

Las ánforas fenicias de la fortaleza de Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida) en el Ibérico Antiguo: contenido y proveniencia

Phoenician amphorae from the fortress of Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida) in the Early Iberian Iron Age: contents and provenance

Alba Castellano-Aragonés  ARQHISTEC-GIP, Departament de Geografia, Història i Història de l'Art, INDEST, Universitat de Lleida, alba.castellano@udl.cat (autora de correspondencia)

Violeta Moreno Megías  Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla, vmoreno1@us.es

Michał Krueger  Wydział Archeologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polonia, krueger@amu.edu.pl

Alessandra Pecci  Universitat de Barcelona, ERAAUB, IAUB, INSA-UB (MdM CEX2021-001234-M), alessandrapecci@ub.edu

Simona Milleto  Universitat de Barcelona, ERAAUB, IAUB, simona.mileto@gmail.com

Natàlia Alonso Martínez  ARQHISTEC-GIP, Departament de Geografia, Història i Història de l'Art, INDEST, Universitat de Lleida, natalia.alonso@udl.cat

Resumen: El comienzo de las interacciones entre las comunidades indígenas de la península ibérica y los fenicios a partir del siglo IX a. n. e. facilitó el intercambio de ideas, tecnologías y bienes. Si bien estos intercambios afectaron principalmente a las comunidades costeras, la influencia del mundo fenicio se extendió, aunque en menor medida, a las regiones del interior. Este estudio emplea un enfoque multidisciplinar para analizar los restos de ánforas fenicias recuperados en la fortaleza de Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida). A través del examen petrográfico, fluorescencia de rayos X portátil y análisis de residuos orgánicos, se presentan nuevos datos sobre su origen y contenido, atribuyéndolas a talleres de la región de Malaka (Málaga), zona que jugó un papel clave en la exportación de productos hacia el Mediterráneo entre los siglos VI-V a. n. e. El objetivo principal de este trabajo es mejorar la comprensión de las interacciones comerciales entre las regiones sur y norte de la península ibérica, así como entre el interior y la costa nororiental peninsular.

Palabras clave: Ibérico Antiguo; comercio fenicio; petrografía; pFRX; análisis de residuos orgánicos; vino.

Abstract: *The beginning of interactions between the indigenous communities of the Iberian Peninsula and the Phoenicians from the 9th century BCE onwards, facilitated the exchange of ideas, technologies and goods. While these exchanges primarily impacted the coastal communities, the influence of the Phoenician world extended, albeit to a lesser extent, to inland regions. This study employs a multidisciplinary approach to analyze the remains of Phoenician amphorae recovered from the fortress of Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida). Through the use of petrographic analysis, portable X-ray fluorescence, and organic residue analysis, novel insights are presented on the origin and content of these amphorae, linking them to workshops in the region of Malaka (Málaga), an area that played a key role in the Mediterranean trade between the 6th and 5th centuries BCE. The main goal of this work is to enhance the comprehension of trade interactions between the southern and northern regions of the Iberian Peninsula, as well as between the interior and the northeastern coast.*

Keywords: *Early Iberian; Phoenician trade; petrography; pXRF; residue analysis; wine.*

Cómo citar / Citation: Castellano-Aragonés, A., Moreno Megías, V., Krueger, M., Pecci, A., Milleto, S. y Alonso Martínez, N. (2025). “Las ánforas fenicias de la fortaleza de Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida) en el Ibérico Antiguo: contenido y proveniencia”. *Trabajos de Prehistoria*, 82 (1): 1017. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.2025.1017>.

Recibido / Submitted: 09-07-2024

Aceptado / Accepted: 25-02-2025

Publicado online / Published online: 28-08-2025

1. INTRODUCCIÓN

La fortaleza de la Primera Edad del Hierro y época ibérica de Els Vilars está ubicada al noreste del término municipal de Arbeca, en la comarca de les Garrigues (Lleida, Cataluña) (Fig. 1A). Se considera un recinto singular en el contexto de los inicios de la Edad del Hierro de la península ibérica y de Europa, debido a sus excepcionales características defensivas como la muralla torreada, el *chevaux de frise*, y los fosos inundables (Alonso *et al.*, 2011; Junyent y López, 2016; López *et al.*, 2020) (Fig. 1B).



Fig. 1. A) Situación de la fortaleza de Els Vilars (Arbeca, les Garrigues). B) Imagen aérea de la fortaleza. Grup d'Investigació Prehistòrica. Universitat de Lleida. Autoria: Alba Castellano-Aragonés.

La secuencia cronológica de Els Vilars se extiende desde inicios del siglo VIII cal a. n. e. hasta finales del siglo IV a. n. e., momento en que la fortaleza fue abandonada. Esta ocupación continua a lo largo de cuatro siglos convierte a Els Vilars en un asentamiento clave para comprender los procesos socioeconómicos que llevaron a las sociedades segmentarias prehistóricas del llano occidental catalán, y del valle del Ebro en general, a organizarse en jefaturas, hasta la aparición del estado arcaico ilergeta (López *et al.*, 2020).

El presente estudio se sitúa en la transición entre el final de la Primera Edad del Hierro y el Ibérico Antiguo (ss. VI-V a. n. e.), momento de intensas transformaciones sociales y culturales. En este contexto, se analizan las ánforas alótonas halladas en Els Vilars. Tras una identificación preliminar a nivel macroscópico, se ha sugerido que corresponden a ánforas de tradición fenicia, probablemente provenientes de la antigua *Malaka* (Castellano, 2017, p. 132). La detallada caracterización de la cerámica malagueña (Cardell *et al.*, 1999; Padial *et al.*, 2000) ha sido clave para reconocer estas piezas en el yacimiento. A través de un enfoque multidisciplinar que incluye petrografía, fluorescencia de rayos X portátil y análisis de residuos orgánicos, este trabajo busca examinar aspectos clave sobre la procedencia y el contenido de dichas ánforas. Con estos datos, se espera aportar nuevas perspectivas sobre las redes comerciales y los intercambios materiales que conectaban el noreste peninsular –en particular, el actual llano occidental catalán– con las zonas del sur peninsular. A su vez, estos resultados permiten examinar la capacidad de los habitantes de Els Vilars para acceder a determinados bienes de prestigio, e incrementar nuestra comprensión del alcance de sus interacciones culturales y económicas con otras regiones de la península ibérica.

2. LA FORTALEZA DE ELS VILARS DURANTE EL PERIODO IBÉRICO ANTIGUO

La secuencia de ocupación de la fortaleza ha permitido identificar cinco fases –de 0 a IV–, a partir de diversas remodelaciones urbanísticas, así como de otras características arqueológicas (Junyent y López, 2016, pp. 31-50). Las dos primeras pertenecen a la Primera Edad del Hierro, mientras que las tres últimas se insertan en el marco cronocultural del periodo ibero (Fig. 2). La secuencia cronológica de la fortaleza se resume de la siguiente manera:

Primera Edad del Hierro:

- Vilars 0 (775-700 cal a. n. e.).
- Vilars I (700 cal a. n. e.-550 a. n. e.).

Período ibérico:

- Ibérico Antiguo:
 - Vilars II (550/525 a. n. e.- 450/425 a. n. e.), que se desglosa en las subfases Vilars IIa (550/525 a. n. e.-500 a. n. e.), Vilars IIb (500 a. n. e.-475/450 a. n. e.) y Vilars IIc (475/450 a. n. e.-425 a. n. e.).
- Ibérico Pleno; se pueden diferenciar dos fases, aunque su cronología precisa es difícil de determinar:
 - Vilars III (450-325 a. n. e.), representa el horizonte ibérico pleno.
 - Vilars IV (325-300 a. n. e.), que marca la última fase de Els Vilars antes de su abandono.

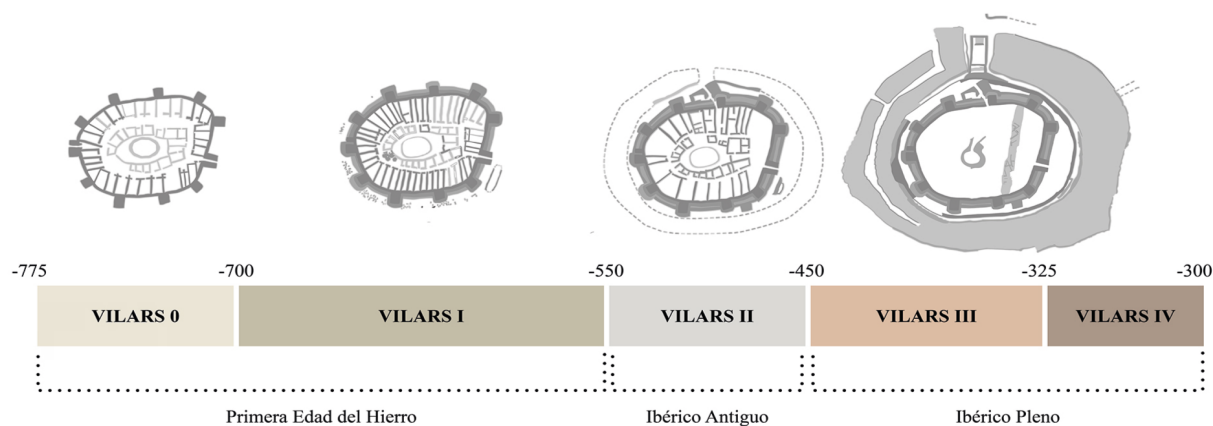


Fig. 2. Cronograma de las distintas fases del yacimiento de Els Vilars (Arbeca, les Garrigues). Grup d'Investigació Prehistòrica. Universitat de Lleida. Autoria: Alba Castellano-Aragonés.

El perímetro de su recinto inicial (Vilars 0) nunca experimentó modificaciones y las diferentes fases de construcción superpuestas llevaron a la formación de un ‘tell’ con una secuencia estratigráfica muy densa (López *et al.*, 2020). La intensa actividad agrícola desde la mecanización de mediados del siglo XX mutiló el ‘tell’ original, destruyendo sus fases finales (Vilars III y Vilars IV). Afortunadamente, las primeras fases de ocupación, en particular Vilars 0 y Vilars I, se preservaron y están prácticamente intactas.

El sistema defensivo de la fortaleza se basó inicialmente en un muro con un solo paramento incluyendo 11 torres (Vilars 0), que posteriormente se reforzó con paramentos añadidos a la estructura inicial (Vilars I), así como por una barrera de piedras hincadas (*chevaux-de-frise*). Durante la fase Vilars II, se construyó un segundo foso (del cual desconocemos los detalles) a la vez que se construía una nueva puerta en el lado norte. En la fase Vilars III, se excavó un foso más amplio y profundo, que implicó remodelaciones en la puerta al norte del recinto y se excavó un segundo foso que dificultaba aún más el acceso a la fortaleza. En las fases finales (Vilars III-IV), la mayor parte del asentamiento estaba compuesto por el sistema defensivo, con más de 8000 m² para este propósito, relegando las actividades domésticas a unos escasos 2400 m² (López *et al.*, 2020, pp. 190-192).

Los niveles de la fase Vilars II, correspondientes al período del Ibérico Antiguo y en los que se centra el presente estudio, se encuentran en distintos estados de conservación por la actividad agrícola anteriormente señalada.

A pesar de ello, estos niveles son la referencia más importante para este período en el oeste de Cataluña, tanto en términos de cantidad como por la calidad de su información. Se han podido identificar tres subfases con diferencias notables en su urbanismo, arquitectura y cultura material: Vilars IIa (550-500 a. n. e.), Vilars IIb (500-475/450 a. n. e.) y Vilars IIc (475/450-425 a. n. e.) (López *et al.*, 2020). Aunque la extensión del asentamiento nunca superó el perímetro de la muralla inicial, en el Ibérico Antiguo se produjo una expansión del espacio justo más allá de la muralla: la primera modificación significativa afectó a los accesos y defensas, con la apertura de una nueva puerta hacia el norte y la excavación de un primer foso perimetral (Junyent *et al.*, 2009; Junyent y López, 2016; López *et al.*, 2020). La que luego se convirtió en la única puerta se construyó adyacente a una de las torres existentes, reforzada con un bastión. En el lado opuesto, se erigió una nueva torre hueca, probablemente usada como cuerpo de guardia. Ambas estructuras, orientadas diagonalmente, crearon un corredor inaccesible frontalmente, imitando puertas de fortificaciones mediterráneas y monumentalizando el acceso principal de la fortaleza para reflejar su dominio territorial.

La información sobre el foso de esta fase es escasa, ya que quedó cubierto por otro foso posterior del período ibérico pleno. Lo mismo parece ocurrir con la rampa de acceso construida como parte de la misma refacción, aunque lo poco que puede observarse de su diseño es que permitiría realizar un contraataque (Junyent *et al.*, 2009; Junyent y Moya, 2011; López *et al.*, 2020). Este tipo de defensas externas durante la Edad del Hierro Temprana también estaban probablemente presentes en el yacimiento vecino de Molí d’Espigol (Tornabous, l’Urgell) (Escala *et al.*, 2018). La apertura de la nueva puerta afectó además al interior del recinto, ya que dio lugar a la construcción de una nueva calle, una característica que no obstante no alteró el trazado de la antigua calle perimetral principal.

Sin embargo, la estructura general del tejido urbano interno no experimentó modificaciones significativas, excepto por la supresión de la antigua plaza suroeste, donde habían existido hornos de pan comunales, que fueron ahora absorbidos por nuevas construcciones destinadas al almacenaje (Junyent y López, 2016).

Durante esta fase, la arquitectura doméstica revela cambios conceptuales importantes. Por un lado, parece haber una diferenciación entre espacios de residencia y de trabajo. La ejemplificación de este hecho es el edificio tripartito conocido como la ‘casa del herrero’, que cuenta con un taller de forja de hierro en su sala frontal (Junyent y López, 2016, p. 46; López *et al.*, 2020). Sin embargo, la evidencia más clara de los cambios sociales e ideológicos que se estaban produciendo en este período es la presencia de edificios públicos de naturaleza política o religiosa, como una sala con banquetas de adobe y un hogar de piel de toro de carácter claramente orientalizante en el centro, así como un espacio interpretado como templo, con otro hogar de las mismas características. Se han realizado análisis fisicoquímicos, micromorfológicos y palinológicos en este hogar y se han confirmado capas de hollín, lo que sugiere la quema de plantas herbáceas (GIP, 2005, p. 662). Estos descubrimientos respaldan su función ritual o sagrada, lo que lo convierte en el primer ‘templo’ ibérico en el llano occidental catalán y marca una distinción importante respecto a las hogueras en forma de piel de toro encontradas en estructuras residenciales en otros sitios de la región, como en el ya citado Molí d’Espigol (Escala *et al.*, 2018, p. 278) y Sant Joan Vell de Tèrmens (Tèrmens) (Vázquez *et al.*, 2014).

