

STUDIA HISPANO~PHOENICIA

# LA FONTETA 3

Las importaciones griegas e itálicas  
y su contexto mediterráneo

A. J. LORRIO - R. GRAELLS - M. TORRES (EDS.)



PUBLICACIONS UNIVERSITAT D'ALACANT



**LA FONTETA 3**  
**LAS IMPORTACIONES GRIEGAS E ITÁLICAS**  
**Y SU CONTEXTO MEDITERRÁNEO**

## **STUDIA HISPANO-PHOENICIA**

Corpus de Antigüedades Fenicias y Púnicas. Serie Hispánica  
Fundada por Martín Almagro-Gorbea  
bajo los auspicios de la Unión Académica Internacional

Consejo Científico

Editor: Alberto J. Lorrio Alvarado

Secretario: Mariano Torres Ortiz

Ana Margarida Arruda

Piero Bartoloni

Massimo Botto

Ayelet Gilboa

Javier Jiménez Ávila

Dirce Marzoli

Alberto J. Lorrio Alvarado / Raimon Graells i Fabregat /  
Mariano Torres Ortiz (eds.)

**LA FONTETA 3**  
**LAS IMPORTACIONES GRIEGAS E ITÁLICAS**  
**Y SU CONTEXTO MEDITERRÁNEO**

PUBLICACIONES DE LA UNIVERSITAT D'ALACANT  
2023

UNIÓN ACADÉMICA INTERNACIONAL  
CORPUS DE ANTIGÜEDADES FENICIAS Y PÚNICAS

*Studia Hispano-Phoenicia 10*

Este libro y su publicación ha sido posible con la financiación y apoyo del proyecto AICO/2021/189 de la Generalitat Valenciana «Construyendo territorios entre el Bronce Final y el Ibérico Antiguo en los extremos de la Comunidad Valenciana» (ConstrucTERR) y el proyecto PID2020-120468GA-I00 «Estudios cerámicos en la periferia mediterránea occidental durante el Hierro Antiguo» (PERIMEDOH) del Ministerio de Ciencia e Innovación, con participación de fondos FEDER

Publicacions de la Universitat d'Alacant  
03690 Sant Vicent del Raspeig  
publicaciones@ua.es  
<https://publicaciones.ua.es>  
Teléfono: 965 903 480

© los autores, 2023  
© de esta edición: Universitat d'Alacant

ISBN: 978-84-9717-837-2  
Depósito legal: A 546-2023

Imagen de cubierta: infografías J. Quesada; fotografía, P. Camacho  
Diseño de cubierta: candela ink  
Composición: Marten Kwinkelenberg  
Impresión y encuadernación:  
Quinta Impresión



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización nacional e internacional de sus publicaciones.

Reservados todos los derechos. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

## Índice

<b>La nueva serie Studia Hispano-Phoenicia</b> .....	9
<i>Martín Almagro-Gorbea / Alberto J. Lorrio Alvarado</i>	
<b>La Fonteta en la colonización fenicia de <i>Hispania</i></b> .....	11
<i>Martín Almagro-Gorbea</i>	
<b>1. Introducción a las importaciones griegas e itálicas de La Fonteta</b> .....	19
<i>Alberto J. Lorrio Alvarado / Raimon Graells i Fabregat / Mariano Torres Ortiz</i>	
<b>EL COMERCIO EMPÓRICO EN OCCIDENTE (1000-550 a. C.)</b>	
<b>2. Las primeras referencias a los emporios y al comercio empórico en las fuentes griegas. El caso de Heródoto</b> .....	25
<i>Adolfo J. Domínguez Monedero</i>	
<b>3. Comercio y circulación de cerámicas griegas e itálicas en las iniciativas fenicias (siglos ix-primer mitad vi a. C.)</b> .....	35
<i>Massimo Botto</i>	
<b>4. Algunas consideraciones sobre el antiguo emporio de Huelva y sus cerámicas</b> ....	55
<i>Fernando González de Canales Cerisola / Jorge Llompart Gómez</i>	
<b>5. El comercio griego y etrusco de época arcaica en <i>Gadir</i> y su <i>hinterland</i></b> .....	63
<i>Ester López Rosendo / Mariano Torres Ortiz / María de los Ángeles Navarro García / José María Gener Basallote / Juan Miguel Pajuelo Sáez</i>	
<b>6. El emporio de <i>Málaka</i> / <i>Mainake</i></b> .....	89
<i>Eduardo García Alfonso</i>	
<b>LAS PRODUCCIONES CERÁMICAS GRIEGAS</b>	
<b>7. La difusión de la cerámica protocorintia y corintia: características, tipos y cronología</b> .....	99
<i>Claudia Lambrugo / Alessandro Pace</i>	
<b>8. Cerámicas griegas y de tipo griego en Campania entre el s. viii y los inicios del s. vii a. C.</b> .....	109
<i>Carmine Pellegrino</i>	

<b>9. La cerámica de tipo oriental y el <i>Wild Goat Style</i>: características, tipos y cronología</b> .....	125
<i>Alexandra Ch. J. von Miller</i>	
<b>10. Sobre las primeras producciones figuradas áticas en Occidente</b> .....	147
<i>Alejandro Garés Molero</i>	
 <b>LAS PRODUCCIONES CERÁMICAS ITÁLICAS</b>	
<b>11. El comercio etrusco arcaico hacia Occidente: <i>bucchero nero</i>, ánforas de transporte y metales</b> .....	153
<i>Alessandro Naso</i>	
<b>12. Acerca de copas etruscas, y algo más, en el Mediterráneo occidental</b> .....	161
<i>Juan Gran-Aymerich</i>	
<b>13. Ánforas etruscas: pastas, formas, contenidos y difusión. Un breve estado de la cuestión</b> .....	169
<i>Sara Rojo Muñoz</i>	
 <b>LA FONTETA Y SUS IMPORTACIONES CERÁMICAS GRIEGAS E ITÁLICAS</b>	
<b>14. La ciudad fenicia de La Fonteta y los contextos con cerámicas griegas e itálicas ...</b>	179
<i>Alberto J. Lorrio Alvarado / Ester López Rosendo / Mariano Torres Ortiz / Rafael Esteve Tébar / Raimon Graells i Fabregat / Irene Vinader Antón</i>	
<b>15. Las cerámicas greco-arcaicas de La Fonteta: tipos y cronología</b> .....	229
<i>Alberto J. Lorrio Alvarado / Rafael Esteve Tébar / Ester López Rosendo / Mariano Torres Ortiz / Raimon Graells i Fabregat / Irene Vinader Antón</i>	
<b>16. La cerámica etrusca de La Fonteta: tipos y cronología</b> .....	289
<i>Alberto J. Lorrio Alvarado / Rafael Esteve Tébar / Ester López Rosendo / Mariano Torres Ortiz / Raimon Graells i Fabregat / Irene Vinader Antón</i>	
<b>17. El grafito fenicio sobre fondo de copa jonia de La Fonteta</b> .....	305
<i>José Ángel Zamora López</i>	
<b>18. Una inscripción etrusca de La Fonteta</b> .....	309
<i>Alessandro Naso</i>	
<b>19. Análisis químico de importaciones mediterráneas en La Fonteta. Datos preliminares</b> .....	315
<i>Miguel del Pino Curbelo / Javier G. Iñáñez</i>	
<b>Bibliografía</b> .....	331

## 19. Análisis químico de importaciones mediterráneas en La Fonteta. Datos preliminares

Miguel del Pino Curbelo / Javier G. Iñáñez

### Introducción

La caracterización química de pastas cerámicas en ámbitos coloniales mediterráneos de la primera Edad del Hierro ha centrado buena parte de sus esfuerzos en identificar el origen de las producciones importadas y en rastrear señales de transferencia tecnológica. Uno de los indicios más claros de esta última ha sido la implantación de la producción a torno en los nuevos territorios, tanto para confeccionar formas cerámicas *indígenas* como *metropolitanas*<sup>1</sup>.

