



Baelo Claudia

y los secretos del Garum



Baelo Claudia

and the secrets of Garum

Darío Bernal-Casasola, José J. Díaz
José Á. Expósito y Víctor Palacios Macías
(Editores Científicos)



Editorial  UCA
Universidad de Cádiz

Baelo Claudia y los secretos del Garum

Atunes, ballenas, ostras, sardinas y otros recursos marinos en la cadena operativa haliéutica romana

*Baelo Claudia and the secrets of Garum
Tunas, whales, oysters, sardines and other marine
resources in the Roman halieutic chaîne opératoire*

DARÍO BERNAL-CASASOLA, JOSÉ J. DÍAZ
JOSÉ A. EXPÓSITO Y VÍCTOR PALACIOS MACÍAS
(Editores Científicos)

Editorial  UCA
Universidad de Cádiz

EDITA

Editorial UCA, 2020
Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz
C/ Doctor Marañón, 3
11002 Cádiz
Tel. 956015689
publicaciones.uca.es
publicaciones@uca.es

Editorial UCA es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional

Editorial UCA is the UNE member, which ensures the diffusion and commercialization of its publications at the national and international level



EDITORES CIENTÍFICOS

Darío Bernal-Casasola
José J. Díaz
José A. Expósito
Víctor Palacios Macías

DISEÑO

Trébede Ediciones, S.L.

IMPRIME

Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es resultado y ha sido cofinanciado por el proyecto GARVM III (PID2019-108948RB-I00/AEI/10.13039/501100011033) del Gobierno de España/Feder; por el Programa Operativo FEDER 2014-2020 y por la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía (ARQUEOSTRA, FEDER-UCA18-104415); y por el proyecto ARQUEOFISH (P18-FR-1483) del Programa de Ayudas a la I+D+i del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020); asimismo ha contado con una Ayuda de la Fundación Palarq (convocatoria de 2019) y con la colaboración de los proyectos SACEIMAR y ARQ-ANALYTICS (CEIJ-C03.1 y CEIJ-C03.2) de la I y II Convocatoria de Ayudas a Proyectos de investigación de Jóvenes Investigadores del Campus de Excelencia Internacional CEIMAR, de la Fundación CEI·MAR.

Esta obra ha superado un proceso de evaluación externa por pares ciegos

ISBN: 978-84-9828-816-2

eISBN: 978-84-9828-817-9

Depósito Legal: CA 430-2020

© de la edición: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz

© de los textos y fotografías: los autores

© de la traducción: David Govantes Edwards

Imagen de cubierta: Vista de la interfaz marítimo-terrestre de *Baelo*

Imagen de contracubierta: Podón hallado en el relleno de la pileta P-7 de la *Cetaria* XII

Todos los derechos reservados. De conformidad con lo dispuesto en la legislación vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reproduzcan o plagien, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica fijada en cualquier tipo de soporte, sin la preceptiva autorización.



- 7 *Preámbulos/Preambles*
MERCEDES COLOMBO ROQUETTE
FRANCISCO PINIELLA CORBACHO
- 16 *Baelo Claudia, el garum y las exposiciones arqueológicas*
Baelo Claudia, garum and archaeological exhibits
DARÍO BERNAL-CASASOLA, JOSÉ J. DÍAZ, JOSÉ A. EXPÓSITO
Y VÍCTOR PALACIOS MACÍAS
- 26 *Recuperando el garum: una década de estudios*
interdisciplinarios
Recovering garum: a decade of interdisciplinary studies
DARÍO BERNAL-CASASOLA, JOSÉ A. EXPÓSITO
JOSÉ J. DÍAZ Y VÍCTOR PALACIOS MACÍAS

FASE I/ PHASE I

- 40 *De los atunes a las ballenas, sin olvidar las ostras:*
un acercamiento a los recursos marinos procesados en
las cetariae baelonenses
From tuna to whales (and not forgetting the oysters):
an approximation to maritime resources in the cetariae
of Baelo Claudia
DARÍO BERNAL-CASASOLA, RICARD MARLASCA MARTÍN,
JUAN JESÚS CANTILLO DUARTE Y ALICIA HERNÁNDEZ TÓRTOLES

FASE II/PHASE II

- 54 *Artes de pesca en Baelo Claudia: una aproximación a través de*
su instrumental pesquero
Fishing techniques in Baelo Claudia based on the remains of
fishing tackle
JOSÉ MANUEL VARGAS GIRÓN

FASE III/PHASE III

- 68 *Excavaciones en la Cetaria XI y el mantenimiento de las conservas baelonenses hasta época tardorromana*
The excavation of Cetaria XI and the continuation of fish processing in Baelo until the Late Roman period
JOSÉ J. DÍAZ Y DARÍO BERNAL-CASASOLA
- 84 *Una fábrica de excepcional productividad y con una producción diversificada: la Cetaria XII*
An exceptionally productive and diversified production facility: Cetaria XII
JOSÉ A. EXPÓSITO Y DARÍO BERNAL-CASASOLA
- 98 *De Baelo Claudia a Syracusae: piletas circulares e interacciones haliéuticas*
From Baelo Claudia to Syracusae: circular salting vats and halieutic interactions
DANIELE MALFITANA, DARÍO BERNAL-CASASOLA, ANTONINO MAZZAGLIA Y JOSÉ J. DÍAZ
- 112 *De los orígenes del «ronqueo» o corte especializado de atunes. Evidencias de época tardoantigua*
On the origins of “ronqueo”, the specialised butchering of tuna. Evidence from Late Antiquity
JOSÉ A. EXPÓSITO, DARÍO BERNAL-CASASOLA, RICARD MARLASCA MARTÍN, ESTRELLA BLANCO Y ANA DURANTE MACÍAS
- 124 *Harina de pescado y otros subproductos en Baelo Claudia: acerca de la molienda en ámbito haliéutico*
Fish flour and other by-products in Baelo Claudia: milling in halieutic contexts
M^a ÁNGELES PASCUAL SÁNCHEZ

- 134 *Arqueología del garum baelonense: reflexiones metodológicas y excepcionales hallazgos*

The archaeology of garum in Baelo Claudia: exceptional finds and methodological reflections

DARÍO BERNAL-CASASOLA, JOSÉ J. DÍAZ, JOSÉ A. EXPÓSITO,
RICARD MARLASCA MARTÍN, JOSÉ LUIS PORTILLO SOTELO Y AURÉLIE EÏD

- 158 *Avances en la recuperación tecnológica del garum romano: pruebas de envejecimiento en ánforas*

Advances in the reconstruction of roman garum technology: aging tests in amphorae

ÁLVARO RODRÍGUEZ ALCÁNTARA, DARÍO BERNAL-CASASOLA,
ENRIQUE GARCÍA VARGAS, ANA M^a ROLDÁN GÓMEZ
Y VÍCTOR PALACIOS MACÍAS

- 178 *Arqueología experimental en Baelo Claudia: del laboratorio al yacimiento*

Experimental archaeology in Baelo Claudia: from the lab to the site

VÍCTOR PALACIOS MACÍAS, ANA M^a ROLDÁN GÓMEZ,
MAURICIO ARANGO HERRÁN, ÁLVARO RODRÍGUEZ ALCÁNTARA,
SALVADOR DOMÍNGUEZ-BELLA, ALESSANDRA PECCI,
EDUARDO MOLINA PIERNAS, DOMENICO MIRIELLO,
JOSÉ LUIS RAMÍREZ-AMADOR, ANA DURANTE MACÍAS,
ALEJANDRO COBOS, MANUEL LEÓN BÉJAR, JOSEFINA SÁNCHEZ GARCÍA,
JOSÉ A. EXPÓSITO Y DARÍO BERNAL-CASASOLA

FASE IV/PHASE IV

- 196 *Ánforas y salazones: técnicas analíticas para determinar el origen de los envases para la exportación piscícola en Baelo Claudia*

Amphorae and salted fish: analytical techniques for provenancing fish-preserve containers in Baelo Claudia

LEANDRO FANTUZZI, DARÍO BERNAL-CASASOLA,
JOSÉ A. EXPÓSITO, JOSÉ J. DÍAZ, JOSÉ LUIS PORTILLO SOTELO
Y RAFAEL JIMÉNEZ-CAMINO ÁLVAREZ

208 *El vidrio en las fábricas pesquero-conserveras romanas, una nueva línea de investigación*

Glass in Roman fish processing factories. A new avenue of research

JOSÉ ALBERTO RETAMOSA GÁMEZ, JOSÉ J. DÍAZ,
DARÍO BERNAL-CASASOLA Y JAVIER OVIEDO CALLEALTA

FASE V/PHASE V

222 *Consumo de garum gaditanum en el Imperio: para todos los gustos*
Consumption of garum gaditanum in the Empire: a product to suit all tastes

MACARENA LARA MEDINA

232 *Ars culinaria gari. Uso y técnica culinaria en torno a las salsas piscícolas romanas*

Ars culinaria gari. Cooking roman fish sauces

MANUEL LEÓN BÉJAR

242 *Bibliografía*
Bibliography

*Arqueología del garum
baelonense: reflexiones
metodológicas y
excepcionales hallazgos*

*The archaeology of
garum in Baelo Claudia:
exceptional finds and
methodological reflections*

DARÍO BERNAL-CASASOLA

Universidad de Cádiz

JOSÉ J. DÍAZ

Universidad de Cádiz

JOSÉ A. EXPÓSITO

Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia

RICARD MARLASCA MARTÍN

Arqueólogo

JOSÉ LUIS PORTILLO SOTELO

Universidad de Cádiz

AURÉLIE EÏD

Arqueóloga

Localizar restos de conservas piscícolas en posición primaria es una situación muy excepcional en cualquier yacimiento del ámbito atlántico-mediterráneo. En los estudios de síntesis que se han realizado en los últimos años se cuentan con los dedos de la mano las piletas en las cuales han aparecido restos de *garum* o de conservas en su interior, que se limitan a 24 en total en todo el mundo romano: desde tres ejemplos de la Bretaña Francesa (La Falaise, Plomarch y Douarnenez) pasando por Adro Vello (O Grove) en el noroeste peninsular, al entorno lusitano del Tajo/Sado (Casa do Governador en *Olisipo*, cuatro ejemplos en Tróia, las piletas de la Travessa de Frei Gaspar en Setúbal) a la Quinta do Marim y el Cerro da Vila en el Algarve; junto a Metrouna en *Mauretania Tingitana* y Nabeul en el *Africa Proconsularis*; en *Baetica* destacan especialmente la plaza de la Encarnación en *Hispalis*, los cuatro ejemplos malacitanos (Teatro romano, Palacio de la Aduana y Museo Thyssen en Málaga; y Torremuelle en Benalmádena); y en la zona de influencia del *Fretum Gaditanum* el antiguo Teatro Andalucía de *Gades* y, sobre todo, las cuatro piletas conocidas con contenido íctico de la calle San Nicolás 1 y 3-5 de Algeciras, la antigua *Iulia Traducta*, junto a tres contextos de *Baelo Claudia*, ya incluidos en este corpus (García Vargas *et alii* 2018, 293, 298-299 n° 13, 17, 18, 21, 22, 25-27, 29, 58-62, 66, 68-71, 73-77, 79 y 83-85). Además, si se consulta en detalle este listado, se podrá advertir que buena parte de las evidencias son referencias indirectas, o publicaciones parciales de datos procedentes del relleno de las piletas —a veces incluso únicamente con avances de la tabla taxonómica y poco más—, lo cual redundará aún más si cabe en la excepcionalidad de estas evidencias arqueológicas.

Finding remains of fish preserves in primary contexts is an exceptional situation in any site in the Atlantic and the Mediterranean coasts. The number of salting vats found in recent years to contain remains of *garum* or fish preserves is very small. For the whole Roman world, barely 24 have been found in total: three examples in French Brittany (La Falaise, Plomarch and Douarnenez); one in the Iberian north west (Adro Vello, O Grove); in the Tagus/Sado area (Casa do Governador in *Olisipo*, four in Tróia, more in Travessa de Frei Gaspar, in Setúbal); in Quinta do Marim and Cerro da Vila in the Algarve; next to Metrouna, in *Mauretania Tingitana*, and Nabeul, in *Africa Proconsularis*; in *Baetica*, in plaza de la Encarnación (*Hispalis*); four examples in (Teatro romano, Palacio de la Aduana and Museo Thyssen, in Málaga; and Torremuelle in Benalmádena); and in the *Fretum Gaditanum*, in the old Teatro Andalucía (*Gades*) and especially the four vats in calle San Nicolás 1 and 3-5 in Algeciras, ancient *Iulia Traducta*, in addition to three contexts in *Baelo Claudia*, already incorporated to this corpus (García Vargas *et al.* 2018, 293, 298-299 no. 13, 17, 18, 21, 22, 25-27, 29, 58-62, 66, 68-71, 73-77, 79 and 83-85). If this list is examined in detail, it will be seen that most evidence is fairly partial. In addition, the publication of these contexts is often preliminary, barely presenting a taxonomic table of the species contained within the vats, and little else. This only emphasises the value of *Baelo's* remains.

The excavations undertaken in the salting vats of *Baelo Claudia* in recent years have contributed to significantly increase the tally, especially with the investigation of *Cetariae* XI and XII; the number of known salting vats with contents inside in the city has

La continuidad de las excavaciones en estos últimos años en los saladeros de *Baelo Claudia* ha permitido aumentar significativamente estos datos, sobre todo como sabemos gracias a la excavación de las nuevas *Cetariae* XI y XII, pues de tres piletas con restos de paleocontenido hemos pasado a once (figura 1). Sintetizando, esto quiere decir que de la treintena de contextos haliéuticos conocidos actualmente en todo el mundo romano el 35 % procede de *Baelo Claudia*; y prácticamente la mitad del ámbito del *Fretum Gaditanum* (sumando *Gades* y *Traducta* a los de *Bolonia*). Estas cifras hablan por sí solas de la relevancia de estos datos y de su importancia para la reconstrucción de la alimentación en la Antigüedad.

Otra aportación relevante del proyecto *Economía marítima y actividades haliéuticas en Baelo Claudia* ha sido la excavación prácticamente integral de los dos nuevos edificios conserveros en seis campañas (2014-2019), y el estudio de detalle de todos los contextos haliéuticos recuperados en el interior de las balsas, que ha tenido que ser selectivo (muestreo) debido a la cantidad de evidencias recuperadas. Esta situación pensamos que es también atípica y excepcional, pues aunque en las últimas dos décadas se han localizado y excavado algunos edificios conserveros completos, como por ejemplo los de la Casa do Governador da Torre de Belém en Lisboa (Gabriel, Fabião y Filipe 2009) o los de *Traducta* en Algeciras (Bernal-Casasola, Jiménez y Expósito 2018), en ninguna de dichas ocasiones se ha llevado a cabo un estudio arqueozoológico detallado de todas las evidencias, o no se han excavado la totalidad de las piletas, dejando en reserva alguna para futuras investigaciones. Las conclusiones que se han podido extraer de estas investigaciones, actualmente en proceso de publicación detallada, son asimismo novedosas y de mucho interés.

Una primera conclusión importante es la elevada tasa de éxito relacionada con la localización de evidencias orgánicas en el interior de las piletas. Como se advierte en la figura 1, de las ocho cubetas excavadas en la *Cetaria* XI el 75 % ha deparado restos de conservas en posición primaria (cubetas P-3, P-4, P-5, P-6, P-8 y P-9), con datos aislados sobre los ingredientes en algunas de las demás. En el caso de la fábrica XII el porcentaje es similar (62,5 %), pues se han recuperado también restos en cinco de ocho balsas: no

gone from three to eleven (figure 1). That is, 35% of the approximately 30 known salting vats whose content was preserved is in *Baelo Claudia*, and approximately half of those known in the *Fretum Gaditanum* (which also includes *Gades* and *Traducta*). These figures clearly illustrate the importance of these data, and how important it is that they are adequately investigated.

Another important contribution of project *Economía marítima y actividades haliéuticas en Baelo Claudia* has been the nearly full excavation of two new salting factories in six seasons (2014-2019) and the detailed analysis of all haliéutic contexts inside the vats. This study has had to rely on sampling strategies, owing to the volume of evidence obtained. This is also an atypical situation, because although other preserve factories have been fully excavated in recent decades, for instance those in Casa do Governador da Torre de Belém in Lisbon (Gabriel, Fabião and Filipe 2009) and those in *Traducta* (Bernal-Casasola, Jiménez and Expósito 2018), in none of these cases did an in-depth zoo-archaeological investigation follow or all vats were excavated (some were left “in reserve” for the future). These are, however, very interesting finds, and their full publication is currently in preparation.