La cultura material asociada a este período se distingue por la aparición de las primeras cerámicas torneadas de manufactura ibérica y las primeras importaciones de cerámica griega, especialmente vajilla fina ática. También llegaron producciones griegas occidentales, en particular de la zona de *Massalia*, junto con elementos de tradición fenicia procedentes del sur peninsular, entre los que destacan las ánforas y un posible bol trípode (Castellano, 2017). Este momento de transformaciones en la fortaleza coincidiría con el período de significativos cambios sociales

en el noreste peninsular. Desde el segundo milenio a. n. e. el crecimiento demográfico sostenido habría sido el motor del proceso de formación de comunidades locales sedentarias. La persistencia de este crecimiento, junto con la generalización de la metalurgia del hierro, habría conducido, desde finales del siglo VII a. n. e., a una nueva intensificación económica y a la consiguiente expansión de la economía política. Este proceso facilitó la formación de élites hereditarias y, en último término, de entidades políticas territoriales de una cierta amplitud (Sanmartí, 2005, p. 349).

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en las interacciones entre las comunidades del interior y de la costa del noreste peninsular y los fenicios. Para ello, se han analizado piezas de posible tradición fenicia recuperadas en la fortaleza de Els Vilars d'Arbeca (les Garrigues, Lleida), utilizando técnicas como el examen de láminas delgadas, fluorescencia de rayos X portátil y análisis de residuos orgánicos, con la finalidad de conocer el origen y contenido de estos recipientes presuntamente alóctonos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este análisis se seleccionaron 15 muestras cerámicas, identificadas de forma macroscópica como ánforas de tradición fenicia, que proceden de distintas áreas de la fortaleza, siendo la zona 6, aquella asociada a almacenes, la de mayor concentración (Fig. 3).

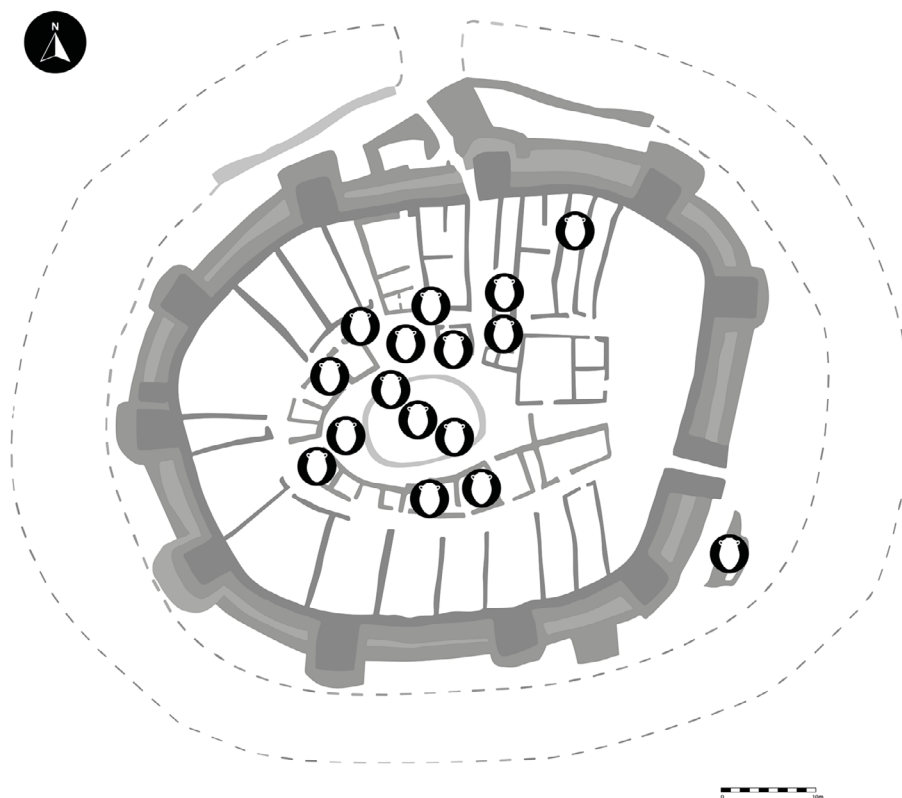


Fig. 3. Planta del yacimiento de Els Vilars en su fase Vilars II, donde se presenta la ubicación arqueológica de las muestras cerámicas recopiladas para el estudio. Grup d'Investigació Prehistòrica. Universitat de Lleida. Autoria: Alba Castellano-Aragonés.

A todas las muestras (salvo A1-008, cuyo tamaño era demasiado pequeño) se les realizó análisis de residuos (ORA), mientras que se seleccionaron 12 de ellas para ser objeto de un análisis petrográfico a través de láminas delgadas (LD) y análisis por fluorescencia de rayos X portátil (pXRF) (Tab. 1). Casi todas las muestras proceden del interior de la fortaleza excepto A1-002, que se halló al exterior del poblado. Cronológicamente, con la salvedad de las muestras A1-004 y A1-008, correspondientes a niveles estratigráficos asociados a la fase Vilars III (450-375 a. n. e.), las demás pertenecen a

niveles de la fase Vilars II, en especial a la subfase IIb (500-475/450 a. n. e.). Por desgracia, en nuestro registro material no contamos con fragmentos diagnósticos (bordes, pivotes o asas), por lo que todos los restos analizados pertenecen a paredes de ánforas.

Muestra	UE	Fase	Láminas delgadas (LD)	pXRF	Análisis de residuos orgánicos (ORA)
A1-001	7170	II (550-450/425 a. n. e.)	Sí – 1B	Sí	Sí
A1-002	22322	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1B	Sí	Sí
A1-003	10010	IIa (550-525/500 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-004	7071	III (450-375 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-005	6201	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-006	6368	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-007	10092	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-008	7007	III (450-375 a. n. e.)	Sí – 2	Sí	No
A1-009	15101	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	No	Sí
A1-010	7128	II (550-450/425 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-011	6327	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-012	10082	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	Sí – 1A	Sí	Sí
A1-013	13001	IIa (550-525/500 a. n. e.)	No	No	Sí
A1-014	6265	II (550-450/425 a. n. e.)	No	No	Sí
A1-015	13154	IIb (500/525-475/450 a. n. e.)	No	No	Sí

Tab. 1. Detalles de los fragmentos cerámicos analizados. Autoría: Alba Castellano-Aragonés.

3.1. Análisis cerámicos

3.1.1. Descripción macroscópica

Esta técnica es la base para una adecuada aproximación a la tecnología de las cerámicas arqueológicas ya que nos permite inferir distintos aspectos de la cadena operativa, la observación de la textura de la matriz y las superficies. Es una técnica de bajo coste, por lo que es una herramienta de gran utilidad. Muchos investigadores consideran

esencial su combinación con los análisis para la determinación mineralógica y la composición química (Rice, 1987; Orton *et al.*, 1997; Vico *et al.*, 2018). En nuestro caso, ha servido para discriminar qué fragmentos debían someterse a analíticas destructivas (láminas delgadas y análisis de residuos orgánicos).

Para su realización es necesario cortar un pequeño fragmento y observar el corte fresco de la matriz. Cuanta más superficie se obtenga, más detallada puede ser la descripción. Con la finalidad de crear los distintos grupos, en la observación macroscópica se consideraron las siguientes variables: textura, color, porosidad, presencia de inclusiones y laminación. La observación de las caras interna y externa, así como de la sección, se realiza bajo un estereomicroscopio. En este caso, los análisis se llevaron a cabo con una lupa binocular Leica Stereomikroskop SMZ-168, 7.5x-50x, en las instalaciones del Laboratorio de Arqueología de la Universitat de Lleida.

3.1.2. Análisis petrográfico de láminas delgadas

El análisis petrográfico de láminas delgadas cerámicas mediante microscopio óptico de luz polarizada permite analizar la composición y microestructura de las muestras (Quinn, 2013, p. 4). Estos parámetros contribuyen a la caracterización de las recetas cerámicas a través de las propiedades ópticas de los minerales que forman los materiales arcillosos y sus inclusiones no plásticas, sean parte natural de la matriz o añadidos artificiales. Esta caracterización contribuye tanto a la determinación de la proveniencia de la materia prima (mediante la descripción de minerales, fragmentos de roca y microfósiles) como a la identificación de los gestos tecnológicos implicados en la secuencia productiva artesanal, incluyendo el tratamiento del material y los distintos procesos de moldeado y cocción empleados durante la fabricación de la cerámica.

Los 12 fragmentos cerámicos seleccionados por su aspecto macroscópico alóctono (A1-001 a A1-012) fueron convertidos en láminas delgadas de 30 µm de espesor en las instalaciones del laboratorio Massimo Sbrana-Servizzi per la Geologia, en Piombo (Italia). Posteriormente, las láminas fueron observadas mediante un microscopio óptico de luz polarizada en las instalaciones del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla (equipo Nikon Eclipse E200) y documentadas gráficamente en el Laboratorio de Microscopía del Centro de Investigación, Tecnología e Innovación de la Universidad de Sevilla.

La interpretación composicional y microestructural de las muestras siguió el habitual protocolo de descripción inicialmente propuesto por Whitbread (1989; definido posteriormente en 1995 y 2016; *cf.* Quinn, 2013, pp. 80 ss.) y de cuantificación estimada (Rice, 1987, p. 348). Estas descripciones permitieron la creación de grupos petrográficos de características composicionales y microestructurales similares y su comparación con otros conjuntos cerámicos de interés arqueológico y posibles áreas geológicas de proveniencia.

3.1.3. Fluorescencia de rayos X portátil

El objetivo de los análisis de espectrometría de rayos X ha sido obtener la composición elemental de 11 fragmentos de cerámica (A1-001 a A1-008, A1-010 a A1-012). Los análisis no invasivos se realizaron utilizando un espectrómetro de fluorescencia de rayos X (FRX) portátil Bruker Tracer III SD en las instalaciones de la Facultad de Arqueología de la Universidad Adam Mickiewicz (Poznań, Polonia). El espectrómetro proporciona la composición elemental de la superficie del artefacto sin alterar el material histórico. La ventanilla del espectrómetro es relativamente amplia, lo que significa que el aparato puede analizar un área bastante grande, hasta 1 cm², a la vez que imposibilita un análisis puntual exacto. A pesar de su reducida precisión, este tipo de investigación es una de las pocas alternativas a los análisis de laboratorio destructivos de carácter químico (Holmqvist, 2017; Hunt y Speakman, 2015; Shackley, 2011).

Durante las mediciones de la superficie exterior, la distancia entre el espectrómetro y la muestra fue siempre la misma. Se examinaron áreas libres de contaminantes. No se realizó ninguna intervención mecánica en las muestras examinadas. Se utilizaron dos modos analíticos denominados *MajMudRock* y *TrMudRock*, desarrollados por el fabricante del aparato. Los parámetros analíticos del primer modo son los siguientes: voltaje de 15 kV, corriente de 25 µA, tiempo de medición individual de 15 segundos, tres repeticiones por una muestra, sin filtro, bomba de vacío utilizada. El modo analítico *TrMudRock* tiene la siguiente característica: voltaje de 40 kV, corriente de 15 µA, tiempo de medición individual de 15 segundos, filtro amarillo (Al/Ti), sin bomba de vacío. En 15 segundos, el espectrómetro realiza 15 análisis. Las Tabs. 2 y 3 presentan los resultados promedio de los dos modos analíticos.

muestra	Mg	Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ba
A1-001	1,309	8,602	27,246	0,067	0,187	2,366	2,830	0,292	0,006	0,029	2,905	0,001	0,000	0,005	0,007	0,231
A1-002	1,647	8,812	27,020	0,242	0,179	2,633	3,649	0,337	0,007	0,034	2,761	0,002	0,001	0,006	0,007	0,397
A1-003	1,030	5,273	19,730	0,563	0,422	3,007	11,782	0,299	0,006	0,038	1,962	0,001	0,002	0,009	0,010	0,503
A1-004	5,731	9,736	25,997	1,144	0,000	1,832	3,865	0,491	0,006	0,075	2,212	0,002	0,004	0,008	0,011	0,745
A1-005	1,453	6,344	20,854	0,190	0,714	2,781	10,081	0,303	0,005	0,048	2,068	0,001	0,002	0,009	0,009	0,493
A1-006	0,982	5,498	14,312	0,459	1,404	1,965	18,603	0,225	0,004	0,038	1,831	0,001	0,002	0,005	0,010	0,400
A1-007	1,849	7,315	25,923	0,232	2,336	4,426	5,312	0,293	0,007	0,051	1,933	0,001	0,003	0,012	0,017	0,484
A1-008	0,816	10,934	23,447	0,097	0,251	3,071	4,888	0,284	0,007	0,028	1,737	0,001	0,003	0,006	0,009	0,814
A1-010	2,072	7,891	26,088	0,109	0,185	2,337	4,608	0,380	0,007	0,041	2,153	0,002	0,003	0,008	0,009	0,628
A1-011	0,682	6,933	22,459	0,104	2,554	3,596	6,093	0,300	0,006	0,045	2,015	0,001	0,002	0,010	0,013	0,483
A1-012	0,686	6,448	21,703	0,141	2,579	3,506	6,922	0,273	0,006	0,045	2,009	0,001	0,002	0,009	0,012	0,450

Tab. 2. Composición elemental de las muestras de Els Vilars obtenida gracias al modo analítico *MajMudRock* (valores en porcentajes, datos sin normalizar). Autoría: Michał Krueger.

muestra	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Sn	Sb	Ba	Pb	Th
A1-001	3,620	0,412	0,003	0,059	4,315	0,000	0,004	0,004	0,007	0,001	0,010	0,034	0,005	0,014	0,001	0,002	0,000	0,001	0,473	0,001	0,001
A1-002	4,855	0,440	0,001	0,065	4,912	0,001	0,006	0,006	0,013	0,002	0,011	0,051	0,004	0,016	0,001	0,002	0,000	0,001	0,628	0,002	0,001
A1-003	4,962		0,019	0,053	4,712				0,004	0,000		0,003		0,003	0,001	0,014	0,000	0,002	2,418	0,001	0,000
A1-004	1,821		0,025	0,070	7,119				0,004	0,000		0,006		0,006	0,001	0,014	0,000	0,001	3,824	0,001	0,000
A1-005	9,110	0,427		0,084	4,925	0,000	0,004	0,005	0,017	0,001	0,010	0,038	0,005	0,018	0,001	0,002	0,000	0,000	0,344	0,002	0,001
A1-006	18,093	0,232	0,000	0,077	3,572	0,000	0,003	0,002	0,012	0,001	0,009	0,033	0,004	0,015	0,001	0,002	0,000	0,001	0,454	0,002	0,001
A1-007	4,541	0,384		0,076	4,593	0,000	0,005	0,007	0,024	0,002	0,011	0,030	0,005	0,020	0,001	0,003	0,000	0,001	0,678	0,002	0,001
A1-008	3,438	0,507	0,003	0,044	4,599	0,001	0,005	0,002	0,012	0,001	0,016	0,045	0,005	0,015	0,001	0,002	0,000	0,002	0,726	0,002	0,001
A1-010	2,078		0,023	0,058	5,761				0,002			0,004		0,004	0,001	0,015	0,000	0,002	3,354	0,001	0,000
A1-011	5,378	0,373	0,007	0,065	4,782	0,000	0,004	0,004	0,018	0,001	0,011	0,035	0,004	0,018	0,001	0,002	0,000	0,001	0,533	0,002	0,001
A1-012	6,389	0,328	0,002	0,079	4,537	0,001	0,005	0,005	0,016	0,001	0,011	0,028	0,005	0,018	0,001	0,002	0,000	0,000	0,694	0,001	0,001

Tab. 3. Composición elemental de las muestras de Els Vilars obtenida mediante el modo analítico *TrMudRock* (valores en porcentajes, datos sin normalizar).

