

Arqueología y *Téchne*

Métodos formales, nuevos enfoques

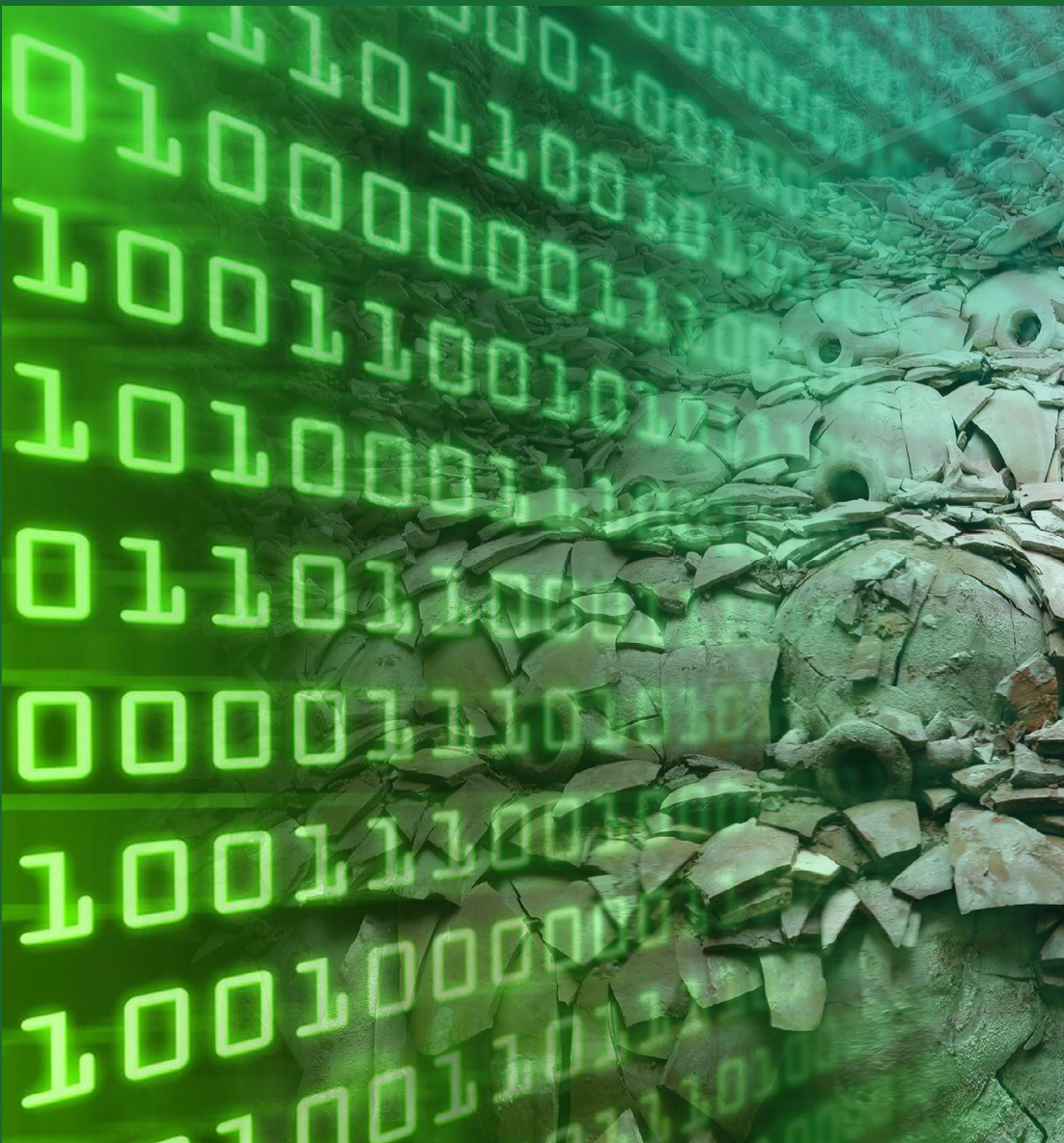
Archaeology and *Techne*

Formal methods, new approaches

Editado por

José Remesal Rodríguez

Jordi Pérez González



Access Archaeology



About Access Archaeology

Access Archaeology offers a different publishing model for specialist academic material that might traditionally prove commercially unviable, perhaps due to its sheer extent or volume of colour content, or simply due to its relatively niche field of interest. This could apply, for example, to a PhD dissertation or a catalogue of archaeological data.

All *Access Archaeology* publications are available as a free-to-download pdf eBook and in print format. The free pdf download model supports dissemination in areas of the world where budgets are more severely limited, and also allows individual academics from all over the world the opportunity to access the material privately, rather than relying solely on their university or public library. Print copies, nevertheless, remain available to individuals and institutions who need or prefer them.

The material is refereed and/or peer reviewed. Copy-editing takes place prior to submission of the work for publication and is the responsibility of the author. Academics who are able to supply print-ready material are not charged any fee to publish (including making the material available as a free-to-download pdf). In some instances the material is type-set in-house and in these cases a small charge is passed on for layout work.

Our principal effort goes into promoting the material, both the free-to-download pdf and print edition, where *Access Archaeology* books get the same level of attention as all of our publications which are marketed through e-alerts, print catalogues, displays at academic conferences, and are supported by professional distribution worldwide.

The free pdf download allows for greater dissemination of academic work than traditional print models could ever hope to support. It is common for a free-to-download pdf to be downloaded hundreds or sometimes thousands of times when it first appears on our website. Print sales of such specialist material would take years to match this figure, if indeed they ever would.

This model may well evolve over time, but its ambition will always remain to publish archaeological material that would prove commercially unviable in traditional publishing models, without passing the expense on to the academic (author or reader).



Arqueología y *Téchne*
Métodos formales, nuevos enfoques

Archaeology and *Techne*
Formal methods, new approaches

Editado por
José Remesal Rodríguez
Jordi Pérez González

Access Archaeology





ARCHAEOPRESS PUBLISHING LTD

Summertown Pavilion
18-24 Middle Way
Summertown
Oxford OX2 7LG
www.archaeopress.com

ISBN 978-1-80327-181-1
ISBN 978-1-80327-182-8 (e-Pdf)

© the individual authors and Archaeopress 2022

Cover image: Muro de ánforas de la campaña arqueológica del año 2002 en el Monte Testaccio (Roma). Directores de la excavación: J.M.^a Blázquez Martínez y José Remesal Rodríguez. Fotografía y edición gráfica de la cubierta: Juan Moros Díaz (CEIPAC). *Arqueología y Téchne. Métodos formales, nuevos enfoques / Archaeology and Techne. Formal methods, new approaches* has been funded within the research projects “Economic and Political Networks (EPNet Project), ERC-2013-ADG-340828 (<http://www.roman-ep.net>); Relaciones Interprovinciales en el Imperio Romano. Producción y comercio de alimentos hispanos (*Provinciae Baetica et Tarraconensis*) (HAR2017-85635-P; AEI/FEDER, UE); Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC) (2017 SGR 512); Dinàmiques socioeconòmiques del món rural romà: formes d’habitat i cultura material al litoral central català (CLT009/18/00045). Jordi Pérez González funded by Juan de la Cierva-Formación-2019 (Agencia Estatal de Investigación (Ministerio de Ciencia e Innovación) REF: FJC2019-040688-I.



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Universitat
de Girona



All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior written permission of the copyright owners.

This book is available direct from Archaeopress or from our website www.archaeopress.com

Contents

Contributors	ii
Arqueología y Técnica José Remesal Rodríguez	1
Interacciones que dejan huella. Hacia una ciencia de redes de los objetos que quedaron Luce Prignano, Ignacio Morer Zapata and Albert Díaz-Guilera	5
RomanOpenData: A semantic based Data Visualization & Exploratory Interface Xavi Giménez Baqués, Alessandro Mosca, Bernardo Rondelli and Guillem Rull Fort	18
From Counting Pots to Reconstructing Economy: Computational Tools Developed in the EPNNet Project Iza Romanowska, Simon Carrignon, María Coto-Sarmiento, Jean-Marc Montanier and Xavi Rubio-Campillo	27
Similarity Analysis in Epigraphy. Syntactic Clustering of <i>Tituli Picti</i> on the PO8 Amphoras Daniel J. Martín Arroyo-Sánchez and Iza Romanowska	34
La economía de <i>Mauretania Tingitana</i> en el Alto Imperio (2009-2019). Colaboraciones internacionales y aplicación de nuevas técnicas Lluís Pons Pujol	55
Analysis tools for the study of the <i>amphorae</i> productions from the northeast of <i>Hispania Citerior Tarraconensis</i>. A first approach from EPNNet Project Antoni Martín i Oliveras, Carlos Palacín Copado and Jordi Pérez González	67
La codificación de los sellos sobre ánforas olearias Dressel 20 en la Baetica Juan Moros Díaz	98
La importancia de una provincia bisagra en el concierto del Imperio romano. El caso de Raetia Juan Manuel Bermúdez Lorenzo	113
Olive Oil Beyond the Wall: Stamps on Baetican Dressel 20 found on the Forth-Clyde Isthmus Jordi Pérez González	121
Approaches to the Roman Food Economy: GIS Agricultural Modelling in Baetica and Amphorae Epigraphy from <i>Pompeii</i> Daniel J. Martín Arroyo-Sánchez	146
Bibliography of the EPNNet Project Leticia Sierra Díaz and Jordi Pérez González	173

Contributors

Juan Manuel Bermúdez Lorenzo is Assistant Professor at King Juan Carlos University (Ancient History Area). His research focuses on Roman administration, supply in the Roman province of Raetia, and epigraphic studies. He received a doctorate from the University of Bologna and the University of Barcelona. Between 2013 and 2019 he participated as a postdoctoral researcher in the European projects EPNet and Ariadne+. He has a monograph entitled 'Economía de Raetia (s I-III d.C.). Epigrafía anfórica' (Instrumenta collection). He is a member of CEIPAC and UBICS.

ORCID ID: 0000-0002-7291-1079.

Simon Carrignon is a postdoctoral fellow with NIMBioS and the Center for the Dynamics of Social Complexity working with DySoC (University of Tennessee, Knoxville, TN, United States of America) faculty members Sergey Gavrilets, Alex Bentley, and Suzie Allard to establish new transdisciplinary collaborations. During the Epnet Project he specialized in formal analysis, roles conceptualization and methodology roles, obtaining a PhD in Biomedicine at the Pompeu Fabra University (2019).

ORCID ID: 0000-0002-4416-1389.

Scopus Author ID: 56736909300.

María Coto-Sarmiento is a Researcher in Digital Archaeology. She gained her PhD in History (2020) within the framework of the EPnet project at Barcelona Supercomputing Center (Spain): 'Cuantificando el cambio cultural: Una aproximación evolutiva a la producción de las ánforas de aceite de oliva en la zona de la Bética (ss.I-II d.C)'. Among his hybrid research projects, the publication 'Identifying social learning between Roman amphorae workshops through morphometric similarity' stands out (Coto-Sarmiento et al. 2018. *Journal of Archaeological Science* 96).

ORCID ID: 0000-0001-9770-6162.

Scopus Author ID: 57196287956.

WoS Researcher ID: ABH-7518-2020.