The first conclusion is that our methodology has been greatly successful at recovering organic evidence from the interior of the vats. As shown in figure 1, six (75%) of the eight vats excavated in *Cetaria* XI have yielded remains in a primary position (vats P-3, P-4, P-5, P-6, P-8 and P-9), and the others have shown additional data; a similar percentage applies in factory XII, where five out of eight vats have provided evidence in situ (62.5%), but the proportion would be even greater if we take into account that two of the vats excavated predate the rest (P-7 and P-8), which means that five out of the six vats dated to the final period of activity of the factory have yielded in situ remains of fish preparations. It is unknown why these vats were abandoned, especially because there is no evidence for traumatic events taking place (fire, attack, collapse). A similar phenomenon has been attested in nearby *Iulia Traducta*. This will have to be investigated further in the future, for the reasonable thing to expect is for the factories to



Figura 1. Planimetría esquemática de las *Cetariae* XI (A) y XII (B), con la ubicación de las piletas que han proporcionado evidencias de *garum* (color rojo), de pescado en salazón (azul) o las aparecidas sin restos de conservas piscícolas en posición primaria (negro)

Figure 1. Schematic plan of *Cetariae* XI (A) and XII (B), with the location of vats which have yielded evidence for the preparation of *garum* (red) and salted fish (blue), and those in which no production evidence was attested (black)

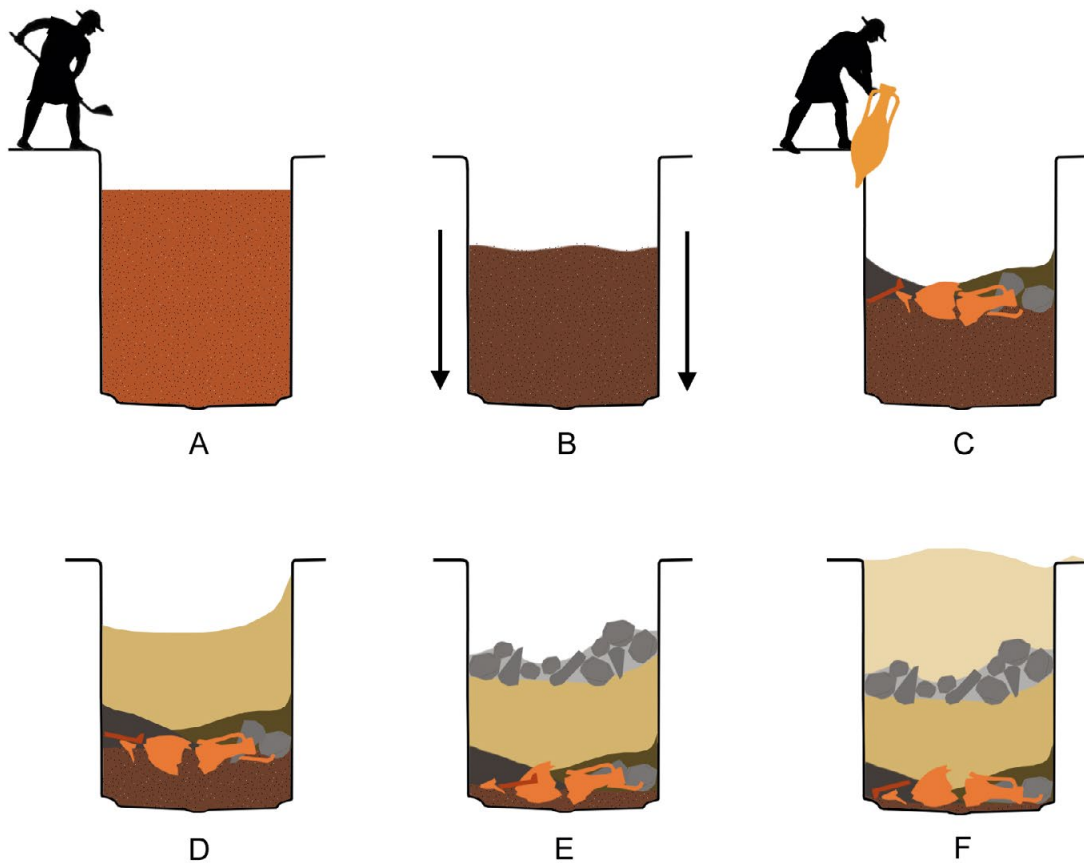


Figura 2. Esquemización del proceso de relleno de las piletas baelonenses. A. Conserva *in situ*; B. Degradación orgánica del *garum* y pérdida de volumen; C. Reutilización de la cavidad como vertedero y continuidad de la putrefacción; D. Colmatación eólica; E. Relleno superior por desmantelamiento paulatino del edificio; F. Continuidad de la aportación natural de arena

Figure 2. Schematic representation of the archaeological sequence inside the salting vats A. Preserves *in situ*; B. Organic degradation of *garum* and loss of volume; C. Reuse of the vat as a dump, and continuation of degradation processes; D. Windborne deposits; E. Construction debris; F. Windborne sand deposits

obstante esta cifra sería aún mayor si tuviésemos presente que dos de las cubetas excavadas se corresponden con un momento cronológico previo (P-7 y P-8), por lo que cinco de las seis cubetas de la *Cetaria* XII en su última fase constructiva de época tardorromana han presentado evidencias de productos piscícolas. Desconocemos por qué abandonaron tantas cubetas llenas, sobre todo porque no se han documentado fenómenos traumáticos de abandono vinculados a las fábricas (incendios, ataques, derrumbes...), tratándose de una dinámica similar a la acontecida en las cercanas *cetariae* de *Iulia Traducta*, siendo esta una cuestión sobre la que habrá que tratar de buscar respuestas en el futuro, ya que lo normal habría sido vaciar las fábricas previamente a su abandono, por el

be emptied before abandonment, given the high cost of the products that were being prepared (perhaps unfinished or they went bad).

The comprehensive study of both factories has allowed us to confirm that no correlation exists between type of salting vat and product being prepared, as Ponsich (1988) suggested. The excavations in Baelo Claudia have confirmed that *garum* was prepared in both square (P-3, P-4, P-5, P-6, P-8, P-9 in *Cetaria* XI and P-3 in factory XII) and rectangular vats (P-5 and P-6 in factory XII), and the same applies to salted fish (*salsamenta*) (P-4 and P-2 in factory XII are quadrangular and rectangular, respectively); no distinguishing the vats in which salted preserves and saucers were prepared.

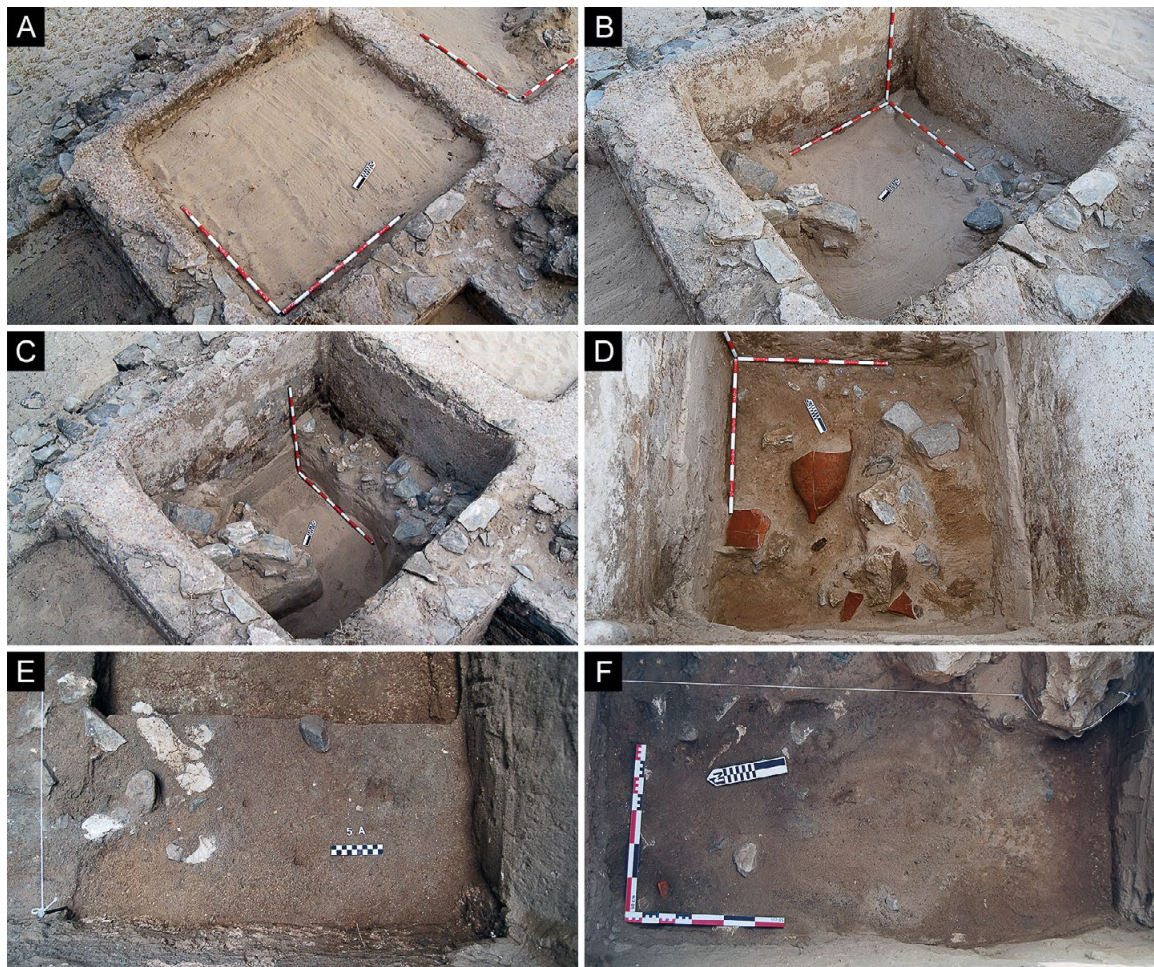


Figura 3. Ejemplos gráficos de las diferentes fases de relleno de los saladeros: A. Arenas; B. Restos del derrumbe del edificio; C. Arenas; D. Vertidos antrópicos; E y F. Conservas *in situ*, P-3 de la *Cetaria* XII

Figure 3. Fills found inside salting vats: A. Sand; B. Collapse level; C. Sand; D. Domestic waste; E and F. Preserves *in situ*, P-3 in *Cetaria* XII

elevado precio del producto en fase de elaboración (quizás no terminados de elaborar o corrompidos...).

El estudio integral de ambas fábricas ha permitido verificar, asimismo, que no parece existir una asociación entre tipología de saladero y producto, como Michel Ponsich propuso en su momento (1988). En *Baelo Claudia* se ha podido confirmar que la producción de *garum* tuvo lugar en piletas de planta tanto cuadrangular (P-3, P-4, P-5, P-6, P-8, P-9 de la *Cetaria* XI y P-3 de la XII) como rectangular (P-5 y P-6 de la XII). Y que las salazones de pescado (*salsamenta*) se produjeron tanto en cubetas cuadradas como rectangulares (P-4 y P-2 de la XII respectivamente); además, de idéntica morfología que aquellas en las cuales se fabricaron, al mismo tiempo, salsas piscícolas.

Another interesting conclusion is that factories did not specialise in a single product, since the simultaneous production of *garum*, other fermented sauces and salted fish preserves has been attested in a single officina *cetariorum*, for instance in *Cetaria* XII. It seems that factory XI specialised in *garum*-like sauces, as suggested by the *in situ* remains found in six salting vats (P-3, P-4, P-5, P-6, P-8, P-9) and indirect evidence from the rest (P-1, P-6, P-10), although it is impossible to be certain, as some salting vats were left unexcavated.

From the point of view of stratigraphy, the sequence that led to the salting vats being covered with soil can be synthesized in six steps (figure 2). The topsoil was constituted by dune sand mounting over the

Otra conclusión interesante es que las fábricas no estaban especializadas en la elaboración de un único producto, ya que la misma *officina cetarium* se ha constatado al unísono la manufactura de *garum* y salazones de pescado, como es el caso de la *Cetaria* XII. Y además de diversos tipos de salsas fermentadas, como veremos a continuación. En el caso de la fábrica XI da la impresión de que estuvo especializado únicamente en la producción de salsas tipo *garum*, como verifican las seis piletas con restos piscícolas en posición primaria (P-3, P-4, P-5, P-8, P-9) y los indicios en las demás excavadas (P-1, P-6, P-10), aunque no es posible asegurarlo ya que quedan algunos fermentadores sin excavar.

Desde un punto de vista estratigráfico, y simplificando, el proceso de colmatación de las cubetas salazoneras o «estratigrafía-tipo» se puede sintetizar en seis grandes pasos (figura 2). Los rellenos más superficiales estarían formados por aportes dunares fruto de una falta de actividad sobre las estructuras ya abandonadas, un proceso que, como veremos, se constata igualmente en momentos más tempranos de la fase de colapso del edificio. Los siguientes rellenos se suelen relacionar con vertidos diversos vinculados al proceso de desmantelamiento paulatino de los edificios conserveros, con escombros eminentemente edilicios procedentes de la techumbre —de ahí la frecuencia de material constructivo latericio, es decir tégulas e ímbrices, en algunos niveles, e incluso clavos de la viguería que anclaban— y con mampostería de las paredes (figura 3B). Bajo ellos se suelen localizar potentes estratos de arena, de génesis eólica, conformados por la acción del viento en un ámbito ya abandonado: una dinámica que conocemos bien en la ensenada de Bolonia, en la cual los ambientes son rápidamente cubiertos con arena de playa. Son capas estériles desde un punto de vista arqueológico. Aunque en algún caso dichos estratos arenosos están directamente en contacto con las ictiofaunas arqueológicas (figura 3C-D), lo más normal es que la parte interior de las cubetas hubiese sido utilizada como un espacio para desechar todo tipo de residuos urbanos, al tratarse de estructuras hipogeicas: este paulatino proceso es el que permite explicar por qué en los niveles intermedios de la estratigrafía de las piletas aparecen estratos con monedas, cerámicas, vidrios y

abandoned vats, a process that began soon after the collapse of the building. Beneath this, we have attested a series of fills related to the progressive dismantling of the building, including building material from the roofing — hence the large number of tegulae, imbrices and even nails found in some contexts — and plaster lining from the walls (figure 3B). Beneath these, potent windborne sand layers were attested, and it is assumed that these followed the abandonment of the building; this is a typical dynamic in the Bay of Bolonia, where abandoned buildings are swiftly covered by beach sand. These layers are archaeologically sterile. Although some of these layers are in direct contact with fish remains (figure 3C-D), the normal thing was for the vats to be used as dumps for urban waste: this process explains why the intermediate layers in the vats' sequence yield coins, ceramics, glass and a wide variety of objects as well as large fragments of opus signinum in the case of *Cetaria* XI; all this material was deliberately dumped inside the vats, which were used as rubbish pits when the activity of the factory ceased, because they coexisted with other factories that were still in operation, as demonstrated by the excavation of the Southern District (Bernal-Casasola et al. 2007a). These layers are especially important to establish the date of abandonment of the vats. Those which are at the bottom, sitting directly atop the fish contents, give an *ante quem* date for the abandonment of the working vats. Multiple similar sequences have been attested in the region, especially in *Traducta* (Bernal-Casasola, Jiménez and Retamosa 2018), where the several layers found inside the vats clearly illustrate the different steps that lead from activity to abandonment. In *Baelo Claudia*, fish-preserving operations continued until the early 5th century, as suggested by the ceramic and numismatic evidence found inside the salting vats.

The bottom of the sequence is constituted by the *garum* remains sitting directly atop the floor of the vats. These are generally not particularly thick layers, in the vicinity of 5 cm, although some variation exists (5 cm in P-3, 2 cm in P-4, 3 cm in P-5, 8-10 cm in P-8 and 4 cm in P-9 in factory XI; and 10 cm in P-3, 8 cm in P-5 and 8 cm in P-6 in factory XII). In nearly every case, these layers have the appearance of sawdust, and are constituted by millions

toda una diversidad de elementos de mobiliario, así como grandes placas de *opus signinum* en el caso de la *Cetaria* XI; todo ello arrojado intencionalmente al interior de las piletas, que fueron usadas como «basureros» tras el cese de la actividad fabril, al estar integradas en islotes urbanos abandonados, que convivían con otros a pleno rendimiento, como ya se demostró hace años en el mismo barrio meridional (Bernal-Casasola *et alii* 2007a). Estos estratos son especialmente importantes para la datación del abandono de las cubetas, pues los niveles estratigráficos inferiores, es decir, aquellos que tocan directamente el suelo de la pileta o que están en contacto directo con los restos de los paleocontenidos son los que aportan una datación *ante quem*, inmediata, para proponer el fin de la actividad conservera en dichas fábricas. Hay muchos casos bien constatados a nivel microrregional, especialmente en *Traducta* (Bernal-Casasola, Jiménez y Retamosa 2018), en los cuales hay diversos niveles de vertido dentro de las piletas, en ciertos casos con un *decalage* temporal importante entre ellos, siendo la datación del nivel basal, el primero que se genera, la que nos interesa a efectos cronológicos. En *Baelo Claudia*, y como se comenta en este libro, se ha podido demostrar el mantenimiento de la actividad pesquero-conservera de carácter industrial hasta inicios del siglo V d. C. gracias a la datación de los contextos cerámicos y numismáticos recuperados en estos vertidos antrópicos procedentes del interior de los saladeros.

Por último, se localizan los restos orgánicos de las conservas de *garum* documentadas en contacto directo con el suelo, que se suelen corresponder con estratos de reducida potencia, en torno a los 5 cm de espesor, aunque hay cierta variabilidad (5 cm en P-3, 2 cm en P-4, 3 cm en P-5, 8-10 cm en la P-8 y 4 cm en la P-9 del XI; y 10 cm en la P-3, 8 cm en la P-5 y 8 cm en la P-6 del XII). En prácticamente todas las ocasiones el aspecto es el de «serrín», con millones de restos de ictiofaunas arqueológicas mezcladas con el sedimento (figura 4): un magma óseo que normalmente es muestreado puntualmente para la obtención de datos sobre las especies procesadas, pues en pocos gramos aparecen miles de huesos diagnósticos. Este tipo de residuos, que pueden pasar desapercibidos si no se realiza una excavación detallada,

of fish remains mixed with the sediment (figure 4): this deposit is sampled to obtain information about the species processed inside the vats; in a few cubic centimetres, thousands of identifiable bones may be found. These remains can be easy to miss if the excavation is not undertaken with the greatest care; the state of the remains is the result of the degradation of the preserve after its abandonment.

Before the sauce became dehydrated and soft organic tissues degraded away, this fine layer must have occupied the entirety of the vat, to a depth of between 1.5 and 2 m, depending on the size of the vat. The only indicator to establish how much the vats were filled when in use are the horizontal marks that occasionally appear on the walls, which are the consequence of the mineralisation of salt on the surface of the sauce, something also known through ethnographic parallels (figure 5). These horizontal marks have only been attested in a few vats (especialmente vats P-4 and P-5 in *Cetaria* XI and P-2 and P-3 in *Cetaria* XII); from the bottom of the vat, they appear at the following heights: 1.10 m (P-4), 0.50 m (P-5) in XI and 1.6 m (P-2) and 1 m (P-3) in XII. These marks, however, must correspond to different stages in the maturation process, because it is reasonable to think that the vats were filled to the rim, or they would have been made shallower (the deeper the vat is, the harder it becomes for the operatives to work with the product inside).

It is also important to remember that, after being abandoned, the vats were “colonised” by different animals attracted by the fish remains inside, for instance a mole and possibly a viper in P-3 in *Cetaria* XII, or amphibians in vat P-1 in the same building. This suggests that the remains were left exposed for a while after their abandonment. A similar phenomenon is attested in amphorae, for instance in an imitation Greco-Italic amphora (A4) found beneath the Republican levels of *Cetaria* VI, inside which were found the remains of a mole, a domestic mouse, a hedgehog and lands snails (*Cepaea nemoralis*), all of which had been fatally lured inside by the smell of the fish preserves (Bernal-Casasola *et al.* 2007b, 371-372).