En total se realizaron 44 mediciones: 33 en el modo *MajMudRock* y 11 en el modo *TrMudRock*. El primero permitió la identificación de 16 elementos (Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ba), mientras que el modo *TrMudRock* permitió la identificación de 21 elementos, sobre todo elementos ligeros: Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Sb, Ba, Pb, Th. Debido a la naturaleza del aparato, la composición química no es representativa de todo el objeto de estudio. Los resultados numéricos son semi-cuantitativos y deben considerarse como orientativos. Dadas las limitaciones del método, los resultados solo ofrecen una idea aproximada de la presencia de un elemento específico en la zona analizada, pero no reflejan la composición química exacta del objeto. La falta de un valor numérico no necesariamente significa que un elemento esté ausente del objeto, ya que podría deberse a que su concentración sea tan baja que está fuera del alcance de detección del equipo. Además, la radiación de rayos X no es lo suficientemente sensible para analizar eficazmente elementos con números atómicos muy bajos, por ejemplo, el hidrógeno, el nitrógeno y el oxígeno. Por lo tanto, los resultados deben ser considerados como punto de partida para análisis fisicoquímicos más avanzados.

3.2. Análisis de residuos orgánicos

Las cerámicas son un material poroso y pueden ser estudiadas para investigar qué sustancias han entrado en contacto con ellas. Casi 50 años de investigación han demostrado que a través del análisis químico es posible intentar comprender el contenido original de recipientes de cerámica (Condamin *et al.*, 1976; Evershed, 1993, 2008; Guasch-Jané *et al.*, 2004; Garnier, 2007; Pecci, 2009, 2021; Regert, 2011; Reber, 2023).

Se analizaron 40 muestras recuperadas de las paredes de las ánforas. Cada muestra se limpió mecánicamente, se sub-muestreó y pulverizó en el laboratorio de Arqueología de la Universitat de Barcelona. Todas las muestras procesadas habían estado en contacto con bolsas de plástico y la mayoría de ellas habían sido lavadas. El polvo de las muestras se extrajo mediante dos métodos diferentes: la extracción metanólica directa desarrollada por Correa-Ascencio y Evershed (2014) para la obtención de lípidos (extracto *i.*) y la extracción alcalina propuesta por Pecci *et al.* (2013, 2020) para identificar residuos de frutas y vino (extracto *ii.*). Antes de la extracción, se agregaron, como estándar interno, 20 µg de *n*-hexatriacontano al polvo de cerámica usado para obtener el extracto *i.* y 50 µg de *n*-hexatriacontano al polvo usado para el extracto *ii.* También se analizó una muestra de control. Los extractos *ii.* se derivatizaron con BSTFA y también se derivatizaron los extractos *i.* para poder identificar la presencia de lípidos que no se habían metilado. Todos los extractos se analizaron con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS). Los análisis se llevaron a cabo con un cromatógrafo Thermo Scientific TS GC ultra, con una columna capilar de sílice de 30 m × 0.25 µm acoplado a un espectrómetro de masas Thermo Scientific ITQ 900 operado en ionización electrónica (70 eV). El rango de masas es *m/z* 40-900.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis macroscópico

Los individuos se identificaron a partir de la observación macroscópica de sus pastas, pues cabe destacar que no hay ninguna forma documentada entre los fragmentos muestreados en el yacimiento. Aun así, sus características pastas, diferentes de las producciones propiamente ibéricas, con texturas depuradas y colores que varían del marrón al anaranjado, permitieron plantear su origen exógeno y asociarlas, en primera instancia, con las conocidas producciones de “pastas Málaga” como habitualmente se las denomina en ambientes ceramológicos (Mora Serrano y Arancibia Román, 2020, p. 956).

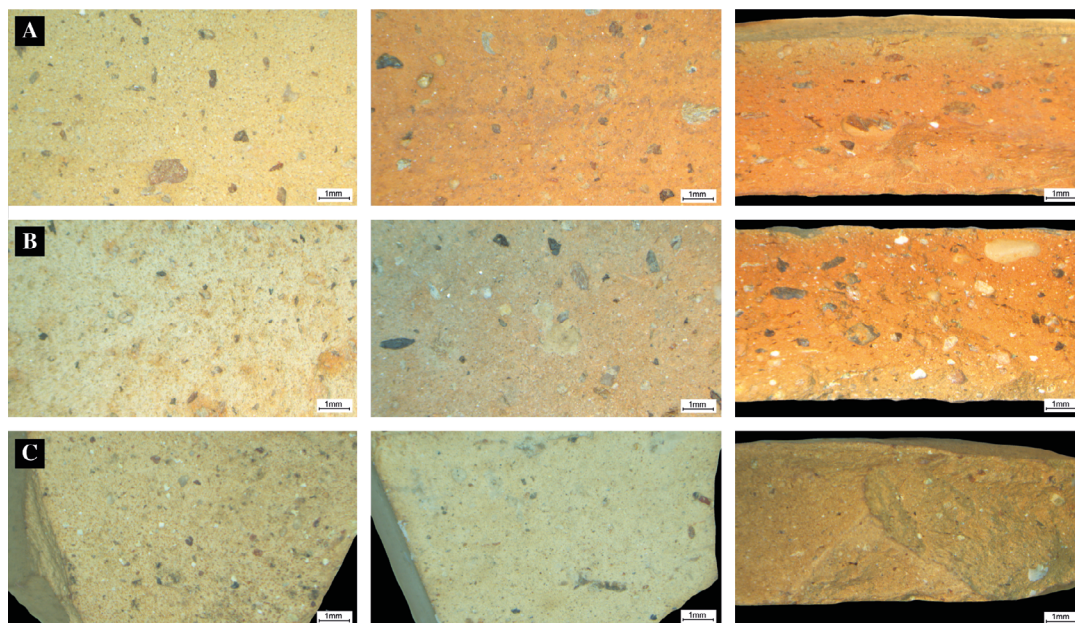


Fig. 4. Cara externa, interna y vista en corte fresco de la sección de los distintos grupos cerámicos identificados a nivel macroscópico. Microfotografías obtenidas mediante lupa estereoscópica. Autoría: Alba Castellano-Aragónés.

Las pastas presentan una superficie exterior engobada, con tonos que van del ocre al marrón claro. Su coloración interna se presenta en tonos anaranjados o bien marrón anaranjado (Figs. 4A y 4B). Presentan un tacto compacto y áspero, debido al desgrasante de granulosidad alta. A través de la observación en la lupa binocular de los cortes frescos en las pastas se han podido determinar inclusiones grandes (>1 mm), medianas (<1 mm) y pequeñas (<0.5 mm) blancas de cuarzo, grisáceas y negras, pudiendo pertenecer estas últimas a fragmentos de pizarra y partículas esquistas, así como abundante mica moscovita, todo ello confirmado por el posterior análisis petrográfico. En algunos casos se observan vacuolas y fisuras pequeñas de forma frecuente (Fig. 4B). Solo una de las muestras, A1-008, presenta características macroscópicas distintas: tanto su cara externa como interna de color marrón claro, al tiempo que exhibe un tacto más blando que las otras muestras. A partir de la observación de los cortes frescos en la lupa binocular se han podido distinguir además pequeños nódulos rojizos, inclusiones pequeñas blancas y la presencia de mica moscovita (Fig. 4C).

4.2. Análisis petrográfico

El análisis petrográfico de las láminas delgadas de las muestras ha revelado un conjunto en su mayoría homogéneo, que puede configurar un gran grupo petrográfico de proveniencia geográfica única con una variante interna a la que pertenecerían dos de las piezas. Junto a este grupo, se detecta también la presencia de una muestra independiente, que forma un grupo en sí misma. La correspondencia de cada muestra con los grupos petrográficos establecidos puede consultarse en la Tab. 1.

Grupo 1A (n=9) (Fig. 5A)

La mayoría de las muestras (9) pertenecen a un gran grupo homogéneo denominado 1A. Se trata de un grupo petrográfico caracterizado por la presencia de fragmentos de rocas metamórficas correspondientes sobre todo a esquistos cuarzosos, pizarras y filitas.

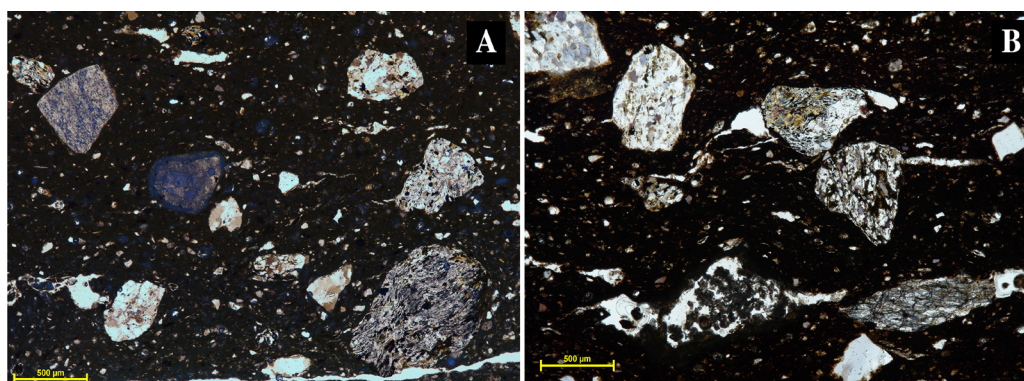


Fig. 5. Microfotografías de láminas delgadas de muestras analizadas como representación de los grupos petrográficos identificados. A: Grupo 1A, A1-006, 4x, nicoles cruzados. B: Grupo 1B, A1-001, 4x, nicoles cruzados. Autoría: Violeta Moreno Megías.

Microestructura: Porosidad consistente en grandes vacuolas de hasta >2 mm, orientadas de manera paralela a las paredes del fragmento, junto a pequeñas vesículas redondeadas menos frecuentes que se corresponden con la desintegración de clastos biogénicos. La orientación de los clastos alargados es igualmente paralela a los bordes. El espaciado de las inclusiones es entre cerrado y simple. La distribución entre los fragmentos de roca del orden macro-mega (mal clasificados) y los granos de mica moscovita y cuarzo del orden micro-meso, es claramente bimodal¹. Se observa frecuentemente la existencia de clastos muy angulosos entre los fragmentos de roca metamórfica, que podrían implicar un machacado intencional como desgrasante.

Matriz: Se observa matrices gruesas de tonalidades rojo oscuro-marrón en XP con escasa actividad óptica, así como la presencia de componentes calcáreos y óxido de hierro en bandas (¿mezcla de arcillas?) o nódulos. La fracción fina de la matriz presenta granulometría gruesa, mientras que las inclusiones suponen alrededor de un 50 % de la superficie.

1. Índices de tamaño de los clastos: micro <0.05 mm; meso 0.05-0.5 mm; macro 0.5-2 mm; mega >2 mm.

Caracterización de los clastos: Las inclusiones predominantes son los fragmentos de roca metamórfica correspondientes a esquisto con cuarzo y mica moscovita (macro-mega), junto a macro fragmentos muy foliados de pizarra/filita minoritarios. Son comunes los granos de mica moscovita, tanto en la fracción gruesa como en la fina. Se aprecian también rocas sedimentarias calcáreas más escasas con componente de cuarzo redondeado de origen metamórfico y extinción ondulante, que puede encontrarse de forma independiente en menor proporción. Por último, destacan clastos biogénicos de tamaño meso-micro, aunque estos microfósiles, predominantemente foraminíferos, se encuentran muy degradados por la cocción. Muy raramente se aprecian macro granos de feldespato (plagioclasa), cloritoide de tamaño micro y perfil angular, biotita, anfíbol y serpentinita de tamaño meso-macro.

Grupo 1B (n=2) (Fig. 5B)

Como variante del grupo mayoritario anterior, dos de las muestras presentan un cuadro composicional prácticamente idéntico. La principal diferencia reside en una menor proporción del componente bioclástico y menor cantidad de fragmentos de roca sedimentaria, así como de pizarra/filita. En general, una menor presencia de inclusiones hace que el espaciado de la matriz sea menos estrecho, a pesar de que la distribución de los clastos y la porosidad siguen el mismo esquema y naturaleza.

Grupo 2 (n=1) (Fig. 6)

Una única muestra constituye un grupo en sí misma, claramente diferente del resto del conjunto. Se trata de un fragmento de matriz más calcárea, granulometría mucho más fina y sin los componentes más característicos del grupo anterior.

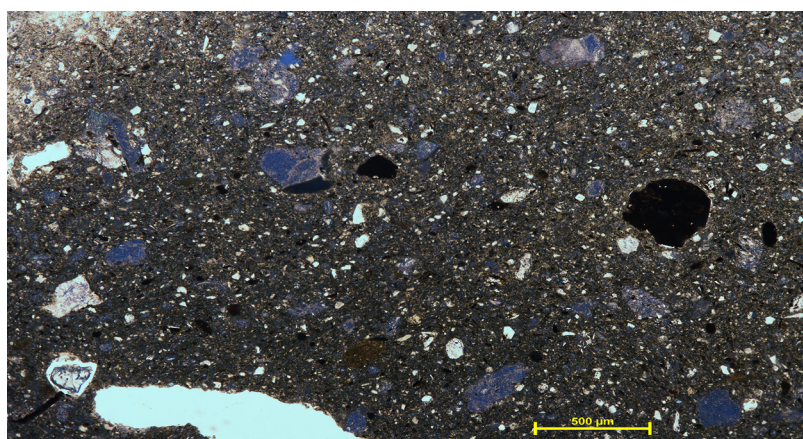


Fig. 6. Microfotografía de lámina delgada del Grupo petrográfico 2 (muestra única): A1-008, 4x, nícoles cruzados. Autoría: Violeta Moreno Megías.