Albert Díaz-Guilera is a Full Professor of Statistical Physics at the University of Barcelona. Author of more than 100 articles in physics and interdisciplinary journals. He has given about one hundred of talks at conferences and research centers. Leader of the research group PHYSCOMP2 (ClabB) and UBICS, PI of projects from Catalan and Spanish Governments and EU. Since December 2020 he has held the position of 'Comissionat per la coordinació dels Instituts de Recerca Propis' at the University of Barcelona.

ORCID ID: 0000-0002-3114-0984.

Scopus Author ID: 6701426407.

WoS Researcher ID: A-5218-2009.

Xavi Giménez Baqués is a Data Visualization Engineer and Data Scientist working at SIRIS Academic. Possesses over a decade of experience leading, developing and designing interactive and tech projects. Passion for problem-solving and mixing technology and creativity to the projects. Now involved in emerging fields such as Open Data and Digital Humanities, designing the Exploratory interface Roman Open Data (<https://romanopendata.eu>).

Daniel J. Martín-Arroyo Sánchez is a Lecturer in Historical and Cultural Heritage at the University of Granada and a specialist on the Roman economy. He gained his PhD in History (2013). Recently, he

held a research postdoctoral position within the EPNet Project. His training in Geographic Information Systems (GIS) management has resulted in several publications on the study of the territory of the Roman colony Hasta Regia and the modelling of the agronomic ratio Riparia/Vinea. Reference publication: Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2018. *Colonización romana y territorio en Hispania. El caso de Hasta Regia* (Instrumenta 61). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona. He is a member of CEIPAC and UBICS.

ORCID ID: 0000-0003-2790-941X.

WoS Researcher ID: AAA-3370-2019.

Antoni Martí i Oliveras is an archaeologist, museologist, cultural manager and PhD Candidate in Archaeology at University of Barcelona. Currently works at Archaeological and Palaeontological Service-Operational Section; Government of Catalonia Institution -Generalitat de Catalunya- Culture and Heritage Department (Spain). Among his extensive bibliography, one may highlight his book from 2015 'Arqueología del Vi a l'Época Romana. Del Cultiu al Consum. Mar Teòric i Epistemològic. Barcelona (Winner of the XII Memorial Josep Barberà i farràs Award)' and the joint edition with J. Remesal and D.J. Martín-Arroyo (2019) *Productive landscapes and trade networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). Barcelona.

ORCID ID: 0000-0001-9525-2793.

Jean-Marc Montanier is a Senior Machine Learning Engineer, currently working at Tinyclues to focus on the development of production-ready AI software. This work is achieved in collaboration with multiple profiles: data ops, data scientists, dev ops. Previously he worked as a researcher-engineer at SBRE (formerly Aldebaran) in the Protolab team and DSF (Digital Services Factory) of Faurecia where he tackled AI and robotics problems. As a Postdoctoral Researcher at Barcelona Supercomputing Center (Spain) he focused his research on on-line on-board distributed evolutionary robotics and the study of self-aggregating behaviors.

Ignacio Morer Zapata is a Physics researcher and Data Scientist at the University of Barcelona. His research focuses on the reconstruction of network structures. Reference publication: Morer, I. *et al.* 2020. Comparing spatial networks: A 'one size fits all' efficiency-driven approach. *Phys. Rev. E* 101, 042301. DOI: 10.1103/PhysRevE.101.042301. He is a member of ClabB and UBICS.

Juan Moros Díaz is a Researcher in Archaeology and Ancient History. He gained his PhD in History (2019) within the framework of the EPnet project at University of Barcelona and Fundació Bosch i Gimpera (Spain): 'Análisis epigráfico de los sellos olearios béticos hallados en centros de producción. El caso de la zona productora de la *Scalensia*'. Among his research, the publication 'Los negocios de *Caius Iuventius Albinus* en la Bética' stands out (Remesal and Moros. 2019. *Journal of Roman Archaeology Science* 32). He has a monograph entitled 'Organización productiva de las ánforas olearias béticas Dressel 20 (ca. 30-270 d.C.). Un modelo de análisis e interpretación de los sellos del *instrumentum domesticum*' (Instrumenta collection). He is a member of CEIPAC and UBICS.

ORCID ID: 0000-0001-8686-7198.

Scopus Author ID: 57200727773.

Alessandro Mosca is a researcher at the Smart Data Factory lab of the Faculty of Computer Science at the Free University of Bozen-Bolzano. He works in the broad field of knowledge representation and databases and was given a clear mandate of transferring our scientific results to the world outside academia. Participated in the consolidation of SIRIS Academic and SIRIS Lab. His experience in

Knowledge Representation and Reasoning, Intelligent data management, Foundations of Conceptual Modeling, and Modal and Description Logics were essential to the Formal Ontology of the CEIPAC database and its integration with Epigraphic Database Heidelberg (EAGLE Portal), Pleiades and Roman Amphorae: a digital resource University of Southampton.

ORCID ID: 0000-0003-2323-3344.

Scopus Author ID: 8835755500.

Carlos Palacín Copado is a PhD Candidate in Ancient History at University of Barcelona. He has a pre-doctoral contract in the FI-SDUR 2020 call for training of doctors of the Generalitat de Catalunya (Spain). He obtained a master's degree in Archeology of the Mediterranean in Classical Antiquity at the Complutense University of Madrid. He has participated in several international congresses and has collaborated in several publications. His research is focused on the distribution and consumption of wine produced in the north of the Roman province Hispania Citerior Tarraconensis. His ongoing thesis is titled '*Tunc hospita Tarraco Baccho. Estudio de la comercialización y distribución del vino del noreste de la Tarraconense*'. Es miembro del CEIPAC y del UBICS.

ORCID ID: 0000-0001-7549-2167.

Jordi Pérez González is a postdoctoral researcher 'Juan de la Cierva-Formación' at the University of Girona (Department of History and Art History). He received his Doctorate from the University of Barcelona, obtaining the Extraordinary Doctorate Award (2017). He has carried out research stays at the Università di Roma La Sapienza (2017) and the Università degli Studi di Verona (2018) funded by the European Commission. He has been a research technician in the CEIPAC group during the period 2013-2020. In the last six years he has participated in 36 international conferences and has published 23 articles in journals indexed in SJR, WoS, CARHUS Plus +, Latindex and ERIHPlus; 9 book chapters and 31 reviews. He has a book in the Instrumenta collection entitled 'Sumptuary Specialists and Consumer Elites in Rome's world order'.

ORCID ID: 0000-0001-5039-3883.

Scopus Author ID: 57195129423.

WoS Researcher ID: AAB-4733-2019.

Lluís Pons Pujol is a 'Professor Agregat' of Ancient History at University of Barcelona. The main subject of his research focuses on the economy of Mauritania Tingitana. Another of his research lines is the study of historiography and biography of Roman Africa. Reference publication: Pons Pujol, Ll. 2009. *La economía de la Mauretania Tingitana (s. I-III d. C.): aceite, vino y salazones* (Instrumenta 34). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona. He is a member of CEIPAC and UBICS.

ORCID ID: 0000-0002-5396-8352.

Scopus Author ID: 57210864163.

WoS Researcher ID: ABE-1859-2020.

José Remesal Rodríguez is Professor of Ancient History at the University of Barcelona since 1988. Founder of the 'Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica' (CEIPAC), with projects in Austria, Germany, Italy, Libya and Tunisia. Founder of the series Instrumenta. His works have been published in more than 160 scientific articles in many countries and languages. He has given more than 90 conference talks in many European universities and has participated in 75 national and international congresses. Moreover, he has directed over 29 doctoral dissertations both at Complutense University in Madrid and at University of Barcelona. The main subject of his

research is the study of the interaction between political and economic life in the Roman world, based on the study of the production distribution and consummation of food. He specializes in amphorae epigraphy. Another of his research lines is the study of historiographic nature.

ORCID ID: 0000-0003-1474-3123.

WoS Researcher ID: AAB-6212-2019.

Iza Romanowska is a Postdoc at the Aarhus Institute of Advanced Studies (Denmark) and Barcelona Supercomputing Center (Spain). She is a complexity scientist working on the interface between social sciences and computer science, having originally trained and worked as a prehistoric archaeologist before the switch to computer-based research. Her research specialises in agent-based modelling, a simulation technique used for various research questions from mobility in prehistoric cities and the first Out-of-Africa human dispersal to large-scale economic interactions across the Roman Mediterranean and real-time pedestrian flows in modern sports venues.

ORCID ID: 0000-0002-9487-2111.

WoS Researcher ID: T-4657-2017.

Bernardo Rondelli is a specialist in cultural heritage study (Degree), geographical information systems for environmental studies (master), quantitative and computational archaeology (PhD) and artificial intelligence (post-doctoral research). He is the Founding partner of SIRIS Academic. His research interest focuses on the dynamics of cultural systems from a transdisciplinary approach, combining quantitative and qualitative approaches. He has investigated change and change management in social organizations from an evolutionary perspective. He has co-authored several publications, edited books and implemented several multidisciplinary and international research projects in the context of competitive tenders.

ORCID ID: 0000-0002-0933-4061.

WoS Researcher ID: A-9617-2013

Xavi Rubio-Campillo is the Group Leader of DIDPATRI-UB and a Ramón y Cajal fellow at the University of Barcelona, where he explored how digital approaches can be used to understand and learn about the human past. From 2009 to 2016 he led the Humanities research group at the Barcelona Supercomputing Centre and from 2016 to 2020 he was a lecturer in computational archaeology at the University of Edinburgh. His transdisciplinary experience has helped to establish links between Humanities and Computer Science.

ORCID ID: 0000-0003-4428-4335.

Scopus Author ID: 53867286000.

WoS Researcher ID: O-4182-2014.

Guillem Rull Fort holds a PhD in Computer Science from the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-BarcelonaTech) in 2011. He also holds a degree on Computer Engineering from the same university since 2006. After his PhD, he was a visiting researcher at Microsoft Research (Redmond) during the second half of 2011. Then, he came back to Barcelona to continue his research at the UPC-BarcelonaTech University. In 2014, he started working in an ERC Advanced Grant project (EPNet) until he joined SIRIS in 2016 with a Torres Quevedo grant. His main topics of interest (and research) are Databases, Information Systems, Conceptual Modeling, Ontologies, and Information Integration (including both Data Exchange and Data Integration).

ORCID ID: 0000-0003-4981-0664.

Leticia Sierra Díaz is a Creative director, art and production of Toolbox (<http://toolboxgci.com>). Since 2018 she was responsible for communication for the Eynet project and CEIPAC. She is a specialist in Graphic Design from the School of Design of the National Institute of Fine Arts (Mexico; Degree) and Audiovisual Communication from the Faculty of Communication of the Pompeu Fabra University (Barcelona).

Arqueología y Téchne

José Remesal Rodríguez

Sigo el criterio defendido por M.I. Rostovzeff:

For me archaeology is not a source of illustrations for written texts, but an independent source of historical information, no less valuable and important, sometimes more important, than the written sources. We must learn and we are gradually learning how to write history with the help of archaeology¹.

Para el estudio de la economía antigua es necesario prestar particular atención a los datos arqueológicos y epigráficos, mucho más abundantes y explícitos que las fuentes literarias. A través de estos estudios podemos profundizar en nuestros conocimientos de la vida social, administrativa y política del mundo antiguo, en nuestro caso de estudio el imperio romano.