The excavations undertaken over the last decade in *Baelo*'s salting vats have, therefore, identified three different settings: a) vats full of *garum*; b) vats

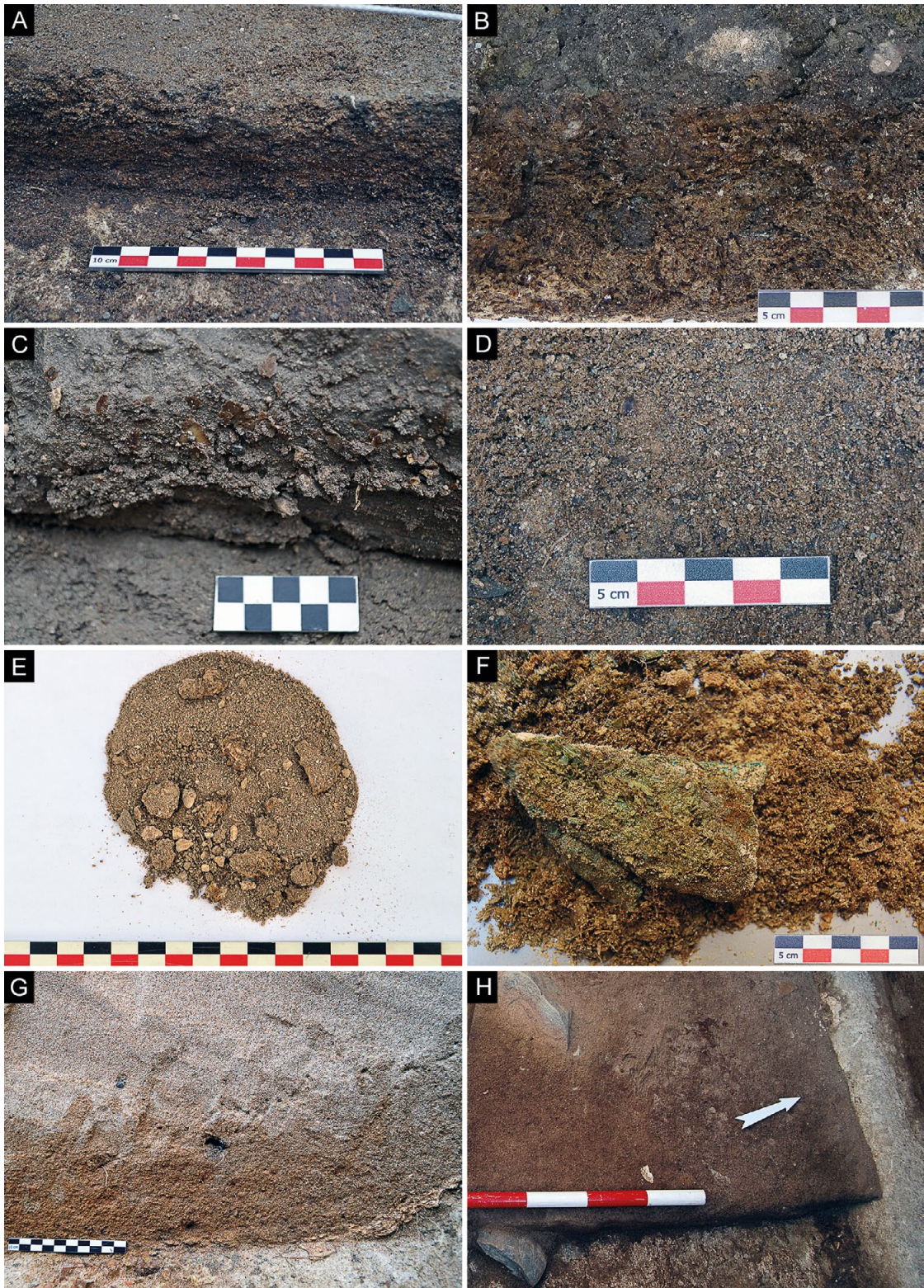


Figura 4. Detalles de los niveles de paleocontenidos orgánicos de las piletas P-3 (A), P-4 (B), P-5 (C), P-8 (D) y P-9 (E) de la *Cetaria* XI; y de los restos aparecidos en las cubetas P-3 (F), P-5 (G) y P-6 (H) del edificio conservero XII

Figure 4. Organic deposits in vats P-3 (A), P-4 (B), P-5 (C), P-8 (D) and P-9 (E) in *Cetaria* XI; and vats P-3 (F), P-5 (G) and P-6 (H) in factory XII

micro-espacial y con las técnicas adecuadas, son resultado del proceso de degradación de la conserva tras su abandono.

Efectivamente, antes de la deshidratación de la salsa piscícola y de la desaparición de la materia orgánica por los conocidos procesos de descomposición, esta fina capa debió haber ocupado la totalidad de la pileta, con una altura de entre 1,5 y 2 m aproximadamente, dependiendo de las dimensiones totales del saladero. El único indicador arqueológico del cual disponemos para saber la profundidad mínima a la que estuvieron rellenas las piletas durante la fase de elaboración de conservas son las marcas horizontales que encontramos en ocasiones en las paredes de las mismas, asociadas a las impregnaciones de producto y a la mineralización de la sal en la parte superior del preparado piscícola, evidencias que también conocemos por paralelos etnográficos (figura 5). Este tipo de marcas horizontales se ha documentado en pocos casos (fundamentalmente en las balsas P-4 y P-5 de la *Cetaria* XI y P-2 y P-3 de la *Cetaria* XII), ofreciendo unas alturas máximas respecto al fondo de 1,10 m (P-4), 0,50 m (P-5) del XI y 1,6 m (P-2) y 1 m (P-3) del XII. No obstante, han de tratarse de momentos diversos del proceso de macerado en las piletas, ya que como indicamos lo lógico es pensar que las mismas debieron haber sido aprovechadas hasta su máxima capacidad en altura, pues de lo contrario habrían sido construidas con menor profundidad (cuanto más profunda fuese la pileta más difíciles deberían ser las tareas artesanales para los operarios).

También es importante recordar que un análisis detallado de las ictiofaunas arqueológicas ha permitido verificar que tras el abandono de las cubetas llenas, las mismas fueron «colonizadas» por algunas especies de fauna, que se introdujeron en su interior atraídas por el preparado piscícola. Así ocurre, por ejemplo, con un topo y una posible culebra en la P-3 de la *Cetaria* XII, o con la cantidad de restos de herpetofauna, en fase de estudio actualmente, en la cubeta P-1 de este mismo edificio, unos comensales no deseados que evidencian que las conservas debieron estar posiblemente al aire libre durante cierto tiempo tras su abandono. Una dinámica conocida también en las ánforas con paleocontenidos intactos, como evidencia la greco-italica (A4) de imitación recuperada



Figura 5. Detalle de la pared interna meridional de la pileta P-5 (*Cetaria* XI) con las marcas horizontales de adherencias (A) que interpretamos como reflejo de los diferentes niveles a los que estuvo rellena la cubeta durante la fermentación piscícola; y su referente actual en una pileta de salazón de atún perteneciente a la conservera Herpac en Barbate (B, 2016)

Figure 5. Detail of southern inner wall in vat P-5 (*Cetaria* XI) with horizontal marks (A) interpreted as marks of the levels reached by the contents during fermentation, and modern example from a salting vat in the fish-preserves factory Herpac, in Barbate (B, 2016)

full of salted fish (salsamenta); c) apparently empty vats or, to be more precise, without visible remains, but which can be inferred to have contained some. There are also empty vats. Let us see one example of each.

Aligote (*Pagellus acarne*), *sardine* (*Sardina pilchardus*) and *sprat* (*Engraulis encrasicolus*) *garum*

The first of these examples concerns the layers with appearance of sawdust found at the bottom of some vats, which are clearly related to the preparation of *garum*. The fish remains inside are anatomically

bajo los niveles republicanos de la *Cetaria* VI, en cuyo interior se identificaron restos de un topo, de un ratón casero o moruno y de un erizo terrestre, que junto a los caracoles completos terrestres (*Cepaea nemoralis*) habían colonizado el ánfora atraídos por el olor de las conservas piscícolas, y murieron en su interior (Bernal-Casasola *et alii* 2007b, 371-372).

La experiencia de las excavaciones de esta última década en los saladeros baelonenses ha permitido identificar tres situaciones o contextos diversos en relación a las conservas piscícolas: a) llenas de *garum*; b) con pescado en salazón en su interior (*salsamenta*); c) aparentemente vacías, o mejor dicho, sin restos perceptibles de conservas *de visu*, aunque sí los contuvieron; además evidentemente de aquellas sin resto alguno de los preparados en fase de elaboración. Vamos a poner a continuación un ejemplo de cada una de estas situaciones.

Garum de aligotes (Pagellus acarne), de sardinas (Sardina pilchardus) y de boquerones (Engraulis encrasicolus) en fase de elaboración

144

El primero de los ejemplos, ya comentado, es el de las capas de «serrín» sobre la base de las cubetas, cuya relación con la elaboración en nuestro caso de *garum* es evidente, ya que los restos han aparecido siempre desconexionados anatómicamente, descartando que se tratase de pescado en salazón y, al mismo tiempo, verificando que nos encontramos ante la denominada «fase dinámica» de la elaboración de las salsas de pescado, en la cual ya se había procedido al removido del preparado para acelerar la hidrólisis del pescado y la fermentación del producto.

Da la impresión de que se trata del tipo de *garum* más frecuente de todos los identificados hasta la fecha en *Baelo Claudia*, pues lo documentamos en su momento tanto en la pileta P-5 de la *Cetaria* XII (Bernal-Casasola *et alii* 2017b, 162-163, fig. 5) como en la cubeta P-3 de la *Officina* XI, en ambos casos con sardinas de ínfimo tamaño, y con algún boquerón de talla también reducida y restos de algún espárido como faunas acompañantes (Bernal-Casasola *et alii* 2017b, 156-158, fig. 3). Respecto al *garum* de pequeños besugos o aligotes, documentado en la

disjointed, so the possibility that they could be interpreted as salted fish preserves must be ruled out. This represents the “dynamic” stage of *garum* preparation, after the concoction inside the vat had been stirred to accelerate fish hydrolysis and fermentation.

This appears to be the most common type of *garum* in *Baelo Claudia*. It has been identified in vat P-5 in *Cetaria* XII (Bernal-Casasola *et al.* 2017b, 162-163, fig. 5) and in vat P-3 in *officina* XI. Both cases involve tiny sardines and a few small sprats and members of the Sparidae family (Bernal-Casasola *et al.* 2017b, 156-158, fig. 3). The red sea bream *garum*, identified in vat P-3 in *Factory* XII is an exceptional find, being a rarely documented product in the ancient world (Bernal-Casasola *et al.* 2016b, 57-60, fig. 10).

Let us see vat P-9, in *factory* XI, in full detail. The excavation identified eight strata (figure 6). The top ones are the result of the accumulation of windborne sand, including a layer sandwiched by the collapse layers and the dumping of domestic waste (U.E. 3011), and another one overlaying the whole sequence after the factory was finally abandoned in the 5th century (UU.EE. 3007 and 3006). Second, the collapse of the southern perimeter walls, illustrated by a layer (U.E. 3010) with abundant remains of large and medium fragments of (mostly) limestone masonry, plaster and pottery (especially African wares).

This is followed by the deliberate dump of construction remains from nearby factories (UU.EE. 3013, 3012 and 3009). These take from approximately half way up the vat to nearly the bottom, and are characterised by the presence of multiple thickish multi-layered fragments of opus signinum, some of them curvy, and of the disintegrated remains of many more. These are related to the possible dismantling or repair of a nearby *cetaria* in the Late Roman period, as suggested by the African Red Slip Ware and African amphorae fragments found in association with these layers. Finally, the bottom is taken by the degraded remains of the last production batch (U.E. 3014). The sedimentary profile of this layer was unusual, because in reality it was not constituted by soil, but the results of the degradation of organic tissue. It presented a reddish brown colour, medium granulometry and loose consistency, and a depth of barely 4 cm except for the central area, where the vat’s cleaning basin is found and where the layer was 12 cm thick. The layer

cubeta P-3 del Conjunto Industrial XII, ya indicamos en su momento su excepcionalidad, tratándose de un producto muy poco documentado en el mundo antiguo (Bernal-Casasola *et alii* 2016b, 57-60, fig. 10).

El ejemplo detallado que traemos a colación en estas páginas es el ilustrado en la pileta P-9 de la fábrica XI, en cuya excavación se identificaron ocho estratos, que se fueron sucediendo a lo largo del tiempo y que permiten englobarlos en varios grupos (figura 6). En primer lugar, los niveles relacionados con el proceso de sedimentación por acción eólica: tanto un relleno parcial de arenas de playa generado entre el derrumbe y los vertidos (U.E. 3011), como los relacionados con el proceso de relleno de la mitad superior de la cubeta una vez que la zona fue abandonada en el siglo V y la acción eólica posibilitó la acumulación de estas arenas de playa sobre los restos arqueológicos (UU.EE. 3007 y 3006). En segundo término, el desplome de las unidades murarias del cierre perimetral sur de la fábrica, ilustrado por un estrato (U.E. 3010) con gran cantidad de sillarejo pétreo de mediano y gran tamaño —principalmente calizas— con restos de argamasa y cerámicas (ánforas africanas sobre todo).

A continuación, varios vertidos intencionados de restos procedentes de otros inmuebles salazoneiros (UU.EE. 3013, 3012 y 3009) a partir de la mitad de la pileta hasta casi el suelo de la misma, caracterizados sobre todo por la presencia de multitud de fragmentos de *opus signinum* de cierto grosor y varias capas —denotando un uso prolongado—, algunos disgregados y otros con curvatura. Estos últimos están relacionados con el posible desmonte o reforma en una *cetaria* cercana en época tardorromana, como ilustran las sigilatas claras y los restos de ánforas africanas recuperadas también en esos estratos. Y, por último, los restos de la degradación del producto alimenticio elaborado en el último uso artesanal que tuvo la pileta (U.E. 3014). Este era un nivel sedimentario de matriz inusual, pues realmente no eran tierras sino la degradación de productos orgánicos con una coloración morena-rojiza, granulometría media y bajo grado de compactación, y de apenas 4 cm de potencia, a excepción de la zona central donde también rellenaba a la poceta circular central, alcanzando por ello 12 cm. Apareció cubriendo tanto el cuarto de

covered both the perimeter channel and the rest of the vat's floor. The excavation of this layer was done with the utmost care. The surface of the vat was divided into eight sectors (each was 55 × 80 cm), and half were left unexcavated, being left “in reserve” for future studies.

The following fish remains correspond to one of these sectors (no. 7 in U.E. 3014), which includes the contents of the central circular basin. They are representative of the whole. Once the wealth of fish remains in the sediment was attested, it was decided to work with only 100 g of sediment in terms of species identification. This amount was considered representative. The pale reddish brown colour is due to the fish remains, which constitute the virtual entirety of the sample (figure 7A). The sediment was wet-sieved, using 1 mm and 0.4 mm meshes to ensure that all fish remains were recovered. A total of 6,032 remains were identified. As is customary in these settings, vertebrae are the best preserved and most numerous remains, with 5,448 specimens (figure 7B, C), followed by fragments of the neurocranium with 316. Another skull bone, the otolito, was found in abundance (81 specimens) (figure 7D). Much less common are cranial nerve elements, which generally suffer the most owing to their shape and the pressure of the sediment (186 were found, mostly maxilare).

The fish remains are extremely homogeneous: the most abundant species is the sprat, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus 1758), with 5,397 vertebrae, accounting for 99.1% of the sample. The remaining 50 vertebrae (barely 0.1%) belong to sardines (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792). One vertebra belonging to a small member of the Scombridae family was also identified. The best preserved cranial nerve remains are, as expected, the maxilare. In this case, however, a comparable number of (highly fragmented) hyomandibulare (55) and articulare (40) were also found. The fragmentation of these remains prevents them from being used to infer the size of the fish to which they belonged. The vertebrae are more reliable in this regard. The range of sizes is very narrow, suggesting that most of the sprats put in the vat were approximately 8 cm long and the sardines 10 cm long.

In conclusion, the study of the 100 g-sample of sediment from the bottom of the vat suggests that the last production batch was largely constituted by



Figura 6. Ilustración del proceso de excavación de la pileta P-9 de la *Cetaria* XI, con los diferentes estratos documentados desde la cubrición de arenas de playa en la parte superior hasta el nivel de residuos orgánicos sobre el pavimento de la balsa

Figure 6. Excavation of vat P-9 in factory XI, and archaeological sequence, from the windborne sand topsoil to organic residues at the bottom

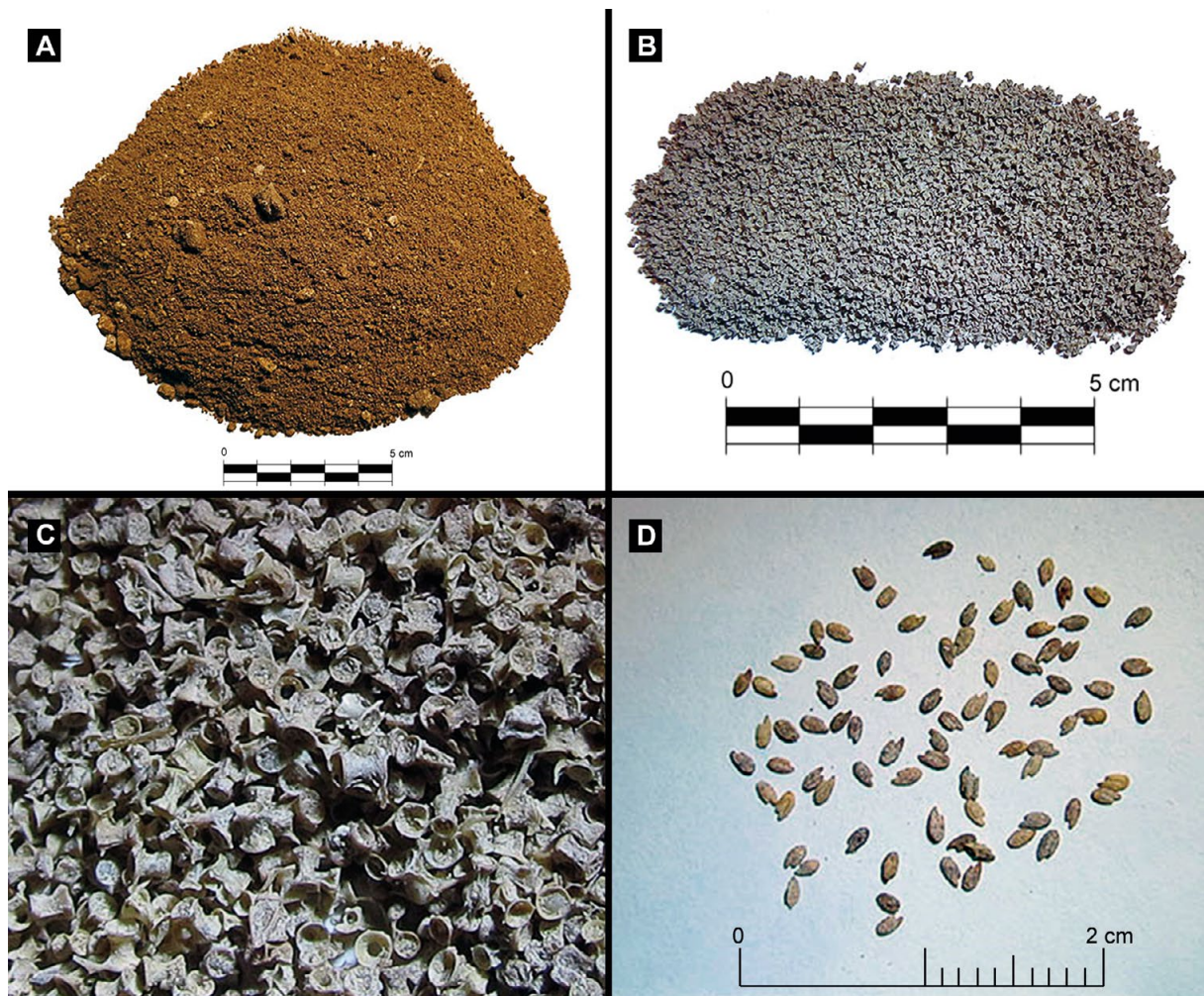


Figura 7. Detalle del sedimento del nivel basal de la cubeta P-9 de la *Cetaria* XI (U.E. 3014, sector 7), cuyo color anaranjado indica su composición íctica (A); vista general de las miles de vértebras de boquerón —*Engraulis encrasicolus*— (B), y detalle de las mismas (C), junto a los otolitos de la misma especie (D).

Figure 7. Detail of sediments at the bottom of vat P-9 in *Cetaria* XI (U.E. 3014, sector 7), whose orangeish colour is due to the high concentration of fish remains (A); thousands of sprat (*Engraulis encrasicolus*) vertebrae (B), and detail (C); sprat otoliths (D)

bocel perimetral, como todo el resto del suelo de la pileta. Para su excavación, se siguió la metodología microespacial usada en otras piletas en años anteriores, consistente en la cuadrícula en ocho sectores con unas dimensiones adaptadas al tamaño específico del interior de la balsa (cada uno de 55 × 80 cm), los cuales se excavaron de forma alterna, dejando varios en reserva, es decir *in situ* sin excavar, para futuros estudios.