Microestructura: Se trata de una receta cerámica de porosidad muy escasa, constituida únicamente por vesículas redondeadas de tamaño meso-micro, no orientadas. El espaciado de las inclusiones se define entre simple y abierto. Los clastos se encuentran bien clasificados, con una distribución bimodal entre los granos de cuarcita que apenas alcanzan el rango de tamaño macro y la granulometría fina de la matriz, mucho más abundante.

Matriz: Es muy calcárea, con actividad óptica. Presenta tonalidades variables a lo largo de la muestra, entre naranja, marrón y amarillento. Son frecuentes los nódulos calcáreos y los nódulos de arcilla con alto contenido en óxido de hierro, de tamaño meso-micro y forma redondeada.

Caracterización de los clastos: El componente principal son los elementos calcáreos de origen biogénico, de tamaño meso, referentes a fragmentos de conchas y esqueletos de microfósiles. Además, destacan los fragmentos de roca sedimentaria (roca calcárea con componente de cuarzo) de tamaño meso, comunes granos de cuarzo de extinción ondulosa y fragmentos de cuarcita de perfil anguloso. En la fracción fina se aprecia mica moscovita y, de nuevo, componentes calcáreos y granos de cuarzo.

4.3. Fluorescencia de rayos X portátil

Desde el punto de vista químico, las muestras tienen una composición relativamente homogénea, si tomamos en cuenta que la concentración de elementos como el silicio y el aluminio en la cerámica se caracteriza naturalmente por una gran variabilidad. Los elementos constituyentes de la cerámica, como potasio y hierro, se mantienen en niveles bastante constantes; valores medios después de normalizar los datos: K: 6.14 % (desviación típica 1.63 %) y Fe: 4.59 % (desviación típica 0.78 %). La concentración de aluminio y silicio muestra una cierta variabilidad: Al: 16.23 % (desviación típica 3.48 %), Si: 49.42 % (desviación típica 7.52 %). Calcio presenta una gran variabilidad (Ca: 15.5%, desviación típica 10.88%) sobre todo por el alto contenido de este elemento en la muestra A1-006, lo que influye significativamente en el valor de la desviación estándar.

El contenido de titanio con 6728 ppm (desviación típica 1214 ppm) se encuentra dentro del rango típico para la cerámica arqueológica. Basándose en estos datos y teniendo en cuenta que el aluminio y el silicio suelen mostrar una alta fluctuación, un fenómeno característico en la cerámica arqueológica, se puede afirmar que las muestras analizadas conforman un conjunto relativamente uniforme. Los resultados químicos no permiten hablar de cambios en la producción que implicasen el uso de arcillas con una composición elemental diferente a lo largo del tiempo.

Dado que una primera observación mostró que la cerámica analizada es bastante similar tanto en términos arqueológicos como petrográficos, se optó por realizar un análisis de agrupamiento utilizando el método de Ward (1963) y la métrica de distancia euclidiana. Se utilizaron los datos obtenidos mediante el modo analítico *MajMudRock*, incluyendo: Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ba y sometidos a un proceso de normalización. Los elementos P y S han sido excluidos del análisis debido a que el azufre puede no reflejar las propiedades geoquímicas originales de la muestra y el fósforo puede tener un origen biológico y su uso en análisis geoquímicos de cerámica es menos relevante.

El análisis se llevó a cabo en el programa PAST. El gráfico (Fig. 7) muestra la división de las muestras en dos grupos principales: A1-003, A1-005, A1-006 y A1-007, A1-011, A1-012, A1-010, A1-001, A1-002, A1-004, A1-008. Dentro del segundo grupo las muestras A1-007, A1-011 y A1-012 forman el grupo más homogéneo con una composición química similar, mientras que A1-010, A1-001 y A1-002 también están agrupadas de manera relativamente uniforme, pero con una ligera variabilidad; por otro lado, A1-004 y A1-008 se encuentran en una posición distante dentro del dendrograma, lo que indica diferencias químicas con respecto a las demás muestras.

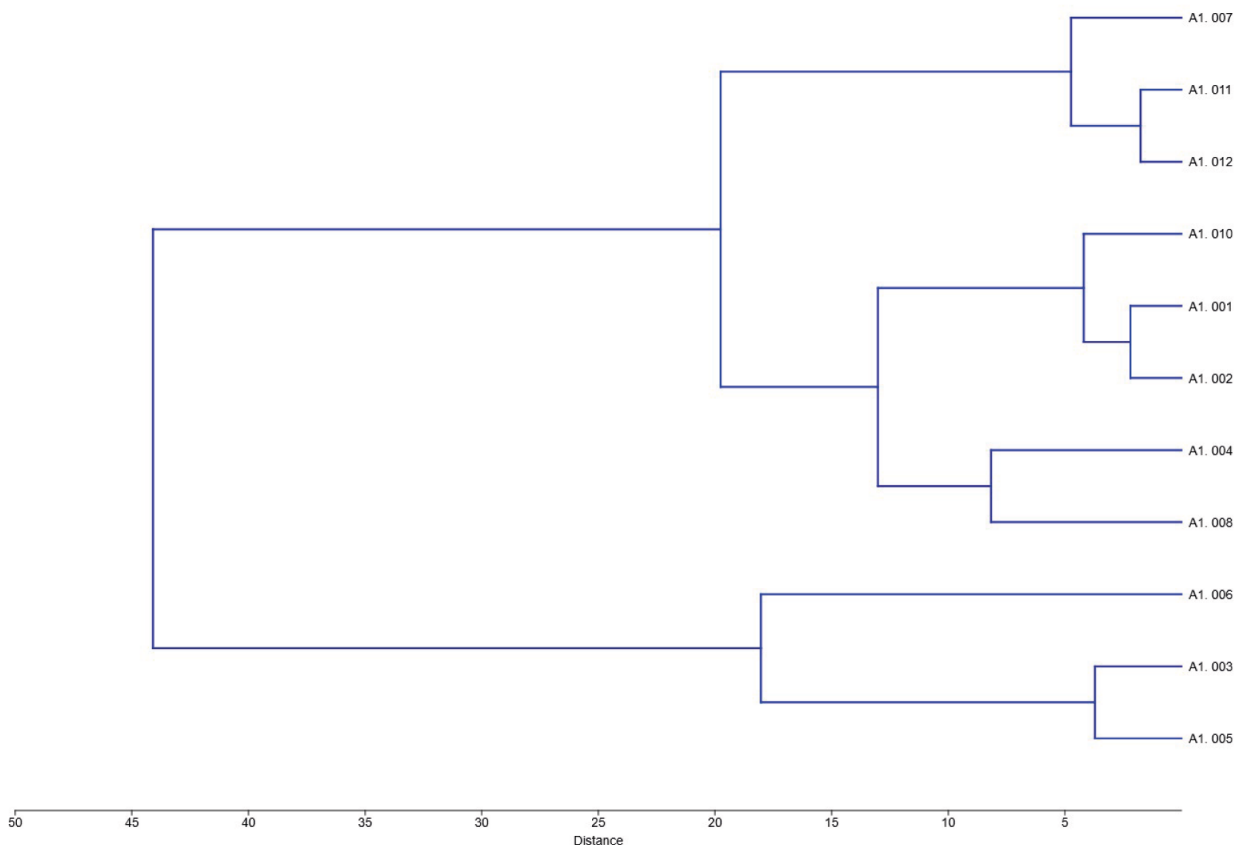


Fig. 7. Dendrograma resultante del análisis de cluster sobre las cerámicas analizadas. Autoría: Michał Krueger.

Cabe señalar que las diferencias mostradas entre las muestras no están estrictamente relacionadas con su cronología, sin embargo, entre ellas se encuentra la A1-008, que ha sido asignada al grupo petrográfico 2, distinto del resto. Este es un artefacto que se caracteriza por tener, entre los ejemplares analizados, el contenido más alto de aluminio y bario, y el contenido más bajo de hierro.

La cerámica de Els Vilars analizada no se corresponde en principio, en términos químicos, con ningún centro de producción fenicio conocido, aunque esta afirmación se ve influida por la escasa información comparativa disponible (Moreno y Krueger, 2019) y la imposibilidad de comparar directamente los resultados químicos obtenidos con diferentes equipos (Behrendt *et al.*, 2012).

4.4. Análisis de residuos orgánicos

Las muestras presentan ftalatos derivados de la contaminación plástica asociada a la conservación de las muestras en bolsas de plástico. Sin embargo, es posible identificar compuestos relacionados con su contenido original. El análisis de los extractos *ii.* de todas las muestras reveló la presencia de ácido tartárico muy concentrado en todo este grupo, seguido de ácidos succínico, málico y cítrico. Al tratarse de muestras que provienen de ánforas recuperadas de distintas partes del yacimiento arqueológico y de diferentes unidades estratigráficas, se puede descartar que la presencia de ácido tartárico derive de contaminación posdeposicional y se puede sugerir que provenga del uso original de las ánforas (Fig. 8).

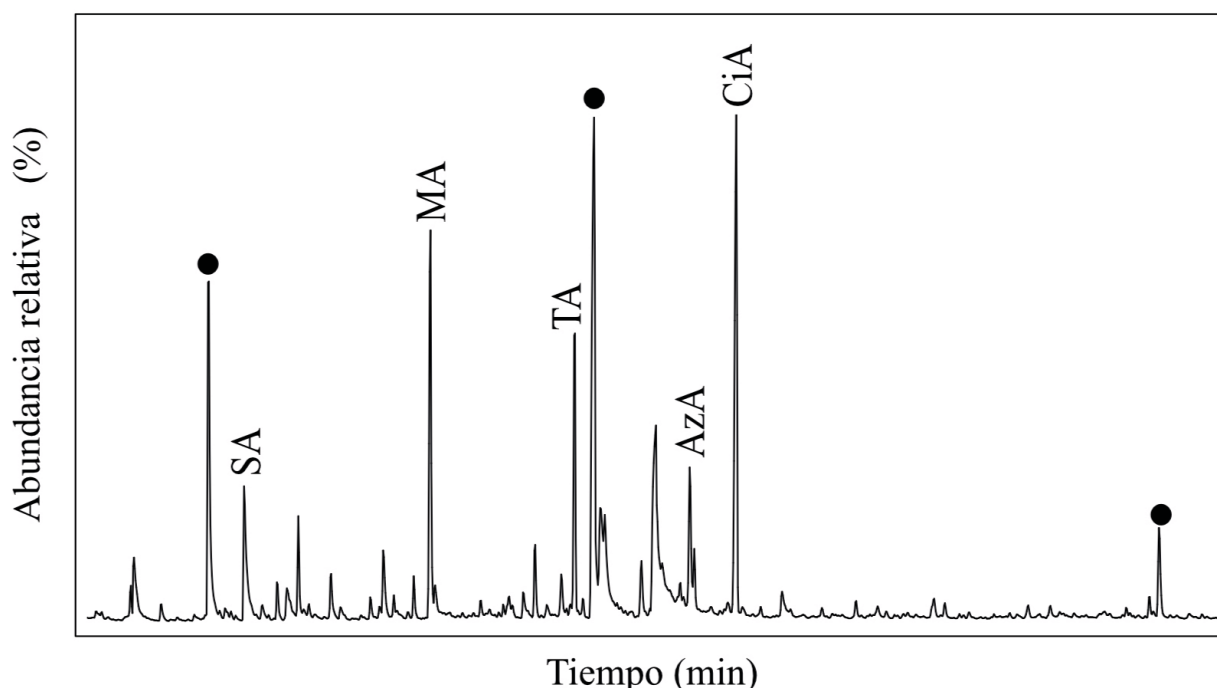


Fig. 8. Cromatograma de gases parcial de A1-006 derivado de la extracción *ii.* En la figura: TA es el ácido tartárico, SA el ácido succínico, MA el ácido málico, CiA el ácido cítrico y los puntos negros son los ácidos ftálicos derivados de contaminación por la presencia de plástico. Autoría: Alessandra Pecci y Simona Millete.

El ácido tartárico es abundante en la uva, aunque está presente también en otras frutas (Garnier y Valamoti, 2016; Pecci *et al.*, 2013, 2020). A diferencia de otros métodos usados para identificar marcadores de vino (Garnier y Valamoti, 2016; Drieu *et al.*, 2020), el método que empleamos en este artículo no permite usar la proporción de al menos 1:3 entre ácido tartárico y málico, para confirmar que el líquido absorbido sea jugo de uva (Cau Ontiveros *et al.*, 2024). De hecho, análisis de materiales experimentales y etnoarqueológicos realizados durante años indican que la proporción entre estos ácidos varía entre diferentes contextos y métodos de envejecimiento (por ejemplo, Pecci *et al.*, 2013). Por el tipo de material y contexto analizado la presencia de ácido tartárico es compatible con derivados de la uva. Los otros ácidos identificados, aunque no son específicos del vino, se encuentran también en esta bebida. Así que los datos de los análisis son compatibles con la presencia de vino u otros derivados de la uva en las ánforas analizadas.

