
KSG003	Sev01	Bizcochada beige	F1	850-950	x		x	x	x	x		x	x			x
KSG006	Sev01	Bizcochada beige	F2	850-950	x		x	x	x	x		x	x			x
KSG007	Sev01 (?)	Vidriada nar/marr	F2	850-950	x		x	x	x	x		x	x			
KSG012	Sev01	Vidriada nar/marr	F1	850-950	x		x	x	x	x		x	x			x
KSG044	Sev01	Vidriada nar/marr	F3	950-1000	x		x					x	x			x
KSG046	Sev01	Vidriada nar/marr	F3	950-1000	x		x					x	x			x
KSG004	Sev02	Bizcochada roja	F2	850-950	x		x	x		x		x	x			x
KSG005	Sev02	Vidriada nar/marr	F6	950-1000	x		x					x	x			x
KSG013	Sev02 (?)	Vidriada nar/marr	F2	850-950	x		x	x	x	x		x	x			x
KSG016	Sev02	Bizcochada roja	F5b	1000-1050	x							x	x			x
KSG017	Sev02	Bizcochada roja	F1	850-950	x		x	x	x	x						x
KSG042	Sev02	Bizcochada roja	F5a	950-1000	x		x					x	x			x
KSG045	Sev02	Esmaltada policroma	F5a	950-1000	x		x					x	x			x
KSG048	Sev02	Bizcochada roja	F5b	1000-1050	x		x					x	x			x
KSG049	Sev02 (?)	Esmaltada blanco	F4	950-1000	x		x					x	x			x
KSG050	Sev02 (?)	Esmaltada policroma	F3	850-950	x	x	x	x	x	x		x	x			x
KSG051	Sev02	Esmaltada policroma	F5b	1000-1050	x		x					x	x			x
KSG054	Sev02	Vidriada melado	F2	850-950	x		x	x		x		x	x			x
KSG019	Sev03	Vidriada melado	F4	1000-1050	x		x					x	x			x
KSG020	Sev03 (?)	Vidriada melado	F3	950-1000	x		x					x	x			x
KSG021	Sev03	Vidriada melado	F4	950-1000	x		x					x	x			x
KSG022	Sev03	Vidriada melado	F1	850-950	x		x	x		x		x	x			x
KSG023	Sev03	Bizcochada roja	F2	850-950	x		x			x		x	x			x
KSG024	Sev03	Bizcochada roja	F4	1000-1050	x		x					x	x			x
KSG025	Sev03	Vidriada melado	F1	850-950	x		x	x		x		x	x			x
KSG026	Sev03	Bizcochada roja	F1	850-950	x		x			x		x	x			x

Tabla 2. Resumen de las fases minerales principales identificadas por DRX. Qtz = cuarzo; FdK = feldespato potásico; Pg = plagioclasas; Ill = illita; Hm = Hematites; Gh = Gehlenita; Diop = Diópsido; Goet = Gohetita; Cal = Calcita; Wai = Wairakita.

BIBLIOGRAFÍA

- AITCHISON, J. (1986) – *The statistical analysis of compositional data: Monographs on Statistics and Applied Probability*. London: Chapman and Hall.
- AITCHISON, J. A.; BARCELO-VIDAL, C.; MARTIN-FERNANDEZ, J. A.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. (2000) – Logratio analysis and compositional distance. *Mathematical Geology*, 32: 3. Berlin: Springer, p. 271-275.
- BARRIONUEVO CONTRERAS, F. J. (2008-2009) – “Loza quebrada” del relleno de bóvedas de los claustros de Santo Domingo de Jerez de la Frontera. *Revista de Historia de Jerez*, 14/15. Jerez de la Frontera: Centro de Estudios Históricos Jerezanos, p. 255-285.
- BOONE, J. L. (1980) – *Artifact Deposition and Demographic Change: An Archaeological Case Study of Medieval Colonialism in the Age of Expansion*. New York: State University of New York (Tesis de Doctorado).