En la enunciación de posibles respuestas a aquellas cuestiones también ha tenido un importante papel la clasificación tipológica, así como la observación macroscópica, o con ayuda de algún instrumento óptico de bajos aumentos. Desde el punto de vista de los análisis de laboratorio, la propuesta de hipótesis en términos de proveniencia se ha basado en gran medida en el uso de técnicas capaces de diferenciar entre posibles orígenes, y en la disponibilidad de bases de datos donde estuvieran representados grupos químicos y tipológicos relevantes. En la identificación de producciones locales también ha jugado su papel la caracterización de materias primas del entorno del yacimiento, o de producciones alfareras de otras épocas con un origen local o regional conocidos<sup>2</sup>.

Algunas de las técnicas analíticas más empleadas, y que por tanto cuentan con las bases de datos más completas, enfrentan un desafío significativo: la destrucción parcial del material analizado. Como se ha podido ver en las páginas que nos preceden, el conjunto de piezas importadas en muchos contextos occidentales, sin embargo, no es numeroso. Una manera de disminuir el impacto de estos estudios en los últimos años ha sido emplear técnicas de análisis no invasivas, en especial de aquellas que se llevan a cabo con instrumental portátil, como un espectrómetro de fluorescencia de rayos X de mano (pXRF)<sup>3</sup>. Este tipo de aproximaciones puede ser empleada por sí misma, o como parte de una estrategia de muestreo para otros fines<sup>4</sup>.

Existen algunas limitaciones en la aplicación de este instrumental, relacionadas con los límites de detección, en especial de los elementos más ligeros. Debido a la baja energía de los rayos X, se trata asimismo de una técnica de superficie, que se ve afectada por la heterogeneidad natural

---

1. Jones 1986; Courty / Roux 1995; Jones / Buxeda i Garrigós 2004.

2. Jones / Buxeda i Garrigós 2004.

3. Goren / Mommsen / Klingner 2011; Shoval / Gilboa 2016.

4. Calparsoro *et al.* 2019; Hein *et al.* 2021.

del material analizado, o por la presencia de decoraciones o concreciones postdeposicionales<sup>5</sup>. A pesar de sus limitaciones, la pXRF tiene un elevado potencial en los estudios arqueológicos, no solo por sus escasas exigencias en lo que respecta a la preparación de la muestra, sino también por su bajo coste relativo, la posibilidad de llevar a cabo los análisis en el campo, en los laboratorios de campaña o en los propios museos donde se encuentra almacenado el material de interés<sup>6</sup>.

La flexibilidad que proporciona esta técnica facilita su comparación con la clasificación macroscópica de las pastas o atendiendo a su tipología. La pXRF contribuye con información que puede ser fácilmente comparada con otros análisis de laboratorio realizados en programas de mayor envergadura. Basándonos en estas consideraciones, en el contexto de los proyectos PERIMEDOH (PID2020-120468GA-I00) y CERIBAM (PID2020-113198GB-I00), ambos financiados por MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/ y «FEDER. Una manera de hacer Europa», la caracterización a través de la pXRF se concibió como una parte integral de una estrategia de muestreo dentro de un enfoque analítico más amplio, que también engloba el estudio de las áreas decoradas.

Este trabajo es una presentación preliminar de los datos de caracterización química que corresponden a las piezas identificadas como importaciones mediterráneas en el yacimiento de La Fonteta, así como de una posible imitación local. Como consecuencia, se lleva a cabo una primera contrastación de los datos químicos con los grupos tipológicos y basados en la observación macroscópica de las pastas cerámicas. Por último, se presenta una primera discusión de las implicaciones técnicas y de proveniencia de los resultados obtenidos. Estos datos constituyen el inicio de una base de datos composicionales sobre cerámicas de esta época en la zona de estudio, que podrá ser empleada como material comparativo en futuros trabajos.

### Toma y tratamiento de datos

El instrumental empleado fue un espectrómetro de dispersión de energía portátil (ED-XRF) TRACER 5g (Bruker Nano GmbH), que cuenta con un tubo de rayos X y ánodo de Rh, cuyo voltaje máximo es de 50 kV, y una ventana detectora de grafeno de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro. El haz de rayos X emitido puede ser colimado a 3 u 8 mm. En este caso, se seleccionó el colimador de 8 mm para las mediciones para contar con el máximo área de análisis posible y obtener mayor representatividad del conjunto de la muestra.

El analizador utiliza un detector de deriva de silicio (SDD) de alta resolución de 20  $\text{mm}^2$ , que permite alcanzar una resolución energética de 140 eV (FWHM de la línea Mn K). Además, cuenta con una pantalla táctil interactiva y una cámara CMOS VGA incorporada con capacidad de almacenamiento para hasta 5 fotos por ensayo. El análisis elemental se llevó a cabo utilizando el programa de calibrado GeoExploration de Bruker, que permite corregir la señal elemental para los analitos desde Mg a U. La información espectral se adquirió durante 120 s en tres fases de 40 s cada una y con tensión y corriente adaptada a las necesidades analíticas. Para los elementos pesados, la tensión se fijó en 45 kV y la corriente se fijó en 15  $\mu\text{A}$  utilizando un filtro Ti 25  $\mu\text{m}$ -Al 300  $\mu\text{m}$ , mientras que para los elementos de  $Z < 30$  se utilizó un voltaje de 30 kV y una corriente de 20  $\mu\text{A}$ . Los parámetros instrumentales para la detección de elementos ligeros ( $Z < 20$ ) fueron un voltaje más bajo (13 kV) y una corriente más alta (40  $\mu\text{A}$ ). La precisión y exactitud de la medición se evaluó midiendo el estándar de Bruker™ C2-M2-Geosoil.

5. Shoval / Gilboa 2016; Mecking 2020.

6. Bonizzoni / Galli / Milazzo 2010; Belfiore *et al.* 2022.



Figura 1. Caracterización de cerámica mediante pXRF.

Los análisis se realizaron directamente en al menos tres zonas sin señales de alteración ni de aplicación de engobes o decoraciones, limpiando previamente la superficie por medios mecánicos cuando fue necesario (fig. 1). La media de las tres medidas de cada individuo fue la utilizada para el estudio estadístico y de proveniencia. Dichas mediciones fueron individualizadas implementando una numeración secuencial. Esta aparece junto la numeración de los vasos en el catálogo a lo largo del texto.

Es preciso apuntar que debido a las restricciones derivadas del tamaño y la forma de los fragmentos no fue posible incorporar a algunos individuos en el estudio (LFG071 y LFG076). Tampoco se consideraron todos los elementos detectados durante el análisis estadístico, la subcomposición conservada fue,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Zr}$  y  $\text{Sr}$ <sup>7</sup>.

El tratamiento de datos se llevó a cabo empleando el lenguaje de programación R<sup>8</sup>, incluyendo funciones incluidas en las librerías *ArchFlow* y *Compositions*<sup>9</sup>. Las concentraciones elementales fueron transformadas en logaritmos de razones con el fin de disminuir las distorsiones producidas por diferencias de magnitud entre concentraciones elementales, hacer la distribución de datos composicionales más cercana a una distribución normal, y poner en evidencia los efectos de posibles procesos de alteración postdeposicional<sup>10</sup>.

El análisis de los resultados de FRX se basa en los planteamientos de J. Aitchison y las observaciones de J. Buxeda sobre su aplicación a la composición de cerámicas arqueológicas. Así, estos datos son considerados como un caso especial de espacio proyectivo de  $d+1$  dimensiones, donde los puntos proyectivos dimensionales  $d+1$  son proyectados en el simplex<sup>11</sup>. Aquellos puntos son representados por coordenadas homogéneas hasta llegar a la constante  $k$  ( $k \in \mathbb{R}^+$ ),

$$\mathbf{x} = [x_1, \dots, x_d, x_{d+1}] \mid x_i \geq 0 (i = 1, \dots, d, d+1), x_1 + \dots + x_d + x_{d+1} = k,$$

7. Para una descripción más detallada del protocolo de análisis, *vid.* Calparsoro *et al.* 2019.

8. Venables / Smith / R Core Team 2022.

9. Van den Boogaart / Tolosana-Delgado 2013.

10. Aitchison 1986; Buxeda i Garrigós 1999.

11. Aitchison 1986, 2005; Buxeda i Garrigós 1999; Buxeda i Garrigós / Kilikoglou 2003.

en el presente caso  $k = 100$ , un subconjunto del ortante positivo  $R_+^{d+1}$ , siguiendo un modelo multiplicativo con intervalos métricos logarítmicos<sup>12</sup>. De acuerdo con esto, las concentraciones elementales crudas fueron transformadas empleando la transformación CLR previamente a su tratamiento estadístico, de acuerdo con

$$\mathbf{x} \in \mathbb{S}^d \rightarrow \mathbf{z} = \ln \left( \frac{\mathbf{x}}{g(\mathbf{x})} \right) \in \mathbb{R}^{d+1}$$

donde  $\mathbb{S}^d$  representa el simplex de  $d$  dimensiones y  $g(\mathbf{x})$  corresponde a la media geométrica de los  $d+1$  componentes de  $\mathbf{x}$ .