En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas de análisis, nacidas en otros ámbitos, aplicadas a los materiales arqueológicos, desde dataciones radio carbónicas a análisis faunísticos, pasando por la multiforme actividad desarrollada por la arqueometría aplicada al estudio de la cerámica y más recientes a técnicas aplicadas a análisis del territorio como los programas GIS o LIDER. Pero en la mayoría de los casos se ha tratado de lo que podríamos llamar una “prestación de servicios”. El investigador en otras ciencias ha realizado un informe que ha sido utilizado e interpretado por el arqueólogo sin que se haya producido un trasvase de conocimientos entre ellos. Cada uno ha permanecido en su rincón. Ciertamente en los últimos años se ha avanzado en el ámbito de la multidisciplinidad, pero, como señalan L. Pignano, I. Morer Zapata, A. Díaz-Guilera en su artículo es preciso dar el paso a la llamada transdisciplinariedad, en la que se formen investigadores con conocimientos en las nuevas aplicaciones de ciencias de la complejidad al mismo tiempo que en disciplinas de carácter histórico.

En nuestro proyecto hemos pretendido alcanzar algún grado de transdisciplinariedad vinculando a los estudios históricos las modernas ciencias de computarización y estudios de redes. No es tarea fácil y exigirá una nueva perspectiva en la organización de nuestros sistemas públicos de financiación y de reconocimiento de esta transdisciplinariedad, de modo que sean reconocidos y estimulados los investigadores con este doble perfil de formación, en ciencias históricas y en ciencias computacionales, que hoy día son vistos como “ajenos” en uno y otro campo.

Me complace comprobar que gran parte de los jóvenes firmantes del manifiesto en favor de esta transdisciplinariedad, han participado o colaborado con nuestro proyecto EPnet². Sin embargo, he de insistir en la necesidad de saber distinguir entre “téchne” y “nous”. Técnica y pensamiento. El historiador debe basarse en datos, pero no es sólo un recolector de datos, debe saber interpretarlos. Los documentos no plantean preguntas, es el historiador quien las plantea. La calidad de nuestras preguntas depende de la comprensión global que tenemos de la sociedad que analizamos. Nuestra comprensión depende del análisis depurado de los datos a nuestra disposición. Las nuevas técnicas analíticas, basadas en ciencias de la computación y de análisis complejos, no sólo facilitan la acumulación de datos, sino, sobre todo, la posibilidad de contrastar nuestros análisis deductivos tradicionales con los resultados

¹ Rostovtzeff 1922, VIII.

² Brughmans et al. 2019.

obtenidos mediante la utilización de estas nuevas técnicas y métodos formales, que a su vez abren nuevas perspectivas de análisis³.

El proyecto Producción y comercio de alimentos durante el imperio romano. Dinámicas económicas y políticas (Production and distribution of food during the Roman Empire: Economics and political dynamics) EPnet. (ERC grant agreement nº ERC-ADG340828) pretendía, mediante la aplicación de métodos formales, comprobar o desechar las diversas teorías, basadas en análisis deductivos, que habían sido expuestas sobre la vida económica del mundo romano, véase el artículo de X. Giménez Baqués, A. Mosca, B. Rondelli and G. Rull Fort, que sintetiza nuestro proyecto.

Partíamos del estudio de un elemento clave en cualquier cultura: la organización del sistema de abastecimiento de alimentos, hecho particularmente relevante en el Imperio Romano, dado que el emperador debía asegurar el abastecimiento de la capital, Roma, y de su ejército, disperso en las amplias fronteras del imperio. Para ello, en el CEIPAC (Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica) habíamos constituido una base de datos, basada en un sistema relacional (ceipac.ub.edu), en la que recogemos la información sobre la distribución de las ánforas en las que se envasaron productos alimentarios y su epigrafía. En la actualidad disponemos de más de 54.000 registros que suponen más de un millón de datos. EPnet ha permitido migrar esta base de datos a un sistema ontológico (romanopendata.eu), lo que no sólo amplía nuestra posibilidad de análisis, sino, sobre todo, la posibilidad de interrelacionar nuestra base de datos con otras que recogen información sobre otros múltiples aspectos y documentos relacionados con la vida económica del imperio romano. En la actualidad estamos integrados en el proyecto ARIADNEplus (<https://ariadne-infrastructure.eu>), que tiene como finalidad realizar la integración entre numerosas bases de datos, que permitirá un desarrollo exponencial de las posibilidades de investigar sobre nuestros temas.

El volumen de documentos recogidos en nuestro proyecto permite, por primera vez, disponer de gran cantidad de datos seriales y en el caso del estudio del aceite bético no sólo de disponer de datos seriales, sino también de datos con cronología absoluta, caso único en el mundo antiguo, en el que la falta de documentos es considerada la cuestión más problemática.

Por lo que respecta a las cuestiones generales planteadas en nuestro proyecto, al menos, sobre dos cuestiones podemos ofrecer una respuesta novedosa: La economía romana puede definirse como una economía abierta, en la que la gran cantidad de actores la aproximan a lo que hoy definimos como una economía moderna. Por otra parte, hemos puesto de manifiesto la influencia del estado que, al necesitar que una serie de productos fuesen transportados para abastecer al ejército y a Roma, permitió el desarrollo de un verdadero comercio de productos desconocidos en otras regiones a miles de kilómetros de su lugar de producción.

Se venía defendiendo que la ruta para abastecer a *Germania* y *Britannia* era la vía del Ródano. Nuestros trabajos han demostrado que la vía para el abastecimiento de *Germania* y *Britannia* era la ruta atlántica, lo cual no significa minusvalorar la vía del Ródano, sino marcar las diferencias entre una y otra vía y sobre los posibles agentes que intervinieron en una u otra.

³ Sobre ello, proponemos una bibliografía esencial: Ahnert et al. 2021; Bentley, Maschner 2003; Brughmans, Wilson, in press; Caro et al. 2020; Champion 2021; Daems 2021; Djindjian, Moscati 2021; Donnellan 2020; Fenn, Römer-Strehl 2013; Graham 2006; Kathryn 2020; Knappett 2013; Peeples 2020; Velázquez Soriano, Espinosa Espinosa 2021; Verboven 2020; Verhagen et al. 2019.

Pero el proyecto EPnet ha tenido multitud de otros resultados que el lector podrá ver en los artículos aquí recogidos y en la amplia bibliografía generada por el proyecto, recogida en este volumen. Pero, sobre todo, EPnet ha puesto de manifiesto la necesidad de la transdisciplinariedad de la que hablábamos al inicio.

Bibliografía

Ahnert *et al.* 2021 = Ahnert, R., Ahnert, S.E., Coleman, C.N., Weingart, S.B. (eds.) 2021. *The Network Turn. Changing Perspectives in the Humanities*. Cambridge.

Bentley, R.A., Maschner, H.D.G. (eds.) 2003. *Complex Systems and Archaeology: Empirical and Theoretical Applications*. Salt Lake City: University of Utah Press.

Brughmans *et al.* 2019 = Brughmans, T., Hanson, J., Mandich, M., Romanowska, I., Rubio-Campillo, X., Carrignon, S., Collins-Elliott, S., Crawford, K., Daems, D., Fulminante, F., de Haas, T., Kelly, P., Moreno Escobar, M., Paliou, E., Prignano, L., Ritondale, M. 2019. Formal Modelling Approaches to Complexity Science in Roman Studies: A Manifesto. *Theoretical Roman Archaeology Journal* 2(1), p.4. doi: <https://doi.org/10.16995/traj.367>.

Brughmans, T., Wilson, A. (eds.) in press. *Simulating Roman economies. Theories, methods and computational models*. Oxford: Oxford University Press.

Caro *et al.* 2020 = Caro, J., Díaz-de la Fuente, S., Ahedo, V., Zurro, D., Madella, M., Galán, J.M., Izquierdo, L.R., Santos, J.I., del Olmo, R. (eds.) 2020. *Terra Incognita: Libro blanco sobre transdisciplinariedad y nuevas formas de investigación en el Sistema Español de Ciencia y Tecnología*. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.4034177>.

Champion, E. M. (ed.) 2021. *Virtual Heritage: A Guide*. London: Ubiquity Press.

Daems, D. 2021. *Social complexity and complex systems in Archaeology*. New York, NY: Routledge.

Djindjian, F., Moscati, P. (eds.) 2021. *Big Data and Archaeology. Proceedings of the XVIII UISPP World Congress (4-9 June 2018, Paris, France) Volume 15, Session III-1*. Oxford: Archaeopress.

Donnellan L. 2020. *Archaeological Networks and Social Interaction. Routledge Studies in Archaeology*. New York, NY: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351003063>,

Fenn, N, Römer-Strehl, Ch. (eds.) 2013. *Networks in the Hellenistic World According to the pottery in the Eastern Mediterranean and beyond*. BAR International Series 2539. Oxford: Archaeopress. 2013.

Graham S. 2006. *Ex Figlinis: The Network Dynamics of the Tiber Valley Brick Industry in the Hinterland of Rome*. BAR International Series 1486. Oxford: John and Erica Hedges.

Kathryn, B. (ed.) 2020. *The Routledge companion to digital Humanities and Art History*. New York, NY: Routledge.

Knappett, C. 2013. *Network analysis in archaeology: New approaches to regional interaction*. Oxford: Oxford University Press; 2013. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199697090.001.0001.

Peebles, M.A. (ed.) 2020. *Archaeological Networks and Social Interaction*, editor. *Archaeological Networks and Social Interaction*. The Routledge Companion to Digital Humanities and Art History. New York, NY: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781351003063>.

Rostovtzeff, M. 1922. *Iranians and Greeks in south Russia*, Oxford, VIII.

Velázquez Soriano, I., Espinosa Espinosa, D. (ed.) 2021. *Epigraphy in the Digital Age. Opportunities and Challenges in the Recording, Analysis and Dissemination of Inscriptions*. Oxford: Archaeopress.

Verboven K. (ed). 2020. *Complexity Economics. Building a New Approach to Ancient Economic History*. Cham: Springer International Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-47898-8>.

Verhagen et al. 2019 = Verhagen. P., Joyce, J., Groenhuijzen, M.R. (eds.) 2019. *Finding the Limits of the Limes. Modelling Demography, Economy and Transport on the Edge of the Roman Empire*. Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-04576-0.

Interacciones que dejan huella. Hacia una ciencia de redes de los objetos que quedaron

Luce Prignano

Ignacio Morer Zapata

Albert Díaz-Guilera

Introducción

A lo largo de las últimas décadas las ciencias arqueológicas han tejido relaciones cada vez más estrechas y frecuentes con un amplio abanico de disciplinas, algunas de ellas muy lejanas en cuanto a metodología y campo del conocimiento.

Hoy en día, forma parte del sentido común que la arqueología cuente con técnicas de análisis basadas en la física, la química o la geología para conocer la antigüedad, la procedencia u otras características de todo tipo de evidencia.

Asimismo, no sorprende demasiado que un grupo de investigación en alguna de las diversas ciencias naturales se dedique a desarrollar o mejorar procedimientos y dispositivos tecnológicos para, por ejemplo, leer antiguos rollos de papiro que no se pueden desenrollar¹, inferir la dieta y los hábitos cotidianos de grupos humanos que vivieron hace decenas de miles de años², o reconstruir la voz de alguien que murió hace 3000 años³. Los ejemplos son numerosos y diversos.

Pero, ¿de qué tipo de relación se trata? ¿Existe un denominador común?