Los restos ícticos que ilustramos a continuación proceden de uno de dichos sectores (el nº 7 de la U.E. 3014), que coincide en composición con los

small sprats and some sardines and other species. A premaxilare sinistrum belonging to a large red porgy (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758) (60 cm long) and two vertebrae of a large grouper (80 cm long) were also found. It is uncertain whether these are intrusions from higher levels or whether they were deliberately included in the batch. These remains were anatomically disjointed, so it seems that they were already inside when the sauce was stirred. The sprat bones are not excessively micronized, so it can be assumed that this sediment corresponds to the initial stages of fermentation.

demás, incluyendo el contenido de la poceta circular central. Una vez observada la gran riqueza en restos ictiológicos del sedimento, se optó por trabajar únicamente con 100 g del mismo para la determinación arqueozoológica de las especies presentes en dicho producto, ya que se consideró una muestra suficientemente representativa. El residuo tiene un característico color marrón claro-anaranjado, que proviene de la riqueza en restos ictiológicos de la muestra, ya que en realidad es un sedimento formado casi exclusivamente por estos residuos (figura 7 A). El sedimento se cribó con agua, usando luces de 1 y 0,4 mm, para asegurar la recuperación de todos los restos, habiéndose identificado 6 032 restos determinados. Como sucede en general en los contextos arqueológicos, y en particular también en los residuos conservados en las piletas de este tipo, las vértebras son los elementos mejor conservados y numerosos, 5 448 (figura 7 B, C), seguidos de fragmentos del neurocráneo, con un total de 316. Otro elemento craneal, el *otolito*, es uno de los elementos más numerosos recuperados, con un total de 81 (figura 7 D). Mucho menos abundantes son los elementos pares craneales, que como suele suceder, sufren —debido a sus formas y a la presión sedimentaria—, una mayor fragmentación (se han recuperado 186, siendo los más numerosos los *maxilare*).

La muestra arqueoiictiológica es sumamente homogénea: el taxón más importante pertenece al boquerón, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus 1758), con 5 397 vértebras que suponen el 99, 1% de la muestra. Las restantes 50 vértebras son de sardina (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1792), las cuales solo representan el 0,1 % restante, a los que hay que añadir una vértebra de un pequeño escómbrido. Los restos pares craneales mejor conservados, como se ha mencionado y suele suceder en estos contextos y especímenes, son de nuevo los *maxilare*. Pero en este caso se ha recuperado un número muy similar de otros elementos como los *hyomandibulare* (55), aunque muy fracturados, o los *articulare* (40). El hecho de que aparezcan bastante fracturados, no permite usarlos como elemento diagnóstico de las tallas de los peces. Por ello, se ha realizado un acercamiento a las dimensiones de los boquerones y sardinas de la pileta en base a las medidas de las vértebras. La gran

*Salted preserves: exceptional finds
(P-2 and P-4 in Cetaria XII)*

The first step in the production of salsamenta or salted fish is the laceration of the pieces of meat, as explained by Columella and other authors. The meat is laid down in the vats between layers of salt and spices. For this reason, the remains to be found inside the vats can be expected to be minimal, for these are highly perishable soft tissues. During the excavation of vat P-2 in Cetaria XII, the results of which have been partially published elsewhere (Bernal-Casasola et al. 2016b, 61, fig. 11), two crucial indicators could be attested: a sandy layer containing fish scales and other bones alongside circular darker stains that could identify the presence of fish meat in the past (to be confirmed by bio-molecular analysis) (U.E. 2920); and, crucially, skin remains (U.E. 2921); this suggests that the skin was left in at least some of the fish pieces (like with modern salted cod). These are truly exceptional finds, and no parallels are known in the Mediterranean; the only other remains of fish skin attested in relation to fish preserving were found inside Punic amphorae from Cádiz found in 5th century BC contexts in Corinth (recently Theodoropoulou 2018; Sáez, Theodoropoulou and Belizón 2020).

Another example of salsamenta made with large fish is found in vat P-4 in Cetaria XII. Again, the top of the stratigraphic sequence was formed by windborne sand, spanning the modern (UU.EE. 2002-2003) and the Late Roman periods (U.E. 2922 and 2923; figure 8A). The latter layers were constituted by very fine sand grains, and filled up a good deal of the vat (approximately 80 cm); it was virtually sterile from an archaeological perspective, with the exception of a few iron nails. At a depth of approximately 1.7 m from the surface, these sandy sediments gave way to a small dump of limestone blocks (U.E. 2924; figure 8B, C), which were interpreted as evidence for the collapse of nearby walls and columns. The layer below (U.E. 2927, barely 15 cm thick) presents, along with a few ferrous nodules, a high concentration of fish remains sitting directly atop the floor of the vat; a few discreet stains and tight clusters of fish remains were found also in contact with the vat's floor. This layer could be interpreted as the result of the interaction of U.E. 2925 with fish

homogeneidad de estas nos ha llevado a simplificar las dimensiones de los pescados: unos 8 cm para los boquerones, y de unos 10 cm para las sardinas.

En resumen, el estudio de los 100 g de sedimento de la parte inferior de la pileta ha permitido comprobar cómo el último producto elaborado en ella estaba compuesto fundamentalmente por boquerones de muy reducido tamaño, con la puntual presencia de algunas sardinas y algún otro pescado. Además se documentó un *premaxilare sinistrum* de pargo (*Pagrus pagrus*, Linnaeus 1758) de gran tamaño (60 cm de LT) y sendas vértebras de un mero de grandes dimensiones (80 cm de LT), que no sabemos si son intrusivas del nivel de contacto superior o bien fueron fragmentos de estos peces también usados intencionalmente en el preparado piscícola. Los engráulidos no han aparecido conexiados anatómicamente, por lo que parece que la fase dinámica de la elaboración del *garum* ya se había iniciado en este caso; y tampoco se advierte una elevada micronización de los huesos de los boquerones, por lo que posiblemente nos encontremos ante los primeros estadios del proceso de fermentación de esta salsa piscícola.

Salazones de pescado: excepcionales hallazgos (P-2 y P-4 de la Cetaria XII)

El primer paso para producir *salsamenta* o pescado en salazón es la preparación de los tacos de carne y su lacerado, como nos indican Columela y otros autores, e introducirlos luego en capas alternantes con sal y especias en las piletas. Es por ello que las evidencias arqueozoológicas que podemos esperar de este proceso en el interior de los saladeros son mínimas, al tratarse de materia orgánica biodegradable. Durante la excavación de la cubeta P-2 de la *Cetaria XII*, de la cual ya se presentó un avance (Bernal-Casasola *et alii* 2016b, 61, fig. 11), se documentaron los dos indicadores fundamentales: un nivel arenoso donde se identificaban escamas y otros restos óseos secundarios junto con pequeñas manchas circulares de una tonalidad más oscura que podrían estar relacionados con la otrora existencia de tacos de carne ya biodegradadas —a verificar en el futuro con analíticas biomoleculares— (U.E. 2920), y —principalmente— restos

remains. Both layers have similar characteristics and dark stains, which are interpreted as the result of the degradation of soft tissues. A large number of scales and other fish remains (mostly skin) were found in these layers (figure 8 D). The analysis have identified tuna scales in several areas, along with ribs and fragments of processus spinosus also belonging to tuna (figure 8E, F). These fragments still present the cut that separated them from the vertebrae, a diagonal cut mark closely shaving the vertebra to maximise the amount of meat. The sequence comes to an end at the bottom of the vat, where traces of fish in anatomical position, mostly skin fragments and small radia (U.E. 2928), were found. Therefore, the remains include ribs and scales in anatomical position, which could well belong to a single individual, and the internal joint of a tuna fin or basipterygium sinistrum (figure 8G, H). Several fragments of skin, with the scales still firmly attached, were found lying directly on the vat's floor (U.E. 2928). Only in one place were additional rib elements found (the basipterygium sinistrum noted above), beneath a stone. The remains found in the previous stratigraphic layer and directly over the floor can be interpreted as the bones and fragments that remained attached to the flesh. Obviously, the butchering of the fish did not completely remove the ribs and processus spinosus, and the fish pieces were introduced in the vats still with some bones on. If we also take into consideration some organic-looking stains, we can assume that these remains represent the last production batch of tuna *salsamentum* witnessed by the vat.

Vats that were apparently empty of fish remains: the need for detailed studies

The last halieutic type of deposit that we shall consider in detail concerns vats where no visible remains of fish were found. Several of these are known, especially in *Cetaria XI* (P-1, P-6) but also in factory *XII* (P-1). However, if a very detailed analysis of the secondary deposits and of possible adherences on the walls, which have been identified as the result of the mineralisation of fish remains, is undertaken, indirect evidence for the original content of the vat can be collected. That is, a detailed autopsy can identify traces that can be linked

de alguna piel (U.E. 2921); indicativo este último dato de que al menos parte del *salsamentum* se realizó utilizando trozos de pescado con piel (algo similar, como paralelo actual, con los trozos de bacalao que seguimos consumiendo). Este tipo de hallazgos son sumamente excepcionales, y no conocemos por el momento paralelos en contextos primarios de producción para los mismos en ningún yacimiento mediterráneo, ya que únicamente se han documentado restos de piel asociada a tacos de carne en las conocidas ánforas púnico-gaditanas del siglo V a. C. aparecidas en Corinto (recientemente Theodoropoulou 2018; Sáez, Theodoropoulou y Belizón 2020).

Contamos con un segundo ejemplo de *salsamenta* de peces de gran tamaño en la pileta P-4 de la *Cetaria* XII que es la que incluimos aquí. De nuevo, niveles de génesis dunar en la parte alta de la estratigrafía, tanto de época contemporánea (UU.EE. 2002-2003) como de momentos tardorromanos (U.E. 2922 y 2923; figura 8A), estos últimos de grano muy fino y rellenando buena parte de la balsa (con una potencia de unos 80 cm), casi estéril a excepción de algunos clavos de hierro. A más de 1,7 m de profundidad con respecto al borde de la pileta, estos sedimentos arenosos daban paso a un limitado derrumbe de bloques calizos (U.E. 2924; figura 8B, C), interpretados como derrumbes de los paramentos anexos o de los pilares contiguos. El nivel inferior (U.E. 2927) presenta, junto a nódulos ferrosos, una alta concentración de restos de fauna marina integrados en este nivel arenoso que no supera los 15 cm y que se deposita sobre el resto de la superficie de la balsa a excepción de varias manchas y concentraciones de restos ícticos. Este nivel podría identificarse como la contaminación por contacto directo de la U.E. 2925 sobre los restos ícticos conservados, deparando características análogas a ambos estratos y constatando las primeras evidencias de alteración cromática por descomposición orgánica. La composición del nivel ha permitido recuperar un interesante número de escamas y otros restos ícticos, que en su mayoría se corresponden a restos de piel (figura 8D). Concretamente, el estudio específico ictiológico ha permitido confirmar la recuperación de escamas de atún en diferentes puntos, así como diferentes restos de costillas o fragmentos de *processus espinosus* de vértebras también de atún (figura 8E, F). En dichos

to the fish once processed in the vat, even if these are no longer found in situ: this was the case with vat P-1 in factory XI. The results of the study of this vat, which was found to contain traces of sprats, sea urchins and probably also crabs, have been published elsewhere (Bernal-Casasola et al. 2016b, 48-51, fig. 3).

Another instance is vat P-6 also in *Cetaria* XI, which was excavated in 2017. After the excavation, the impression existed that the vat was clean when it was abandoned, except for a few residual remains on the floor and walls. Although four strata were identified, these correspond to only two depositional phenomena: in an earlier stage, after the clean vat was abandoned, a layer of clay progressively accumulated at the bottom (perhaps evidence that the vat was full of water). This layer was found to contain 28 bronze coins (mostly AE2 but also AE3 and AE4; figure 9B); the second stage corresponds to the accumulation of windborne sands that began accumulating from the 5th century AD, covering the archaeological remains over time and filling the top half of the vat (figure 9C). Returning to our central topic, some fish remains were found mixed with the clays near the bottom of the vat, approximately 1.75 cm below the rim (U.E. 2832). Although little difference existed with the clean clay substratum, it was decided to distinguish between the clay that filled most of the bottom half of the vat (U.E. 2832) and that in direct contact with the floor and the bottom of the walls (U.E. 2833). This layer was divided into eight sectors, half of which were excavated (figure 9E). The layer consisted on a damp blackish clayey matrix with residual remains of fish bones and archaeological material (African sigillata D and a coin). Although the difference between this deposit and those found in other vats in *Cetaria* XI (e.g. P-3, P-4, P-5, P-8 and P-9) was obvious, it was decided to go through the full identification process all the same. For one, the sediment that filled the central basin contained the remains of a single bone that could not be identified. Also, the analysis of approximately 1,550 g of sediment determined that this was a highly compacted layer, very different from the “sawdust” of in situ fish remains. It was dark brown in colour, and had an “oily” consistency. No fish remains were detected during the excavation process (figure 10A). Surprisingly, the wet



Figura 8. Proceso de colmatación de la pileta P-4 de la *Cetaria* XII. A. Nivel de génesis dunar o U.E. 2922; B. U.E. 2923 sobre el derrumbe inferior; C. U.E. 2924; D. Restos de piel, escamas y radios sobre el fondo en la U.E. 2928; E. *Processus spinosus* de vértebras de atún, con evidencia de los cortes en la parte superior; F. Detalle de costillas; G. *Basipterygium* in situ en el fondo de la pileta; H. Detalle del *basipterygium* de atún con escamas

Figure 8. Archaeological sequence in vat P-4 in *Cetaria* XII. A. Windborne sand (U.E. 2922); B. U.E. 2923 above the collapse level; C. U.E. 2924; D. Remains of skin, scales and radia at the bottom of U.E. 2928; E. *Processus spinosus* of tuna vertebrae, with cut marks; F. Detail or rib bones; G. *Basipterygium* in situ at the bottom of the vat; H. Detail of tuna *basipterygium* with scales

fragmentos, se ha podido detectar el corte que los separó de los cuerpos vertebrales. En todos los casos presentan el mismo tipo de corte para su descarnado, un seccionado en diagonal y en la zona cercana a la vértebra, para aprovechar al máximo la carne. Esta secuencia finaliza sobre el fondo de la balsa, y permitió documentar restos de descomposición orgánica de varios fragmentos de pescado preservados en posición anatómica, que conservaban mayoritariamente restos de piel y radios de pequeña talla. Esta acumulación íctica (U.E. 2928), representa los restos de una producción de *salsamenta* que ha dejado como únicas evidencias estos testimonios. Así, los restos documentados se corresponden con costillas, amplios grupos de escamas conservadas en posición anatómica que podrían corresponder a un único individuo; y la articulación interna de la aleta de un atún o *basipterygium sinistrum* (figura 8G, H). Directamente sobre el suelo de la pileta (U.E. 2928), se pudieron identificar y recuperar en diferentes puntos algunos fragmentos de pieles de pescado, con las escamas aun bien sujetas. Solo en un caso, se identificaron de nuevo restos de elementos del costillar y, bajo una piedra, el citado *basipterygium sinistrum* de un atún. Tanto los restos de la unidad estratigráfica anterior, como los encontrados sobre el suelo, se pueden interpretar como los restos óseos y las pieles que quedarían adheridas a la carne una vez cortado el pescado. Ese proceso se llevaría a cabo sin extraer algunas costillas y sobre todo los fragmentos de los procesos espinosos de las vértebras, empleándose entonces los trozos sin estar del todo limpios. Si a esto añadimos la documentación de algunas manchas o restos de sedimento con un aspecto sumamente orgánico, podemos deducir que en realidad estamos delante de los residuos que indicarían la última producción realizada en esta pileta; tratándose probablemente de un producto tipo *salsamentum* realizado fundamentalmente con trozos de carne de atún.

Piletas aparentemente sin restos de conservas en posición primaria: la necesidad de un estudio de detalle

El tercer y último tipo de depósito haliéutico es el constituido por las piletas que no conservaban restos

sieve yielded a total of 6,549 fish remains. Again, vertebrae were the most abundant, with 5,550 specimens (figure 10B, C), followed by cranial fragments with 818 specimens (figure 10E, F). Cranial nerve remains, which are generally well represented, are very few in this sample, no doubt owing to their fragility and the nature of the clayey sediment. As such, cranial fragments are followed in terms of number by otoliths, with 53 examples (figure 10D). The most common species is again the sprat (*Engraulis encrasicolus*), with 5,161 remains (93.4% of the total); the specimens ranged between 13 and 15 cm long. Sprats are followed by sardines (*Sardina pilchardus*), with 338 remains (11-13 cm long) (figure 10G) (5.2% of the total). The remaining 1.4% corresponds to small members of the Sparidae, Mugilidae, Scombridae and Carangidae families, but their presence can only be regarded as purely anecdotal.

The obvious conclusion is that these remains from the bottom of the vat correspond to the last batch produced in it, a sprat garum mixed with a few sardines, since the possibility that this could be the remains of a batch produced elsewhere being dumped in the vat seems implausible. These production remains were not identified during excavation because of the little archaeological visibility of the fish remains.

In other vats, fish remains have been found mixed with other deposits, so they cannot be interpreted as the remains of a production batch.

Interesting future perspectives

These production remains found in situ present extremely valuable evidence for our understanding of fish-processing in Baelo Claudia in the early 5th century AD, when most of the remains are dated.

With this new evidence, Baelo becomes the first site related to fish-preserving in which the production of the two main fish products in Antiquity — salted tuna or other fish (*salsamenta*) and garum style fish sauces (Curtis 2001) — have been found. As noted, Baelo has also yielded the first archaeological evidence for the elaboration of tuna *salsamentum*.

Concerning garum, the evidence has allowed us to ascertain the production of different types of

visibles de conservas en su interior, de las cuales tenemos diversos ejemplos, especialmente en la *Cetaria* XI (P-1, P-6), aunque también en la XII (P-1). No obstante, si se procede en estos casos a realizar un análisis muy detallado de los contextos de vertido secundario y a las posibles adherencias o mineralizaciones de ictiofaunas arqueológicas en las paredes o en el suelo del saladero se pueden obtener datos indirectos, aunque bastante precisos, sobre el posible contenido original de la pileta. Es decir, que una autopsia detallada permite documentar restos ícticos y de otra naturaleza que pueden relacionarse con los paleocontenidos originales, aunque estos no se hayan conservado *in situ*: así sucedió en la cubeta P-1 de la fábrica XI, cuyos resultados ya han sido dados a conocer, habiendo informado de la presencia de boquerones, erizos y posiblemente cangrejos en estos preparados piscícolas (Bernal-Casasola *et alii* 2016b, 48-51, fig. 3).