- BOONE, J. L. (1984) – Majolica Escudillas of the 15th and 16th Centuries: A Typological Analysis of 55 Examples from Qsar es-Seghir. *Historical Archeology*, 18. New York: Springer, p. 76-86.
- BUXEDA, J. (1999) – Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem. *Journal of Archaeological Science*. 26: 3. Amsterdam: Elsevier, p. 295-313.
- BUXEDA, J.; IÑÁÑEZ, J. G. (2010) – Los talleres de fabricación de mayólica de Obradors/Sant Anastasi y Remolins de la ciudad de Lleida (siglos XVI.XVII) a través de su caracterización arqueométrica. In CARRASCO, M. E. S.; ROMERO, R. L.; DÍAZ-TENDERO, M. A. C.; GARCÍA, J. C. C., eds., *Actas del VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*. Teruel: Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, p. 57-63.
- BUXEDA, J.; IÑÁÑEZ, J. G.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; BELTRÁN DE HEREDIA, J. (2011) – La ceràmica de Barcelona. Organització i producció entre els segles XIII i XVIII a través de la seva caracterització arqueomètrica. *Quarhis - Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, 7. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona, Museu d'Història de la Ciutat, p. 192-207.
- BUXEDA, J.; KILIKOGLU, V. (2003) – Total variation as a measure of variability in chemical data sets. In VAN ZELST, L., ed., *Patterns and Process, a Festschrift in honor of Dr. Edward V.Sayre*. Maryland: Smithsonian Center for Materials Research and Education, p. 185-198.
- BUXEDA, J.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; IÑÁÑEZ, J. G.; VILA SOCIAS, L. (2008) – Arqueometria ceràmica: una arqueologia ceràmica amb més informació. *Cota Zero. Revista d'Arqueologia i Ciència*, 23. Vic: Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya, p. 38-53.
- BUXEDA, J.; MOMMSEN, H.; TSOLAKIDOU, A. (2002) – Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X-ray diffraction. *Archaeometry*, 44: 2. New York: John Wiley & Sons, p. 187-198.
- DAVIS, J. C. (1986) – *Statistics and data analysis in geology*. New York: John Wiley & Sons.
- DEAGAN, K. (1987) – *Artifacts of the Spanish Colonies and the Caribbean, 1500-1800*. Vol. I. Washington: Smithsonian Institution Press.
- FERNÁNDEZ DE MARCOS, C.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; AMORES, F. (2017) – Nuevos datos sobre la producción de cerámica de cocina y loza basta de Sevilla en los siglos XV-XVI. *SPAL*, 26. Sevilla: Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Sevilla, p. 259-280.
- GARCÍA PORRAS, A. (1995) – Cerámica nazarí tardía y cristiana de “El Castillejo” (Los Guájares, Granada). *Arqueología y Territorio Medieval*, 2. Jaén: Universidad de Jaén, p. 243-257.
- GLASCO, M. D.; SPEAKMAN, R. J.; NEFF, H. (2007) – Archaeometry at the University of Missouri Research Reactor and the provenance of obsidian artefacts in North America. *Archaeometry*, 49: 2. New York: John Wiley & Sons, p. 343-357.
- GODINHO, V. M. (1982) – *Os Descobrimentos e a Economia Mundial*. Vol. III. Lisboa: Editorial Presença.
- HUARTE CAMBRA, R.; LAFUENTE IBAÑEZ, P.; SOMÉ MUÑOZ, P. (1999) – Cerámicas Bajomedievales del Cuartel del Carmen (Sevilla). *Arqueologia Medieval*, 6. Mértola / Porto: Campo Arqueológico de Mértola / Edições Afrontamento, p. 149-159.
- IÑÁÑEZ, J. G. (2007) – *Caracterització arqueomètrica de la ceràmica vidrada decorada de la Baixa Edat Mitjana al Renaixement dels principals centres productors de la Península Ibèrica*. Barcelona: Universitat de Barcelona (Tesis de Doctorado).