En general, la colaboración con especialistas dentro de las disciplinas STEM (ciencias, tecnologías, ingeniería y matemáticas, por las conocidas siglas en inglés) suele estar relegada a una fase muy concreta de la investigación, situada idealmente entre la recolección de evidencias materiales y el esfuerzo más genuinamente intelectual de juntar las piezas y extrapolar conclusiones. Haciendo un paralelismo poco original con el periodismo, y simplificando mucho, se podría resumir en que los expertos STEM pueden llegar a tener un papel principal en averiguar el “cuándo”, el “(de) dónde” y a veces también el “qué”, pero raras veces participan en investigar el “cómo” y casi nunca el “por qué”, que representan el verdadero núcleo de cualquier disciplina. Es decir, para entender los procesos, ir más allá de la mera descripción e identificar relaciones causales, se necesita de todo el bagaje de saberes acumulados en torno al tema en cuestión. Hace falta el conocimiento de la disciplina, subdisciplina y especialidad en concreto, porque la comprensión profunda se alcanza no solamente a partir de los nuevos datos disponibles, sino contando también con todo el conocimiento previo de contexto, casos parecidos, corolarios de todo tipo que a una mirada externa podrían parecer irrelevantes.

¹ Mocella *et al.* 2015.

² Smith *et al.* 2018.

³ Howard *et al.* 2020.

En una colaboración entre grupos de investigación epistemológicamente lejanos, apenas hay contenido común en lo que a la formación académica se refiere y esto propicia una separación casi completa de las tareas y una distinción drástica entre innovación metodológica (procedimental o tecnológica) y de contenido (disciplinaria).

Por lo tanto, aunque no se trata de una regla de validez absoluta, es natural que la interacción más frecuente entre ciencias arqueológicas y STEM es la que se enmarca en la multidisciplinariedad clásica, que consiste básicamente en enviar muestras a “laboratorios” para que sean analizadas. No importa demasiado si en el “laboratorio” trabajan técnicos que aplican un procedimiento estándar o investigadores que tardarán meses o años antes de dar con la metodología apropiada para extraer la información requerida. En la gran mayoría de casos, lo que aporta la colaboración tiene la naturaleza de asesoría especializada y la diferencia entre los dos escenarios no altera la relación entre las partes.

Desde luego, las excepciones son numerosas y se suelen dar cuando un mismo área del conocimiento acaba desarrollando un entramado de metodologías diferentes pero relacionadas que brindan información imprescindible a múltiples niveles y que, o bien la misma arqueología empieza poco a poco a percibir como parte integrante de sí misma - y por tanto a integrarlas en la formación académica curricular - o bien acaban constituyéndose como subdisciplina híbrida específica dentro de la disciplina originaria.

Algo de este estilo ha ocurrido, entre otros ejemplos, en el caso de la botánica o de la genética, no siempre mediante un proceso exento de conflicto. Algunas de las tensiones todavía están lejos de ser resueltas (valga de ejemplo paradigmático la controversia que se desató en 2019 a raíz de un polémico artículo de Javier Sampedro en *El País*⁴). Capítulo aparte merecería la ciencia estadística, una rama de la matemática aplicada que sirve para discernir entre espejismos y realidad, entre señal y ruido, y así llegar a conclusiones fundamentadas. Su relación con las demás disciplinas es peculiar porque cualquier investigación que incluya el análisis de datos empíricos necesita aplicar sus métodos.

Contrariamente, la física - la primera “disciplina colaboradora” que se nos suele ocurrir por las dataciones por radiocarbono - se ha quedado estancada en una relación multidisciplinar tradicional.

La física aplicada

La física aplicada a la conservación del patrimonio, como se denomina habitualmente, representa un conjunto de técnicas enfocadas al análisis de las evidencias arqueológicas en tanto que materiales compuestos de átomos, cuyo fin - por lo menos para una amplia mayoría de ellas - es su datación⁵. A veces, se enseñan en las universidades, en asignaturas orientadas a estudiantes de las disciplinas interesadas en su aplicación, pero menos frecuentemente a estudiantes de física aplicada. En ningún caso quien aplica las técnicas de datación tiene la necesidad de formarse en algo ajeno a su bagaje académico porque se trata de una cooperación en la cual cada uno tiene un papel bien determinado que puede desarrollar sin tener que inmiscuirse en lo que hace el otro. Una consecuencia básica de esta forma de interactuar es que desde la física raras veces nos hemos planteado abordar otros tipos

⁴ https://elpais.com/elpais/2019/06/08/ciencia/1559952581_889529.html; <https://www.elsaltodiario.com/paradoja-jevons-ciencia-poder/historiadores-contra-genetistas>

⁵ Garrison 2001.

de preguntas de investigación que también podrían valerse, sin ir más lejos, de las propiedades de los isótopos. No obstante, las aplicaciones arqueológicas de este tipo de técnicas son hoy en día numerosas y en expansión continua, muchas veces gracias a la mediación de grupos de investigación en disciplinas STEM que tienen una relación más cercana con los estudios del pasado humano, preeminentemente las ciencias geológicas (véase por ejemplo el caso del reciente trabajo de Samuelsen y Potra 2020, explicado divulgativamente en una revista de física aunque el estudio no haya contado con investigadores en física: <https://m.phys.org/news/2020-01-method-geographic-ancient-humans.html>).

Cuando la distancia epistemológica entre dos ámbitos disciplinares es muy grande, el desconocimiento mutuo de las preguntas de investigación y del lenguaje propio del otro campo dificultan la posibilidad de interacciones fructíferas. Que esto ocurra, en el contexto de la organización del saber actual, es en cierta medida inevitable y tiene la consecuencia, a la vez obvia e indeseada, de desperdiciar parte del potencial de aplicación de la investigación científica.

Ciencia de datos y lenguaje de la complejidad

Sin embargo, a lo largo de la última década, se han ido vislumbrando con cada vez mayor claridad dos vías de escape muy prometedoras. Por un lado, el auge de la ciencia de datos abre la puerta a que todo tipo de información estructurada sea objeto de la aplicación de una variedad de técnicas estadísticas y de aprendizaje automático que permiten extraer patrones y proponer clasificaciones. Por el otro, el lenguaje de la complejidad, surgido en los años setenta del siglo pasado, ha estado realizando un trabajo de hormiga, lento y valioso, construyendo puentes entre saberes diversos y empieza a asentarse como herramienta de uso extendido también en la arqueología. Ambas vías no se excluyen mutuamente, pero se basan en supuestos en cierto sentido opuestos. De una forma esquemática se podría decir que la aproximación de la ciencia de datos se fundamenta en olvidarse de los procesos que han generado la información y considerar solamente el resultado, es decir, las evidencias. Entonces, los roles se mantienen inalterados con respecto al caso de la multidisciplinariedad tradicional.

Se trata de cambiar (o complementar) el laboratorio al que se envían las muestras por un ordenador donde insertar datos, a veces sin ni siquiera tener que relacionarse con otros expertos porque la disponibilidad de software de uso fácil permite prescindir de ellos.

Idealmente, el lenguaje de la complejidad funciona al revés porque pone el foco en los procesos. El paradigma de los sistemas complejos en pocas décadas ha obligado a revisar algunos pilares de la epistemología reduccionista que había caracterizado la física sobre todo a partir del siglo XIX. Postulando que “el todo es más que la suma de las partes”, el nuevo paradigma rompe con la jerarquía de las disciplinas que primaba las “más fundamentales” por encima de otras consideradas meras aplicaciones de las primeras. Sin negar que las moléculas están compuestas por átomos, las células por moléculas y los seres vivos por células, ni recurrir a ningún principio vitalista, pretende reconocer que existen propiedades de un sistema que no se pueden reducir a las de sus componentes. Cada objeto de estudio adquiere entonces autonomía y, por lo tanto, se deja de lado la obsesión por plasmar las demás ciencias al ejemplo de la física.

Lejos de propiciar la separación definitiva de los distintos campos de la investigación, esta aproximación ha sentado las bases para un fructífero - aunque incipiente - diálogo entre iguales, cuyos resultados apenas empezamos a ver.

A las propiedades de un sistema no reducibles a las de sus componentes se les llama “emergentes” y el concepto de emergencia está estrechamente ligado al de causalidad circular. No solamente las características individuales de las piezas afectan lo que se puede construir con ellas (causalidad ascendente), sino que éstas a su vez se modifican al juntarse (causalidad descendente), de tal modo que el resultado es casi imposible de predecir a priori, es decir, antes de su observación empírica. La causalidad circular es tan universal que encontramos ejemplos de ella a todas las escalas, desde los átomos que conforman las moléculas hasta los sistemas sociales. Se presenta por lo tanto como un factor unificador de las diferentes ramas de las ciencias.

Otro elemento a destacar es el cambio de enfoque a varios niveles: de los detalles de los componentes a la estructura del sistema que componen; de la predicción exacta de la evolución de un proceso, a la clasificación tipológica de los comportamientos; de los particulares que diferencian a los rasgos comunes entre fenómenos aparentemente lejanos⁶.

El paradigma de la complejidad es fundamentalmente una nueva forma de explicar los fenómenos que implica el reemplazamiento del habitual lenguaje reduccionista o mecanicista por un lenguaje al que podemos llamar semántico o simbólico⁷, hasta el punto que en ocasiones nos referimos de forma indiferenciada al paradigma y al lenguaje como si fueran lo mismo.

El lenguaje de las ciencias de la complejidad se caracteriza por el uso de términos como: estado crítico, orden, desorden, fluctuaciones, inestabilidades, equilibrios dinámicos, autoorganización y otros semejantes que no se refieren a un objeto de estudio concreto sino a aspectos comunes a muchas realidades diferentes, naturales, sociales o tecnológicas.

Consideremos, por ejemplo, la apertura de un candado. Explicarla a través de un lenguaje reduccionista implicaría hacer una descripción de las operaciones mecánicas que tienen que llevarse a cabo para abrir el candado. Contrariamente, si usamos el lenguaje semántico, nos limitaremos a explicar que el candado se abre porque existe una correspondencia con la información contenida en la llave. La ventaja de la segunda explicación es su generalidad: si en vez de una llave mecánica tenemos una llave magnética, sigue siendo igualmente válida, mientras que la primera será inservible.