Otro ejemplo es el ilustrado por la cubeta P-6 de esta misma *Cetaria* XI, analizada en 2017. Tras su excavación, la impresión que obtuvimos es que la pileta se abandonó prácticamente limpia, con restos puntuales de residuos en suelo y paredes. Aunque hayamos distinguido cuatro estratos deposicionales, estos se corresponden únicamente con dos momentos de relleno diferenciados: en una primera fase, tras el cese de la actividad, y con la cubeta vacía, esta se fue colmatando progresivamente con un estrato de arcillas —¿evidencia de haber estado parcialmente inundada?—, en el cual se ha recuperado un conjunto de 28 monedas de bronce (mayoritariamente AE2 aunque también AE3 y AE4; figura 9B, C); y una segunda fase generada una vez colmatada la mitad de la pileta a principios del siglo V d. C.; en la que, al igual que en el resto del edificio, las arenas de playa fueron depositándose de forma paulatina a lo largo del tiempo, ocultando los restos arqueológicos y alzando la cota del nivel superficial del terreno (figura 9A). En lo que al asunto nuclear de nuestro estudio respecta, en la zona basal de la pileta, y a partir de 1,75 m bajo la cota superior y entremezclados con las arcillas (U.E. 2832) empezaron a aparecer restos de ictiofauna. Aunque aparentemente se trataba de la misma matriz arcillosa del estrato superior donde habían sido documentadas las monedas, se decidió arbitrar una

fermented fish sauces, more, in fact, than we were expecting. To date, the site has yielded evidence for at least five types of sauce. The first to be identified was *garum mixtum* — in which fish and the meat of land animals, and possibly also snails, appear mixed — made in the Republican period and bottled inside imitations of Greco-Italic amphora models (Bernal-Casasola *et al.* 2007b). Second, *garum* made with red sea bream (*Pagellus acarne*, Risso 1827) found in process in vat P-3 in *Cetaria* XII (Bernal-Casasola *et al.* 2016b). Third and fourth, fish sauces made with Clupeidae (sardines) and Engraulidae (sprats) found in several contexts in factories XI (P-3, P-4, P-5, P-8 and P-9) and XII (P-5 and P-6), which, based on the existing evidence, were the most common types in the early 5th century. And, finally, oyster *garum*, identified by bio-molecular techniques based on the presence of various acid markers (crinosterol associated with 22-dehydrocholesterol), which suggests that these molluscs were added to the sauces in at least *cetariae* V and VI (Garnier *et al.* 2018, 301-306, table 2, 320-321); something like this had already been suggested by the large number of oyster remains found in the factories.

In addition to this, there is abundant evidence for the presence of sea urchins (*Paracentrotus lividus*, Lamarck 1816) inside some of the vats (spiculae and shell remains), as well as in other contexts in the factories (middens). It is likely that the eggs of sea urchins were used to make *garum*, a practice mentioned by Ausonius (Ep. 5; Curtis 1991, 72, note 123), or at least as ingredients in mixed sauces; this opens an interesting future avenue of research. Zoo-archaeological studies have also confirmed the presence of other resources in the salting vats found in Tarifa, including such species as tuna, mackerel, grouper, “borriquete” and red porgy, as well as occasionally cetaceans and decapods. Probably they were all used to make fish sauces, either on their own or mixed; this will also have to be investigated in the future.

As noted, parallels do not abound, and nowhere has so much evidence concerning halieutic and fish-preserving practices been found to date. Much progress has been made in recent years, but many questions remain to be answered, for instance those concerning the famous and expensive *garum haimation*, which must have been

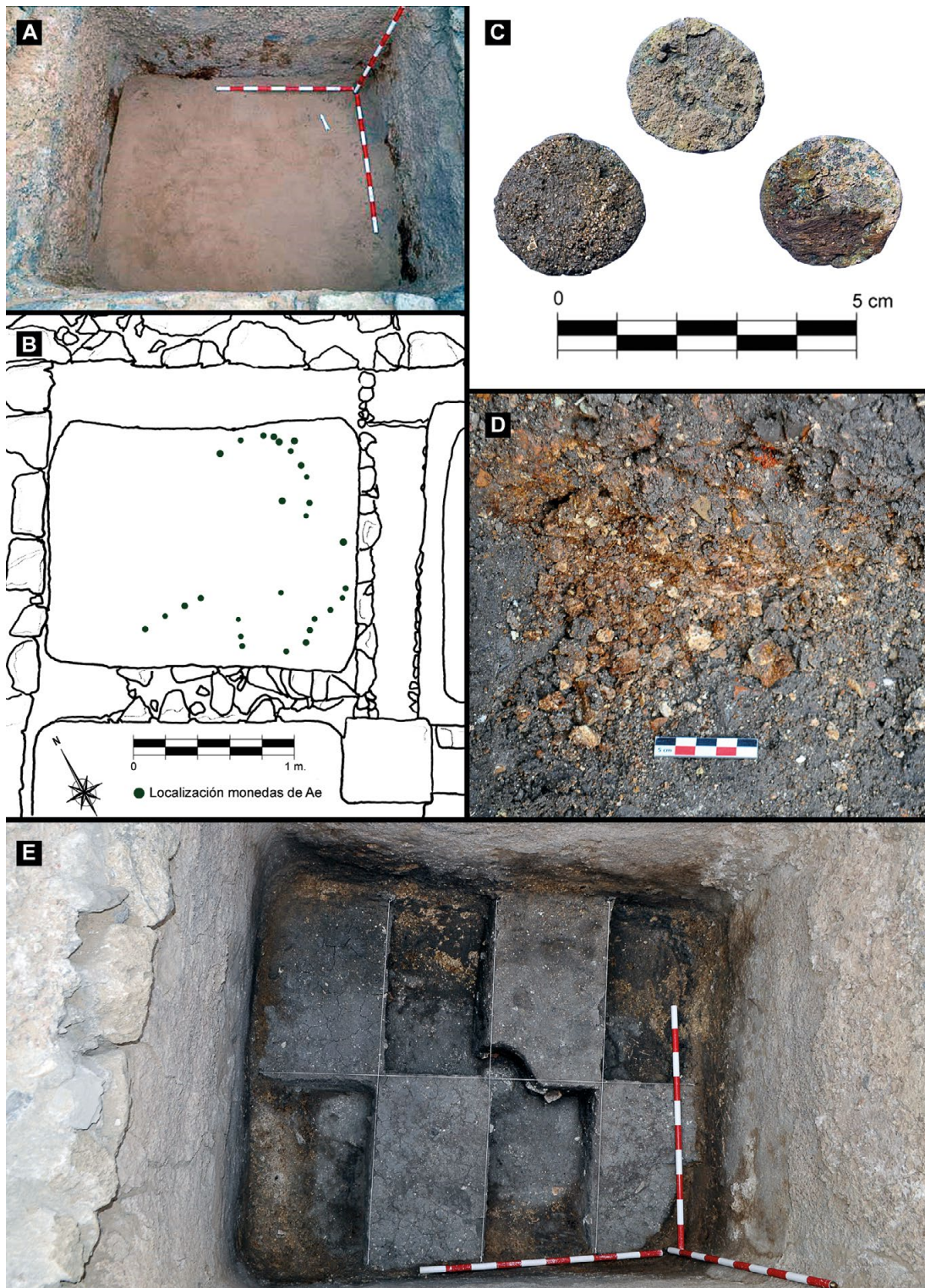


Figura 9. Relleno de la cubeta P-6 de la *Cetaria* XI. A. Interfaz inferior de la U.E. 2817; B. Planta específica con la indicación de los hallazgos monetales; C. Detalle de tres de las monedas aparecidas; D. Detalle de los posibles restos orgánicos documentados entremezclados en la U.E. 2832; E. Cuadrícula del nivel inferior de la balsa o U.E. 2833

Figure 9. Fill of vat P-6 in *Cetaria* XI.A. Bottom interface of U.E. 2817; B. Coin location spots; C. Detail of three of the coins found; D. Detail of possible fish remains mixed with U.E. 2832; E. Grid at the bottom of the vat (U.E. 2833)

solución en la que el contenido de la parte media de la balsa (U.E. 2832) lo diferenciamos de la que se encontraba en contacto con el suelo y el fondo de las paredes (U.E. 2833). Esta última se excavó en ocho sectores, de forma alterna (figura 9E), caracterizándose por una matriz arcillosa de tonalidad negruzca y muy húmeda, con restos residuales de huesos de peces en algunas zonas, y con algunos restos de mobiliario (sigilata clara D y una moneda). Aunque aparentemente este nivel no tenía las mismas características orgánicas que los estratos basales de otras cubetas de la *Cetaria* XI como la P-3, P-4, P-5, P-8 o P-9 se decidió realizar el estudio arqueoictiológico completo de este último estrato. Por una parte, el sedimento que rellenaba la poceta central contenía fragmentos de un único hueso, indeterminable. Asimismo, el análisis de aproximadamente 1 550 g del sedimento sobre el suelo determinó su gran compactación, alejado del ya citado aspecto de «serrín» de las producciones haliéuticas *in situ*, siendo por el contrario de color marrón oscuro, muy compactado, y de aspecto «aceitoso», por lo que a nivel ocular no se apreciaron microrrestos de ictiofauna durante el proceso de excavación (figura 10A). La sorpresa, al cribarlo, fue la recuperación, en total, de 6 549 pequeños restos óseos de fauna marina: de nuevo los elementos mejor conservados entre estos residuos son las vértebras, en este caso un total de 5 550 (figura 10B, C). Suelen seguir a estos, elementos del cráneo fragmentado, hasta un total de 818 restos (figura 10E, F). A pesar de que los elementos pares craneales suelen estar bien representados generalmente, aunque muy por debajo de las vértebras, debido a su fragilidad, en este caso, y debido sin duda a la naturaleza del sedimento, más arcilloso en este caso, estos aparecen en un número muy reducido, y son los otolitos los elementos más numerosos, con un total de 53 individuos (figura 10D). El taxón mejor representado en la pileta es el boquerón (*Engraulis encrasicolus*), con 5 161 restos (93,4 % de los elementos identificados en la muestra), con unas tallas aproximadas de entre 13-15 cm de LT en general. A estos les siguen los restos de sardina (*Sardina pilchardus*), con 338 restos de ejemplares de entre 11-13 cm de LT (figura 10G), que suponen el 5,2 % del total identificado. El 1,4 % restante, corresponde

elaborated in Baelo Claudia, but for which no firm archaeological evidence has yet been found. Our research has confirmed the enormous potential of Baelo, encouraging us to continue advancing in the future, with the “surgical” excavation of other cetariae, zoo-archaeological and archaeo-botanical studies and, especially, bio-molecular techniques. This will allow us to increase our knowledge exponentially and to fully characterise these food products.

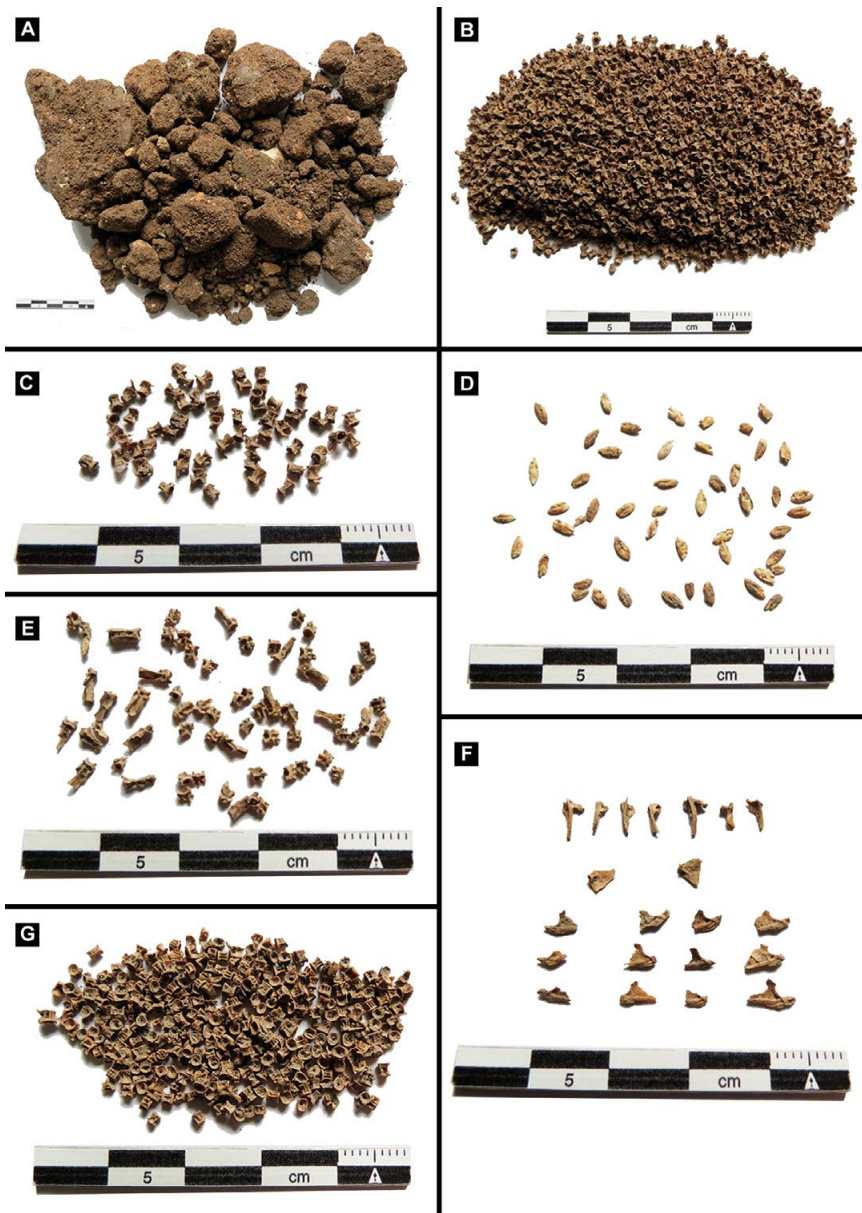


Figura 10. Detalles del estudio arqueoictiológico de la P-6 (U.E. 2833). A. Parte del sedimento procedente de Sector 4 cribado; B. Vértebras de boquerón (*Engraulis encrasicolus*), con detalle de las mismas (C); otolitos (D) y fragmentos de Basioccipitale (E) de boquerón; F. Fragmentos de *hyomandibulare* (arriba), *operculare* (en medio) y *articulare* (debajo) de la misma especie; G. Vértebras de sardina (*Sardina pilchardus*)

Figure 10. Ichthyological study of the contents of vat P-6 (U.E. 2833). A. Part of the sieved sediment from sector 4; B. Sprat (*Engraulis encrasicolus*) vertebrae, and detail (C); otoliths (D) and fragments of sprat Basioccipitale (E); F. Fragments of sprat *hyomandibulare* (top), *operculare* (middle) and *articulare* (below); G. Sardine (*Sardina pilchardus*) vertebrae

a diversas especies de pequeños espáridos, mugíldos, escómbridos o carángidos, cuyo papel en este conjunto no va más allá de lo puramente anecdótico.

La conclusión es que estos restos procedentes del nivel basal de la pileta, representan en realidad el producto que se elaboró aquí por última vez,

que se correspondería con un *garum* de boquerones mezclado con algunas sardinias, pues sería demasiada casualidad que se tratara de un preparado piscícola proveniente de otro lugar arrojado aquí. Se trata de una apreciación no determinada durante la excavación por la escasa visibilidad de los restos de peces.

En otras piletas los únicos restos ícticos documentados han aparecido entremezclados en los niveles de vertido, por lo que es difícil atribuirles una relación directa con los alimentos marinos fabricados en el lugar de su hallazgo.

Interesantes perspectivas de futuro

La valoración fundamental de estos depósitos de producción en contextos primarios es su notable fertilidad para el conocimiento de las salsas de pescado fabricadas en *Baelo Claudia* a inicios del siglo V d. C., que es la fecha a la cual corresponden la práctica totalidad de evidencias aparecidas.

Con estas nuevas evidencias, *Baelo* se convierte en el primer yacimiento pesquero-conservero conocido en el cual se ha constatado arqueológicamente la fabricación de los dos principales productos piscícola de la Antigüedad Clásica: atunes u otros peces en salazón (*salsamenta*) y salsas fermentadas del tipo *garum* (Curtis 2001). Y como ya hemos indicado, el primero en el cual se ha podido demostrar arqueológicamente la elaboración de *salsamentum* de atún.

Respecto al *garum*, las evidencias documentadas han permitido verificar la fabricación de diversos tipos de salsas fermentadas de pescado en estas instalaciones, muchas más de las cuales pensábamos documentar inicialmente. Actualmente tenemos evidencias de al menos cinco tipos de *garum* producidos en *Baelo Claudia*. El primero en ser reconocido fue el *garum mixtum* —elaborado con peces y carne terrestre, y posiblemente caracoles—, manufacturado en época romano-republicana en el interior de ánforas greco-italicas de imitación (Bernal-Casasola *et alii* 2007b). En segundo término, el *garum* realizado con besugos o aligotes (*Pagellus acarne*, Risso 1827) en proceso de elaboración en la pileta P-3 de la *Cetaria* XII (Bernal-Casasola *et alii* 2016b). En tercer lugar, las salsas piscícolas realizadas con clupeidos (sardinias) y engráulidos (boquerones) detectadas en diversos contextos de las fábricas XI (P-3, P-4, P-5, P-8, P-9) y XII (P-5 y P-6), que a tenor de los resultados disponibles actualmente parecen las más abundantes a inicios del siglo V d. C. Y, por último, el *garum* de ostras, identificado por técnicas biomoleculares gracias a la detección de una serie de biomarcadores

de ácidos (crinosterol asociado con 22-dehydrocolesterol), que sugieren la adición de estos moluscos durante la preparación de las salsas, al menos en las *cetariae* V y VI de *Baelo Claudia* (Garnier *et alii* 2018, 301-306, table 2, 320-321), algo ya intuido gracias a la elevada presencia de moluscos en estas fábricas conserveras.

Además, contamos con numerosos indicios relativos a la elevada presencia de erizos (*Paracentrotus lividus*, Lamarck 1816) en el interior de algunas piletas (espículas y restos de caparazones), así como depósitos desechados de estos equinodermos en el entorno de las fábricas (concheros que podemos denominar «ericros»), tras haber extraído sus huevas; lo cual nos permite hipotetizar que o bien realizaron *garum* de erizos en *Baelo*, como el que conocemos por Ausonio (Ep. 5; Curtis 1991, 72, nota 123), o bien que estos equinodermos eran utilizados habitualmente como ingredientes en salsas mixtas de pescado baelonenses, abriendo importantes expectativas para futuras investigaciones. Los estudios arqueozoológicos realizados han permitido verificar la existencia de otros recursos en los saladeros de Tarifa, con especies como el atún, la caballa, los meros, el borriquete o los pargos, además de algún hueso de cetáceo y decápodos. Posiblemente todos ellos fueron usados para elaborar salsas piscícolas monográficas o mixtas, sobre lo cual habrá que investigar en el futuro.

Como ya sabemos, los paralelos conocidos son pocos a nivel global, no existiendo por el momento ningún yacimiento haliéutico con tal cantidad y variedad de información sobre los productos conserveros. Han sido muchos los progresos en los últimos años, pero muchas son también las preguntas y dudas, como por ejemplo las relacionadas con el famoso y carísimo *garum haimation*, que debió haberse fabricado también en *Baelo Claudia*, pero del cual aún no tenemos evidencias arqueológicas fidedignas. Este panorama ha verificado la gran potencialidad de la ciudad hispanorromana de *Baelo* para estas temáticas de investigación, lo cual anima a seguir trabajando en los próximos años: aunando las excavaciones arqueológicas «quirúrgicas» en otras *cetariae*, combinadas con los estudios arqueozoológicos y arqueobotánicos —estos últimos por desarrollar aún— y, especialmente, con las técnicas de la arqueología biomolecular que son las que permitirán en el futuro dar un salto exponencial en la caracterización de estos antiguos productos gastronómicos.