## Resultados

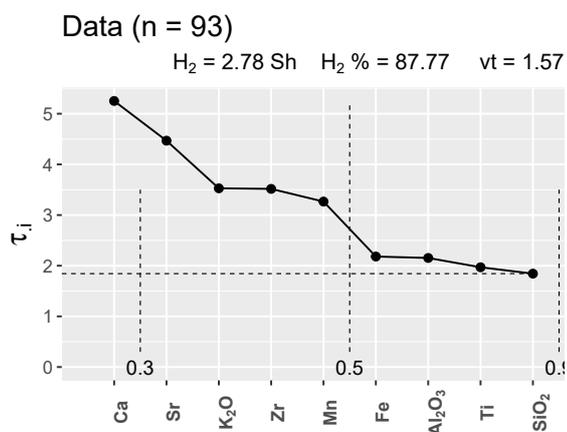


Figura 2. Gráfico de variabilidad composicional.

valor  $vt$  de 1,57 ha de ser considerada alto, lo que indica la coexistencia de diferentes grupos composicionales, atribuibles a más de un origen. Esto último es coherente con las observaciones hechas desde el punto de vista macroscópico, tanto por la tipología como por las variaciones en la textura y coloración de la pasta.

Con el fin de simplificar la interpretación de los datos, los siguientes apartados se centrarán en la descripción de los resultados en cada una de las dos principales ocupaciones del yacimiento, Fonteta Arcaica (ca. 720-650 a. C.) y Fonteta Reciente (ca. 600/590-530/520 a. C.).

### Fonteta Arcaica

Esta primera fase de ocupación queda representada en el estudio por 25 individuos cerámicos. Tomando de nuevo la MVC como indicador de la variedad del conjunto (esta vez elaborada solo a partir de los individuos de Fonteta Arcaica), el Ca es el elemento que aporta una mayor

Un resumen de los datos químicos empleados en el análisis estadístico aparece recogido en la tabla 1. Con ellos se confeccionó en primer lugar una matriz de variabilidad composicional (MVC, fig. 2). Entre los datos que incluye se puede apreciar que los elementos que aportan una mayor variabilidad al conjunto analizado ( $vt / \tau_i < 0,5$ ) son Mn, Zr, K<sub>2</sub>O, Sr y, sobre todo, Ca ( $vt / \tau_i < 0,3$ ). En el otro extremo encontramos el SiO<sub>2</sub> ( $vt / \tau_i \sim 0,8$ ), aunque no se puede decir que ninguno de los elementos presente una variabilidad realmente baja ( $vt / \tau_i > 0,9$ ).

La MVC también incluye un indicador clave para analizar la estructura de los datos composicionales: la variación total ( $vt$ ). En este caso, el

12. Barceló-Vidal / Martín-Fernández / Pawlowsky-Glahn 2001; Aitchison 2005; Buxeda i Garrigós 2008.

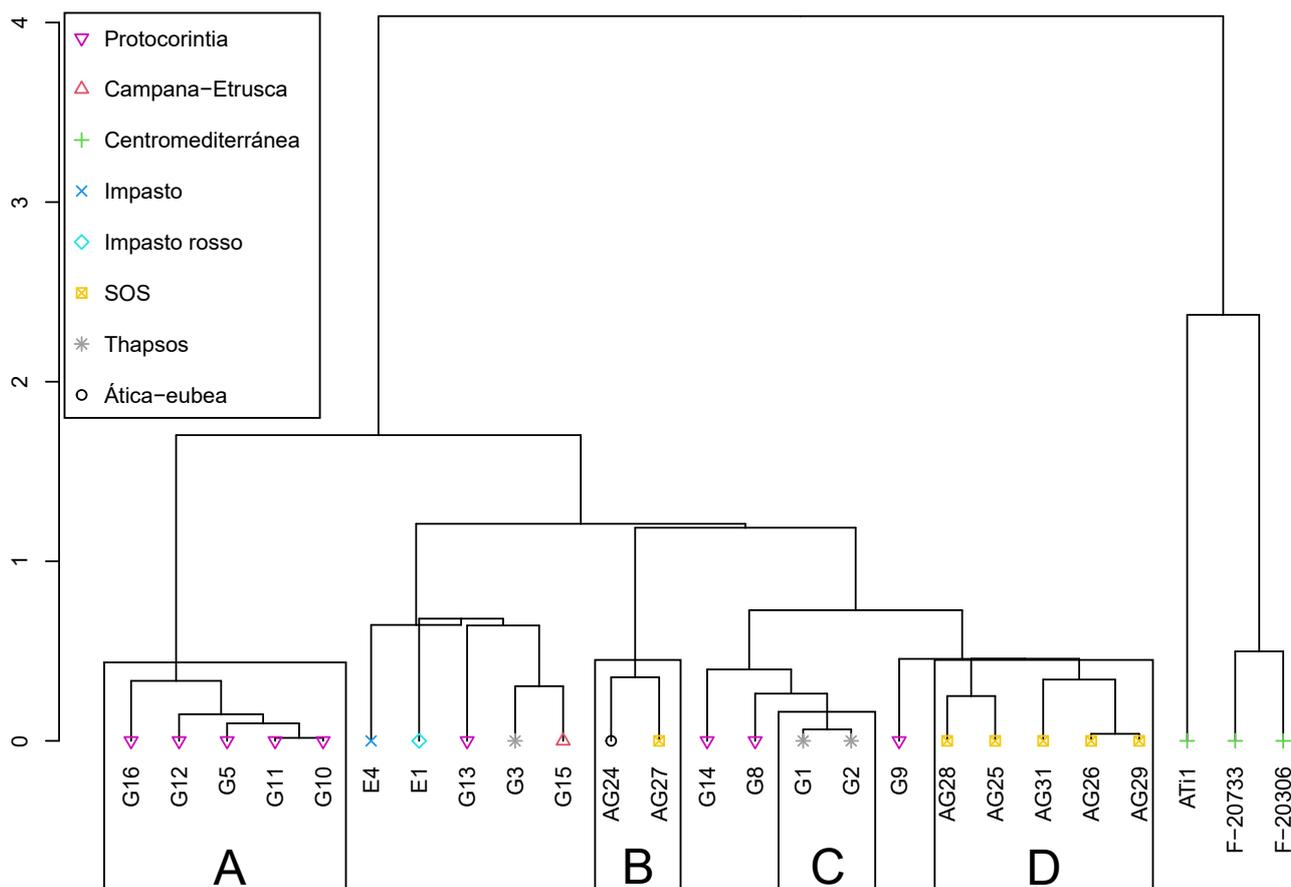


Figura 3. Dendrograma con individuos cerámicos procedentes de la fase Fonteta Arcaica.

variabilidad, seguido del Zr, el K<sub>2</sub>O, el Zr y el Sr, siendo el elemento más estable el Ti. El valor *vt* obtenido sigue siendo alto e indicativo de un conjunto poligénico (*vt* = 1,30).

Con el propósito de profundizar en la estructura de los datos, se realizó un análisis clúster jerárquico (HCA) utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el algoritmo del centroide, empleando valores con transformación CLR (fig. 3). El resultado revela una estructura que se compone de dos ramas principales. En particular, al enfocarnos en la segunda rama, que contiene un número menor de muestras, se distinguen diferencias notables en sus componentes, caracterizadas por altos niveles de SiO<sub>2</sub> y una menor presencia de elementos como Ca, Fe o Ti.

En esta rama, dos fragmentos (F-20733 y F-20306) que se han considerado como pertenecientes a una misma pieza, como confirman las similitudes en cuanto al color de la superficie, tipo de acabado y el uso de decoraciones impresas, presentan un grado de afinidad química más marcado entre ellas en comparación con el individuo ATi1. En los tres casos, el análisis tipológico ha llevado a la sugerencia de un posible origen centromediterráneo o itálico, como se detalla en el capítulo correspondiente<sup>13</sup>. En todo caso, la diferencia química respecto al resto de agrupaciones identificadas es evidente.