La sociofísica

Prescindir de los detalles es necesario si se quiere lidiar con niveles de organización superiores. De la misma forma, para describir el funcionamiento de un imán, no es conveniente - ni práctico, ni útil - entrar en la descripción de la estructura atómica y del movimiento de los electrones que generan el campo magnético a nivel microscópico. Será suficiente limitarse a tener en cuenta que cada átomo tiene un momento magnético - como si fuera a su vez un pequeño imán - y recordar que lo que es relevante para la descripción macroscópica es su orientación. Podremos centrarnos en las interacciones entre tales orientaciones, estudiando bajo qué condiciones acaban alineándose o manteniéndose descorrelacionadas. Con este fin, tendremos en cuenta aspectos tales como: con cuántos átomos interacciona cada uno, el efecto de estas interacciones - es decir, la influencia del entorno cercano -, el papel de posibles factores externos. Esta aproximación no solamente permite describir y predecir

⁶ Para una introducción divulgativa, véase [https://complexityexplained.github.io/ComplexityExplained\[Spanish\].pdf](https://complexityexplained.github.io/ComplexityExplained[Spanish].pdf)

⁷ Cini 1994: 145

todos los aspectos relevantes del comportamiento de un imán, sino que es susceptible de aplicarse a otros sistemas sin apenas modificar nada más que los nombres de las variables. En particular, en vez de átomos podríamos considerar un sistema social compuesto de individuos que tienen, una opinión (por ejemplo, a favor o en contra de algo) que se puede ver condicionada por las opiniones de las demás personas con las que interactúan y por factores externos (los medios, la administración pública). Como en el caso del candado y la llave magnética, los rasgos esenciales de la descripción no se verían afectados y podríamos seguir con la misma explicación de las condiciones que determinan si el sistema tiene un comportamiento ordenado (la misma postura se extiende globalmente), desordenado (cada uno adopta una postura de forma independiente) o algo intermedio (se crean islas, grupos de personas que comparten la misma opinión, sin que en conjunto ninguna de las dos opciones domine sobre la otra)⁸

Esta forma de abordar los fenómenos establece un puente directo entre la física. Las matemáticas y las ciencias de la computación, por un lado, y las ciencias sociales, por el otro. Ya no hace falta ir de átomos a moléculas, a células y organismos, para finalmente llegar a los sistemas sociales. Se puede dar un salto al vacío, olvidarse de los intermediarios y hablar de “átomos sociales”⁹.

En la última década esta aproximación, llamada sociofísica¹⁰, ha afinado y multiplicado sus herramientas, superando buena parte de las numerosas limitaciones iniciales y afirmándose con fuerza como campo de investigación interdisciplinar.

La ciencia de redes

De todas las ciencias de la complejidad, una de las que más han contribuido al campo de la sociofísica es la ciencia de redes, una especialidad que estudia datos relacionales complejos. La ciencia de redes o ciencia de las redes complejas emerge de estudios realizados en diferentes disciplinas y, en resumidas cuentas, se compone de un formalismo, una caja de herramientas de análisis y una plétora de resultados concretos inherentes a casos de estudio que van de la evolución de la movilidad urbana en el mundo a la navegabilidad de la *Web*, de la resiliencia de los ecosistemas a la viralización de contenidos en las redes sociales (véase por ejemplo Solé 2009 para una introducción no técnica). También en la arqueología, la aplicación de la ciencia de redes es cada vez más frecuente, aunque con algunas dificultades.

Su objeto de estudio son los sistemas complejos, es decir cualquier porción de la realidad de la que podemos definir unos límites o fronteras con el único requerimiento de estar compuesta por múltiples elementos en conexión. La peculiaridad que define la aproximación de las redes complejas es que prima las conexiones por encima de los componentes. Una red compleja no es otra cosa que una representación matemática de un sistema en la que los componentes son mapeados en objetos abstractos llamados nodos (o vértices) y las conexiones entre ellos en enlaces (o aristas) que los unen, sin importar la naturaleza ni de los primeros ni de las segundas. A partir de aquí, la ciencia de redes se olvida de la realidad concreta del sistema en examen y trabaja con objetos abstractos. Es por eso que el formalismo es denominador común de cualquier investigación, teórica o aplicada, adscribible a esta rama de las ciencias de la complejidad.

⁸ Castellano *et al.* 2009.

⁹ Buchanan 2007.

¹⁰ Schweitzer 2018.

El procedimiento típico prevé que, tras construir la representación matemática del sistema, se lleve a cabo una caracterización de ésta mediante la computación de métricas definidas expresamente para ello. Cuáles son las métricas más apropiadas depende del contexto. Las más básicas incluyen el número medio de enlaces por nodo (grado medio), la longitud mínima media del camino que separa dos nodos en términos de número de enlaces (longitud promedio del camino más corto), la fracción de triángulos cerrados presentes en la red con respecto al total de los que podría haber (coeficiente de agrupamiento) y otras parecidas. La caracterización a través de las métricas permite responder a varios tipos de preguntas no solamente sobre un sistema en concreto, sino también en términos de comparación entre sistemas distintos. La mayoría de las preguntas más comunes y transversales a diferentes campos de estudios tienen a día de hoy formas estándar de ser respondidas, aunque cierto nivel de adaptación suele ser necesario. Existe un consenso amplio sobre cómo determinar el papel de cada nodo o enlace y sabemos cómo cuantificar las consecuencias de su eventual eliminación. También hay consenso acerca de cuáles son las técnicas más efectivas para establecer si existen subregiones de mayor cohesión o si el sistema está organizado de forma jerárquica, entre otras muchas cuestiones. Una fracción pequeña de estas preguntas pueden ser respondidas con la ayuda de *software* cuyo uso no requiere conocimientos de programación ni de los detalles matemáticos y conceptuales de las técnicas empleadas, funcionando un poco como una caja negra de uso fácil. Esta posibilidad ha propiciado la difusión del análisis de redes también entre investigadores sin familiaridad con el formalismo matemático y la computación. Las consecuencias han sido ambivalentes ya que, por un lado, se ha incrementado muchísimo el alcance de esta aproximación pero, por el otro, se ha propagado una visión de la ciencia de redes como mero análisis exploratorio y herramienta de visualización. Sin los instrumentos necesarios para adaptar o idear métricas para exigencias específicas, pero sobre todo sin la posibilidad de usarlas para validar o descartar hipótesis, las redes se quedan huérfanas de ciencia. La medición de métricas de redes tendría que desempeñar el papel del experimento en un proceso científico normal: se empieza formulando una o más hipótesis teóricas, que luego son traducidas a valores esperados de determinadas métricas, entonces se llevan a cabo las medidas y se comparan los valores empíricos con los esperados de forma rigurosa con el fin de determinar si las semblanzas y las diferencias son significativas. Para llevar a cabo este último paso, tal y como ocurriría en cualquier otra ciencia empírica, nos valemos de las ciencias estadísticas.

De todos estos pasos, el *software* de fácil uso implementa solamente el segundo y de forma parcial.

Hacia una ciencia de redes para la arqueología

La arqueología ha sido una de las disciplinas que también ha pasado por este proceso. La aplicación del análisis de redes no se ha normalizado como parte integrante de este campo del conocimiento, pero sí se ha extendido bastante, sobre todo a lo largo de la última década, con un número creciente de publicaciones en revistas especializadas. De todas ellas, una amplia mayoría se sirven solamente de herramientas básicas de visualización y caracterización como complemento en estudios de otro corte. Aunque las ciencias de la complejidad en conjunto y la de redes en particular, tienen un gran potencial para superar la rigidez de la multidisciplinariedad tradicional en las interacciones entre disciplinas STEM y ciencias arqueológicas, en la práctica, evidentemente, los obstáculos no desaparecen simplemente porque dicha superación sea teóricamente posible.

Intentando esquematizar, podríamos afirmar que la ciencia de redes avanza mediante la combinación de dos enfoques de investigación complementarios. El primero corresponde a cuando los científicos de

redes, que miran a las redes como objetos matemáticos abstractos, identifican una pregunta o problema general y desarrollan un método para abordarlo. El segundo es lo que hacen los investigadores de cualquier otro campo cuando, al tratar de extraer información de algunos datos, llegan a la conclusión de que es conveniente adoptar el enfoque de ciencia de redes. Al mismo tiempo, generan nuevos datos de redes, es decir, información refinada codificada en forma de nodos y enlaces que podrán inspirar el diseño de una nueva herramienta de red o ser utilizados como ejemplo de referencia (Fig. 1). En el primer caso, la “caja de herramientas universales” (o teoría) crece mediante la abstracción a partir de una multiplicidad de casos de estudios diversos. En el segundo, la comprensión de un caso de estudio particular (aplicación) avanza mediante la herramienta universal adecuada, mientras que el proceso de construcción de la teoría se alimenta indirectamente (nuevos datos). Esta forma de funcionar, aunque es preciso tener en cuenta que se trata de una simplificación, aproxima bien el ciclo de la producción de la ciencia de redes cuando la comunicación entre la comunidad de investigación que se ocupa de los aspectos teóricos y las diferentes comunidades de los ámbitos de aplicación es fluida. Si un campo de aplicación se queda aislado todo se complica. Básicamente, volvemos al problema inicial del desconocimiento mutuo de las preguntas de investigación y del lenguaje entre dos disciplinas alejadas, aunque aparentemente dentro de una misma ciencia que acaba fragmentándose y por ende ve mermada su coherencia interna.

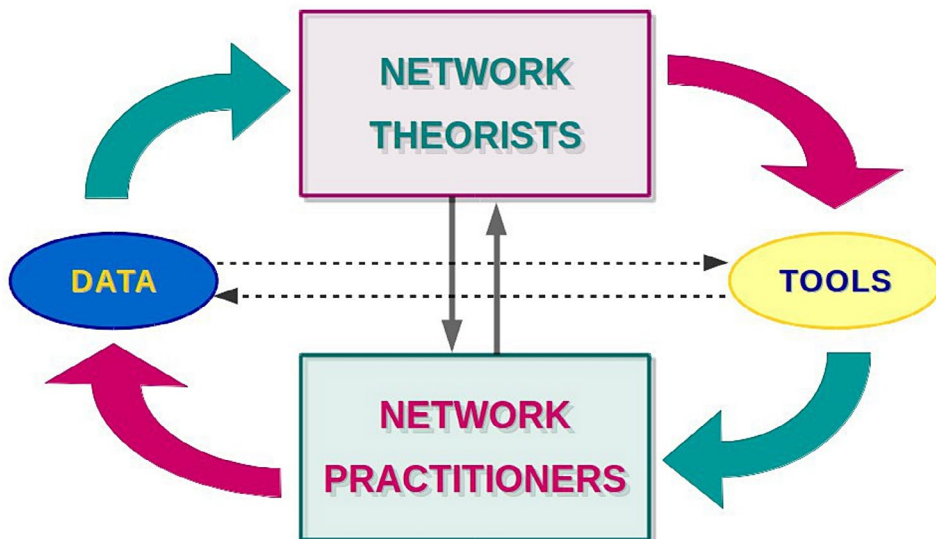


Figura 1. Ciencia de redes. Idealmente, los teóricos de redes diseñan herramientas analíticas que los expertos de otras disciplinas aplican a sus datos, generando a la vez nuevos datos que los teóricos usan para testear nuevas técnicas. Sin embargo, en el mundo real, las cosas son más complicadas. (Fuente: Prignano *et al.* 2017)

En el caso de la arqueología, esto ocurre por una combinación de razones diversas. Imaginemos que un grupo de investigación en ciencia de redes encuentra en un repositorio abierto unos *datasets* arqueológicos susceptibles de mapearse en una o más redes. El primer problema al que se tendría que enfrentar tiene que ver con la depuración de los datos, porque para construir una red hay que identificar la información relevante y descartar el resto, tarea ardua si no se dispone del conocimiento adecuado acerca del caso de

estudio. En segundo lugar, surgirán dificultades a la hora de definir una pregunta de investigación. Suele haber un amplio abanico de cuestiones que pueden parecer interesantes pero que no están presentes en la agenda de la investigación arqueológica. Por lo tanto, estudiarlas supondría poco más que un mero ejercicio sin interés para la comunidad supuestamente interesada. Finalmente, hay que añadir las problemáticas propias de los datos arqueológicos que hacen que sean, por lo general, material poco apetecible: no solamente los datos disponibles en abierto son escasos y su interpretación no es trivial, sino que a menudo se trata de *datasets* pequeños con problemas de incompletitud, heterogeneidad de estándares y diferentes tipos de sesgos. Además, a falta de documentos textuales o gráficos, las evidencias materiales suelen emplearse como pruebas indirectas (*proxy*) para inferir acontecimientos que sólo podemos conocer a través de la huella material que han dejado, algo que supone una capa de incertidumbre añadida. En conclusión, para que los datos arqueológicos entren en el circuito virtuoso de la ciencia de redes, el camino no es en absoluto llano. Haría falta, de entrada, una motivación específica fuerte dirigida a un determinado caso de estudio o tipo de fenómeno o proceso social, porque la inversión inicial de tiempo y también el riesgo de fracaso son bastante mayores que en el caso de otros campos de aplicación ya normalizados. En otras palabras, la incursión entre saberes expertos alejados de los que cada uno ha acumulado en su formación académica no puede ser puntual, circunscrita a un proyecto de corto plazo, como en el modelo propio de la interdisciplinariedad. Es preciso formar perfiles híbridos que se manejen con ambos lenguajes, si no de forma equitativa por lo menos mínimamente equilibrada, o perfiles puentes que pueden entenderse y funcionar de mediadores. Podríamos decir que si queremos salir del paradigma de la multidisciplinariedad y aprovechar plenamente el potencial de las ciencias de la complejidad en arqueología no es viable quedarnos en ningún punto medio. Es imprescindible dar el salto a la transdisciplinariedad; o por lo menos, intentar acercarse planteando una interdisciplinariedad persistente que empiece con una etapa de formación cruzada de las personas involucradas.