- AA.VV. (2009): *Jorge Bonsor y la recuperación de Baelo Claudia (1917-1921)*, Catálogo de la Exposición, Sevilla.
- ABRAMIĆ, M. (1959): «Eine Römische Lampe mit Darstellung des Glasblasens», *Bonner Jahrbücher* 159, pp. 149-151.
- AGNELLO, S. L. (1953): «Scoperta di una piccola catacomba a Portopalo (Pachino)», *Rivista di Archeologia Cristiana* XXIX, pp. 167-183.
- ALMAGRO GORBEA, M. J., ALONSO CEREZA, E. (2009): *Vidrios antiguos del Museo Nacional de Artes Decorativas*, Madrid.
- ALONSO I MARTÍNEZ, N. (1997): «Origen y expansión del molino rotativo bajo en el Mediterráneo occidental», en D. García y D. Meeks (dirs.), *Techniques et économie antiques et médiévales, Le temps de l'innovation. Colloque d'Aix-en-Provence (mai 1996)*, Paris, pp. 15-23.
- ANDERSON, T. J. (2011). *Los molinos manuales del Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia*, Cádiz, Informe de molinos manuales en los fondos del Conjunto Arqueológico de *Baelo Claudia*.
- ANGGO, A. D., MA'RUF, W., SWASTAWATI, F., RIANINGSIH, L. (2015): «Changes of amino and fatty acids in anchovy (*Stolephorus sp.*) fermented fish paste with different fermentations periods», *Procedia of Environmental Sciences* 23, pp. 58-63.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International 17th edition*, section 45.3.04 (AOAC Official Method 960.48. AOAC Official Method 991.29; True Protein Digestibility of Foods and Food Ingredients, Rat Bioassay), section 45.4.04 (AOAC Official Method 988.15.), Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg (Maryland).
- ARÉVALO, A., BERNAL-CASASOLA, D. (2004a): «Anzuelos», en A. Arévalo, D. Bernal-Casasola y A. Torremocha (eds.), *Garum y salazones en el Círculo del Estrecho*, Granada, pp. 108-109.
- ARÉVALO, A., BERNAL-CASASOLA, D. (2004b): «Agujas de red», en A. Arévalo, D. Bernal-Casasola y A. Torremocha (eds.), *Garum y salazones en el Círculo del Estrecho*, Granada, pp. 112-113.
- ARÉVALO, A., BERNAL-CASASOLA, D. (2004c): «Contexto de época altoimperial», en A. Arévalo, D. Bernal-Casasola y A. Torremocha (eds.), *Garum y salazones en el Círculo del Estrecho*, Granada, pp. 158-161.
- ARÉVALO, A., BERNAL-CASASOLA, D. (2007, eds.): *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla.
- BACCI, G. M. (1983): «Antico stabilimento per la pesca e la lavorazione del tonno presso Portopalo», *Kokalos* XXVIII-XXIX, pp. 345-347.
- BACCI, G. M. (1984-1985): «Scavi e ricerche a Avola, Grammichele, Portopalo, Taormina», *Kokalos* XXX-XXXI, tomo II 2, pp. 711-725.
- BALDONI, D. (1987): «Una lucerna romana con raffigurazione di officina vetraria: alcune considerazioni sulla lavorazione del vetro soffiato nell'antichità», *Journal of Glass Studies* 29, pp. 22-29.

- BARBA, L. (2007): «Chemical residues in lime plastered archaeological floors», *Geoarchaeology* 22, 4, pp. 439-452.
- BASILE, B. (1992): «Stabilimenti per la lavorazione del pesce lungo le coste siracusane: Vendicari e Portopalo», *V Rassegna di Archeologia Subacquea (Giardini Naxos 1990)*, Messina, pp. 55-86.
- BELTRÁN DE HEREDIA, J. (2007): «*Cetariae* bajoimperiales en la costa catalana: el caso de *Barcino*», en L. Lagóstena, D. Bernal-Casasola y A. Arévalo, *Actas del Congreso Internacional CETARIAE. Salsas y salazones de pescado en Occidente durante la Antigüedad*, British Archaeological Reports 1686, Oxford, pp. 277-284.
- BELTRÁN LLORIS, M. (1977): «Problemas de la morfología y del concepto histórico-geográfico que recubre la noción tipo. Aportaciones a la tipología de las ánforas béticas», *Méthodes classiques et méthodes formelles dans l'étude des amphores*, Rome, pp. 97-117.
- BENDALA, M. (2020): «La Exposición Temporal: experiencias y percepciones personales», *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología* 49-50 (2016-2019), pp. 78-95.
- BERNAL-CASASOLA, D. (1999): «Transporte de envases vacíos en época romana. A propósito de dos talleres anfóricos de época altoimperial (El Rinconcillo, Algeciras, Cádiz) y del Bajo Imperio (Los Matagallares, Salobreña, Granada)», *Actas del II Congreso de Arqueología Peninsular*, tomo IV: *Arqueología romana y medieval*, Alcalá de Henares, pp. 359-363.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2008): «Arqueología de las redes de pesca. Un tema crucial de la economía marítima hispanorromana», *Mainake* XXX, pp. 181-215.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2010): «Fishing tackle in Hispania: reflections, proposals and first results», en T. Bekker-Nielsen y D. Bernal-Casasola (eds.), *Ancient nets and fishing gears. Proceedings of the international workshop on «Nets and fishing gears in classical antiquity: a first approach»*, Cádiz/Aarhus, pp. 83-139.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2011): «Rastreando a los mariscadores romanos en las playas del círculo del Estrecho. Patélicos, burgaillos, mejillones y concheros poligénicos», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz, pp. 37-53.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2011, ed.): *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*. Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2014): «*Garum* y *Salsamenta*. Del origen fenicio a la democratización romana de una milenaria tradición salazonera», en L. Boix i Lonch y M. Santos Retolaza (coords.), *La salaó de peix a Empúries i a l'Escala. Del garum a l'anxova*, Gerona, pp. 9-26.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2016a): «*Garum* in context: new times, same topics in the post-Ponsichian era», en T. Bekker-Nielsen y R. Gertwagen (eds.), *The Inland Seas. Towards an ecohistory of the Mediterranean and the Black Sea*, Stuttgart, pp. 187-214.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2016b): «Lusitanian Amphorae in the Strait of Gibraltar: interprovincial food supply», en I. Vaz Pinto, R. R. de Almeida y A. Martin (eds.), *Lusitanian Amphorae: Production and Distribution, Roman and Late Antique Mediterranean Pottery* 10, Oxford, pp. 299-310.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2016c): «*Piscatores* y estibadoras de pescado profesionales, depositarios de un oficio milenario», en D. Bernal-Casasola, J. A. Expósito, L. Medina, y J. S. Vicente-Franqueira (eds.), *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz, p. 160.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2017): «60. Una tienda de *garum* en el *decumanus*, 1979», en J. Blánquez, L. Callagarin, L. Roldán, A. Muñoz y G. Polak (eds.), *Baelo. 100 años de arqueología. 100 imágenes para la memoria*, Madrid, pp. 192-193.
- BERNAL-CASASOLA, D. (2018): «Arqueología de la acuicultura en *Hispania*. Problemas y reflexiones», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Iulia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 375-396.

- BERNAL-CASASOLA, D. (2020): «Rome and the internationalization of commerce. Reflections from Pompeii», en P. Asing y A. Damm (eds.), *Bound for disaster. Pompeii and Herculaneum*, Højbjerg, pp. 91-98.
- BERNAL-CASASOLA, D., ALARCÓN, F., CANTILLO, J. J., MARLASCA, R., VARGAS, J. M., LARA, M. (2014b): «Púrpura en la Gades altoimperial. Descargas heterogéneas de artesanías en la calle Sagasta 28», en J. J. Cantillo, D. Bernal-Casasola y J. Ramos (eds.), *Moluscos y púrpura en contextos arqueológicos atlántico-mediterráneos. Nuevos datos y reflexiones en clave de proceso histórico*, Cádiz, pp. 299-318.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., AGUILERA, A., LORENZO, L., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A. (2007c): «La topografía del barrio industrial. Baelo Claudia, paradigma de la industria conservera urbana hispanorromana», en A. Arévalo y D. Bernal-Casasola (eds.), *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 91-225.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A. (2009): «Un nuevo conjunto industrial salazonero en el barrio meridional de Baelo Claudia», *Caetaria, Revista del Museo Arqueológico de Algeciras* 6 (7), pp. 453-458.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A. (2016a): «Baelo Claudia y sus actividades haliéuticas. Una nueva cetaria y una posible domus en el barrio meridional (2005-2009)», *Actas de las II Jornadas Internacionales de Baelo Claudia*, Sevilla, pp. 147-176.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., LORENZO, L. (2011): «Pesa de red romana de plomo», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz, pp. 446-447.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., LORENZO, L., AGUILERA, L. (2003): «Imitations of Italic amphorae for fish sauce in Baetica. New evidence from the salt-fish factory of Baelo Claudia (Hispania)», *Rei Cretariae Romanae Favtorvm Acta* 38, pp. 305-313.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., LORENZO, L., CÁNOVAS, A. (2007a): «Abandonos en algunas insulae del barrio industrial a finales del s. II d.C.», en A. Arévalo y D. Bernal-Casasola (eds.), *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 383-453.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., MORALES, A., ROSELLÓ, E. (2007b): «Un ejemplo de conservas de pescado baelonenses en el s. II a.C.», en A. Arévalo y D. Bernal-Casasola (eds.), *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 355-374.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., MUÑOZ, A., GONZÁLEZ, I. (2011): «Anzuelos martilleados», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz, pp. 410-411.
- BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A., SÁEZ, A. M. (2007): «Nuevas evidencias de la ocupación en época republicana (ss. II-I a.C.)», en A. Arévalo y D. Bernal-Casasola (eds.), *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 237-353.
- BERNAL-CASASOLA, D., CANTILLO, J. J., ARÉVALO, A., MUÑOZ, A. (2014c): «Ostras y vino en la ciudad hispanorromana de Baelo Claudia», *II Reunión Científica de Arqueomalacología de la Península Ibérica* (Barcelona, 2011), *Archaeofauna* 23, pp. 89-103.
- BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D. (2019): «Pescado itálico en el Impianto Elettrico. Reflexiones sobre la filiación de las ánforas Dressel 21-22», en D. Bernal-Casasola y D. Cottica (eds.), *Scambi e commerci in area vesuviana. I dati delle anfore dai saggi stratigrafici I.E. (Impianto Elettrico) 1980-81 nel Foro di Pompei*, Roman and Late Antique Mediterranean Pottery 14, Oxford, pp. 117-143.

- BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D. (2020): «Pompeii and the fermented fish», en P. Asing y A. Damm (eds.), *Bound for disaster. Pompeii and Herculaneum*, Højbjerg, pp. 109-115.
- BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D., GARCÍA VARGAS, E., TONIOLO, L., RODRÍGUEZ-SANTANA, C., ACQUA, C., MARLASCA, R., SÁEZ, J. M., VARGAS, J. M., SCREMIN, F., LANDI, S. (2014a): «Un contexto excepcional en Pompeya: la pila de ánforas de la *Bottega del Garum* (I, 12, 8)», *Rei Cretariae Romanae Favtorvm Acta* 43, pp. 219-232.
- BERNAL-CASASOLA, D., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A., ARÉVALO, A., VARGAS, J. M., LARA, M., BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, M., PASCUAL, M. A., GÓMEZ, M. C. (2016c): «Arquitectura y fases de ocupación de las Termas Marítimas de *Baelo Claudia*», en D. Bernal-Casasola, J.A. Expósito, J. J. Díaz, J.J. y M. A. Muñoz, *Las Termas marítimas y el Doriforo de Baelo Claudia*, Cádiz pp. 18- 97.
- BERNAL-CASASOLA, D., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A., MARLASCA, R. (2017a): «*Baelo Claudia* y la producción pesquero-conservera del *Fretum Gaditanum* (campana de 2016)», en R. González Villaescusa, K. Schörle, F. Gayet y F. Rechin (eds.), *L'exploitation des ressources maritimes de l'Antiquité. Activités productives et organisation des territoires, XXXVII^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, XXII^e Colloque de l'association AGER*, Antibes, pp. 89-104.
- BERNAL-CASASOLA, D., DÍAZ, J. J., EXPÓSITO, J. A., PALACIOS, V., VARGAS, J. M., LARA, M., PASCUAL, M. A., RETAMOSA, J. A., EID, A., BLANCO, E., PORTILLO, J. L. (2018): «Atunes y *garum* en *Baelo Claudia*. Campana de 2017», *Al-Qantir* 21, pp. 73-86.
- BERNAL-CASASOLA, D., DOMÍNGUEZ-BELLA, S. (2011-12): «Colorantes y pigmentos en las pesquerías hispanorromanas», *CuPAUAM* 37-38, pp. 671-685.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J. (2017): «92. Rescatando el *garum*, desde 2010», en J. Blánquez, L. Callegarin, L. Roldán, A. Muñoz y G. Polak (eds.), *Baelo. 100 años de arqueología. 100 imágenes para la memoria*, Madrid, pp. 256-257.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J. (2018): «The Baelo Claudia paradigm: The exploitation of Marine Resources in Roman Cetariae», *Journal of Maritime Archaeology* 13, Issue 3, pp. 329-351. <<https://doi.org/10.1007/s11457-018-9209-z>>.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J., MARLASCA, R. (2017b): «Investigaciones interdisciplinares en los saladeros orientales de Baelo Claudia. Singulares hallazgos en los Conjuntos Industriales XI y XII (campana de 2015)», *Mélanges de la Casa de Velázquez* 47-1, pp. 151-166. <<http://journals.openedition.org/mcv/7423>>, <<https://doi.org/10.4000/mcv.7423>>.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J., MARLASCA, R., RIQUELME, J. A., LARA, M., VARGAS, J. M., BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, M., PASCUAL, M. A. (2016b): «Saladeros romanos en *Baelo Claudia*: nuevas investigaciones arqueológicas», en D. Bernal-Casasola, J. A. Expósito, L. Medina, y J. S. Vicente-Franqueira (eds.), *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz, pp. 43-69.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J., MUÑOZ, M. A. (2016d): *Las Termas marítimas y el Doriforo de Baelo Claudia*, Cádiz.
- BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A., MEDINA, L., VICENTE-FRANQUEIRA, J. S. (2016e): *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz.
- BERNAL-CASASOLA, D., FANTUZZI, L., DÍAZ, J. J., LAVADO, M. L. (2020a): «*Garum malacitanum* en Gades: reflexiones sobre un ánfora Dressel 7/11», *Boletín Ex Officina Hispana* 11, pp. 20-24.
- BERNAL-CASASOLA, D., GABRIEL, S., HERNÁNDEZ-TÓRTOLES, A., LAVADO, M. L. (2020b): «Una nueva *cetaria* en Rota y el *garum* de sardinas en época altoimperial», en L. Berrocal-Rangel y A. Mederos Martín (eds.), *Docendo discimus. Homenaje a la profesora Carmen Fernández Ochoa*, Anejos a *CuPAUAM* 4, pp. 221-234.

- BERNAL-CASASOLA, D., GARCÍA VARGAS, E. (2014): «Talleres haliéuticos en la *Hispania Romana*», en M. Bustamante-Álvarez y D. Bernal-Casasola (eds.), *Artifices idoneos. Artesanos, talleres y manufacturas en Hispania*, Mérida, pp. 295-318.
- BERNAL-CASASOLA, D., GARCÍA VARGAS, E., SÁEZ ROMERO, A. M. (2013): «Ánforas itálicas en la *Hispania meridional*», *Ricerche archeologiche, archeometriche e informatiche per la ricostruzione dell'economia e dei commerci nel bacino occidentale del Mediterraneo (metà IV sec. a.C.-I sec. d.C.)*, Roma, pp. 351-372.
- BERNAL-CASASOLA, D., GARDEISEN, A., MORGENSTERN, G., KOLSKA, L., PIQUES, G., THEODOROPOULOU, T., WILKENS, B. (2016f): «Ancient Whale exploitation in the Mediterranean: the archaeological record», *Antiquity. A quarterly review of World Archaeology* 90, issue 352, pp. 914-927.
- BERNAL-CASASOLA, D., JIMÉNEZ-CAMINO, R. (2004): «El taller de El Rinconcillo en la Bahía de Algeciras. El factor itálico y la economía de exportación (ss. I a.C.-I d.C.)», en D. Bernal-Casasola y L. Lagóstena, (eds.), *Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C.-VII d.C.)*, Oxford, pp. 589-606.
- BERNAL-CASASOLA, D., JIMÉNEZ-CAMINO, R., EXPÓSITO, J. A. (2018): «El barrio pesquero-conservero de *Traducta*. Primera tentativa de topografía y funcionalidad», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Iulia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 221 - 250.
- BERNAL-CASASOLA, D., JIMÉNEZ-CAMINO, R., RETAMOSA, J. A. (2018): «Un temprano abandono en los saladeros de *Iulia Traducta (Baetica)*: el contexto cerámico tardoantonino del Parque de las Acacias», *Rei Cretariae Romanae Fautorvm Acta* 45, pp. 1-14.
- BERNAL-CASASOLA, D., MALFITANA, D., MAZZAGLIA, A., DÍAZ J. J. (2020c eds.): «Atún y *garum* en las *cetariae* helenísticas y romanas de Portopalo y Vendicari (SR, Sicilia). Primeros apuntes interdisciplinares», *HEROM. Journal on Hellenistic and Roman material culture* Supplement 1, en prensa.
- BERNAL-CASASOLA, D., MALFITANA, D., MAZZAGLIA, A., DÍAZ, J. J., CANTILLO, J. J., ARNIZ, R. M. (2020d): «Shells at the Hellenistic and Roman *cetariae* of Portopalo di Capo Passero (Syracuse, Sicily): first evidence», *Avances en Arqueomalacología*, Monografías de la Societat d'Història Natural de les Balears 32, Actas de la 6 RCAPI, Palma de Mallorca, en prensa.
- BERNAL-CASASOLA, D., MARLASCA, R., RODRÍGUEZ-SANTANA, C. G., RUIZ-ZAPATA, B., GIL, M. J., ALBA, M. (2016g): «*Garum* de sardinas en *Augusta Emerita*. Caracterización arqueológica, epigráfica, ictiológica y palinológica del contenido de un ánfora Beltrán IIB», *Rei Cretariae Romanae Fautorvm Acta* 44, pp. 737-749.
- BERNAL-CASASOLA, D., PÉREZ, J. M. (2001): «Las ánforas de *Septem Fratres* en los ss. II y III d.C. Un modelo de suministro de envases gaditanos a las factorías de salazones de la costa tingitana», *Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano (Écija, Sevilla, 1998)*, vol. III, Écija, pp. 861-885.
- BERNAL-CASASOLA, D., SÁEZ, A. M. (2019): «Molinos rotatorios en las fábricas de *Traducta*. Estudio arqueológico y consideraciones sobre la producción de derivados piscícolas», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Iulia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 399-424.
- BERNAL-CASASOLA, D., VARGAS, J. M. (2011): «Atarrayas actuales», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto *Sagena* 3, Cádiz, pp. 456-457.
- BERNAL-CASASOLA, D., VARGAS, J. M., LARA, M. (2011): «Anzuelo encadenado», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto *Sagena* 3, Cádiz, pp. 390-391.