13. Vid. Llorri *et al.*, cap. 16, con la discusión y la bibliografía sobre la pieza.

En la primera rama encontramos también una elevada variabilidad en la composición de los recipientes, aunque incluye varias agrupaciones de interés. En primer lugar, cinco individuos protocorintios (grupo A) se diferencian del resto por concentraciones mínimas de  $K_2O$ , junto a valores generalmente altos de Ca y en menor medida de Fe y Sr, y concentraciones relativamente bajas de  $SiO_2$ . Estos individuos se distinguen claramente del resto del conjunto, y forman el grupo de mayor tamaño y posiblemente más homogéneo de esta primera fase de ocupación, el resto se refiere únicamente a pequeñas agrupaciones formadas por dos individuos.

Lo anterior incluye las ánforas áticas LFG055/AG24 y LFG056/AG27 (grupo B), que muestran una relativa homogeneidad, marcada por altos valores de  $Al_2O_3$  y bajo Sr. También dos copas Thapsos (G1 y G2, grupo C). La composición de estas copas presenta algunos paralelos con el grupo A, con altos valores de Ca y relativamente bajos de  $SiO_2$ , y concentraciones similares de otros elementos, como  $Al_2O_3$ , Ti, Mn o Sr, aunque las concentraciones de  $K_2O$  no son tan bajas en este caso. Por último, pueden diferenciarse cinco fragmentos de ánfora SOS, etiquetados como grupo D. Estas, a pesar de su catalogación similar, presentan diferencias en  $Al_2O_3$ , Ca, Sr y Zr.

Quedan sin una asignación clara, debido a las importantes diferencias composicionales que presentan, varias cerámicas protocorintias, una copa Thapsos y piezas de posible origen itálico de tradición griega y etrusca. Estas últimas están representadas por un único individuo.

### Fonteta Reciente

En este caso contamos con 67 muestras, siendo los elementos que mayor variabilidad introducen Mn,  $K_2O$ , Zr, Sr y Ca, y el  $SiO_2$  el que menos. La variabilidad total calculada a partir únicamente de individuos de esta segunda fase es igualmente alta ( $v_f = 1.53$ ). El dendrograma resultante del HCA (fig. 4), empleando los mismos parámetros que en análisis anterior, muestra una estructura dividida de nuevo en dos ramas, la segunda de ellas incluye las agrupaciones más extensas. La diferenciación entre las dos ramas parece deberse a valores generalmente más bajos de Ca y Sr en la primera, así como a mayores concentraciones medias de  $Al_2O_3$  y  $K_2O$ .

Dentro de la primera rama encontramos valores bajos de Zr que diferencian los tres primeros individuos del resto. Estos individuos macroscópicamente son piezas muy diferentes entre sí: G18, GO40 y un posible recipiente local. Dentro de esta rama también hemos distinguido, además, tres grupos químicos. El grupo A exhibe un patrón característico formado por Ca y Sr bajos que contrastan con altas concentraciones de Fe,  $K_2O$  y, hasta cierto punto,  $Al_2O_3$ . Según su clasificación macroscópica incluye dos piezas catalogadas como Jonia-Samos, una de Samos y una jonia (grupo A). El resto de las asociaciones de esta rama son dos parejas formadas por dos piezas jónicas (GO10 y GO34, grupo B), que siguen un patrón similar al anterior, pero presentan menores concentraciones de  $K_2O$  y Fe y valores más elevados para Ca, Sr y Zr. Igualmente, parecidas son dos ánforas de Quíos (LFG093/AG42 y LFG062/AG46) y una pieza de Clazomene (LFG092/AG49) (grupo C), con concentraciones muy bajas de Zr y relativamente bajas de  $Al_2O_3$  y  $K_2O$ , frente a mayores valores de  $SiO_2$ , Mn y Sr.

La segunda rama comprende varios individuos sin conexión clara con el resto del conjunto, incluyendo dos piezas caracterizadas por valores máximos de Sr y Mn (LFG033/GO23 y LFG007/G17 respectivamente). Esta rama también contiene algunos de los grupos de mayor entidad. De entre ellas destaca una agrupación de 17 individuos jónicos (grupo E), caracterizados por altas

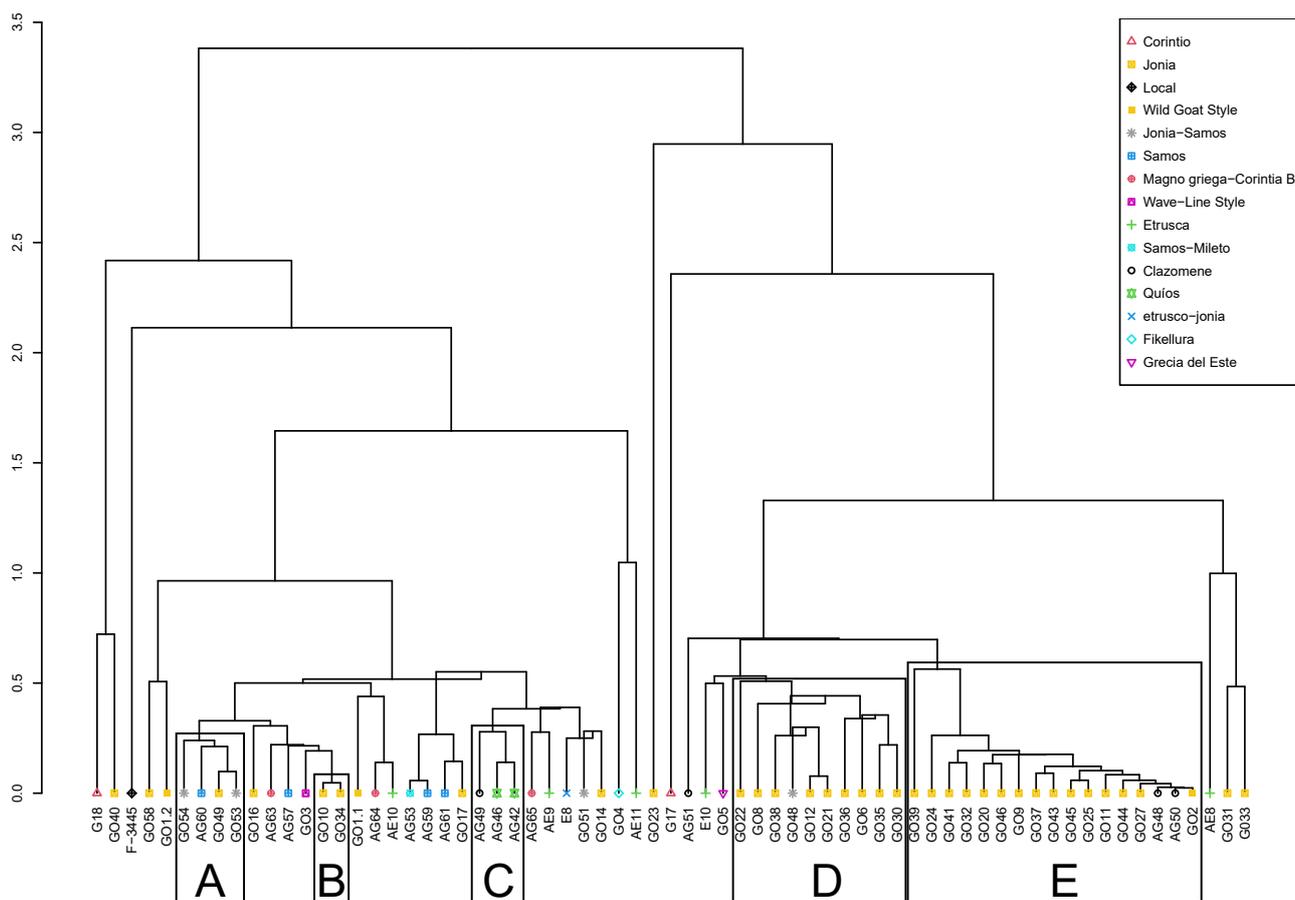


Figura 4. Dendrograma con individuos cerámicos procedentes de la fase Fonteta Reciente.

concentraciones de Ca y en menor medida, Zr y Sr. Con bajas concentraciones de otros elementos, en especial de Ti.