En el marco del proyecto ERC Advanced Grant EPNet, hemos tenido la posibilidad de explorar formas de colaborar caracterizadas por un elevado nivel de interdependencia. En particular, al margen de la asidua cooperación con los epigrafistas y arqueólogos del equipo del investigador principal (CEIPAC - UB), hemos mantenido dos colaboraciones externas que podemos considerar paradigmáticas de dos maneras fructíferas alternativas de abordar el trabajo conjunto entre ciencia de redes y arqueología. Sin entrar en profundidad en los detalles de los estudios desarrollados, nos parece que podría ser relevante analizar ambos procesos y los respectivos resultados.

Caso 1. La evolución en la conectividad comercial del Mediterráneo Antiguo.

El tema central de la primera colaboración ha sido la evolución de la conectividad comercial en el Mar Mediterráneo a lo largo de la época del Imperio Romano. Este caso encaja bien con la idea de una interdisciplinariedad persistente: una investigadora en arqueología adquiere una formación básica en ciencia de redes a través de un curso de máster dirigido a estudiantes sin formación en disciplinas STEM y plantea una colaboración con un grupo de investigación en sistemas complejos con experiencia en aplicaciones de ámbito arqueológico (el ClabB - UB, involucrado en el proyecto EPNet). Los científicos de redes no nos involucramos en la identificación de la pregunta de investigación, ni en la selección de los datos más adecuados para abordarla. Nuestro papel fue el de ayudar a diseñar una metodología que permitiera aprovechar al máximo los datos disponibles para inferir información acerca de una cuestión que ya se nos presentaba traducida al lenguaje de la ciencia de redes. Se nos propuso utilizar datos previamente recopilados de naufragios en el Mediterráneo, más en concreto de pecios en los que se había encontrado material anfórico. Las ánforas - evidencia por excelencia del proyecto EPNet

- presentan algunas características ventajosas: el material es durable, han sido halladas en un gran número de pecios, y se pueden clasificar en distintas tipologías, para muchas de las cuales ha sido posible inferir área geográfica y período de producción. No obstante, la distribución geográfica y cronológica de los naufragios excavados está afectada por una superposición de sesgos de origen diverso que incluyen desde la heterogeneidad de las iniciativas llevadas a cabo por los diferentes países hasta limitaciones técnicas y logísticas. Además, la producción anfórica ha variado en términos cuantitativos a lo largo del arco cronológico en examen, causando que algunos periodos estén sobrerrepresentados respecto a otros. Por lo tanto, es imprescindible ser precavidos a la hora de sacar conclusiones ya que el mero análisis exploratorio de los datos que se puede llevar a cabo con las herramientas básicas de la ciencia de redes seguramente nos devuelve puro espejismo.

En estas circunstancias es especialmente importante limitar las asunciones iniciales a hechos obvios o sobradamente probados para evitar construir una sofisticada maquinaria metodológica que acabe resultando un gigante con pies de barro. En nuestro caso, decidimos limitarnos a una sola consideración: si en un mismo naufragio se han encontrado ánforas producidas en dos regiones distintas, esto implica una relación comercial directa o indirecta entre ambos lugares. Asimismo, descartamos tener en cuenta el lugar de hallazgo por ser un tipo de información extremadamente sesgada y problemática. Nos dispusimos entonces a buscar patrones entre las co-ocurrencias de las procedencias de los tipos anfóricos. El problema es que si una misma región concentra una parte importante de la producción total, seguramente observemos que las ánforas con esta procedencias se encuentran a menudo asociadas a las de muchas otras zonas, algo que no podría ocurrir con una región menos representada. Sabemos que en la época que nos concierne, hubo navíos recorriendo a lo largo y ancho del Mar Mediterráneo. Si tuviéramos constancia de todo lo que ocurrió, encontraríamos que todas las regiones costeras tuvieron algún tipo de contacto. Lo que nos interesa en este estudio es la asiduidad de estos contactos, algo que asumimos que implicaría un relación comercial relevante. Para poder determinar cuales son las co-ocurrencias relevantes, necesitamos una hipótesis nula. Es decir, tenemos que preguntarnos qué pasaría si todos los navíos hubiesen recorrido rutas completamente aleatorias, cargando y vendiendo mercancía completamente al azar. Entonces, ninguna relación comercial sería destacable por encima de ninguna otra. ¿Qué observaríamos en este supuesto, asumiendo que todos los demás factores permanecieran sin cambiar? No solamente la misma abundancia de tipos anfóricos y lugares de producción, sino también exactamente los mismos pecios, cada uno con su diversidad de tipologías en su cargamento. Para contestar a esta pregunta, nos ayuda la navaja de Ockham con la que opera habitualmente la sociofísica. Una opción sería diseñar un modelo muy complejo que simule todo el proceso, recurrir a la computación para simularlo, repetir la simulación varias veces y analizar los resultados. Pero difícilmente podríamos lidiar con la combinación de factores que afectan los diferentes aspectos a modelar. El número de parámetros que sería necesario explorar explotaría y nos veríamos forzados a apoyarnos en supuestos poco fiables. Adoptar una aproximación sociofísica en este caso nos lleva a cambiar la forma de abordar el problema: si el proceso es completamente aleatorio, es razonable asumir que cualquier lote de ánforas podría haber acabado en cualquier naufragio. No hace falta simular todo el proceso, o por lo menos no es imprescindible para poder empezar nuestro análisis. Será suficiente con reubicar al azar las tipologías anfóricas en los cargamentos, manteniendo el vínculo del número de tipos diferentes realmente encontrados en cada pecio. La computación nos permite realizar esta reubicación aleatoria varias veces de forma que podamos analizar estadísticamente las características de este escenario. De esta manera estamos capacitados para discernir cuáles rasgos de los datos originales no habrían podido ser generados si la única fuerza en juego hubiese sido el azar. El paso siguiente es la caracterización cuantitativa de tales rasgos.

La elección de la aproximación a adoptar para caracterizar un determinado conjunto de datos depende de la naturaleza de los mismos y de la pregunta que se quiere responder. Este caso de estudio trata de patrones de interacción y por lo tanto la ciencia de redes nos proporciona las mejores herramientas, una constatación que por otra parte ha sido la motivación inicial de esta colaboración. Mapear los datos originales en una red de la forma más informativa es crucial para poder explotar al máximo su potencial. Luego hay que hacer lo mismo con todos los datos manipulados (tipos anfóricos reubicado aleatoriamente) y así se obtienen otras muchas redes del mismo tipo, pero diferentes. Se seleccionan las métricas apropiada para su caracterización teniendo siempre presente cuales son los rasgos que consideramos relevantes. Una vez más, la estadística juega un papel fundamental porque es la herramienta de la que disponemos para seleccionar las peculiaridades de los datos empíricos que no se habrían podido observar en el caso de que la hipótesis nula hubiese sido cierta (véase Fig. 2). Por último, la fase de interpretación y contextualización de los resultados la lidera nuestra compañera arqueóloga¹¹.

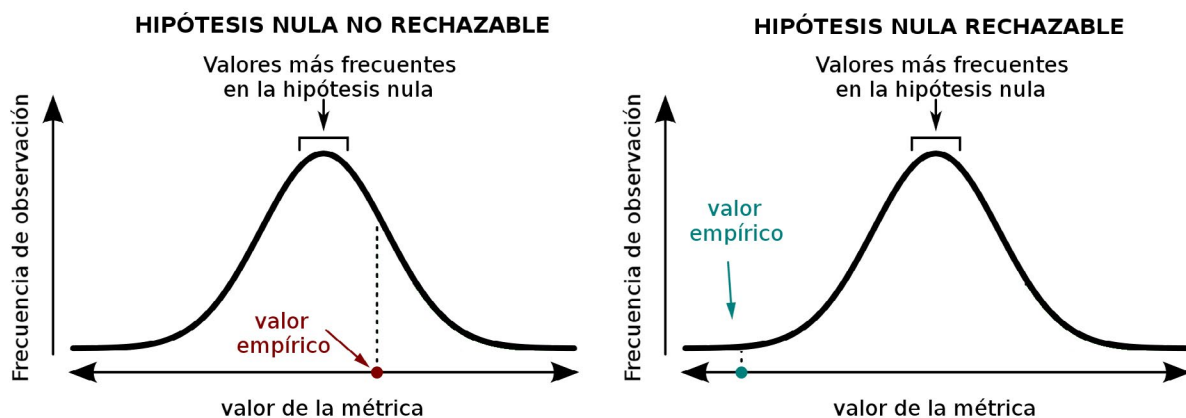


Figura 2 - Adaptado desde Repapetillo @ Wikipedia & User:Chen-Pan Liao @ Wikipedia - File:P value.png, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=36661887>

A lo largo de este proceso, no hemos innovado en cuanto a ciencia de redes, pero sí hemos adaptado herramientas existentes a un caso aplicativo y unos datos con características particulares, pero no únicas: un cierto número de contextos (nafragios) en los que están asociados múltiples tipos de evidencias (ánforas) susceptibles de ser agrupadas por un atributo de algún tipo (en nuestro caso, el lugar de producción), además de una amalgama de sesgos y problemas de incompletitud e incertidumbre. Se trata de características que podrían encontrarse fácilmente en otros casos de estudios de ámbito arqueológicos y haber desarrollado esta metodología podría facilitar futuras aplicaciones de la ciencia de redes a la arqueología.