Sin embargo, la interpretación del contenido de estas ánforas es más compleja. De hecho, todas las muestras se caracterizan por una apreciable concentración del ácido palmítico ($C_{16:0}$), seguido del ácido oleico ($C_{18:1}$) y el ácido esteárico ($C_{18:0}$). El ácido oleico está particularmente concentrado en las muestras A1-006, A1-010, A1-011 y A1-013, sugiriendo un contenido vegetal, aunque no se identificó el β -sitosterol, como tampoco colesterol. Se detectó ácido mirístico abundante en las muestras A1-001 y A1-013. Además, se encontró una serie muy concentrada de *n*-alcanos impares de cadena larga (C_{25} - C_{33}), *n*-alcoholes pares de cadena larga (C_{22} - C_{32}), *n*-ácidos pares de cadena larga (C_{22} - C_{32}) y *n*-ésteres de cera pares de cadena larga (C_{28} - C_{34}), presentes alternativamente en los extractos y en proporciones diferentes:

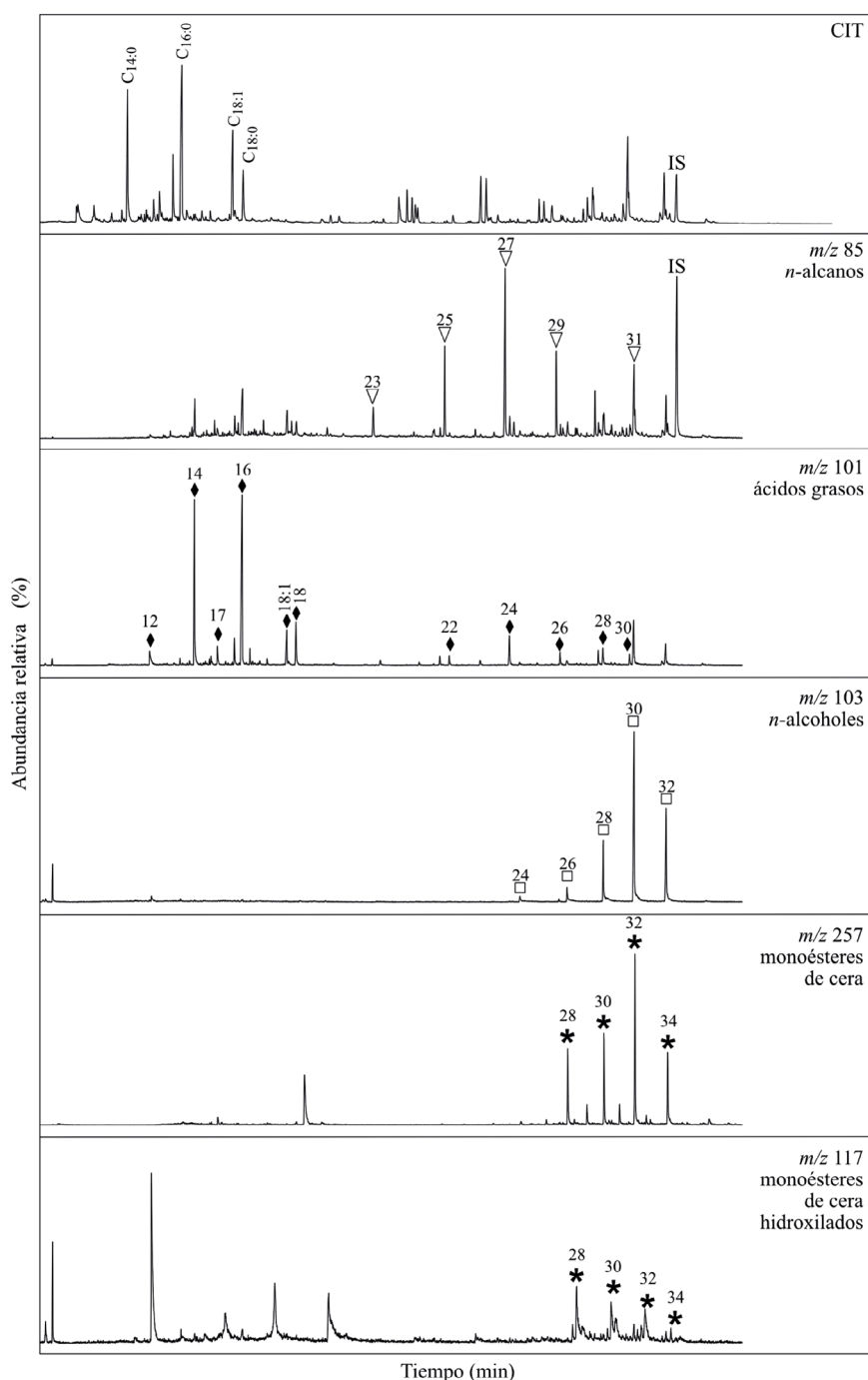


Fig. 9. Cromatograma de iones totales (CIT) del extracto *i.* de la muestra A1-003, seguido por los cromatogramas obtenidos seleccionando los iones m/z 85, 101, 103, 257 y 117. En la figura: $C_{n:0}$ y $C_{n:1}$ son, respectivamente, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados con un número específico (*n*) de carbonos, los triángulos blancos son *n*-alcanos, los rombos negros ácidos grasos, los cuadrados blancos *n*-alcoholes, los asteriscos negros monoésteres de ácidos grasos (ésteres de cera) con m/z 257 y monoésteres de cera hidroxilados con m/z 117. Finalmente, IS es el estándar interno (C_{36}). Autoría: Alessandra Pecci y Simona Milieto.

1) En las muestras A1-001, A1-002, A1-003, A1-007 y A1-009, se identificaron series de *n*-alcanos impares (C_{25} - C_{33}), *n*-alcoholes y *n*-ácidos pares (C_{22} - C_{32}), *n*-ésteres de cera pares (C_{28} - C_{34}) e hidroxiésteres de cera (C_{28} - C_{34}), que están presentes en la cera de abeja. Sin embargo, esta distribución no puede asociarse con certeza a este producto porque el número de carbonos es demasiado pequeño (la cera de abejas presenta ésteres de cera de C_{40} a C_{50}), aunque es posible que se hayan degradado. La Fig. 9 reproduce los cromatogramas referentes a la muestra A1-003 como ejemplo.

2) En las muestras A1-005, A1-010, A1-013 y A1-015 se identificaron solo series de *n*-alcanos impares (C_{25} - C_{33}), *n*-alcoholes y ácidos pares de cadena larga (C_{22} - C_{32}), lo que sugiere la presencia de ceras.

3) En las muestras A1-004, A1-011, A1-012 y A1-016 se identificaron solo *n*-alcanos impares (C_{25} - C_{33}), ácidos impares de cadena larga (C_{22} - C_{32}) y ésteres de cera con número de carbonos pares de cadena larga (C_{28} - C_{32}).

4) La muestra A1-006 (Fig. 10) tiene una distribución muy similar al grupo anterior de muestras: series de *n*-alcanos impares (C_{25} - C_{33}), ácidos de cadena larga con un número de carbonos pares (C_{22} - C_{32}) y *n*-ésteres de cera pares de cadena larga (C_{28} - C_{34}) con la adición de una serie inusual de compuestos aún no identificados.

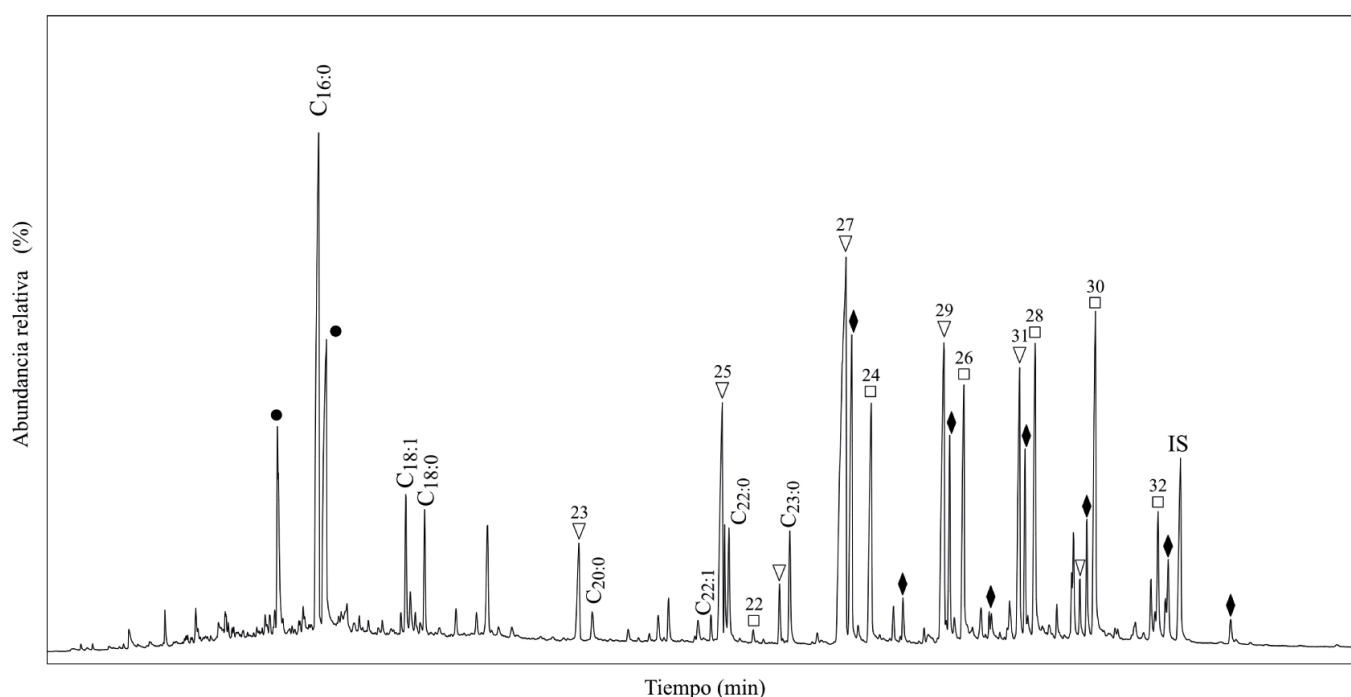


Fig. 10. Cromatograma de iones totales de A1-006 derivado de la extracción *i*. En la figura: $C_{n:0}$ y $C_{n:1}$ son, respectivamente, los ácidos grasos saturados y monoinsaturados con un número específico (*n*) de carbonos; los rombos negros son ácidos grasos de cadena larga (C_{24} - C_{34}); los triángulos blancos *n*-alcanos y los cuadrados blancos *n*-alcoholes. Finalmente, IS es el estándar interno (C_{36}) y los puntos negros son los ácidos ftálicos derivados de contaminación por la presencia de plástico. Autoría: Alessandra Pecci y Simona Millete.

Habría sido interesante tener resultados concluyentes en cuanto a la presencia de cera de abeja en las muestras, ya que se trata de un producto usado en la Antigüedad para impermeabilizar, aunque el número de carbonos de los ésteres es demasiado bajo. Aun así, la presencia de estos compuestos sugiere que las ánforas podrían haber contenido una mezcla de productos o haber estado recubiertas con sustancias orgánicas diferentes de los productos de Pinaceae, habitualmente encontradas en ánforas del Mediterráneo occidental (Pecci, 2021a, 2021b; Pecci *et al.*, 2013, 2021). La ausencia de marcadores específicos (principalmente ácido dehidroabiético) de la pez de Pinaceae indica de hecho que no se usó esta sustancia para impermeabilizar las ánforas.

ID LAB	Principales AG en orden de concentración decreciente	DHA	S29	S27	TA	Otros componentes	¿Cera vegetal?
A1-001	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32+WE28-32 (trazas)
A1-002	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32+WE28-34+HWE
A1-003	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+WE28-32 (trazas)
A1-004	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32
A1-005	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+WE28-32
A1-006	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	trazas	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32
A1-007	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32+WE28-32 (trazas)
A1-009	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32+WE28-32+HWE?
A1-010	C _{16:0} , C _{14:0} , C _{18:1}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32+WE28-32+HWE?
A1-011	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0} +	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+WE28-32
A1-012	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+WE28-32
A1-013	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0} +	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+WE28-32+Compuestos F?
A1-014	C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:0} +	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32
A1-015	C _{16:0} , C _{14:0} , C _{18:1} , C _{18:0}	n	n	n	y	SA, MA, Cítrico, C ₉ , Az	AL23-33+C20-30+OH22-32

Tab. 4. Lista de los compuestos identificados en las muestras. AG: ácidos grasos, DHA: ácido dehidroabiético, S29: β-sitosterol, S27: colesterol, TA, SA, MA, Az: ácido tartárico, succínico, málico, azelaico. AL: n-alcanos, OH: n-alcoholes, WE: monoésteres de cera y HWE: monoésteres de cera hidroxilados. Autoría: Alessandra Pecci y Simona Millete.

5. DISCUSIÓN: ¿IMPORTACIÓN DE VINO Y CONTACTOS DE ELS VILARS CON EL SUR PENINSULAR?

La llegada de los fenicios a la península ibérica ha sido objeto de un intenso debate, principalmente debido a las diferencias entre las fuentes escritas y arqueológicas. Aunque Estrabón menciona la fundación de *Gadir* 80 años después de la caída de Troya (ca. 1104-1003 a. n. e.), no hay evidencia arqueológica de los primeros contactos fenicios en el sur de la península ibérica antes del siglo X a. n. e. (Monedero, 2017; Niveau de Villedary y Mariñas, 2019). Además, sitios como Morro de Mezquitilla (Algarrobo, Málaga), La Rabanadilla (Alhaurín de la Torre, Málaga) o el Teatro Cómico (Cádiz) no pueden utilizarse para datar asentamientos permanentes antes del final del siglo IX a. n. e. o principios del siglo VIII a. n. e. Es a partir de ese momento cuando los lugares utilizados como paradas en viajes de larga distancia en el Mediterráneo occidental pudieron convertirse en colonias urbanas. Sin embargo, a mediados del siglo VII a. n. e., hubo una expansión adicional de estos asentamientos en áreas circundantes, lo que resultó en asentamientos más grandes, como los ejemplos bien documentados en la región de Vélez-Málaga (Schubart, 2014-2015; Miguel Gascón *et al.*, 2023). En este contexto de expansión, *Malaka* se consolidó como un centro político y económico clave de la región, ejerciendo un control significativo sobre la bahía de Málaga y su *hinterland* (Suárez *et al.*, 2020). Su ubicación estratégica, junto con su desarrollo urbano y portuario, le permitió dominar las rutas comerciales y los asentamientos circundantes (Mora Serrano y Arancibia Román, 2018, 2020).

Las excavaciones arqueológicas realizadas entre 1964 y 1984 por el Instituto Arqueológico Alemán de Madrid en los yacimientos malagueños de Toscanos (Almayate), Morro de Mezquitilla (Algarrobo), Cerro Alarcón (Almayate), Jardín (Alhaurín de la Torre), Trayamar (Algarrobo) y Chorreras (Alhaurín el Grande) proporcionaron las primeras fechas de radiocarbono relacionadas con contextos estratigráficos de principios del siglo VIII a. n. e. para algunas de estas colonias tempranas (Martín y Cabrero, 2006). Estas excavaciones también permitieron la recuperación de grandes conjuntos cerámicos de productos fenicios occidentales, lo que tuvo un profundo impacto en la interpretación de los registros arqueológicos de la Edad del Hierro en el noreste de la península ibérica (Schubart, 2014-2015). Históricamente, el desarrollo de la cultura ibérica en esta área geográfica se había relacionado con la presencia y comercio con el mundo heleno. Sin embargo, a partir de la década de 1960, el reconocimiento de las actividades de los fenicios como pioneros comerciantes, su presencia en la región y su interacción con las comunidades indígenas se consolidaron como un tema clave en el estudio de la protohistoria (García i Rubert y Gracia, 2011). De hecho, la intensificación de los intercambios comerciales entre comunidades fenicias e indígenas se considera actualmente uno de los principales factores que estimularon las fases formativas de las sociedades ibéricas. Estas actividades comerciales tuvieron un profundo impacto no solo en las economías locales a través de las redes de intercambio, sino también en los imaginarios colectivos.