Frente a este grupo encontramos una asociación algo menor, formada por otros nueve individuos jonios y una pieza clasificada como Jonia-Samos (grupo D), que presentan un patrón similar, aunque los valores de Ca no son tan altos, existe mayor variabilidad en las concentraciones de Zr, y el SiO<sub>2</sub> es más elevado.

### Un primer intento interpretativo

Los análisis químicos sobre las piezas importadas de La Fonteta muestran una elevada variabilidad, que aumenta con el tiempo. El tratamiento estadístico de los datos ha permitido individualizar varios grupos heterogéneos (valores *vt* altos) y un elevado número de piezas sin asignación.

Interpretar la variabilidad del conjunto en el estado actual de la investigación resulta complicado, ya que no se ve afectada solo por el número de orígenes representados, sino también por las soluciones tecnológicas adoptadas durante la cadena productiva. Puede verse, además,

acentuada en conjuntos tecnológicamente diversos como el analizado aquí<sup>14</sup>. Parte de las piezas estudiadas están elaboradas a mano, y este tipo de producciones suele contener inclusiones de mayor tamaño. Igualmente gruesas son algunas de las producciones anfóricas analizadas, lo que puede haber afectado a la homogeneidad química percibida. La señal obtenida durante las lecturas puede ser asimismo el resultado de la combinación de diferentes materias primas, afectando a la concentración relativa de ciertos elementos, o produciendo una composición completamente nueva. Este tipo de variaciones afectan a cualquier técnica de análisis elemental, y en especial a las realizadas con dispositivos portátiles<sup>15</sup>. A pesar de las limitaciones de esta primera aproximación, se aprecian aspectos interesantes en la estructura de los datos, en los que pondremos el foco en los siguientes apartados.

### Cerámicas de tradición griega

En el caso de las producciones griegas, se advierte cierta correspondencia entre los resultados químicos y las observaciones macroscópicas hechas sobre parte del conjunto. En este sentido, la coloración parece un factor discriminante, que ha servido para la propuesta de orígenes durante la clasificación tipológica.

El color de la superficie y de los motivos pintados sobre ella tienen una clara correspondencia con la composición de las pastas en producciones protocorintias de Fonteta Arcaica. Existe una clara diferencia entre las piezas de tono amarillo verdoso, generalmente con pintura de tonos oscuros, y los vasos con pared de tonos ocres, con pinturas de colores rojizos. Los datos composicionales revelan una elevada homogeneidad en el caso de las primeras, mientras las segundas presentan una mayor dispersión.

La imagen obtenida en La Fonteta se asemeja a la formada a partir del análisis de producciones corintias y protocorintias procedentes de Lipari y Milazzo (Sicilia), en el Mediterráneo central<sup>16</sup>. Los elementos más discriminantes en aquel caso fueron Cr, Ni y Rb, y en menor medida el Sr. Prácticamente todas las piezas recuperadas en Lipari analizadas en aquel trabajo presentaron una composición parecida, marcada por altos valores de Ni (126-233 ppm), Cr (hasta 364 ppm) y Rb (79-162 ppm). En el caso de Milazzo se pudo diferenciar un grupo (Grupo 1) caracterizado por bajos valores de Ni (29-68 ppm), Cr (43-151 ppm) y altas concentraciones de Rb (90-173 ppm). El Grupo 2 de Milazzo presenta valores de Ni y Cr similares a los de Lipari, pero concentraciones menores de Rb (21-96 ppm) que en aquel otro enclave. Según estos autores, las piezas con altos valores de Ni y Cr no serían compatibles con el contexto geológico de los yacimientos donde fueron recuperadas las piezas, y de acuerdo con las observaciones hechas de manera macroscópica podrían proceder de la zona de Corinto.

Algunos de los elementos discriminantes no han sido tenidos en cuenta en nuestra rutina analítica, a pesar de ello las piezas protocorintias de La Fonteta presentan niveles similares de Ni y coincidencia entre los valores de Ni y Rb propuestos para los grupos de Belfiore y colaboradores. Si comparamos las concentraciones de Rb y Ni en La Fonteta con los grupos obtenidos en Milazzo y Lipari, se puede ver que la mayoría de las piezas incluidas en el grupo A de Fonteta Arcaica coinciden con el rango de valores propuesto para el Grupo 2 de Milazzo (C1), mientras

14. Buxeda i Garrigós / Kilikoglou 2003.

15. Mecking 2020.

16. Belfiore *et al.* 2022.

que los vasos G8, G9 y G14 coincidirían con las piezas recuperadas en Lipari (C2). Por último, G13 presenta valores más similares al Grupo 1 de Milazzo (C3), que ha sido asignado a un origen en colonias centro-mediterráneas. Al igual que ocurre con aquellas, el vaso G13 se caracteriza por un menor contenido en Ca ( $< 6$ ). Del mismo modo, las posibles piezas corintias presentan diferentes coloraciones, lo que no parece estar en contradicción con un origen regional común<sup>17</sup>.

Aunque de manera tentativa, nuestros resultados parecen indicar, además, una mayor homogeneidad entre las piezas de pastas verdosas y pinturas de tonalidades oscuras. Este comportamiento podría estar indicando una estructura de la producción diferente o la introducción de una mayor variabilidad natural durante el procesado de las materias primas, y tal vez la presencia de varias tradiciones de pasta en la región (que podrían incluir la mezcla de arcilla, al menos entre las piezas ocres)<sup>18</sup>.

Una peculiaridad de las cerámicas asignadas al grupo A de Fonteta Arcaica es un menor contenido en Cr y, sobre todo, las bajas concentraciones de  $K_2O$  (generalmente  $K_2O < 1\%$ ) si se comparan con las piezas de Milazzo. Importantes diferencias en el contenido en potasio han sido halladas también en análisis recientemente publicados de piezas corintias y protocorintias del periodo arcaico, donde las piezas de tonos verdosos parecen haber sido cocidas a mayor temperatura<sup>19</sup>. En este caso, las diferencias se han relacionado con la preparación de las materias primas involucradas en la decoración de las superficies. La adición de potasio sería intencional y ayudaría a obtener colores oscuros cuando fuera necesario. En el caso de La Fonteta los mayores contenidos de potasio, sin embargo, se dan en las piezas que presentan coloraciones rojizas.

Para las cerámicas de La Fonteta esta diferencia también podría explicarse, al menos en parte, por posibles alteraciones postdeposicionales, como la cristalización de zeolita sódica a partir de la descomposición de la fase vítrea de cerámicas calcáreas. Este proceso tiene conocidos efectos en la composición elemental, como el empobrecimiento en potasio, y afectaría en mayor medida a aquellas piezas que hubieran sido cocidas a mayor temperatura<sup>20</sup>. La cristalización de analcima se ve favorecida por decisiones tomadas durante el proceso productivo, como la temperatura o la atmósfera de cocción. La selección de atmósferas reductoras acelera la formación de la fracción amorfa que se ve rápidamente alterada durante el depósito. Si se debiese al efecto de procesos postdeposicionales, las bajas concentraciones de  $K_2O$  en las piezas del grupo A estarían en relación con las materias primas elegidas y las condiciones de cocción y, por lo tanto, en concordancia con diferencias tecnológicas que podrían también verse reflejadas en la coloración.

Las observaciones macroscópicas no han sido tan útiles en la comparación entre algunos grupos cerámicos. Volviendo a los niveles de Fonteta Arcaica, las copas Thapsos parecen replicar el comportamiento de las piezas protocorintias, con dos fragmentos mostrando tonos verdosos (LFG072/G1 y LFG073/G2) en una localización diferente a LFG074/G3, de tono marrón-rojizo. Esta diferencia en el color de las paredes ha servido para proponer hipótesis sobre el origen de las copas, ya que las primeras tradicionalmente aparecen conectadas a talleres del golfo de Corinto, frente a las piezas de tonos marrones que se producirían en talleres occidentales, llegando a la Magna Grecia<sup>21</sup>. En el caso de LFG074/G3, esta posible producción occidental podría

17. Whitbread 1995; Belfiore *et al.* 2022.

18. Whitbread 1995, 344.

19. Rodríguez-Álvarez 2021, 93.

20. Schwedt *et al.* 2006

21. *Vid.* Lorrio *et al.*, cap. 15, 238.

estar detrás de la similitud de este ejemplar con otras posibles producciones itálicas, aunque sin llegar a formar un grupo homogéneo. La asociación entre las piezas de posible origen itálico y el vaso protocorintio LFG003/G13, que según lo anterior presenta concentraciones de Rb y Ni similares al G2 de Milazzo, señalaría de nuevo a su posible origen en colonias centro-mediterráneas.