¹¹ L. Prignano y M. Ritondale, "Chance, biases, and data incompleteness. Uncovering Patterns in Mediterranean Connectivity in Roman Time". Para más detalles: https://www.academia.edu/42174477/Chance_biases_and_data_incompleteness._Uncovering_Patterns_in_Mediterranean_Connectivity_in_Roman_Time

Caso 2. Infraestructuras de transporte terrestre en Etruria Meridional y Latium vetus

El otro ejemplo de colaboración en la que hemos participado tiene un recorrido más largo y menos lineal. Se trata más bien de la evolución de una cooperación de largo plazo que empezó de forma parecida al caso anterior, pero que posteriormente mudó en algo novedoso. Sin entrar en los detalles de los casos de estudio¹², intentamos explicar cómo se puede gestar una investigación realmente transdisciplinar. En esta ocasión, los datos arqueológicos se presentaban en forma de mapas de redes de caminos, es decir, no se trataba directamente de evidencias arqueológicas, sino de una información que se había podido extraer de ellas y que varios expertos habían consensuado traducir en una hipótesis de infraestructuras de comunicación terrestre, en concreto en Etruria Meridional y Latium vetus (Italia Central), entre los siglos X a.C. y V a.C. Mientras la investigación arqueológica se centraba en caracterizar estas infraestructuras y las posibles relaciones causales entre su desarrollo y la evolución del sistema político-social que las produjo, nos planteamos una pregunta ligeramente distinta: ¿Qué clase de relaciones entre las proto-ciudades y asentamientos en general pueden haber generado estas infraestructuras? La ciencia de redes permite abordar este tipo de cuestiones si recurrimos a su otra caja de herramientas: los algoritmos generativos o modelos mecanicista de redes sintéticas, un instrumento poderoso para testear hipótesis de manera rigurosa. De forma parecida a lo que ocurre con otras simulaciones informáticas - ya sean modelos de agentes o de otro tipo - un algoritmo generativo de redes sintéticas permite explorar escenarios. Se formula una hipótesis sobre las reglas que habrían podido gobernar el proceso en examen, se traducen en operaciones ejecutables por un ordenador y se analiza el resultado comparándolo con las evidencias empíricas. Si se parecen según unos criterios establecidos, entonces se puede concluir que las reglas de nuestra hipótesis son plausibles. Si tenemos más de una hipótesis sobre la mesa, como es recomendable, entonces podemos determinar cuál de ellas es la que tiene más posibilidades de acercarse a lo que realmente ocurrió. En el caso de la ciencia de redes, las reglas que se necesitan son reglas para la construcción de los nodos y/o de los enlaces de una red.

A pesar de su gran difusión, el uso de los modelos mecanicista en los campos de aplicación que suelen adoptar como recurso principal el *software* de uso fácil es muy limitado. El problema principal es que las reglas a implementar varían muchísimo e incluirlas en este tipo de *software* es por lo general inviable. En nuestro caso tuvimos que desarrollar dos modelos nuevos. Formulamos dos hipótesis sobre cómo los asentamientos (nuestros nodos) podían haber tomado sus decisiones para establecer dónde construir nuevos caminos y añadimos además una hipótesis nula. Generamos entonces las redes sintéticas correspondientes y las comparamos con las que representaban los mapas arqueológicos, es decir, nuestras redes empíricas. Llegamos así a identificar un posible mecanismo o principio que podría haber moldeado estas infraestructuras (ligeramente diferente en los dos casos de Etruria y de Latium vetus).

Esta colaboración ha implicado un trabajo conjunto de las dos partes en todas las etapas y ha producido innovación tanto en el ámbito de la ciencia de redes (nuevos modelos mecanicistas) como en el de la arqueología. Por lo tanto, se puede considerar plenamente transdisciplinaria.

Conclusiones

Acabamos de empezar a vislumbrar el alcance del potencial que se podría desplegar si las ciencias de la complejidad en general y la de redes en particular mantuvieran auténticas colaboraciones

¹² Prignano *et al.* 2019; Fulminante *et al.* 2017.

interdisciplinarias y transdisciplinarias estables con las ciencias arqueológicas. Las publicaciones que se enmarcan en esta línea son cada vez más numerosas e incluyen desde artículos científicos¹³, a libros editados¹⁴, a manifiestos científicos¹⁵. No obstante, una parte muy pequeña de estos trabajos se publica en revistas especializadas de ciencia de redes¹⁶ y aunque algunos lleguen a las revistas multidisciplinares más prestigiosas¹⁷ pasan inadvertidos porque no son percibidos como pertinentes. Un poco como ocurría con la sociología hace un par de décadas, cada comunidad tiene sus publicaciones de referencia y apenas hay intersección entre ambas.

Construir un punto de encuentro va a ser un proceso de largo plazo. Las colaboraciones lentas y duraderas no encajan del todo con el modelo de financiación de la investigación actual. La carrera académica para los perfiles híbridos que se escapan al encasillamiento disciplinar se convierte en un camino lleno de incertidumbre. Los incentivos son muy escasos si los comparamos con los obstáculos, pero no hay más salidas que seguir trabajando en dos direcciones: ofrecer formación en ambos sentidos - ciencia de redes para estudiantes de arqueología, pero también dar a conocer la arqueología como campo de aplicación potencial entre los científicos de redes - y perseguir la viabilidad financiera de colaboraciones duraderas. Con el tiempo, los logros conseguidos compensarán ampliamente los esfuerzos invertidos.

Bibliografía

Brughmans *et al.* 2016 = Brughmans, T., A. Collar and F. Coward (eds.) 2016. *The Connected Past Challenges to Network Studies in Archaeology and History*. Oxford: Oxford University Press.

Brughmans *et al.* 2019 = Brughmans, T., J.W. Hanson, M.J. Mandich and I. Romanowska. 2019. Modelling Approaches to Complexity Science in Roman Studies: A Manifesto. *Theoretical Roman Archaeology Journal* 2(1): 4, 1–19. <<https://doi.org/10.16995/traj.367>>.

Brughmans *et al.* 2014 = Brughmans, T., S. Keay and G. Earl. 2014. Introducing exponential random graph models for visibility networks. *Journal of Archaeological Science* 49: 442–454. <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.05.027>>.

Buchanan, M. 2007. *The Social Atom*. London: Bloomsbury.

Fulminante *et al.* 2017 = Fulminante, F., L. Prignano, I. Morer and S. Lozano 2017. *Coordinated Decisions and Unbalanced Power. How Latin Cities Shaped Their Terrestrial Transportation Network*. Front. Digit. Humanit. <<https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00004>>.

Castellano *et al.* 2009 = Castellano, C., A. Fortunato and V. Loreto. 2009. Statistical physics of social dynamics. *Rev. Mod. Phys* 81: 591. <<https://journals.aps.org/rmp/abstract/10.1103/RevModPhys.81.591>>.

Cini, M. 1994. *Un paradiso perduto*. Milano: Feltrinelli Editore.

¹³ Graham 2006; Golitko *et al.* 2012; Brughmans *et al.* 2014. Solo por mencionar algunos.

¹⁴ Knappett 2013; Brughmans *et al.* 2016.

¹⁵ Brughmans *et al.* 2019.

¹⁶ M. Radivojević y J. Grujić 2017.

¹⁷ Por ejemplo, Mills *et al.* 2013.

- Garrison, E. 2001. Physics and Archaeology. *Physics Today* 54: 10, 32. <<https://doi.org/10.1063/1.1420551>>.
- Golitko *et al.* 2012 = Golitko, M., J. Meierhoff, G.M. Feinman and P.R. Williams, P. R. 2012. Complexities of collapse: the evidence of Maya obsidian as revealed by social network graphical analysis. *Antiquity* 86: 332, 507-523. <<https://doi.org/10.1017/S0003598X00062906>>.
- Graham, S. 2006. Networks, Agent-Based Models and the Antonine Itineraries: Implications for Roman Archaeology. *Journal of Mediterranean Archaeology* 19.1: 45-64. <<https://doi.org/10.1558/jmea.2006.19.1.45>>.
- Howard *et al.* 2020 = Howard, D.M., J. Schofield and J. Fletcher. 2020. Synthesis of a Vocal Sound from the 3,000 year old Mummy, Nesyamun 'True of Voice'. *Sci Rep* 10, 45000. <<https://doi.org/10.1038/s41598-019-56316-y>>.
- Knappett, C. (ed.) 2013. *Network analysis in archaeology: New approaches to regional interaction*. Oxford: Oxford University Press.
- Mills *et al.* 2013 = Mills, B.J., J.J. Clark, M.A. Peeples and W.R. Haas. 2013. ...Transformation of social networks in the late pre-Hispanic US Southwes. *PNAS* 110, 15: 5785-5790. <<https://doi.org/10.1073/pnas.1219966110>>.
- Mocella *et al.* 2015 = Mocella, V., E. Brun, and C. Ferrero. 2015 ... Revealing letters in rolled Herculaneum papyri by X-ray phase-contrast imaging. *Nat Commun* 6, 5895. <<https://doi.org/10.1038/ncomms6895>>.
- Prignano *et al.* 2017 = Prignano, L., I. Morer and A. Díaz-Guilera. 2017. *Wiring the Past: A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks*. *Front. Digit. Humanit.* <<https://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00013>>.
- Prignano *et al.* 2019 = Prignano, L., I. Morer, F. Fulminante and S. Lozano. 2019. Modelling terrestrial route networks to understand inter-polity interactions (southern Etruria, 950-500 BC). *Journal of Archeological Science* 105: 46-58. <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.02.007>>
- Radivojević, M. and J. Grujić. 2018. Community structure of copper supply networks in the prehistoric Balkans: An independent evaluation of the archaeological record from the 7th to the 4th millennium BC. *Journal of Complex Networks* 6, 1: 106-124. <<https://doi.org/10.1093/comnet/cnx013>>.
- Samuelsen, J.R. and A. Potra. 2020. Biologically available Pb: A method for ancient human sourcing using Pb isotopes from prehistoric animal tooth enamel. *Journal of Archaeological Science* 115, 105079. <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105079>>.
- Schweitzer, F. 2018. Sociophysics. *Physics Today* 71, 2: 40. <<https://doi.org/10.1063/PT.3.3845>>.
- Smith, T.M. *et al.* 2018 = Smith, T.M., C. Austin, D.R. Green, R. Joannes-Boyau, S. Bailey, D. Dumitriu, S. Fallon, R. Grün, H.F. James, M.H. Moncel, I.S. Williams, R. Wood and M. Arora. 2018. Wintertime stress, nursing, and lead exposure in Neanderthal children. *Science Advances* 4, 10, eaau9483. <<https://doi.org/10.1126/sciadv.aau9483>>.
- Solé, R. 2009. *Redes complejas, Del genoma a Internet*. Barcelona: Tusquets Editores S.A.

Roman Open Data: A semantic based Data Visualization & Exploratory Interface

Xavier Gimenez Baqués

Alessandro Mosca

Bernardo Rondelli

Guillem Rull Fort

1. From observation to explanation

Ancient History is based on abductive reasoning: it starts with a set of observations then seeks to find the most likely explanation for the observations. This process, unlike deductive reasoning, yields plausible conclusions but does not always verify it. Abductive conclusions can generate uncertainty or doubt, which is expressed in retreat terms such as “best available” or “most likely” explanation. In this framework, Ancient History strongly depends on the capacity of exploring observations, building the explanation and justifying it as the “most likely”.

The EPNNet project (Remesal *et al.* 2014; Remesal and Rondelli 2017) was born exactly to overtake this boundary. The main goal of EPNNet was the use of formal tools for falsifying existing hypotheses concerning the roman economy. Over the last couple of centuries, several historians have developed a variety of hypotheses to explain the organization of the Roman Empire trade system. These hypotheses continue to be based on “the most likely” approach and are difficult to falsify.