Estos contactos tuvieron una mayor presencia de forma directa en el litoral, tanto en yacimientos del Baix Ebre como, por ejemplo, Sant Jaume Mas d'en Serra (Alcanar, Montsià), Barranc de Gàfols (Ginestar, Ribera d'Ebre), Coll del Moro (Gandesa, Terra Alta) o la Ferradura (Ulldecona, Montsià) (Asensio, 2010; García i Rubert, 2011; Miguel Gascón *et al.*, 2015; Diloli *et al.*, 2020 y Miguel Gascón *et al.*, 2023). La presencia sistemática de objetos de importación fenicia en la confluencia de los ríos Segre y Cinca, sugiere que estas vías fluviales fueron importantes ejes de penetración del comercio colonial hacia el interior, comercio que probablemente, tal y como sugieren diversos autores, se habría dado de una forma indirecta y entre las propias comunidades autóctonas (Asensio, 2005; Sanmartí, 2009). Recientes materiales recuperados en yacimientos como el *oppidum* de Gebut (Soses, Segrià) (Castellano-Aragonés *et al.*, 2023) o Serra del Calvari (Granja d'Escarp, Segrià) (Vázquez *et al.*, 2006-2007) además de los hallazgos superficiales de fragmentos de ánforas fenicias procedentes de yacimientos del Baix Segre, como por ejemplo Valleta d'en Valero (Soses, Segrià) o Montfriu (Soses, Segrià) arrojan luz sobre la dispersión y el impacto de los objetos de importación en las zonas interiores de Cataluña (Castellano-Aragonés *et al.*, 2023, pp. 471-472).

Los análisis llevados a cabo en las muestras de la fortaleza de Els Vilars aportan nueva información sobre el comercio colonial fenicio en las regiones orientales del llano occidental catalán. Aunque los resultados presentados deben ampliarse en mayor número de muestras, consideramos que contribuyen a una mejor comprensión sobre la transición entre la Primera Edad del Hierro y el Ibérico Antiguo en el noreste de la península ibérica.

A partir de los resultados del análisis petrográfico puede avanzarse una propuesta de procedencia para las muestras estudiadas. El tipo de receta cerámica más representado es el constituido por el Grupo 1A. El Grupo 1B representa una variante con ligeras diferencias a la hora de preparar la pasta cerámica (más decantada o filtrada o bien con menos añadidos) pero con la misma procedencia geológica. Esta composición y disposición de la microestructura recuerda directamente a la de las producciones fenicio-púnicas de Málaga, y es con esta zona con la que puede asociarse con mayor probabilidad. La composición general del área, correspondiente con el complejo Maláguide en la parte más alta del apilamiento tectónico de la zona interna bético-rifeña, se basa en esta misma

serie de rocas metamórficas y sedimentarias (Fontboté, 1983; Serrano y Guerra, 2004) (Fig.11). Mientras que esta misma composición es característica de la orilla opuesta del Estrecho de Gibraltar, en la zona de Tetuán y el norte de Marruecos (Didon *et al.*, 1973), la descripción geológica del área malagueña se ajusta mejor a lo observado en las muestras, dada la presencia accesoria de serpentinita, tal y como se ha observado ya en ánforas fenicias de esta proveniencia (Fantuzzi *et al.*, 2020) así como en otros periodos cronológicos, como producciones anfóricas tardoantiguas (Fantuzzi y Cau, 2017, p. 62). Son especialmente interesantes los paralelos que pueden localizarse en estudios arqueométricos de conjuntos cerámicos de época fenicio-púnica, que han contribuido a la definición de esta misma fábrica y a su atribución a la zona malagueña. El *Punic Amphorae Building* de Corinto permitió caracterizar un grupo petrográfico (FG 2) análogo al observado en el Grupo 1A de este estudio, relacionado de forma directa con la desembocadura del río Guadalmedina en la ciudad de Málaga (Fantuzzi *et al.*, 2020). Muestras procedentes de los talleres suburbanos de Málaga ciudad, como el de Juan XXIII, han permitido apoyar esta atribución de procedencia, definiendo una receta cerámica que empieza a ser conocida como “Málaga 2” (Fantuzzi *et al.*, e. p.).

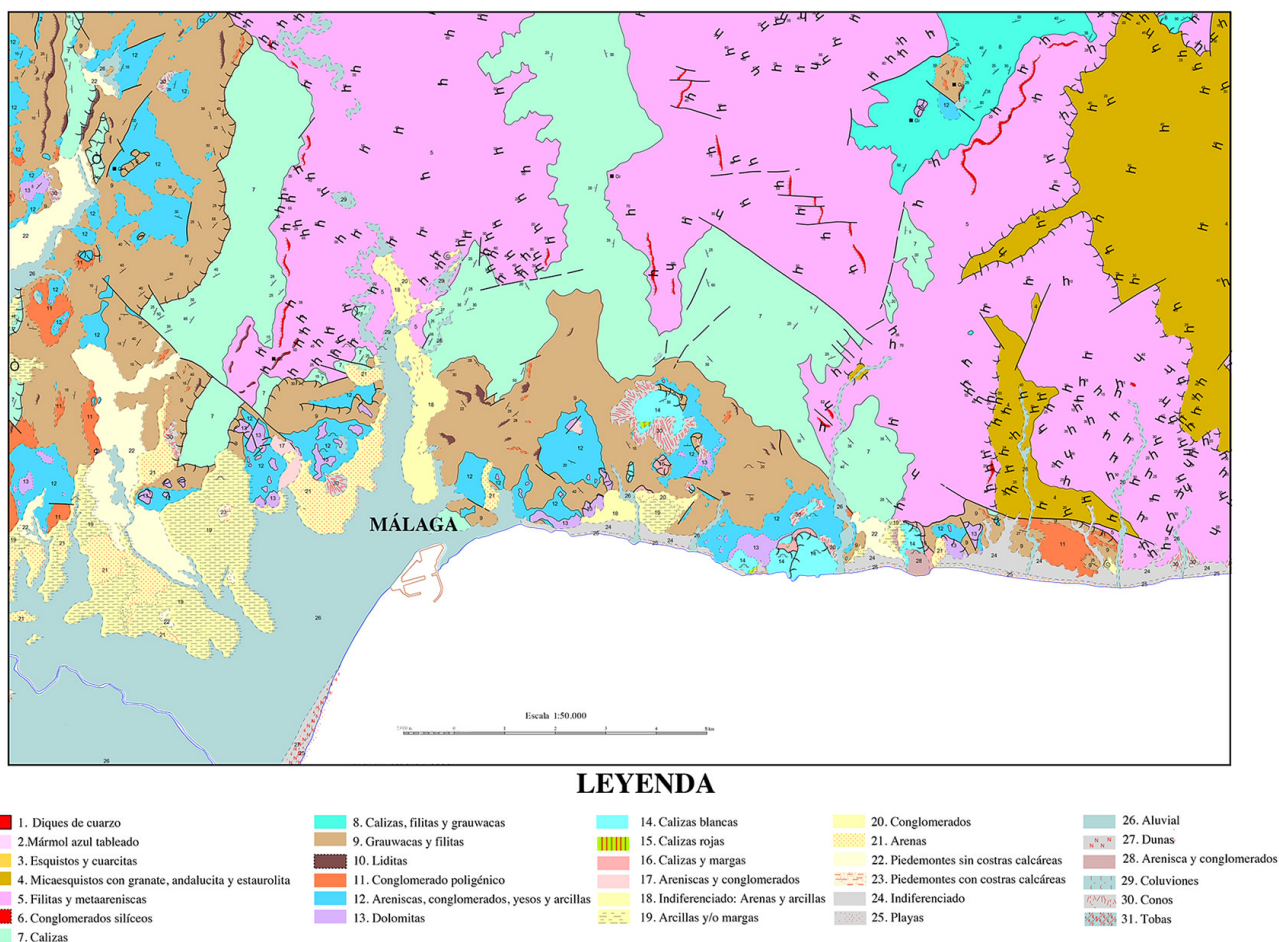


Fig. 11. Mapa geológico del área de Málaga, escala 1:50.000. Modificado a partir de MAGNA 50 Hoja 1053, Mapa Geológico de España, IGME. Autoría: Alba Castellano-Aragonés.

Con respecto a la única muestra que constituye el Grupo 2, A1-008, la naturaleza de las inclusiones predominantes, componentes calcáreos y rocas sedimentarias poco diagnósticas no revela una proveniencia segura. No obstante, se ha tenido en cuenta la observación macroscópica inicial del fragmento, que muestra un aspecto indicativo de las producciones ebusitanas. Si bien no es posible afirmar con total certeza tal origen, la descripción composicional es compatible con las formaciones calizas del Mioceno de las islas Baleares, al igual que con otras muchas zonas a lo largo de la cuenca del Mediterráneo. Recetas cerámicas de similar predominancia de material sedimentario presente en las islas Baleares durante otros periodos cronológicos han evidenciado problemas semejantes de determinación de su procedencia (cfr., por ejemplo, Cau, 2003, pp. 93-94 o Buxeda *et al.*, 2005, p. 227). De forma más concreta, la isla de Ibiza responde a esta composición fundamentalmente sedimentaria (IGME 1997) (Fig. 12). De este modo,

análisis arqueométricos realizados en ánforas púnicas procedentes de un contexto de taller algo posterior en Ibiza, junto a Ses Figueretes (Ibiza, islas Baleares), de la forma T-8.1.3.1 (Buxeda y Cau, 1997), presentan una descripción petrográfica compatible con la muestra analizada en este trabajo y hacen plausible su asociación a esta proveniencia.

LEYENDA

1. Ofitas, dioritas y traquitas
2. Dolomías y calizas tableadas
3. Arcillas y yesos
4. Dolomías masivas
5. Calizas tableadas y margas
6. Margas y calizas margosas
7. Calizas
8. Dolomías
9. Calizas con Rudistas
10. Dolomías
11. Calizas blancas
12. Margas, areniscas y conglomerados
13. Calcarenitas y conglomerados
14. Arcillas y bloques
15. Calizas y arcillas
16. Arenas y arcillas
17. Areniscas de descalcificación
18. Areniscas ("Marás")
19. Gravas, arcillas y arenas con encostramientos carbonatados a techo (Glacis antiguo)
20. Gravas, arcillas y arenas con encostramientos carbonatados a techo (Glacis moderno)
21. Arenas blancas cementadas
22. Limos anaranjados (limos eólicos)
- 23, 24. Gravas, arcillas y arenas con encostramientos carbonatados a techo (abanicos aluviales)
25. Gravas, arcillas y arenas con encostramientos carbonatados a techo (abanicos aluviales)
26. Gravas, arenas y arcillas (terrazas)
27. Gravas, limos y arenas (aluvial-coluvial)
28. Bloques, arcillas y gravas (Coluviones)
29. Gravas, arcillas y arenas (Conos de deyección reientes)
30. Limos, arcillas y gravas (Llanura de inundación)
31. Gravas, arenas y arcillas (Fondos de valle)
32. Arcillas y sales (salinas)
33. Limos, arcillas y materia orgánica (Albuferas)
34. Arenas y cantos (playas)
35. Arenas (dunas)
36. Depósitos antrópicos

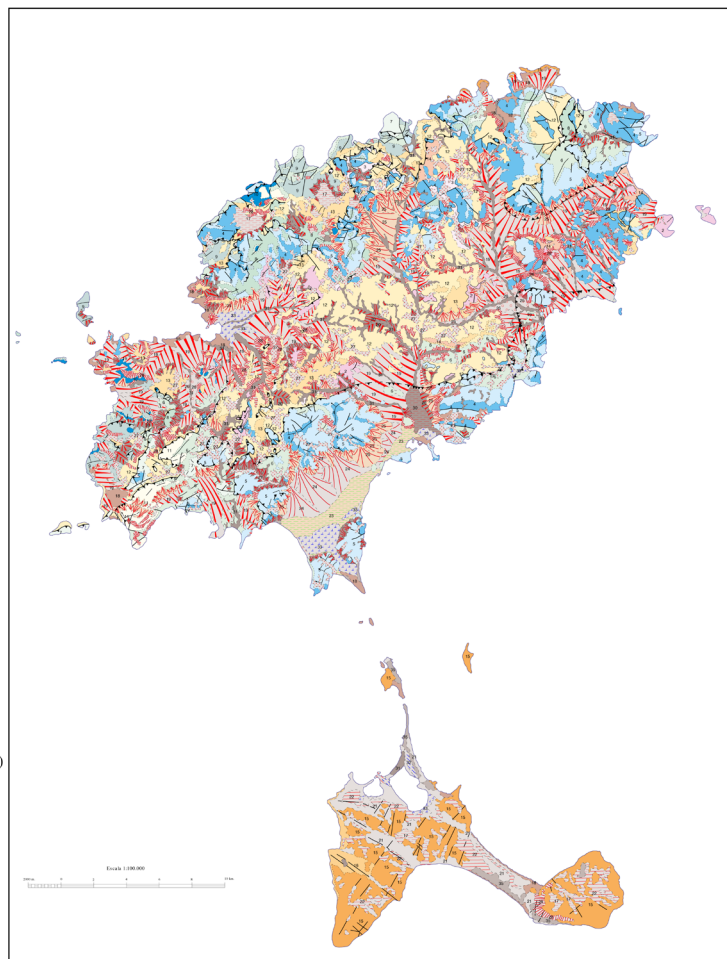


Fig. 12. Mapa geológico de la isla de Ibiza, escala 1:100.000. Modificado a partir de Hoja 65 (Ibiza), Mapa Geológico de España, IGME. Autoría: Alba Castellano-Aragonés.

Los análisis químicos han respaldado la idea de que las muestras analizadas conforman un conjunto relativamente homogéneo de cerámica. Los resultados parecen no revelar cambios que puedan implicar el uso de arcillas con una composición elemental diferente, aunque debe tenerse en cuenta el reducido número de muestras. Aun así, cabe destacar que la cerámica de Els Vilars no se corresponde con ningún centro conocido de producción de artefactos fenicios analizado previamente con este sistema y estándares. Esto imposibilita la comparación actual de estos datos, aunque abre distintas posibilidades a nuevos análisis más precisos (a la vez que destructivos y que requieren una cantidad específica de muestra) como serían la fluorescencia y la difracción de rayos X.