- IÑÁÑEZ, J. G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID FERNÁNDEZ, M.; GURT I ESPARRAGUERA, J. M.; CERDÀ I MELLADO, J. A. (2007a) – Archaeometric characterization of Middle Age and Renaissance tin lead glazed pottery from Barcelona. In WAKSMAN, S. Y., ed., *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics* (BAR International Series, 1691). Oxford: BAR, p. 175-180.
- IÑÁÑEZ, J. G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; SPEAKMAN, R. J.; GLASCOCK, M. D. (2008) – Chemical characterization of majolica pottery from the main production centers of the Iberian Peninsula (14th-18th centuries). *Journal of Archaeological Science*, 35: 2. Amsterdam: Elsevier, p. 425-440.
- IÑÁÑEZ, J. G.; SCHWEDT, A.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; GURT I ESPARRAGUERA, J. M. (2007b) – Caracterización arqueométrica de los principales centros productores catalanes de cerámica mayólica de los siglos XVI y XVII. In MOLERA, J.; FARJAS, J.; ROURA, P.; PRADELL, T. eds., *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona: Universitat de Girona, p. 97-107.
- IÑÁÑEZ, J.; SPEAKMAN, R. J.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; GLASCOCK, M. D. (2009) – Chemical characterization of tin-lead glazed pottery from the Iberian Peninsula and the Canary Islands: initial steps toward a better understanding of Spanish colonial pottery in the Americas. *Archaeometry*, 51: 4. New York: John Wiley & Sons, p. 546-567.
- MARKEN, M. W. (1994) – *Pottery from Spanish Shipwrecks 1500-1800*. Gainesville: University Press of Florida.
- MARQUES, A.; LEITÃO, E.; BOTELHO, P. (2012) – Rua do Benfornoso 168/186 (Lisboa-Mouraria/Intendente). In TEIXEIRA, A.; BETTENCOURT, J., eds., *Velhos e Novos Mundos. Estudos de Arqueologia Moderna*. Lisboa: CHAM, p. 123-134.
- MOLERA, J.; PRADELL, T. I VENDRELL, M. (1998) – The colours of Ca-rich ceramic pastes: origin and characterization. *Applied Clay Science*, 13. Amsterdam: Elsevier, p. 187-202.
- MYERS, J. E.; BLACKMAN, M. J. (1986) – Conical Plates of the Hispano-Moresque Tradition from Islamic Qsar es-Seghir: Petrographic and Chemical Analyses. In *La Ceramica Medievale nel Mediterraneo Occidentale*. Florence: Edizioni All Insegna del Giglio, p. 55-68.
- MYERS, J.; AMORES CARREDANO, F.; OIN, J.; PLEGUEZUELO, A. (1992) – Compositional Identification of Seville Majolica at Overseas Sites. *Historical Archaeology*, 26: 1. New York: Springer, p. 131-147.
- NUNES, T.; FILIPE, I. (2012) – Rua do Benfornoso, 168/186 (Lisboa – Mouraria/Intendente). In TEIXEIRA, A.; BETTENCOURT, J., eds., *Velhos e Novos Mundos. Estudos de Arqueologia Moderna*. Lisboa: CHAM, p. 141-150.
- PLEGUEZUELO, A.; LAFUENTE, M. P. (1995) – Cerámicas

- de Andalucía Occidental (1200-1600). GERRARD, C. M.; GUTTIÉRREZ, A.; VINCE, A. G., eds., *Spanish Medieval Ceramics in Spain and the British Isles* (BAR International Series, 610). Oxford: BAR, p. 217-244.
- R CORE TEAM (2014) – *R, A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>
- REDMAN, C. L. (1979) – Description and inference with the late Medieval pottery from Qsar es-Seghir, Morocco. *Medieval Ceramics*, 3. London: Medieval Pottery Research Group, p. 66-79.
- REDMAN, C. L. (1980a) – Late medieval ceramics from Qsar es-Seghir. In D'ARCHIBAUD, M.^a Gabrielle Démiens; PICON, M. Maurice, eds., *La Céramique Médiévale en Méditerranée Occidentale X - XV siècle*. Paris : C.N.R.S., p. 251-263.