- BERNI MILLET, P. (2008): *Epigrafía anfórica de la Bética. Nuevas formas de análisis*, Col·lecció Instrumenta 29, Barcelona.
- BLÁNQUEZ, J., CALLEGARIN, L., ROLDÁN, L., MUÑOZ, A., POLAK, G. (2017 eds.): *Baelo. 100 años de arqueología. 100 imágenes para la memoria*, Madrid.
- BLÁNQUEZ, J., ROLDÁN, L., BERNAL-CASASOLA, J., MUÑOZ, A. (2015 eds.): *Baelo Claudia y la familia Otero. Una relación centenaria*, Madrid.
- BOTTE, E. (2007): «Les amphores Dressel 21-22 de Pompeii», *Quaderni di Studi Pompeiani* 1, pp. 169-186.
- BOTTE, E. (2009): *Salaisons et sauces de poissons en Italie du sud et en Sicile durant l'Antiquité*, Collection du Centre Jean Bérard 31, Naples.
- BOTTE, E. (2016): «The exploitation of tuna in Greek Sicily during the Classical and Hellenistic periods: Cultural transfer of Punic origin or technological innovation?», en R. Nadeau, J. Wilkins y W. Broekaert (eds.), *Food, Identity and Cross-cultural Exchanges in Classical Antiquity*, Oxford, pp. 34-36.
- BOTTE, E. (2018): «Fish Processing in Italy and Sicily During Antiquity», *Journal of Maritime Archaeology* 13 (3), pp. 377-387.
- BRASSOUS, L., DERU, X., RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, O., DANANAI, A., DIENST, S., DOYEN, J-M., FLORENT, G., GOMES, M., LEMAITRE, S., LOUVION, C., OUESLATI, T., RENARD, S. (2017): «Baelo Claudia dans l'Antiquité tardive», *Mélanges de la Casa de Velázquez* 47, 1, pp. 167-200.
- BREMS, D., DEGRYSE, P., HASENDONCKS, F., GIMENO, D., SILVESTRI, A., VASSILIEVA, E., LUYPAERS, S., HONINGS, J. (2012): «Western Mediterranean sand deposits as a raw material for Roman glass production», *Journal of Archaeological Science* 39, pp. 2897-2907.
- CÁCERES, I. (2018): «Estudio zooarqueológico y tafonómico de la fauna terrestre de la factoría de salazones de San Nicolás. Implicaciones económicas», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Iulia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 439-450.
- CAMPOS, J. M., PÉREZ, J. A., VIDAL, N. (1999): *Las cetariae del litoral onubense en época romana*, Huelva.
- CAMPOS, J. M., VIDAL, N., GÓMEZ, A. (2016): *La cetaria de «El Cerro del Trigo» (Doñana, Almonte, Huelva)*, Huelva.
- CAPPELLETTO, E., BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D., BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, M., LARA, M., SÁEZ, A. M. (2013): «Urcei per salsa di pesce da Pompei-Ercolano: una prima analisi», en D. Bernal-Casasola, L. C. Juan, M. Bustamante-Álvarez, J. J. Díaz y A. M. Sáez (eds.), *Hornos, talleres y focos de producción alfarera en Hispania*, Monografías Ex Officina Hispana 1, tomo II, Cádiz, pp. 271-280.
- CARRERAS, C. (1998): «Britannia and the imports of Baetican and Lusitanian amphorae», *Journal of Iberian Archaeology* 0, pp. 159-170.
- CHARLESTON, R. J. (1978): «Glass furnaces through the ages», *Journal of Glass Studies* 20, pp. 9-33.
- CLAASSEN, Ch. (1998): *Shells*, Cambridge.
- CURTIS, R. I. (1979): «The garum shop of Pompeii», *Cronache Pompeiana* 5, pp. 5-23.
- CURTIS, R. I. (1991): *Garum and salsamenta. Production and commerce in materia medica*, Leiden.
- CURTIS, R. I. (2001): *Ancient Food Technology*, Leiden.
- CURTIS, R. I. (2009): «Umami and the foods of Classical Antiquity», *American Journal of Clinical Nutrition* 90, pp. 712-718.
- D'ANNA, M. B., JAUSS, C., JOHNSON, J. C. (2016): «Food and urbanization. Material and textual perspectives on alimentary practice in early Mesopotamia», en M. Frangipane (dir.), *Origini, XXXVII, Preistoria e protostoria delle civiltà antiche*, Roma, pp. 7-14.
- DA CRUZ, M., SÁNCHEZ DE PRADO, M. D. (2015): «Glass working sites in Hispania: what we know», en I. Lazar (ed.), *Annales du XIX^e Congrès de l'Association Internationale pour l'Histoire du Verre (Piran 17th-21st September 2012)*, Thessaloniki, pp. 178-187.

- DE LUCA, R., MIRIELLO D., PECCI, A., DOMÍNGUEZ-BELLA, S., BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D., BLOISE, A., MIROCLE CRISCI, G. (2015): «Archaeometric Study of Mortars from the Garum Shop at Pompeii, Campania, Italy», *Geoarchaeology* 30, issue 4, pp. 330-351.
- DEGRYSE, P., GANIO, M., BOYEN, S., BLOMME, A., SCOTT, B., BREMS, D., CARREMANS, M., HONINGS, J., FENN, T., CATTIN, F. (2014): «Primary glass factories around the Mediterranean», en P. Degryse, (ed.), *Glass Making in the Greco-Roman World: Results of the ARCHGLASS Project*, Leuven.
- DESSE-BERSET, N., DESSE, J. (2000): «Salsamenta, garum et autres préparations de poissons», *Mélanges de l'École française de Rome* 112, pp. 74-97.
- DÍAZ GARCÍA, F. (2015): *El mundo antiguo en el Museo Massó y la romanización en Bueu*, Santiago de Compostela.
- DÍAZ, J. J. (2015): «El uso social y lúdico en los yacimientos arqueológicos. Baelo, modelo de convivencia», en J. Blánquez, L. Roldán, D. Bernal-Casasola y A. Muñoz (eds.), *Baelo Claudia y la familia Otero. Una relación centenaria*, Madrid, pp. 255-262.
- DÍAZ, J. J., SÁEZ, A. M., TOBOSO, E. J., MONTERO, A., MONTERO, R. (2003): «Las producciones cerámicas en las bahías de Algeciras y Cádiz en la Antigüedad. Análisis comparativo de sus trayectorias alfareras», *Almoraima* 29, pp. 123-137.
- DISSARAPHONG, S., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., KISHIMURA, H. (2006): «The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on the chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation», *Bioresource technology* 97(16), pp. 2032-2040.
- DOMERGUE, C. (1973): *Belo I. La stratigraphie*, Publications de la Casa de Velázquez I, Paris.
- DOMÍNGUEZ-BELLA, S. (2019): «Estudio arqueométrico e implicaciones sobre el origen y utilización de los molinos de mano de la factoría de c/ San Nicolás. Primeros resultados», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Ivlia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 425-438
- DOMÍNGUEZ-BELLA, S., BERNAL-CASASOLA, D. (2011): «Fish-Based Subproducts in Late Antiquity. Archaeometric and Archaeological Evidence from the Fish Factories at Traducta (Algeciras, Cádiz, Spain)», *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry*, Berlin-Heidelberg, pp. 453-458.
- ÉTIENNE, R. (1970): «A propos du *Garum Sociorum*», *Latomus* 29, pp. 297-313.
- ÉTIENNE, R., MAYET, F. (1994): «À propos de l'amphore Dressel 1C de Belo (Cadix)», *Mélanges de la Casa de Velázquez* 30, 1, pp. 131-138.
- ÉTIENNE, R., MAYET, F. (2002): *Salaisons et sauces de poisson hispaniques*, Paris.
- EXPÓSITO, J. A. (2018): *Las cetariae de la Colonia Libertinorum Carteia. Historiografía, topografía y análisis estratigráfico*, tesis doctoral inédita, Universidad de Cádiz.
- EXPÓSITO, J. A., BERNAL-CASASOLA, D., DÍAZ, J. J. (2018): «The urban halieutic workshops of Baelo Claudia (Baetica, Hispania)», en V. Caminacci, M. Concetta Parello y M. Serena Rizzo (eds.), *La Città che produce. Archeologia della produzione negli spazi urbani. Atti delle Giornate Gregoriane, X Edizione (10-11 dicembre 2016)*, Bibliotheca Archaeologica 50, Bari, pp. 289-295.
- EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J. (2017): «Actividades artesanales tardorromanas, 2012», en J. Blánquez, L. Callergarin, L. Roldán, A. Muñoz y G. Polak (eds.) *Baelo. 100 años de arqueología. 100 imágenes para la memoria*, Madrid, pp. 240-241.
- FELICI, E. (2018): *Thynnos. Archeologia della tonnara mediterranea*, Documenti e Studi 70, Bari.
- FERNÁNDEZ-OCHOA, C. (1994): *Una industria de salazones de época romana en la Plaza del Marqués (Gijón)*, Gijón.
- FERRER, J. J. (2012): «El mercado en la antigua Roma y la economía agropecuaria en tiempos de crisis», *Gerión* 30, pp. 243-261.
- FINCKER, M., SILLIÈRES, P. (2006): «Le théâtre de Baelo Claudia: particularités architecturales et chronologie», en A. Ventura y C. Márquez (eds.), *Jornadas sobre teatros romanos de Hispania*, Córdoba, pp. 81-98.

- FONT, J., SALVADÓ, N., BUTÍ, S., ENRICH, J. (2007): «Fourier transform infrared spectroscopy as a suitable technique in the study of the materials used in waterproofing of archaeological amphorae», *Analitica Chimica Acta* 598, pp. 119-127.
- FOY, D., NENNA, M. D. (2001): *Tout feu, tout sable. Mille ans de verre antique dans le Midi de la France*, Aix-en-Provence.
- FREESTONE, I. (2006): «Glass production in Late Antiquity and the Early Islamic period: a geochemical perspective», en M. Maggetti y B. Messiga (eds.), *Geomaterials in Cultural Heritage*, London.
- FUENTES, A. (1998): «El vidrio: estudio de los restos de fabricación de un taller de ungüentarios», en D. Bernal-Casasola (coord.), *Excavaciones arqueológicas en el alfar de la Venta del Carmen (Los Barrios, Cádiz): producción de ánforas en la bahía de Algeciras en época altoimperial*, Madrid, pp. 255-276.
- FUKAMI, K., FUNATSU, Y., KAWASAKI, K., WATABE, S. (2004): «Improvement of fish-sauce odor by treatment with bacteria isolated from the fish-sauce mush (moromi) made from frigate mackerel», *Journal of food science* 69(2), pp. 45-49.
- GABRIEL, S., FABIÃO, C., FILIPE, I. (2009): «Fish remains from the Casa do Governador – a Roman fish processing factory in Lusitania», en *Fishes – Culture – Environment Through Archaeoichthyology, Ethnography & History. The 15th Meeting of the ICAZ Fish Remains Working Group (FRWG)*, Srowodisko I Kultura/Environment and Culture, vol. 7, Poznań, pp. 117-119.
- GALLIMORE, S. (2010): «Amphora production in the Roman world: a view from the papyri», *Bulletin of the American Society of Papyrologists* 47, pp. 155-184.
- GARCÍA VARGAS, E. (1998): *La producción de ánforas en la Bahía de Cádiz en época romana (ss. II a.C.-IV d.C.)*, Sevilla.
- GARCÍA VARGAS, E. (2006): «*Garum sociorum*: pesca, salazones y comercio en los litorales gaditano y malacitano (época alto-imperial romana)», *Simpósio Internacional Produção e Comércio de Preparados Piscícolas durante a Proto-história e a Época Romana no Ocidente da Península Ibérica. Homenagem a Françoise Mayet. Setúbal 2004*, Setúbal arqueológica 13, Setúbal, pp. 39-56.
- GARCÍA VARGAS, E. (2007): «La distribución interior de las salazones de pescado (época romana)», en L. Lagóstena, D. Bernal-Casasola y A. Arévalo, *Actas del Congreso Internacional CETARIAE. Salsas y salazones de pescado en Occidente durante la Antigüedad*, British Archaeological Reports 1686, Oxford, pp. 527-532.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D. (2008): «Ánforas de la Bética», en D. Bernal-Casasola y A. Ribera (eds.), *Cerámicas Hispanorromanas. Un estado de la cuestión*, Cádiz, pp. 661-668.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D. (2009): «Roma y la producción de *garum* y salsamenta en la costa meridional de *Hispania*. Estado actual de la investigación», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Arqueología de la pesca en el Estrecho de Gibraltar*, Cádiz, pp. 133-181.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D. (2016): «Dressel 7 (Costa Bética)», *Amphorae ex Hispania. Paisajes de producción y de consumo*, <<http://amphorae.icac.cat/amphora/dressel-7-baetica-coast>> 4 julio, 2016.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D., COTTICA, D., TONIOLO, L. (2020): «Epigrafía della pila di anfore della Bottega del *Garum* di Pompei (I, 12, 8)», en M. Osanna y L. Toniolo (eds.), *Fecisti Cretaria. Dal frammento al contesto: Studi sul vasellame ceramico del territorio vesuviano*, Roma-Bristol, pp. 135-142.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D., EXPÓSITO, J. A. (2019): «Ánforas Dressel 7/11, el tipo mayoritario de El Olivillo», en D. Bernal-Casasola, J. M. Vargas y M. Lara (eds.), *7 metros de la Historia de Cádiz... Arqueología en el Olivillo y en el Colegio Mayor Universitario*, Cádiz, pp. 499-508.
- GARCÍA VARGAS, E., BERNAL-CASASOLA, D., PALACIOS, V. M., ROLDÁN, A. M., RODRÍGUEZ, A., SÁNCHEZ, J. (2014): «*Confectio gari pompeiani*. Procedimiento experimental para la elaboración de salsas de pescado romanas», *SPAL* 23, pp. 65-82.

- GARCÍA VARGAS, E., CAMACHO, M. (2005): «El comercio del *garum* hacia el interior de valle del Guadalquivir. El papel de *Hispalis* y *Astigi*», *Actas del VII Congreso de Historia. Écija, economía y sociedad*, Écija, pp. 111-121.
- GARCÍA VARGAS, E., FLORIDO DEL CORRAL, D. (2010): «The origin and development of Tuna fishing nets (Almadras)», en T. Bekker-Nielsen y D. Bernal-Casasola (eds.), *Ancient Nets & Fishing Gear*, Monographs of the *Sagena* Project 2, Madrid, pp. 205-227.
- GARCÍA VARGAS, E., MARTÍNEZ MAGANTO, J. (2009): «Fuentes de riqueza y promoción social de los *negotiantes salsarii* béticos en el Alto Imperio romano. Una aproximación diacrónica», *Archivo Español de Arqueología* 82, pp. 133-152.
- GARCÍA VARGAS, E., ROSELLÓ, E., BERNAL-CASASOLA, D., MORALES, A. (2018): «Salazones y salsas de pescado en la Antigüedad. Un primer acercamiento a las evidencias de paleocontenidos y depósitos primarios en el ámbito euro-mediterráneo», en D. Bernal-Casasola y R. Jiménez-Camino (eds.), *Las cetariae de Iulia Traducta. Resultados de las excavaciones arqueológicas en la calle San Nicolás de Algeciras (2001-2006)*, Cádiz, pp. 287-312.
- GARCÍA-BELLIDO, M. P., BLÁZQUEZ, C. (2001): *Diccionario de cecas y pueblos hispanos*, Madrid.
- GARNIER, N., BERNAL-CASASOLA, D., DRIARD, C., VAZ PINTO, I. (2018): «Looking for Ancient Fish Products through invisible Biomolecular Residues in the Roman production vats from the Atlantic Coast», *Journal of Maritime Archaeology* 13, issue 3, pp. 285-328.
- GÓMEZ MORÓN, A., POLVORINOS DEL RÍO, A., FERNÁNDEZ, S. (2001): «Caracterización arqueométrica de las producciones del alfar de El Rinconcillo (Cádiz, España)», en B. M. Gómez Tubío, M. A. Respalda y M. L. Pardo Rodríguez (eds.), *III Congreso Nacional de Arqueometría (Sevilla, 1999)*, Sevilla, pp. 239-250.
- GUAN, L., CHO, K. H., LEE, J. H. (2011): «Analysis of the cultivable bacterial community in jeotgal, a Korean salted and fermented seafood, and identification of its dominant bacteria», *Food microbiology* 28(1), pp. 101-113.
- GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ, M., BRASSOUS, L., RODRÍGUEZ, O., MARTÍN, F. J., ORFILA, M., GOLDBERG, P. (2019): «Site formation processes and urban transformations during Late Antiquity from a high-resolution geoarchaeological perspective: Baelo Claudia, Spain», *Geoarchaeology* 35, 2, pp. 258-286.
- HAARD, N. F. (1995): «Valor nutritivo y composición de las proteínas y otros compuestos nitrogenados del pescado», en A. Ruiter (coord.), *El pescado y los productos derivados de la pesca. Composición, propiedades nutritivas y estabilidad*, Zaragoza.
- HEBARD, C. E., FLICK, G. J., MARTIN, R. E. (1982): «Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its derivatives in fish and shellfish», en R. E. Martin (ed.), *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*, Westport (Connecticut), pp. 149-175.
- HERON, F. C., POLLARD, A. M. (1987): «The analysis of natural resinous materials from Roman amphorae», en E. A. Slater y J. O. Tate (eds.), *Science and archaeology, Glasgow 1987: Proceedings of the Conference on the Application of Scientific Techniques to Archaeology, Glasgow, September 1987*, British Archaeological Reports British Series 196, Oxford, pp. 429-447.
- IKEDA, K. (2012): «New seasoning (translation from Japanese)», *Chemical senses* 27(9), pp. 847-849.
- ISINGS, C. (1957): *Roman glass from dated finds*, Gröningen-Djakarta.
- KIM, M. S., PARK, E. J. (2014): «Bacterial communities of traditional salted and fermented seafoods from Jeju Island of Korea using 16S rRNA gene clone library analysis», *Journal of food science* 79(5), pp. 927-934.
- KUDA, T., IZAWA, Y., ISHII, S., TAKAHASHI, H., TORIDO, Y., KIMURA, B. (2012): «Suppressive effect of *Tetragenococcus halophilus*, isolated from fish-nukazuke, on histamine accumulation in salted and fermented fish», *Food chemistry* 130(3), pp. 569-574.
- LABARTHE, J. M. (2001): «Belo VII. Le Capitole», *Archivo Español de Arqueología* 74, pp. 325-327.