Las copas Thapsos LFG072/G1 y LFG073/G2, de tonos verdosos, se asemejan a otras producciones de posible origen corintio (LFG001/G8 y LFG010/G9). Estas últimas piezas presentan, sin embargo, tonos ocreos. Una razón que podría explicar esta desconexión y su vinculación a orígenes tan diferentes es la consabida existencia de numerosos talleres, insertos en diferentes unidades culturales, que participaron de un lenguaje estilístico común que clasificamos hoy en día como estilo Thapsos<sup>22</sup>. También es posible que estén reflejando cierta variabilidad en las técnicas de producción desarrolladas en diferentes talleres, además de posibles cambios diacrónicos<sup>23</sup>.

Otro ejemplo de correspondencia entre los grupos establecidos a partir del tipo de pasta y los datos químicos se observa en las piezas con pastas claras de Fonteta Reciente, caracterizadas por concentraciones de Ca y Sr altas, que también aparecen mayoritariamente agrupadas en el HCA (grupos D y E). Estos recipientes han sido clasificados como jonios en su mayor parte, con alguna posible pieza de Samos (Jonia-Samos), varias ánforas de Clazomene, y uno de los individuos del estilo de la Cabra Salvaje. Este nutrido conjunto de cerámicas muestra algunas características comunes, destacando la ausencia de baños recubriendo la superficie, frente a un grupo composicional y cromáticamente más diverso, cuyas fracturas muestran pastas ocreas, rojizas o grisáceas, generalmente cubiertas por baños de tonos claros. Esos otros recipientes también han sido asignados a varios tipos cerámicos diferentes, incluyendo vajillas jonias, ánforas de Clazomene y al estilo de la Cabra Salvaje.

Químicamente, el material de tonos claros de esta fase muestra una estructura compleja, formando grupos menores con diferente grado de homogeneidad, sobre todo si comparamos el grupo D y el E, lo que podría reflejar diferencias en el origen o en la estructura de la producción. Los componentes de ambos grupos presentan altos valores de Ca (con un promedio del 16 % y 26 % respectivamente) y, aunque no ha sido tenido en cuenta en el análisis estadístico, estas cerámicas también presentan valores de MgO altos (con promedios de 3,6 % y 3,7 %). Un caso aparte lo supondría la pieza LFG035/GO40, un *outlier* químico de pastas claras y sin baño en su superficie, cuya combinación de altos valores de Ca, junto a bajas concentraciones de Sr y especialmente Zr, la separan del resto.

La aplicación de baños claros es una decisión técnica destinada a habilitar las paredes de los vasos para mantener una estética común a base de motivos pintados con colores más oscuros. La asociación entre diferencias en el tratamiento de la superficie (presencia o ausencia de baños claros) y en la composición de las pastas ha sido advertida, por ejemplo, en ánforas inicialmente asignadas a talleres de la isla de Quíos, caracterizadas por la ampliación de baños densos de color claro<sup>24</sup>. Piezas de pastas rojizas con baños claros han sido identificadas como posibles reproducciones locales de tipos orientales en Naukratis<sup>25</sup>. Estos ejemplos no delatan necesariamente ningún tipo de relación entre las piezas halladas en La Fonteta y las producciones de aquel emporio oriental, pero da una idea de lo extendido que se encontraba esta práctica en diferentes

22. Gadolou 2011.

23. Whitbread 1995.

24. Whitbread 1995, 144-146.

25. Schlotzhauer / Villing 2006, 63 s.

puntos del Mediterráneo, en concordancia con la diversidad de composicional detectada entre las piezas con baños de nuestro conjunto.

El estudio detallado de estos baños ha mostrado características que permiten individualizarlos en algunos casos, como el uso de arcillas primarias de color blanco en Quíos<sup>26</sup>, o el tono rosado de la capa clara aplicada en la colonia egipcia<sup>27</sup>. Quizás una posible vía de trabajo futura en el Levante ibérico. Por el momento puede aventurarse que es posible que diferencias en materias primas y en cadenas productivas pudiesen estar detrás de la clara diferenciación de las ánforas de Clazomene, con y sin baño. Algo similar ocurre con las piezas identificadas como el estilo de la Cabra Salvaje. GO1.1 y GO1.2 se caracterizan por pastas ricas en micas, lo que se traduce en niveles de K<sub>2</sub>O sensiblemente más altos, y cubiertas por un baño blanco ausentes en el individuo GO2. A pesar de la similitud macroscópica, los dos primeros individuos cerámicos presentan composiciones incompatibles con un origen común.

Diferencias tecnológicas parecen verse también en la calidad de los barnices/motivos negros en las copas jonias. Por un lado, se encuentran piezas de tonos ocre y ocre oscuros, decorados con pintura/barniz negro brillante, denso, y aplicado de manera homogénea. Por el otro, contamos con piezas de pastas más claras donde la aplicación del agente colorante se hace de manera más irregular, generalmente más diluido, con cambios en la coloración de los motivos aplicados (GO44, GO45 o GO48). Como se ha mencionado en un capítulo anterior<sup>28</sup>, estas cerámicas se adscriben a un origen oriental en el caso de las piezas de pastas claras, y a posibles talleres orientales (Samos) y occidentales (península itálica) en el caso de las restantes.

Dentro de las ánforas áticas, en su mayoría clasificadas como SOS, se puede ver también que hay una elevada similitud entre algunos fragmentos. Interpretar la relación entre estos individuos resulta complicado, sobre todo ante la falta de elementos anatómicos reconocibles que permitan definir un número mínimo de individuos. Lo que parece claro en este caso, al menos, es que contamos con más de un recipiente de esta tipología en el yacimiento. Una de las asociaciones más llamativas en este caso es la conexión presente entre los individuos LFG055/AG24 y LFG056/AG27. La primera, clasificada como un ánfora de tradición eubea, completamente pintada en negro, y la segunda un fragmento de ánfora SOS ática, posiblemente asociada al transporte de aceite. Desde el punto de vista macroscópico ambas piezas se caracterizan por pastas de color marrón y ocre oscuro con inclusiones rojizas de tamaño medio.

### Cerámicas de tradición etrusca

En el caso de las cerámicas etruscas establecer una clasificación a partir de la coloración o de la tipología es generalmente complicado. En parte esto se debe a la elevada fragmentación del registro, al extenso uso de cocciones reductoras, así como de la aplicación de baños que cubren toda la superficie. Ambas técnicas enmascaran el color original de las arcillas y dificultan la distinción de grupos de pastas, sobre todo las de factura más fina, donde no se pueden reconocer inclusiones características. Incluso las piezas sin baño presentan tonos grises (por ejemplo, las ánforas o individuos AE) y cambios en la coloración de las piezas en su sección (AE9). Esto último seguramente tiene relación con la tecnología de cocción empleada. Es preciso recordar

26. Boardman 1998, 10.

27. Boardman 2006.

28. *Vid. Llorio et al.*, cap. 15, 273.

que las cerámicas etruscas de mesa halladas en contextos de Fonteta Arcaica están elaboradas a mano, por lo que los requisitos en términos de ratio de calentamiento y exposición a la fuente de calor difieren de producciones más finas y con motivos pintados<sup>29</sup>.

Las cerámicas catalogadas como etruscas en la fase reciente tienen una composición muy variada, si bien tienen una conexión más cercana entre las piezas menos calcáreas que entre las que tienen niveles de Ca y Sr más elevados. La localización de las piezas LFG039/E10 y LFG065/AE8 se hace eco de la división entre pastas calcáreas y poco calcáreas que se observa en la estructura general del dendrograma, y aunque aparecen ligadas a las piezas de tonos claros de estilo griego no parecen estar relacionadas de manera clara con ningún grupo. Estas piezas aparecen, en general, dispersas, con los primeros puntos de fusión en el HCA ocurriendo a distancias ultranuméricas altas.