Respecto a los residuos orgánicos, se encontró ácido tartárico en los extractos de todas las muestras, así como ácidos succínico, málico y cítrico, lo cual es compatible con la presencia de vino o derivados de otras frutas. Dado que las muestras provienen de diferentes áreas y unidades estratigráficas del yacimiento, se descarta la posibilidad de contaminación posdeposicional.

Es relevante señalar también la detección de otros compuestos, posiblemente de origen vegetal. Dada la imposibilidad de establecer una secuencia temporal de absorción de los residuos (Pecci, 2021a), no podemos determinar si los productos estuvieron contenidos en las ánforas simultáneamente como una mezcla, o si se depositaron en momentos distintos.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que la fortaleza de Els Vilars, un asentamiento situado en una zona interior del nordeste peninsular, formaba parte de circuitos comerciales a los que llegaban los productos fenicios producidos en el sur de la península ibérica entre los siglos VI y V a. n. e. Si bien el número de muestras aquí analizadas es reducido, los resultados coinciden con otros llevados a cabo en la península ibérica, que sugieren una importante producción y exportación desde las factorías fenicias. Los patrones de distribución de estos productos reflejan unas complejas redes de redistribución e interacciones con las comunidades locales durante la Edad del Hierro.

En el sur peninsular se han identificado diversos centros comerciales fenicios, destacando *Gadir* (Cádiz) y *Malaka* (Málaga), desde donde se exportaban productos que luego se redistribuían a través de todo el litoral peninsular (Aubert, 2006). La ciudad fenicia de *Malaka*, un importante centro comercial del Mediterráneo, jugó un papel clave en las redes de comercio marítimo entre los siglos VI y IV a. n. e. La presencia de un taller cerámico en el Cerro del Villar evidencia la continuidad y especialización alfarera en la región, lo que sugiere que la producción local no solo satisfacía la demanda interna, sino que también fue crucial en la integración de *Malaka* en las rutas comerciales que unían esta ciudad con otras áreas del Mediterráneo. Este factor reafirma su importancia en tanto que actor principal en el contexto económico y cultural de la época, convirtiéndola en un punto estratégico dentro del comercio marítimo (Mora Serrano y Arancibia Román, 2018). A través de estas rutas, se facilitaba la distribución de productos esenciales, como el vino y salazones, que incluso llegarían a la ciudad griega de Corinto (Saéz *et al.*, 2020; Fantuzzi *et al.*, 2020).

En el marco de este comercio marítimo, las ánforas habrían llegado hasta el litoral del noreste peninsular, desde donde se redistribuirían, alcanzando lugares del interior como la fortaleza de Els Vilars. En relación a esta zona litoral, cabe destacar el estudio realizado en Sant Jaume Mas d'en Serra (Alcanar, Montsià), en el que se llegaron a identificar hasta 29 grupos distintos de producciones alóctonas, la mayoría relacionadas con factorías fenicias del sur de Andalucía e Ibiza (Miguel Gascón *et al.*, 2023, p. 23). Estos resultados se alejan sustancialmente de lo observado en este trabajo, considerando los dos únicos grupos identificados por el momento en el yacimiento de Els Vilars. Este patrón podría interpretarse como evidencia de una red de intercambio y redistribución interna en que las poblaciones ibéricas del interior accederían a estos productos, según proponen autores como D. Asensio (2005) o J. Sanmartí (2009).

Es importante señalar que la fortaleza no se encuentra cerca de importantes vías fluviales como serían los ríos Ebro y Segre, que facilitarían la llegada de productos a las zonas del interior. Sin embargo, podría plantearse como hipótesis alternativa que la comunicación con la costa se realizara a través del río Francolí –aunque de menor caudal– o bien, por vía terrestre a través de la Conca de Barberà (Tarragona), siendo estas rutas más directas.

La presencia de estos tipos específicos de ánfora en el interior podría, por un lado, indicar preferencias o demandas particulares de productos alóctonos por parte de las comunidades locales, posiblemente influidas por factores económicos, sociales o culturales regionales, o bien que fuesen el sobrante de este proceso de redistribución de objetos en el litoral.

Para concluir, aunque los análisis de residuos de este tipo de contenedores no son abundantes, los datos publicados sugieren la posible presencia de aceite de oliva, vino o vinagre en ánforas (Biers y McGovern, 1990; Juan-Tresserras, 2000; Juan-Tresserras y Matamal, 2004). Además, diversos estudios carpológicos han confirmado la existencia de *Vitis vinifera* en la zona del noreste peninsular, en contextos del siglo VII a. n. e. (Pérez *et al.*, 2021). Dada la compatibilidad de los residuos con el vino, no sorprendería que la presencia de estos recipientes estuviese vinculada con su introducción en las sociedades ibéricas del norte. Su consumo no solo tendría un valor económico, sino también un claro significado social y cultural para las comunidades receptoras. El vino importado probablemente se integraría en las prácticas de comensalidad, como banquetes y rituales, que reforzarían la cohesión social (Sanmartí, 2009; Sardà *et al.*, 2016). Este tipo de consumo podría haber servido para consolidar relaciones sociales, marcar diferencias de estatus, a partir de la readaptación de elementos culturales alóctonos en las costumbres locales.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración y redacción de este trabajo ha contado con la colaboración de diversos proyectos e instituciones. Queremos agradecer el apoyo del Grupo de Investigación HUM-152: De la Turdetania a la Bética y el proyecto de investigación “Tarteso olvidado (en los Museos) 2. Redes urbanas vs paisajes rurales”, Plan Estatal 2021-2023 (PID2022-139879NB-I00). Los análisis de láminas delgadas han sido realizados por V. M. utilizando las instalaciones del Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Sevilla.

También queremos agradecer el apoyo del ERAAUB (2021 SGR 00696), del Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona (IAUB), del INSA-UB (Maria de Maeztu Unit of Excellence, CEX2021-001234-M, MICIN/AEI/FEDER, UE) y del RACAMedII (PID2020-113409GB-I00). Los análisis de residuos han sido realizados por A. P. y S. M. usando las instalaciones del Laboratorio de Arqueología y de los CCiT-UB de la Universitat de Barcelona.

Nuestro más sincero agradecimiento a estas instituciones y proyectos, que han hecho posible este trabajo, principalmente al *Grup d'Investigació Prehistòrica* de la Universitat de Lleida, que ha excavado e investigado la fortaleza de Els Vilars durante más de tres décadas. En particular, manifestamos nuestro profundo agradecimiento al catedrático Emili Junyent, por su dedicación al yacimiento y los comentarios aportados a este trabajo.

Asimismo, agradecemos al equipo editorial y a los revisores sus valiosas aportaciones, ya que han mejorado significativamente el manuscrito original.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Las/os autoras/es declaran que no tienen intereses económicos ni relaciones personales que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este estudio es parte del proyecto de I+D+i MOBICEX, “Movilidad, circulación e intercambio en el Llano Occidental Catalán entre el III y el I milenio”, PID2019-110022GB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Además, esta investigación ha sido financiada por una “Ayuda para la Formación de Personal Investigador (FPI/PRE2020-092186)” concedida a Alba Castellano-Aragonés e incorporada al proyecto MOBICEX.

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Alba Castellano-Aragonés: conceptualización, investigación, metodología, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Violeta Moreno Megías: análisis formal, investigación, metodología, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Michał Krueger: análisis formal, investigación, metodología, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Alessandra Pecci: análisis formal, investigación, metodología, redacción – borrador original, redacción – revisión y edición.

Simona Milleto: análisis formal, investigación, metodología, redacción – revisión y edición

Natàlia Alonso Martínez: administración de proyecto, obtención de fondos, redacción - revisión y edición.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, N., Aulinas, M., García, M. T., Martín, F., Prats, G. y Vila, S. (2011). “Manufacturing rotary querns in the 4th century BC fortified settlement of Els Vilars (Arbeca, Catalonia, Spain)”. En: Williams, D. y Peacock, D. (Eds.). *Bread for the People: The Archaeology of Mills and Milling, Proceedings of a Colloquium Held in the British School at Rome 4th-7th November 2009*. BAR Int. Ser., 2274. Southampton Archaeology Monograph. Oxford: Archaeopress, pp. 55-65.
- Asensio, D. (2005). “La incidencia fenicia entre las comunidades indígenas de la costa catalana (siglos VII-VI a. C.): ¿un fenómeno orientalizante?”. En: Celestino, S. y Jiménez, J. (Eds.). *Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida: protohistoria del Mediterráneo Occidental*. Anéjox de Archivo Español de Arqueología, XXXV. Madrid: CSIC, pp. 551-564.
- Asensio, D. (2010). “Evidencias arqueológicas de la incidencia púnica en el mundo ibérico septentrional (siglos VI-III a. C.). Estado de la cuestión y nuevos enfoques”. *Mainake*, 32 (2), pp. 705-734.
- Aubet, M. E. (2006). “El sistema colonial fenicio y sus pautas de organización”. *Mainake*, 28, pp. 35-47.
- Behrendt, S., Mielke, D. P. y Tagle, R. (2012). “Provenienzanalysen im Vergleich - Neue Wege zu archäometrischen Untersuchungen phönizischer Keramik”. *Madrid: Mitteilungen*, 53, pp. 187-219.
- Biers, W. y McGovern, P. E. (Eds.) (1990). *Organic contents and ancient vessels. Materials Analysis and Archaeological Investigation*. MASCA Research Papers in Science and Archaeology, 7. Philadelphia: The University of Pennsylvania.

- Buxeda i Garrigós, J. y Cau Ontiveros, M. A. (1997). "Caracterización arqueométrica de las ánforas T-8.1.3.1 del taller púnico FE-13 (Eivissa)". En: Buxeda i Garrigós, J., Cau Ontiveros, M. A. y Ramon Torres, J. (Eds.). *FE-13: un taller alfarero de época púnica en Ses Figueretes (Eivissa)*. Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera, 39. Eivissa: Govern Balear, pp. 179-205.
- Buxeda i Garrigós, J., Cau Ontiveros, M. A., Gurt i Esparraguera, J. M., Tsantini, E. y Rauret i Dalmau, A. M. (2005). "Late Roman Coarse and Cooking Wares from the Balearic Islands in Late Antiquity". En: Gurt i Esparraguera, J. M., Buxeda i Garrigós, J. y Cau Ontiveros, M. A. (Eds.). *LRCW I Late Roman coarse wares, cooking wares and amphorae in the Mediterranean: archaeology and archaeometry*. Barcelona: Universitat de Barcelona, pp. 223-254.
- Cardell, C., Rodríguez, J., Morotti, M. y Párraga, M. (1999). "Arqueometría de cerámicas fenicias de Cerro del Villar (Guadalhorce, Málaga): Composición y procedencia". En: Capel, J. (Ed.). *Arqueometría y arqueología*. Granada: Universidad de Granada, pp. 107-120.
- Castellano, A. (2017). "Aproximació a la caracterització de l'horitzó ibèric antic (segles VI-V a.n.e.) a la fortalesa dels Vilars (Arbeca, les Garrigues)". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 27, pp. 117-145. DOI: <https://doi.org/10.21001/rap.2017.27.5>.
- Castellano-Aragonés, A., Nieto Espinet, A., Moya i Garra, A., Bernal Capdevila, J., Bouso García, M. y Alonso Martínez, N. (2023). "La circulación de objetos de prestigio y el impacto del comercio colonial en las economías locales de la llanura occidental catalana. El *oppidum* de Gebut (Soses, Cataluña) y su territorio durante el periodo ibérico antiguo". En: Valdés, L., Cicolani, V. y Hiriart, E. (Dir.). *Matieres premières en Europe au Ier Millénaire av. n. è. Exploitation, transformation, diffusion – La Europa de las materias primas en el Ier milenio a. n. e. Explotación, transformación y difusión*, Actes du 45^e colloque international de l'AFEAF, Gijón, 13-15 mai 2021. Paris: AFEAF, pp. 471-478.
- Cau Ontiveros, M. A. (2003). *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares. Estudio arqueométrico*. British Archaeological Reports International Series 1182. Oxford: Archaeopress.
- Cau Ontiveros, M. A., Bernal-Casasola, D., Pecci, A., Fantuzzi, L., Picornell-Gelabert, L., Valenzuela Oliver, A. y García Riaza, E. (2024). "Multianalytical approach to the exceptional Late Roman shipwreck of Ses Fontanelles (Mallorca, Balearic Islands, Spain)". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 16 (4), 58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-024-01629-6>.
- Condamín, J., Formenti, F., Metais, M. O., Michel, M. y Blond, P. (1976). "The application of gas chromatography to the tracing of oil in ancient amphorae". *Archaeometry*, 18, pp. 195-201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.1976.tb00160.x>.
- Correa-Ascencio, M. y Evershed, R. P. (2014). "High throughput screening of organic residues in archaeological potsherds using direct methanolic acid extraction". *Analytical Methods*, 6, pp. 1330-1340. DOI: <https://doi.org/10.1039/C3AY41678J>.
- Didon, J., Durand-Delga, M. y Kornprobst, J. (1973). "Homologies géologiques entre les deux rives du Détroit de Gibraltar". *Bulletin de la Société Géologique de France*, 15, pp. 77-105. DOI: <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.s7-xv.2.77>.
- Diloli i Fons, J., Ferré Anguix, R., Vilà Llorach, J., Cots, I., Bricio, L., Prades Painous, M. y Bea Castaño, D. (2020). "Relaciones entre indígenas y fenicios en el curso inferior del Ebro. La primera fase de ocupación del asentamiento protohistórico de L'Assut (Tivenys, Baix Ebre, Tarragona) y su integración en el territorio". En: Celestino Pérez, S. y Rodríguez González, E. (Eds.). *Un viaje entre el Oriente y el Occidente del Mediterráneo. Actas del IX Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos, Mytra 5, Mérida*. Mérida: CSIC, pp. 507-519.
- Drieu, L., Rageot, M., Wales, N., Stern, B., Lundy, J., Zerrer, M., ... y Craig, O. E. (2020). "Is it possible to identify ancient wine production using biomolecular approaches?". *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 6 (1), pp. 16-29. DOI: <https://doi.org/10.1080/20548923.2020.1738728>.
- Escala, O., Moya, A., Piqué, G., Principal, J., Tartera, E. y Vidal, A. (2018). "Darreres novetats al Moli d'Espigol (Tornabous, Urgell). El projecte de l'1% cultural. L'excavació arqueològica i els treballs de consolidació i restauració del jaciment". *Tribuna d'Arqueologia*, 2014-2015, pp. 265-301.
- Evershed, R. P. (1993). "Biomolecular archaeology and lipids". *World Archaeology*, 25, pp. 74-93. DOI: <https://doi.org/10.1080/00438243.1993.9980229>.
- Evershed, R. P. (2008). "Organic residue analysis in archaeology: The archaeological biomarker revolution". *Archaeometry*, 50, pp. 895-924. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00446.x>.
- Fantuzzi, L. y Cau Ontiveros, M. A. (2017). "Investigating the provenance of the Baetican amphorae Dressel 23: new archaeometric evidence from Late Roman consumption centres". *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 17 (1), pp. 47-66. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.258085>.
- Fantuzzi, L., Kiriati, E., Sáez-Romero, A. M., Müller, N. S. y Williams II, C. K. (2020). "Punic amphorae found at Corinth: Provenance analysis and implications for the study of long-distance salt fish trade in the Classical period". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12, 179. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01093-3>.
- Fantuzzi, L., Sáez Romero, A. M., Kiriati, E., Müller, N. S., Mora Serrano, B., Arancibia Román, A. y Martín Córdoba, E. (en prensa). "An archaeometric approach to Phoenician-Punic amphorae in Málaga: recent advances and new perspectives". En: Sáez Romero, A. M., García Fernández, F. J. y Ferrer Albelda, E. (Eds.). *Kilns and Pottery Production in Iberia during the 1st millennium BC. Archaeological, technological and experimental approaches*. Oxford: Archaeopress.
- Fontboté, J. M. (1983). "La Cordillera Bética: las zonas internas y unidades adyacentes". En: Comba, J. A. (Ed.). *Libro jubilar J. M. Ríos. Geología de España (Tomo II)*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, pp. 251-342.
- García i Rubert, D. (2011). "Nuevas aportaciones al estudio de los patrones de asentamiento en el nordeste de la Península Ibérica durante la Primera Edad del Hierro. El caso del Complejo Sant Jaume". *Trabajos de Prehistoria*, 68 (2), pp. 331-352. DOI: <https://doi.org/10.3989/tp.2011.11073>.
- García i Rubert, D. y Gracia, F. (2011). "Phoenician trade in the north-east of the Iberian peninsula: a historiographical problem". *Oxford Journal of Archaeology*, 30 (1), pp. 33-56. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0092.2010.00358.x>.
- Garnier, N. (2007). "Analyse de résidus organiques conservés dans des amphores: un état de la question". En: Bonifay, M. y Trégliat, J. C. (Eds.). *LRCW2. Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*. British Archaeological Reports International Series 1662 (1). Oxford: Archaeopress, pp. 39-58.
- Garnier, N. y Valamoti, S. M. (2016). "Prehistoric wine-making at Dikili Tash (Northern Greece): Integrating residue analysis and archaeobotany". *Journal of Archaeological Science*, 74, pp. 195-206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.03.003>.
- Grup d'Investigació Prehistòrica (GIP) (2005). "Dos hogares orientalizantes de la fortaleza de Els Vilars (Arbeca, Lleida)". En: Celestino Pérez, S. y Jiménez, J. (Eds.). *Actas del III Simposio Internacional de Arqueología de Mérida, Protohistoria del Mediterráneo Occidental. El Periodo Orientalizante (Mérida, 5-8 de mayo de 2003)*. Anejos de Archivo Español de Arqueología, XXXV. Mérida: CSIC, pp. 651-667.
- Guasch-Jané, M. R., Ibern-Gómez, M., Andrés-Lacueva, C., Jáuregui, O. y Lamuela-Raventós, R. M. (2004). "Liquid chromatography with mass spectrometry in tandem mode applied for the identification of wine markers in residues from ancient Egyptian vessels". *Analytical Chemistry*, 76, pp. 1672-1677. DOI: <https://doi.org/10.1021/ac035082z>.
- Holmqvist, E. (2017). "Handheld portable energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry (pXRF)". En: Hunt, A. M. W. (Ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University Press, pp. 363-381.
- Hunt, A. M. W. y Speakman, R. J. (2015). "Portable XRF analysis of archaeological sediments and ceramics". *Journal of Archaeological Science*, 53, pp. 626-638. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.11.031>.
- IGME (1997). *Mapa Geológico de Ibiza y Formentera a escala 1:100.000*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Juan-Tresserras, J. (2000). "La cerveza: un producto de consumo básico entre las comunidades ibéricas del N.E. peninsular". En: *Ibers. Agricultors, artesans i comerciants. III Reunió sobre Economia en el Món Ibèric*. Sagunt extra, 3. València: Universitat de València, pp. 139-145.
- Juan-Tresserras, J. y Matamal, J. C. (2004). "Los contenidos de las ánforas en el Mediterráneo occidental: Primeros resultados". En: Sanmartí, J., Ugolini, D., Ramon, J. y Asensio, D. (Dir.). *La circulació d'àmfores al Mediterrani occidental durant la Protohistòria (segles VIII-III a. C.): Aspectes quantitius i anàlisi de continguts. II Reunió Internacional d'Arqueologia de Calafell*. Serie Arqueomediterrània. Barcelona: Universitat de Barcelona, pp. 283-292.