- LAGÓSTENA, L. (2001): *La producción de salsas y conservas de pescado en la Hispania romana (II a.C.-VI d.C.)*, Barcelona.
- LAGÓSTENA, L. (2007): «Sobre la elaboración del *garum* y otros productos piscícolas en las costas béticas», *Mainake* XXIX, pp. 273-289.
- LAGÓSTENA, L., BERNAL-CASASOLA, D. (2004): «Alfares y producciones cerámicas en la provincia de Cádiz. Balance y perspectivas», en D. Bernal-Casasola y L. Lagóstena, (eds.), *Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana (ss. II a.C.-VII d.C.)*, Oxford, pp. 39-124.
- LEE, S. H., JUNG, J. Y., JEON, C. O. (2015): «Bacterial community dynamics and metabolite changes in myeolchi-aekjeot, a Korean traditional fermented fish sauce, during fermentation», *International Journal of Food Microbiology* (203), pp. 15-22.
- LEÓN BÉJAR, M. (2020a): «Caracterización, uso y funcionalidad del *oenogarum*: Procesos tecnológicos y técnicas culinarias en torno a *garum* y *liquamen* en la cocina alto-imperial romana», en prensa.
- LEÓN BÉJAR, M. (2020b). «*Ars Culinaria Gari*. Procesos tecnológicos y técnicas de uso en torno al *garum* en la gastronomía romana alto-imperial», en prensa.
- LIU, B. (1987): «Inscriptions peintes sur amphores: Fos (suite), Marseille Toulon, Port le Nautique, Arles, Sant-Blaise, Saint Martin de Crau, Macon, Calvi», *Archaeonautica* 7, pp. 55-139.
- LONGO, O. (1987): «I mangiatori di pesce: regime alimentare e quadro culturale», *Materiali e discussioni per l'analisi dei testi classici* 18, pp. 9-55.
- LOPETCHARAT, K., CHOI, Y. J., DAESCHEL, M. A. (2001): «Fish sauce products and manufacturing: A review», *Food Research International* 17, pp. 65-68.
- LOPETCHARAT, K., PARK, J. W. (2002): «Characteristics of fish sauce made from Pacific whiting and surimi by-products during fermentation stage», *Journal of Food Science* 67(2), pp. 511-516.
- MADIGAN, M. T., MARTINKO, J. M., BENDER, K. S., BUCKLEY, D. H., STAHL, D. A. (2015): *Brock. Biología de los microorganismos*, Madrid.
- MALFITANA, D. (2006): «Economia, territorio ed officine ceramiche nella Sicilia tardo ellenistica. Alcune riflessioni su identità, integrazione ed innovazione», en S. Menchelli y M. Pasquinucci (eds.), *Territorio e produzioni ceramiche. Paesaggi, economia e società in età romana*, Pisa, pp. 153-164.
- MAPAMA (1999): Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Medio Ambiente, Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Gobierno de España, *Estrategia Forestal Española*, Parte 1, Madrid.
- MARLASCA, R. (2007): «Luna atunera», *Byrsa, Rivista semestrale di Arte, Cultura e Archeologia del Mediterraneo Punico* VI, 1-2, pp. 33-59.
- MARTIN KILCHER, S. T. (1990): «Fischsauces und Fischkonserven aus dem römischen Gallien», *Archäologie der Schweiz* 13, pp. 37-44.
- MARTIN KILCHER, S. T., DESBAT, A. (1987): «Les amphores sur l'axe Rhône/Rhin a l'époque d'Auguste», *Anfore romane e storia economia. Un decennio di ricerche*, Coll. École Française de Rome 114, Rome, pp. 339-365.
- MARZANO, A. (2013): *Harvesting the sea. The exploitation of marine resources in the Roman Mediterranean*, Oxford.
- MATEO, D. (2014): *El comercio en Hispania Ulterior durante los ss. II a.C. y II d.C. Tráfico anfórico y relaciones mercantiles*, tesis doctoral, Universidad de Alicante.
- MATEO, D. (2016): «Dressel 21-22 (Costa Bética)», *Amphorae ex Hispania*. Paisajes de producción y de consumo. <<http://amphorae.icac.cat/amphora/dressel-21-22-baetica-coast>>, 25 febrero, 2017.
- MAYER, M. (1988): «Marcial (13,54) y el *Edictum de pretiis* (4,8)», *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, *Historia Antigua*, tomo I, pp. 263-266.

- MEANA, M. J., PIÑERO, F. (2015 trad., introd. y notas.): *Estrabón: Geografía, Libros III-IV*, Biblioteca Clásica Gredos 169, Madrid.
- MIZUTANI, T., KIMIZUKA, A., RUDDLE, K., ISHIGE, N. (1992): «Chemical components of fermented fish products», *Journal of Food Composite Analysis* 5, pp. 152-159.
- MORA, B., CORRALES, P. (1997): «Establecimientos salsarios y producciones anfóricas en los territorios malacitanos», en *Figlinae Malacitanae. La producción de cerámica romana en los territorios malacitanos*, Málaga, pp. 27-59.
- MORALES, A. (1993): «Where are the tunas? Ancient Iberian fishing industries from an archaeozoological perspective», en A. Clason, S. Payne y H. P. Uerpmann (eds.), *Skeletons in her cupboard*, Oxford, pp. 135-141.
- MORALES, A., ROSELLÓ, E. (2007): «Los atunes de Baelo Claudia y Punta Camarinal (s. II a.C.). Apuntes preliminares», en A. Arévalo y D. Bernal-Casasola (eds.), *Las cetariae de Baelo Claudia. Avance de las investigaciones arqueológicas en el barrio meridional (2000-2004)*, Arqueología Monografías, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 489-498.
- MORALES, A., ROSELLÓ, E., ARÉVALO, A., BERNAL-CASASOLA, D. (2004a): «Conjunto de túnidos», «Proceso de despiece de túnidos», «Paleocontenido de imitaciones gaditanas de ánforas grecoitalicas», en *Garum y salazones en el Círculo del Estrecho*, Granada, pp. 82-83, 176-177, 254-255.
- MORALES, A., ROSELLÓ, E., BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A. (2004b): «Procesos de despiece de túnidos», en *Garum y salazones en el Círculo del Estrecho*, Granada, pp. 176-177.
- MOREL, J. P. (2001): «Aux origines du moulin rotatif? Une meule circulaire de la fin du VI^e siècle avant notre ère», en J. P. Brun, y P. Jockey (dirs.), *Techniques et sociétés en Méditerranée – hommage à Marie-Claire Amouretti*, Paris, pp. 241-25.
- MORENO, R. (1994): *Análisis arqueomalacológicos en la Península Ibérica. Contribución metodológica y biocultural*, tesis doctoral inédita, Madrid.
- MORILLO, A., HERMANN, M. H., SALIDO, J. (2019): *Ephemeral Archaeology/Arqueología Efímera*, Mainz am Rhein.
- MORITZ, L. A. (1958): *Grain-mills and flour in Classical Antiquity*, Oxford.
- MOYA, L. (2016): *Tyria Maria. Los fenicios occidentales y la explotación de los recursos marinos*, Sevilla.
- MUÑOZ, A. (2015): «Historia de una colección: las Monografías expositivas del Conjunto Arqueológico de Baelo Claudia», en J. Blánquez, L. Roldán, D. Bernal-Casasola y A. Muñoz (eds.), *Baelo Claudia y la familia Otero. Una relación centenaria*, Madrid, pp. 15-19.
- MYLONA, D. (2008): *Fish-eating in Greece from the Fifth Century B.C. to the Seventh Century A.D. A story of impoverished fishermen or luxurious fish banquets?*, British Archaeological Reports International Series 1754, Oxford.
- ØRSTED, P. (1998): «Salt, fish and the sea in the Roman empire», en I. Nielsen, I. y H. S. Nielsen (eds.), *Meals in a Social Context. Aspects of the Communal Meal in the Hellenistic and Roman World*, Aarhus, pp. 13-35.
- PALACIOS, V., GARCÍA, E., BERNAL-CASASOLA, D., ROLDÁN, A., RODRÍGUEZ, A., SÁNCHEZ, J. (2016): «Conservas antiguas y gastronomía contemporánea» en D. Bernal-Casasola, J. A. Expósito, L. Medina, y J. S. Vicente-Franqueira (eds.), *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz, pp. 89-105.
- PARIS, P., BONSOR, G., LAUMONIER, A., RICARD, R., MERGELINA, C. DE (1923): *Fouilles de Belo (Bolonia, province de Cadix), 1917-1921*, Tome I, *La ville et ses dépendances*, Bordeaux.
- PASCUAL, M. A. (2018a): *La molturación en ámbito haliéutico romano. Aportaciones arqueológicas y arqueométricas en el entorno del Fretum Gaditanum*, tesis doctoral inédita, Universidad de Cádiz.

- PASCUAL, M. A. (2018b): «La arqueología experimental aplicada al uso de molinos rotatorios en la industria conservera romana», *I Congreso de Jóvenes Investigadores del Mar*, Cádiz, pp. 429-431.
- PASCUAL, M. A. (2020): «Evidencias de las actividades de molienda en los saladeros romanos del estrecho de Gibraltar», *Almoraima. Revista Arqueología de Estudios Campogibraltareños* 52, pp. 103-116.
- PASCUAL, M. A., BERNAL-CASASOLA, D., DOMÍNGUEZ-BELLA, S., DURANTE, A., EXPÓSITO, J. A., DÍAZ, J. J., MILLÁN, M. L. (2019): «El mosaico de las Termas Marítimas de Baelo Claudia: contexto, iconografía, arqueometría y restauración», *Anales de Arqueología Cordobesa* 30, pp. 209-256.
- PEARSON, D. (1962): *The chemical analysis of food*, 5th ed., London.
- PECCI A. (2018): «Chromatography and Archaeological Materials Analysis», *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*, Hoboken, pp. 1-4.
- PECCI, A. (2019): «Arqueología de la alimentación y análisis de residuos», en E. Sánchez López y M. Bustamante-Álvarez (eds.), *Arqueología romana en la península ibérica*, Granada, pp. 543-554.
- PICARD, Ch. (1930): *La vie dans la Grèce Classique*, Paris.
- PONSICH, M. (1988): *Aceite de oliva y salazones de pescado. Factores geo-económicos de Betica y Tingitania*, Madrid.
- PONSICH, M., TARRADELL, M. (1965): *Garum et industries antiquae de salaison dans le Méditerranée Occidentale*, Paris.
- POZO, M., GONZÁLEZ, J., GINER, J. (2004): *Geología Práctica: Introducción al reconocimiento de materiales y análisis de mapas*, Madrid.
- PRICE, J. (1977): «Roman unguent bottles from Río Tinto (Huelva) in Spain», *Journal of Glass Studies* 19, pp. 30-39.
- PURPURA, G. (1989): «Pesca e stabilimenti antichi per la lavorazione del pesce in Sicilia: III. Torre Vindicari (Noto), Capo Ognina (Siracusa)», *Sicilia Archeologica* 69-70, pp. 25-37.
- QUERO, M. (2016): «La industria conservera tarifeña en época moderna y contemporánea», en D. Bernal-Casasola, J. A. Expósito, L. Medina, y J. S. Vicente-Franqueira (eds.), *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz, pp. 71-88.
- QUINN, P. S. (2013): *Ceramic Petrography. The interpretation of archaeological pottery & related artefacts in thin section*, Oxford.
- RODRIGUES, A., CHARPENTIER, A., BERNAL-CASASOLA, D., GARDEISEN, A., NORES, C., PIS MILLÁN, J. A., MCGRATH, K., SPELLER, C. (2018): «Forgotten Mediterranean calving grounds of grey and North Atlantic right whales: evidence from Roman archaeological records», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285, 20180961, 10.1098/rspb.2018.0961. <<https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0961>>.
- RODRÍGUEZ ALMEIDA, E. (1984): *Il Monte Testaccio: ambiente, storia, materiali*, Roma.
- RODRÍGUEZ ALCÁNTARA, A. (2020): *Desarrollo tecnológico en el desarrollo experimental del proceso de elaboración de salsas de pescado romanas*, tesis doctoral, Universidad de Cádiz.
- RODRÍGUEZ ALCÁNTARA, A., ROLDÁN, A. M., BERNAL-CASASOLA, D., GARCÍA VARGAS, E., PALACIOS, V. (2018): «New technological contributions to Roman Garvm elaboration from chemical analysis of archaeological fish remains from the Garvm shop at Pompeii (I, 12, 8)», *Zephyrus* LXXXII, 1-2, pp. 149-163.
- ROLDÁN, L., BLÁNQUEZ, J. (2012 eds.): *Julio Martínez Santa-Olalla y el descubrimiento arqueológico de Carteia (1953-1961)*, Madrid.
- ROSELLÓ, E., MORALES, A., BERNAL-CASASOLA, D., ARÉVALO, A. (2003): «Salsas de pescado de la factoría romana de Baelo Claudia (Cádiz, España)», *Presencia de la arqueoictiología en México: libro de memorias de la 12ª reunión del Grupo de Trabajo en Restos de Peces del Consejo Internacional para la Arqueozoología*, Ciudad de Méjico, pp. 153-157.

- SÁEZ ROMERO, A. M. (2014): «Fish processing and salted-fish trade in the Punic West: new archaeological data and historical evolution», en E. Botte y V. Leitch (eds.), *Fish & Ships. Production and commerce of salsamenta during Antiquity*, Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine 17, Aix-en-Provence, pp. 159-174.
- SÁEZ ROMERO, A. M., MUÑOZ, A. (2016): «Los orígenes de las conservas piscícolas en el estrecho de Gibraltar en época fenicio-púnica», en D. Bernal-Casasola, J. A. Expósito, L. Medina, y J. S. Vicente-Franqueira (eds.), *Un Estrecho de Conservas. Del garum de Baelo Claudia a la melva de Tarifa, Catálogo de la exposición fotográfica (Baelo Claudia, junio 2016-enero 2017. Museo de Cádiz, febrero-abril 2017)*, Cádiz, pp. 23-41.
- SÁEZ ROMERO, A. M., THEODOROPOULOU, T., BELIZÓN, R. (2020): «Atunes púnicos y vinos egeos en una taberna de la Grecia Clásica. Resultados iniciales del Corinth Punic Amphora Building Project», en S. Celestino y E. Rodríguez (eds.), *IX Congreso internacional de estudios Fenicios y Púnicos*, MYTRA 5, Mérida, pp. 799-818.
- SÁNCHEZ DE PRADO, M. D. (2018): *La vajilla de vidrio en el ámbito suroriental de la Hispania romana. Comercio y producción entre los siglos I-VII d.C.*, Alicante.
- SÁÑEZ REGUART, A. (1791-1795): *Diccionario histórico de los artes de la pesca nacional*, Madrid.
- SCARBOROUGH, J. (2015): «Fish Glue (Gr. ἰχθυοκόλλα) in Hellenistic and Roman Medicine and Pharmacology», *Classical Philology* 110, pp. 54-65.
- SILLIÈRES, P. (2013 dir.): *Belo IX. La Basilique*, Collection de la Casa de Velázquez 136, Madrid.
- SILLIÈRES, P. (2017): «Le nouvel essor des recherches archéologiques à Baelo au XXI^e siècle», *Mélanges de la Casa de Velázquez* 47, 1, pp. 215-230.
- SLIM, L., BONIFAY, M., PITON, J., STERNBERG, M. (2007): «An example of fish salteries in Africa Proconsularis: the officinae of Neapolis (Nabeul, Tunisia)», en L. Lagóstena, D. Bernal-Casasola y A. Arévalo, *Actas del Congreso Internacional CETARIAE. Salsas y salazones de pescado en Occidente durante la Antigüedad* British Archaeological Reports 1686, Oxford, pp. 21-44.
- SOYER, A. (2004): *Food, Cookery, and Dining in Ancient Times: Alexis Soyer's Pantropheon*, New York.
- TAIRA, W., FUNATSU, Y., SATOMI, M., TAKANO, T., ABE, H. (2007): «Changes in extractive components and microbial proliferation during fermentation of fish sauce from underutilized fish species and quality of final products», *Fisheries Science* (73), pp. 913-923.
- TAYLOR, M., HILL, D. (2008): «Experiments in the reconstruction of Roman wood-fired glassworking furnaces», *Journal of Glass Studies* 50, pp. 249-270.
- THAI INDUSTRIAL STANDARD (1983): *Local Fish Sauce Standard*, Bangkok.
- THEODOROPOULOU, T. (2014): «Salting the East: evidence for salted fish and fish products from the Aegean sea in Roman times», en E. Botte y V. Leitch (eds.), *Fish & Ships. Production and commerce of salsamenta during Antiquity*, Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine 17, Aix-en-Provence, pp. 213-227.
- THEODOROPOULOU, T. (2018): «To salt or not to salt: a review of evidence for processed marine products in Greek antiquity and Aegean traditions», *Journal of Maritime Archaeology* 13(3), pp. 389-406.
- TONIOLO, A. (2003): «Mangio quindi esisto (...e tre ricette di epoca romana)», en P. Bellintani y L. Moser, *Archeologie sperimentali. Metodologie ed esperienze fra verifica, riproduzione, comunicazione e simulazione*, *Atti del Convegno Comano Terme-Fiavè*, 13-15 settembre, 2001, Trento, pp. 473-478.
- UCHIDA, M., OU, J., CHEN, B. W., YUAN, C. H., HANG, X. H., CHEN, S. S., FUNATSU, Y., KAWASAKI, K. I., SATOMI, M., FUKUDA, Y. (2005): «Effects of soy sauce koji and lactic acid bacteria on the fermentation of fish sauce from freshwater silver carp *Hypophthalmichthys molitrix*», *Fish Science* (71-2), pp. 422-430.
- UDOMSIL, N., RODTONG, S., TANASUPAWAT, S., YONGSAWATDIGUL, J. (2010): «Proteinase-producing halophilic lactic acid bacteria isolated from fish sauce fermentation and their ability to produce volatile compounds», *International journal of food microbiology* 141(3), pp. 186-194.

- VARGAS, J. M. (2011): «La pesca con caña y sedal en el Círculo del Estrecho», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz, pp. 199-230.
- VARGAS, J. M. (2017): *El instrumental de pesca en Hispania. Origen, desarrollo y contextualización atlántico-mediterránea*, tesis doctoral inédita, Universidad de Cádiz.
- VARGAS, J. M. (2020, ed.): *El instrumental de pesca en el Fretum Gaditanum. Catalogación, análisis tipo-cronológico y comparativa regional*, Oxford.
- VARGAS, J. M., RODRÍGUEZ, O. (2011): «Anzuelo encadenado», en D. Bernal-Casasola (ed.), *Pescar con Arte. Fenicios y romanos en el origen de los aparejos andaluces*, Monografías del Proyecto Sagena 3, Cádiz, pp. 392-393.
- WEDEPOHL, K. H., BAUMANN, A. (2000): «The Use of Marine Molluskan Shells for Roman Glass and Local Raw Glass Production in the Eifel Area (Western Germany)», *Naturwissenschaften* 87, pp. 129-132.
- WHEELER, A., LOCHER, A. (1985): «The estimation of size in sardines (*Sardina pilchardus*) from amphorae in a wreck at Randello, Sicily», *Journal of Archaeological Science* 12, pp. 97-100.
- WHITBREAD, I. K. (1989): «A proposal for the systematic description of thin sections towards the study of ancient ceramic technology», en Y. Maniatis (ed.), *Archaeometry: proceedings of the 25th international Symposium*, Amsterdam, pp. 127-138.
- WHITBREAD, I. K. (1995): *Greek transport amphorae: a petrological and archaeological study*, Athens.
- XU, W., YU, G., XUE, C., XUE, Y., REN, Y. (2008): «Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce», *Food Chemistry* 107(4), pp. 1597-1604.



ORGANIZAN



BAELO
CLAUDIA

COLABORAN