Al igual que ocurre con algunas ánforas del ámbito griego, pueden observarse patrones que conectarían la composición química y las observaciones macroscópicas de las pastas, aunque es menos común. Parece destacable que las dos piezas (LFG066/AE9 y LFG067/AE10) aparecen en nuestro análisis dispersas, pero relacionadas en cada caso a un fragmento de cerámica clasificado como Magno Griega – Corintia B.

### Piezas de difícil clasificación

Algunas de las piezas recuperadas en La Fonteta representan casos difíciles de clasificar desde el punto de vista tipológico. Quizás uno de los mejores ejemplos sea la pieza LFG095/E8, clasificada como etrusco-jonia. Esta pieza es de difícil encaje también desde el punto de vista químico. Se incluye en un grupo de muestras que están caracterizadas por pastas de color ocre u ocre oscuro con pintura negra. Esto incluye dos piezas clasificadas como griegas orientales, la copa LFG015/GO51 y una posible hidria o ánfora de mesa con pintura negra (LFG079/GO14). Estas piezas presentan a su vez una conexión relativamente lejana con una pieza magno-griega y otra clasificada como etrusca. Su relación más cercana con las piezas occidentales reviste cierta coherencia estilística, ya que los paralelos formales más cercanos que se han encontrado proceden del ámbito etrusco. Cabe mencionar que la pieza etrusco-jonia presenta una coloración ocre similar a piezas catalogadas como posibles producciones itálicas. En cualquier caso, el origen etrusco para esta pieza es una hipótesis que tendrá que ser comprobada en futuros estudios.

Se observa cierta similitud entre las cerámicas a mano de posible origen centromediterráneo o itálico que se han analizado en Fonteta Arcaica, al igual que ocurre con un ánfora ATi1 que no muestra similitud con ningún otro individuo del conjunto. Un origen sardo para la pieza ATi1 estaría acorde con la similitud macroscópica observada con pastas de ATi2, de tradición nurágica. Aun cuando las piezas LFG091/F-20733 y LFG094/F-20733 pudieran tener como origen la misma isla, la composición de las piezas es claramente diferenciable. Determinar hasta qué grado estas lecturas pueden estar viéndose afectadas por la heterogeneidad de la pasta requerirá de análisis químicos mediante otras técnicas de laboratorio, posiblemente sobre muestras homogeneizadas, así como contar con grupos de referencia o muestras de comparación de producciones sardas conocidas.

---

29. Thér 2014.

Por último, entre estas piezas de difícil catalogación se incluye también el asa de una *kylix* que cabría ser considerada local (F-3445). Se trata, sin embargo, de una pieza elaborada con pastas poco calcáreas, lo que contrasta con las observaciones hechas sobre vasijas producidas en el área de La Fonteta y el vecino asentamiento de Peña Negra. No es posible descartar un origen regional, atendiendo a la presencia de producciones poco calcáreas en asentamientos de la cuenca del Segura, tanto a torno como a mano. Las producciones a torno en la zona, según los resultados en alguno de estos asentamientos, podrían haberse extendido a cronologías compatibles con la fase de Fonteta Reciente<sup>30</sup>.

## Conclusiones

El yacimiento de La Fonteta funcionó como un centro receptor de diversas producciones mediterráneas con diversos estilos morfológicos y decorativos. Esta diversidad se observa tanto en la vajilla de mesa como en los recipientes de transporte. Para un mejor conocimiento de la procedencia de estos recipientes, sin embargo, es necesario ampliar la muestra y utilizar técnicas comparativas con grupos de referencia de diferentes áreas del Mediterráneo. Esto permitiría avanzar en la definición de redes de intercambio y contrastarlas con las propuestas tipológicas establecidas.

En términos cronológicos, Fonteta Arcaica y Reciente exhiben perfiles distintos. En la primera fase, encontramos una combinación de piezas protocorintias de origen corintio junto algún recipiente de un posible taller occidental, ánforas de diversos orígenes y un pequeño conjunto de piezas posiblemente sardas o tirrénicas diferenciadas del resto.

En la fase más reciente de La Fonteta, predominan las piezas de Grecia oriental, que en algún caso presentan una notable homogeneidad, aunque no sea posible reducir su proveniencia a un único taller. En contraste, se identifica un grupo heterogéneo en composición y coloración, caracterizado también por diferencias en el tratamiento de las superficies. Algunas de estas producciones, de pastas claras, tienen posibles orígenes orientales, frente a un grupo de coloración y composición más diversa, con baños claros. La elevada incertidumbre a la hora de definir grupos se debe en parte a la diversidad de orígenes y a la baja representación de cada tipo o taller, con un reducido número de piezas por cada uno. Esta distribución podría implicar diferencias en la estructura de la producción y el grado de estandarización entre talleres, ya observada entre las piezas protocorintias del periodo arcaico de La Fonteta. Aunque los datos son aún limitados, esta segunda fase parece reflejar un contexto de comercio marítimo diferente, con una mayor presencia de nuevos talleres estabilizados, posiblemente centro-mediterráneos, que coexisten con los centros de producción en el extremo oriental.

La comparación de la composición con aspectos macroscópicos como la coloración de las superficies, la textura de la fractura y la presencia de engobes ha mostrado la relevancia de estas para especular sobre posibles orígenes, y su necesidad para dar sentido a las agrupaciones químicas. La variabilidad observada puede estar relacionada con la diversidad de talleres involucrados en la producción de ciertos tipos de cerámica, que en ocasiones podrían emplear materias primas afines, pero procesadas de manera diferente. Por nuestra parte nos parece importante destacar la utilidad de la técnica pXRF para muestrear diferentes tipos de cerámica,

---

30. Cutillas-Victoria / Day 2022.

sirviendo potencialmente para discriminar grandes agrupaciones que permitan muestreos detallados y ajustados a comprobar las hipótesis de proveniencia. Al hilo de esta reflexión, también nos parece necesario reincidir en la necesidad de complementar este trabajo con nuevas rondas de análisis con técnicas más precisas y que posibiliten una comparación más detallada con los grupos de referencia existentes.

En resumen, el yacimiento de La Fonteta representa un centro receptor de diversas producciones mediterráneas, cuya procedencia y características se deben explorar con mayor amplitud de muestra y técnicas comparativas. La distinción entre las fases arcaica y reciente muestra diferencias significativas en las producciones, lo que sugiere un contexto de comercio marítimo cambiante del que tenemos muy pocos datos arqueológicos en la actualidad en la costa oriental peninsular. La aplicación de técnicas analíticas, como pXRF, destaca la importancia de considerar factores como la diversidad de talleres y la composición de las materias primas al interpretar los resultados químicos.

N.º análisis	N.º vaso	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Ti (%)	Mn (%)	Fe (%)	Sr (ppm)	Zr (ppm)
LFG001	G8	17,87	59,53	2,21	10,38	0,61	0,10	6,03	401	74
LFG002	G16	20,93	57,06	0,91	12,56	0,61	0,11	6,48	512	67
LFG003	G13	12,96	48,42	2,91	5,24	0,42	0,08	3,34	330	292
LFG004	G14	13,66	43,12	2,55	9,70	0,46	0,12	5,46	459	143
LFG005	G12	15,04	48,86	0,90	11,40	0,48	0,08	5,51	336	109
LFG006	G18	21,50	63,71	1,28	12,26	0,70	0,09	6,74	350	36
LFG007	G17	8,23	36,23	1,15	9,37	0,33	0,13	3,27	430	75
LFG008	G11	17,61	51,30	0,85	12,00	0,52	0,07	5,64	439	88
LFG009	G10	19,27	50,61	0,84	12,26	0,55	0,07	5,85	494	90
LFG010	G9	21,88	59,36	3,16	11,67	0,56	0,08	6,07	383	56
LFG011	GO58	15,47	42,01	2,22	6,35	0,48	0,07	4,57	164	228
LFG012	GO1.1	19,09	54,16	3,24	3,80	0,54	0,07	5,08	322	181
LFG013	GO1.2	11,93	39,80	2,30	8,77	0,44	0,08	5,26	303	249
LFG014	GO49	24,81	61,12	3,65	5,00	0,66	0,08	5,69	164	95
LFG015	GO51	25,39	56,71	3,46	8,28	0,56	0,07	6,19	376	97
LFG016	GO36	11,97	72,61	1,22	13,11	0,45	0,05	2,64	588	104
LFG017	GO54	21,06	51,50	3,17	5,04	0,62	0,08	6,31	155	154
LFG018	GO53	23,43	54,73	3,60	5,83	0,62	0,08	6,39	177	115
LFG019	GO48	18,04	53,03	1,83	15,36	0,46	0,05	2,86	641	165
LFG020	GO37	16,11	52,51	1,12	21,94	0,39	0,03	3,14	777	155
LFG021	GO35	12,28	53,47	1,17	14,39	0,46	0,03	3,10	671	154
LFG022	F-3445	37,08	46,06	3,85	2,41	0,67	0,06	7,52	162	79
LFG023	GO16	22,99	51,45	2,85	4,98	0,67	0,07	6,99	312	112
LFG024	GO39	7,54	29,16	0,50	21,38	0,25	0,04	2,17	624	175
LFG025	GO31	9,77	72,60	1,34	6,25	0,79	0,03	3,78	632	89
LFG026	GO30	13,65	52,97	1,13	14,00	0,47	0,04	4,01	622	115
LFG027	GO41	13,82	50,12	0,81	19,23	0,40	0,05	3,21	675	156