- Junyent, E. y López, J. B. (2016). *The Vilars d'Arbeca Fortress. Land, Water and Power in the Iberian World*. Catàlegs 3. Lleida: Museu de Lleida.
- Junyent, E., López, J. B., Moya, A. y Tartera, E. (2009). "L'accés fortificat i les portes en el sistema defensiu de la fortaleza dels Vilars (Arbeca, les Garrigues)". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 19, pp. 307-334.
- Junyent, E. y Moya, A. (2011). "Els fossats de la Fortalesa dels Vilars d'Arbeca (Catalunya, Espanya)". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 21, pp. 93-120.
- López, J., Junyent, E. y Alonso, A. (2020). "Architecture, Power and Everyday Life in the Iron Age of North-eastern Iberia. Research from 1985 to 2019 on the Tell-like Fortress of Els Vilars (Arbeca, Lleida, Spain)". En: Blanco-González, A. y Kienlin, T. L. (Eds.). *Current Approaches to Tells in the Prehistoric Old World: A cross-cultural comparison from Early Neolithic to the Iron Age*. Oxbow Books, pp. 189-208. DOI: <https://doi.org/10.2307/j.ctv13pk5j9>.
- Martín, A. M. y Cabrero, L. A. R. (2006). "Los inicios de la presencia fenicia en Málaga, Sevilla y Huelva". *Mainake*, 28, pp. 129-176.
- Miguel Gascón, E., Buxeda i Garrigós, J. y Day, P. M. (2015). "Central Mediterranean Phoenician pottery imports in the Northeastern Iberian Peninsula". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 3, pp. 237-246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.06.016>.
- Miguel Gascón, E., Buxeda i Garrigós, J., Day, P. M. y García i Rubert, D. (2023). "Phoenician Pottery in the Western Mediterranean: A New Perspective Based on the Early Iron Age (800–550 BC) Settlement of Sant Jaume (Alcanar, Catalonia)". *Applied Sciences*, 13 (6), 3733. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13063733>.
- Mora Serrano, B. y Arancibia Román, A. (2018). "Malaka en los siglos VI-V a. C.: la consolidación de una polis fenicio-púnica en el sur de la Península Ibérica". *Archivo de Prehistoria Levantina*, 32, pp. 117-134.
- Mora Serrano, B. y Arancibia Román, A. (2020). "Antes de las Columnas: Málaga en época púnica y su proyección en el SE ibérico y Mar de Alborán". En: Celestino Pérez, S. y Rodríguez, E. (Eds.). *Un viaje entre el Oriente y el Occidente del Mediterráneo*. Colección Mytra 5. Mérida: CSIC, vol. II, pp. 949-959.
- Moreno Megías, V. y Krueger, M. (2019). "Petrographic and Chemical Characterization of Pottery of Phoenician Tradition from Early Tartessian Centers". *Rivista di Studi Fenici*, 47, pp. 87-102.
- Niveau de Villedary y Mariñas, A. M. (2019). "La fundación arcaica de Gadir. La construcción historiográfica de una ciudad ¿real o inventada?". *Archivo Español de Arqueología*, 92, pp. 7-41. DOI: <https://doi.org/10.3989/aespa.092.019.001>.
- Orton, C., Tyers, P. y Vince, A. (1997). *La cerámica en arqueología*. Barcelona: Crítica.
- Padial, B., Garrido, O., Barahona, E., Aguayo, P. y Carrilero, M. (2000). "Estudios analíticos de un conjunto de ánforas de tipología fenicia occidental del asentamiento protohistórico de Ronda la Vieja (Ronda, Málaga)". En: Barthélemy, M. y Aubet Semmler, M. E. (Coords.). *Actas del IV Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos, Cádiz, 2 al 6 de octubre de 1995*. Cádiz: Universidad de Cádiz, pp. 1841-1850.
- Pecci, A. (2009). "Analisi funzionali della ceramica e alimentazione medievale". *Archeologia Medievale*, 36, pp. 21-42.
- Pecci, A. (2021a). "Análisis de residuos químicos en materiales arqueológicos: Marcadores de actividades antrópicas en el pasado". *Pyrenae: Revista de Prehistòria i Antiguitat de la Mediterrània Occidental*, 52, 1, pp. 7-54. DOI: <https://doi.org/10.1344/Pyrenae2021.vol52num1.1>.
- Pecci, A. (2021b). "La producción y consumo de vino a través del análisis de residuos químicos en materiales arqueológicos". *Tribuna d'Arqueologia*, vol. 2018-2019, 20, pp. 322-333.
- Pecci, A., Borgna, E., Mileto, S., Dalla Longa, E., Bosi, G., Florenzano, A.... y Vidale, M. (2020). "Wine consumption in Bronze Age Italy: combining organic residue analysis, botanical data and ceramic variability". *Journal of Archaeological Science*, 123, 105256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105256>.
- Pecci, A., Cau Ontiveros, M. A. y Garnier, N. (2013). "Identifying wine and oil production: analysis of residues from Roman and Late Antique plastered vats". *Journal of Archaeological Science*, 40, pp. 4491-4498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.06.019>.
- Pecci, A., Reynolds, P., Mileto, S., Vargas Girón, J.M., y Bernal-Casasola D. (2021). "Production and Transport of Goods in the Roman Period: Residue Analysis and Wine Derivatives in Late Republican Baetican Ovoid Amphorae". *Environmental Archaeology*, 30 (2), pp. 104-106. DOI: <https://doi.org/10.1080/14614103.2020.1867291>.
- Pérez-Jordà, G., Peña-Chocarro, L. y Pardo-Gordó, S. (2021). "Fruits arriving to the west. Introduction of cultivated fruits in the Iberian Peninsula". *Journal of Archaeological Science: Reports*, 35, 102683. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102683>.
- Quinn, P. S. (2013). *Ceramic petrography*. Oxford: Archaeopress.
- Reber, E. (2022). *An Archaeologist's Guide to Organic Residues in Pottery*. Alabama: University of Alabama Press.
- Regert, M. (2011). "Analytical strategies for discriminating archeological fatty substances from animal origin". *Mass Spectrometry Reviews*, 30, pp. 177-220. DOI: <https://doi.org/10.1002/mas.20271>.
- Rice, P. M. (1987). *Pottery Analysis: A Sourcebook*. Chicago: University of Chicago Press.
- Sáez Romero, A. M., Theodoropoulou, T. y Belizón, R. (2020). "Átunes púnicos y vinos egeos en una taberna de la Grecia Clásica. Resultados iniciales del Corinth Punic Amphora Building Project". En: Celestino Pérez, S. y Rodríguez, E. (Eds.). *Un viaje entre el Oriente y el Occidente del Mediterráneo. A Journey between East and West in the Mediterranean*. Colección Mytra 5. Mérida: CSIC, vol. II, pp. 799-818.
- Sanmartí, J. (2005). "La conformación del mundo ibérico septentrional". *Palaeohispanica*, 5, pp. 333-358.
- Sanmartí, J. (2009). "From the archaic states to romanization: a historical and evolutionary perspective on the Iberians". *Catalan Historical Review*, 2, pp. 9-32.
- Sardà, S., García i Rubert, D. y Moreno, I. (2016). "Feasting, Phoenician trade and dynamics of social change in north-eastern Iberia: rituals of commensality in the Early Iron Age settlement of Sant Jaume (Alcanar, Catalonia)". *Journal of Mediterranean Archaeology*, 29 (1), pp. 37-60. DOI: <https://doi.org/10.1558/jmea.v29i1.31012>.
- Schubart, H. (2014-2015). "El inicio de los trabajos de arqueología fenicia en la desembocadura del Río Vélez (1961-1964)". *Mainake*, 35, pp. 53-66.
- Serrano Lozano, F. y Guerra Merchán, A. (2004). *Geología regional. El territorio de la provincia de Málaga en el ámbito de la cordillera Bética*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Shackley, M. S. (2011). "An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis in Archaeology". En: Shackley, M. S. (Ed.). *X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology*, pp. 7-44. New York: Springer.
- Suárez Padilla, J., Ramon Torres, J., Mora Serrano, B., Salvago Soto, L. y Chacón Mohedano, C. (2020). "La cronología fundacional de la Malaka fenicia: investigaciones en el solar del Rectorado de la Universidad de Málaga". *Spal*, 29, 1, pp. 41-77. DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/spal.2020.i29.02>.
- Vázquez, M. P., González, J. R., Medina, J. y Escuder, X. (2014). "Sant Joan Vell de Tèrmens. Molins més enllà de la mólta a la protohistòria de la plana occidental catalana". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 24, pp. 347-362.
- Vázquez, M. P., Medina, J., González, J. R. y Rodríguez, J. I. (2006-2007). "El jaciment de la serra del Calvari (la Granja d'Escarp, el Segrià, Lleida. Estat de la qüestió". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 16-17, pp. 63-110.
- Vico Triguero, L., Molina González, F., Cámara Serrano, J. A. y Gámiz Caro, J. (2018). "Estudio tecno-tipológico de las cerámicas del Cobre Reciente de los Castillejos (Montefrío, Granada)". *SPAL - Revista de Prehistoria y Arqueología*, 27, 2, pp. 29-53. DOI: <https://doi.org/10.12795/spal.2018i27.15>.
- Ward, J. H., Jr. (1963). "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function". *Journal of the American Statistical Association*, 58, pp. 236-244. DOI: <https://doi.org/10.2307/2282967>.
- Whitbread, I. K. (1989). "A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient technology". En: Maniatis, Y. (Ed.). *Archaeometry. Proceedings of the 25th International Symposium (Athens, 19 to 23 May 1986)*. Amsterdam: Elsevier, pp. 127-138.
- Whitbread, I. K. (1995). *Greek transport amphorae. A petrographical and archaeological study*. Fitch Laboratory Occasional Papers 4. Athens: British School at Athens.
- Whitbread, I. K. (2016). "Fabric description of archaeological ceramics". En: Hunt, A. (Ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University, pp. 200-216.