- REDMAN, C. L. (1980b) – La céramique du Moyen-Âge tardif a Qsar es-Seghir. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, XII. Rabat: Ministère d'État Charge des Affaires Culturelles, p. 291-305.
- REDMAN, C. L. (1982) – The role of Italian tradeware in an early 16th century North African colony. *Archeologia Medievale*, IX. Florence: Edizioni All Insegna del Giglio, p. 227-236.
- REDMAN, C. L. (1986) – Qsar es-Seghir. An Archaeological View of Medieval Life. Orlando: Academic Press.
- REDMAN, C. L.; ANZALONE, R. D.; RUPERTONE, P. E. (1978) – Qsar es-Seghir: (Alcácer Ceguer) three seasons of excavations. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, XI. Rabat: Ministère d'État Charge des Affaires Culturelles, p. 151-191.
- REDMAN, C.; ANZALONE, R. D.; RUPERTONE, P. E. (1979) – Medieval Archaeology at Qsar es-Seghir, Morocco. *Journal of Field Archaeology*, 6: 1. London: Taylor & Francis Online, p. 1-16.
- REDMAN, C. L.; BOONE, J. L. (1979) – Qsar es-Seghir (Alcácer Ceguer): a 15th and 16th century Portuguese colony in North Africa. *Stvdia*, nº41-42. Lisboa: Centro de Estudos Históricos Ultramarinos, p. 5-50.
- REDMAN, C. L.; BOONE, J. L.; MYERS, J. E. (1980) – Fourth season of excavations at Qsar es-Seghir. *Bulletin d'Archéologie Marocaine*, XII. Rabat: Ministère d'État Charge des Affaires Culturelles, p. 263-290.
- RICARD, R. (1955) – *Etudes sur l'histoire des portugais au Maroc*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- SCHWEDT, A.; MOMMSEN, H.; ZACHARIAS, N.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. (2006) – Analcime crystallization and compositional profiles - comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery. *Archaeometry*, 48: 2. New York: John Wiley & Sons, p. 237-251.
- SINOPOLI, C. (1980) – *The imported ceramics of Portuguese Qsar es-Seghir: a comparative study*. Tempe: Department of Anthropology, Arizona State University (Tesis de Grado).
- SKIBO, J.; SCHIFFER, M. B. (2008) – *People and Things: a Behavioral Approach to Material Culture*. New York, Springer.
- TEIXEIRA, A.; EL-BOUDJAY, A.; TORRES, J. B. (2013) – Un contexto habitacional portugués en Ksar Seghir, Marruecos (siglos XV-XVI). *Arqueología en las columnas de Hércules. Novedades y perspectivas de la investigación arqueológica en el Estrecho de Gibraltar. XV Jornadas de Historia de Ceuta*. Ceuta: Instituto de Estudios Ceutíes, p. 309-341.
- TEIXEIRA, A.; TORRES, J. B. (en prensa) – Abastecimiento cerámico de la Alcázar Seguer portuguesa: las rutas comerciales del Mediterráneo y del Atlántico en el Norte de África (siglos XV-XVI). In *Proceedings of the 11th International Congress on Medieval and Modern Period Mediterranean Ceramics*. Ankara: Vehbi Koç Ankara Studies Research Centre / Koç University.
- TEIXEIRA, A.; TORRES, J. B.; EL-BOUDJAY, A.; VILLADA PAREDES, F. (2016) – Les grandes jarres et conteneurs de transport dans les places portugaises du détroit de Gibraltar (XV^e-XVI^e siècles). In *Jarres et grands contenants entre Moyen Age et Époque Moderne. Actes du 1^{er} Congrès Internationale Thématique de l'AIECM3*. Aix-en-Provence: AIECM3, p. 175-184.
- TEIXEIRA, A.; VILLADA PAREDES, F.; SILVA, R. B., coords. (2015) – *Lisboa 1415 Ceuta: historia de dos ciudades*. Ceuta / Lisboa: Ciudad Autonoma de Ceuta / Câmara Municipal de Lisboa.