N.º análisis	N.º vaso	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Ti (%)	Mn (%)	Fe (%)	Sr (ppm)	Zr (ppm)
LFG028	GO12	15,38	53,17	1,87	13,23	0,47	0,07	3,99	592	156
LFG029	G033	14,63	61,79	1,50	8,61	0,58	0,04	4,37	602	99
LFG030	GO3	19,57	53,43	2,83	5,96	0,46	0,06	4,19	210	158
LFG031	GO38	19,96	51,16	2,14	14,65	0,45	0,05	4,11	416	150
LFG032	GO8	15,71	47,72	1,91	19,99	0,38	0,04	3,55	694	126
LFG033	GO23	11,11	41,20	0,72	24,36	0,36	0,04	2,96	3014	252
LFG034	GO22	17,58	57,96	1,08	12,33	0,43	0,07	4,30	427	112
LFG035	GO40	22,89	67,26	2,63	10,53	0,57	0,09	5,85	290	27
LFG036	GO6	9,89	52,93	0,99	15,25	0,48	0,06	3,51	586	147
LFG037	GO32	12,46	42,39	0,76	21,41	0,34	0,04	3,32	774	180
LFG038	GO4	19,92	57,98	2,63	3,53	0,68	0,02	4,51	238	200
LFG039	E10	13,20	54,34	1,13	11,94	0,45	0,03	3,67	385	216
LFG040	GO5	17,67	60,63	0,99	8,32	0,53	0,03	3,75	467	147
LFG041	GO44	12,18	38,17	1,15	22,31	0,32	0,04	3,11	671	185
LFG042	GO45	12,09	48,08	1,49	18,20	0,37	0,04	3,17	817	175
LFG043	AG48	11,18	39,53	1,00	22,66	0,30	0,04	2,96	813	184
LFG044	AG50	12,35	40,69	1,25	23,79	0,34	0,04	3,16	886	184
LFG045	AG53	22,90	60,90	3,20	6,54	0,66	0,13	6,73	222	80
LFG046	AG51	13,01	54,53	1,56	20,04	0,44	0,02	2,89	633	157
LFG047	AG59	24,15	60,56	3,06	7,29	0,64	0,13	6,34	198	67
LFG048	GO21	15,32	52,66	1,95	10,64	0,41	0,06	3,85	509	124
LFG049	AG65	17,84	60,09	2,51	8,97	0,53	0,06	4,38	402	130
LFG050	AG28	22,05	64,64	2,75	7,98	0,63	0,07	5,80	203	42
LFG051	AG60	22,56	54,41	3,24	4,61	0,55	0,10	6,02	224	97
LFG052	AG26	17,12	54,68	2,40	8,61	0,52	0,07	5,12	238	100
LFG053	AG31	19,08	60,49	2,91	6,36	0,63	0,09	5,70	278	76
LFG054	AG25	22,29	63,42	2,87	7,22	0,59	0,09	6,49	178	62
LFG055	AG24	22,15	62,05	2,71	4,14	0,59	0,07	5,87	151	91
LFG056	AG27	21,94	58,52	3,46	5,62	0,54	0,08	5,63	102	90
LFG057	AG29	17,25	56,67	2,34	8,80	0,54	0,06	5,33	202	92
LFG058	GO10	22,31	54,46	2,46	6,65	0,54	0,08	5,70	272	125
LFG059	GO11	12,63	43,06	1,24	21,41	0,35	0,05	2,98	808	175
LFG060	AG64	14,75	62,35	2,06	5,32	0,47	0,09	3,64	295	206
LFG061	AG57	20,40	63,95	3,41	5,16	0,55	0,06	4,85	297	132
LFG062	AG46	14,57	61,88	1,53	9,28	0,53	0,10	5,53	268	86
LFG063	AG63	19,03	70,36	2,38	4,81	0,54	0,08	4,17	254	129
LFG064	AG61	24,15	55,13	2,46	9,81	0,59	0,12	6,84	196	84
LFG065	AE8	14,57	59,04	1,93	7,18	0,45	0,08	4,28	591	161
LFG066	AE9	16,98	53,84	2,68	11,81	0,43	0,07	5,29	396	97
LFG067	AE10	16,39	54,65	2,59	5,70	0,48	0,07	3,86	294	200
LFG068	AE11	19,00	55,21	4,22	7,18	0,58	0,03	3,80	341	141

N.º análisis	N.º vaso	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Ca (%)	Ti (%)	Mn (%)	Fe (%)	Sr (ppm)	Zr (ppm)
LFG069	ATi1	15,84	61,09	3,33	3,01	0,39	0,03	3,42	569	306
LFG072	G1	17,23	52,81	2,09	11,91	0,46	0,09	4,76	379	108
LFG073	G2	17,23	56,11	2,26	11,32	0,49	0,11	4,98	480	105
LFG074	G3	18,68	50,82	2,99	5,42	0,51	0,08	4,15	368	145
LFG075	G5	15,49	47,85	0,74	11,06	0,42	0,07	4,49	375	99
LFG077	GO2	12,62	42,19	1,22	22,48	0,35	0,04	3,12	832	200
LFG078	GO9	9,69	37,17	1,06	21,96	0,29	0,05	2,56	862	183
LFG079	GO14	22,09	64,46	2,80	8,68	0,55	0,09	4,97	295	66
LFG080	GO17	22,56	59,91	2,60	9,73	0,62	0,08	6,68	206	72
LFG081	GO20	11,73	44,86	1,03	19,25	0,46	0,05	3,75	666	186
LFG082	GO24	9,15	35,83	1,27	19,7	0,27	0,03	2,32	769	185
LFG083	GO25	14,32	46,70	1,62	22,67	0,38	0,04	3,40	889	173
LFG084	GO27	13,62	43,10	1,21	21,46	0,37	0,04	3,37	983	183
LFG085	GO34	21,08	57,23	3,05	6,77	0,53	0,08	5,63	272	131
LFG086	GO43	14,57	48,18	1,13	23,15	0,37	0,04	3,48	852	154
LFG087	GO46	9,58	38,44	1,11	19,17	0,40	0,04	2,64	635	188
LFG088	G15	16,29	59,69	2,48	5,64	0,49	0,07	4,70	239	166
LFG089	E1	13,61	54,91	3,23	4,68	0,63	0,05	3,67	550	186
LFG090	E4	16,08	59,88	2,20	7,50	0,35	0,04	3,61	432	168
LFG091	F-20733	16,62	66,52	3,04	0,92	0,42	0,06	4,15	284	180
LFG092	AG49	14,46	61,65	1,76	7,48	0,46	0,08	4,78	295	117
LFG093	AG42	15,14	66,05	1,71	7,52	0,49	0,09	5,46	281	65
LFG094	F-20306	21,29	68,30	3,20	1,10	0,43	0,04	4,46	354	116
LFG095	E8	18,14	58,73	3,10	7,04	0,69	0,10	5,85	364	101

Tabla 1. Datos químicos empleados en el análisis estadístico.