Roman amphorae can be considered one of the best archaeological markers of Roman Empire economic production and transactions. They are a unique indicator of social relationships and chronological dynamics, because of their distribution throughout the Empire, the precise information contained in their epigraphy (similar to modern trademarks and labels) and their diachronic persistence.

Here we describe our contribution, within the EPNNet Project, in providing historians with computational tools to compare, aggregate, measure, geo-localise, and search data about Latin inscriptions on amphoras for food transportation.

2. open data, semantics and data visualization

At the end of the eighties, the CEIPAC research group began compiling a database of amphorae epigraphy. The database is based on a systematic analytical approach to the epigraphy of amphorae, initiated by H. Dressel, neglected for a long time, and then updated and improved first by E. Rodríguez Almeida and later by the CEIPAC group. This database currently contains more than 54,000 entries and represents an extraordinary source for providing observations about roman empire and supporting the generation of historical hypotheses.

A specific research activity within the EPNet project has been dedicated to the development of an open and semantic based new infrastructure of the CEIPAC database, integrating a series of other existing datasets (ADS – Roman Amphorae, Epigraphic database of Heidelberg, Pleiades graph of ancient places) using the ontology-based data access and integration approach (Calvanese *et al.* 2015; 2016; Mosca *et al.* 2015). A Data Visualization & Exploratory Interface has been then developed to explore in a more powerful and intuitive way all the data integrated.

We developed an ontology that models the domain of Roman amphora epigraphy. This ontology is defined according to the state-of-the-art formal ontological models and standards for representing cultural heritage objects; in particular, it is a specialization/extension of the CIDOC CRM.¹ Other standards that have been taken into account and served as inspiration are: FaBiO² for the bibliographic references, the Europeana Data Model,³ and the EAGLE Metadata Model and domain-centered vocabularies.⁴ This knowledge representation effort addresses two main problems. Firstly, the ontology provides a formally defined, unambiguous, framework for exporting the data in a way that can be manipulated by computer-based simulations and complex-network analysis tools (*see the other papers in this volume*). And secondly, it allows the publication of the data on the web in an interoperable, standard-compliant way, following the Linked Data approach, which makes the project's data integrable with other data sources.

All the documentation for the ontology developed can be found in <http://romanopendata.eu/sparql/doc>. A technical and exhaustive description of the approach can be found in (Calvanese *et al.* 2015; 2016).

2.1 Data integration & management

We integrated the CEIPAC database with three complementary datasets:

- the ADS (Archeology Data Service) Roman Amphorae⁵
- the Epigraphic Database Heidelberg⁶
- the Pleiades gazetteer of ancient places⁷

The integrated system follows the Ontology-Based Data Access (OBDA) approach, in which the integrated data sources are mapped into a common domain ontology, so users can pose their queries on the system in terms of the homogeneous vocabulary defined by the ontology. In this way, users can access the data from all the integrated datasets without having to know the individual structure of each of them. To the users, all the data is structured according to the domain ontology of the integrated system. Data access is done via the query language SPARQL, a standard defined by the W3C, and one of the core components of the Linked Data framework. A SPARQL endpoint for the project is available at <http://romanopendata.eu/sparql>.

To facilitate the addition of new data to the system, a web-based data entry interface has been designed and is available at <http://romanopendata.eu/dataentry>. Authorized users can login into this web

¹ <http://www.cidoc-crm.org>.

² <http://vocab.ox.ac.uk/fabio>.

³ <http://pro.europeana.eu/edm-documentation>.

⁴ <http://www.eagle-network.eu/about/documents-deliverables>.

⁵ http://archaeologydataservice.ac.uk/archives/view/amphora_ahrb_2005.

⁶ <https://edh-www.adw.uni-heidelberg.de>.

⁷ <https://pleiades.stoa.org>.

application, fill the corresponding forms with the new epigraphic data, and submit it for review. An administrator user that is also an expert in the domain will later verify the quality of the data and, if it qualifies, accept it for publication. New records are added as part of the CEIPAC dataset for Roman amphora epigraphy.

2.2 Data visualization

Data visualisations and graphics are fundamental to studying complex subject matter. However, beyond acknowledging this value, scientists rarely consider how visualisations can enable discovery, create engaging and robust reporting, or support online resources. Producing accessible and unbiased visualisations from complicated, uncertain data requires expertise and knowledge from science, computing, and design (McInerny *et al.* 2014), however it represents a powerful solution for supporting scientific research both in terms of data explorations and argumentation. In the last years the use of data visualizations to support scientific research has increased, as well as the literature that emphasizes the research about how people perceive, read (and misread) and interprets different kinds of visualizations and which types of plots are most effective and easiest to decipher. Nowadays, there is a good amount of literature depicting best practices about how to create effective visualization ('Visualization Analysis & Design', Tamara Munzner 2014). On this domain, and as a result of the growth of influence that Data Visualization is acquiring, it is noteworthy to mention some examples, such as the publication of *The Atlas of Science: Visualizing what we know* (Porter and Börner 2011), which offers a compendium of the evolution of science through the use of visual maps.

In the context of the EPNNet project, in order to facilitate the exploration and navigation of the integrated data for users that are not proficient with the SPARQL query language, we have developed an interactive, online data visualization tool, which is available at <http://romanopendata.eu>.

This tool innovates by coupling the semantic web approach with data visualization technologies, for supporting data-driven explorations and pattern detections. This means that all data shown in the tool is obtained in real time by querying the integrated system via the provided SPARQL endpoint. The generated queries depend on the user's selections within the tool: users are indirectly making their own queries by clicking on items and selecting filters, without having to be aware of the SPARQL query language at all.

In order to offer the maximum flexibility in terms of search capabilities, the user interface offers a set of filtering options that covers most of the relevant attributes that characterizes the data. The filters are divided into two categories (epigraphic and bibliographic attributes) that can be combined when performing an advanced search, as shown in the figure below:

New Search «

Search for inscriptions... (like pnn) Advanced search

match exact text ⓘ

Epigraphic search ⓘ

Inscription Types	Places	Finding Places
Countries	Amphora Types	Place Functions
Inscription Direction	Inscription Position	Reliefs

Select inscription types to look for:

Titulus pictus

Stamp

Sketch

Bibliographic search ⓘ

Search by author:

Bibliography title:

Search by publication year:

Search

New Search «

Search for inscriptions... (like pnn) Advanced search

match exact text ⓘ

Epigraphic search ⓘ

Bibliographic search ⓘ

Search by author:

Bibliography title:

Search by publication year:

Search

The interface relies on some well-know foundational visualization design patterns, by offering an interconnected set of views (linking and brushing paradigm), each of which facets the data in different dimensions, and at the same time, all reacting to possible filter or brushing actions done by users from any view.

The tool also promotes ‘progressive disclosure’, by showing first aggregated views of the data and then providing a clear path to unveiling details, accessible on demand:



Example of the user interface showing aggregated data from 3 different query results, and then providing affordances to drill down to more granular data.

The tool is equipped also with more advanced filtering systems, like Elastic lists, which offers mechanisms for browsing multi-faceted data, by enabling the selection of different attributes on the data and generating combinations of attributes that shape the data according the selection.

AmphoricTypeTitle	AreaTitle	FindingPlaceTitle	SimplifiedTranscription
Dressel 20	Abernethy	13.8.1960.	
Dressel 23	Agde	89 N 01 (090-110)	
	Alcolea del Rio	89 N 01-02 (030-040)	
	Amiens	89 N 02 (120-140)	
	Angers	89 N/S (01-02, 050-060)	
	Ardèche (Alba)	89 S 01 (120)	
	Augst	89 S 01-02 (030-050)	
	Banasa	89 S 09 (100-120)	
	Bardon Mill	89 S 09 (120-140)	
	Biesheim	89 S 09 (160-180)	
Bonn	89 S 10 (030-040)		
Caerleon	89 S 10 (065)		

Example of an elastic list showing the distribution of occurrences by 4 different attributes and enabling combinations of selection in order to filter the data by multiple criteria.

Access to individual datum is always available from the different existing views (geographically, timeline, and tabular representations), as shown below:

Browsing 11 images so far.
Scroll down to fetch more images, if any

The grid displays 11 individual datum cards. Each card includes an image of the artifact, a simplified transcription (e.g., PNN), and a full transcription (e.g., |PNN|). Some cards also include a small map showing the artifact's location. The artifacts shown include:

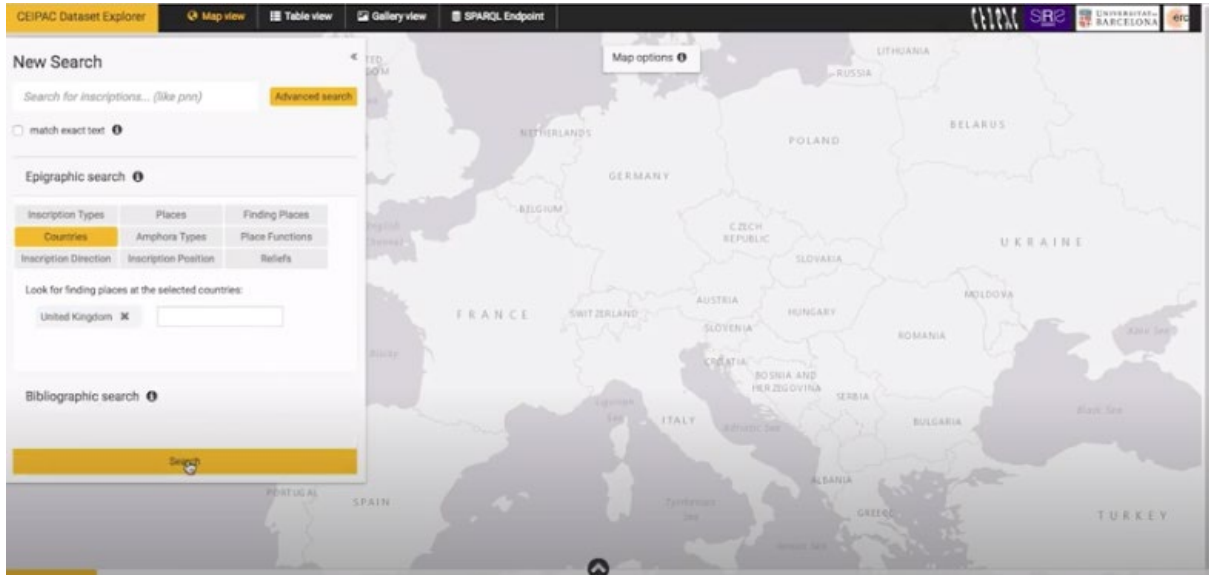
- Top-left: PNN, SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |PNN|
- Top-middle-left: PNN, SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |PNN|
- Top-middle-right: PNN, SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |Pnn|
- Top-right: P.N.N., SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |P·N·N|
- Bottom-left: PNN, Ponsich (1974) *
- Bottom-middle-left: P.N.N., SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |P·N·N|
- Bottom-middle-right: PNN, Chic (1985) *
- Bottom-right: P.N.N., SimplifiedTranscription PNN, FullTranscription |P·N·N|

In order to facilitate the use of the visualization tool, a series of demos and tutorials have been realized and accessible from the home page.

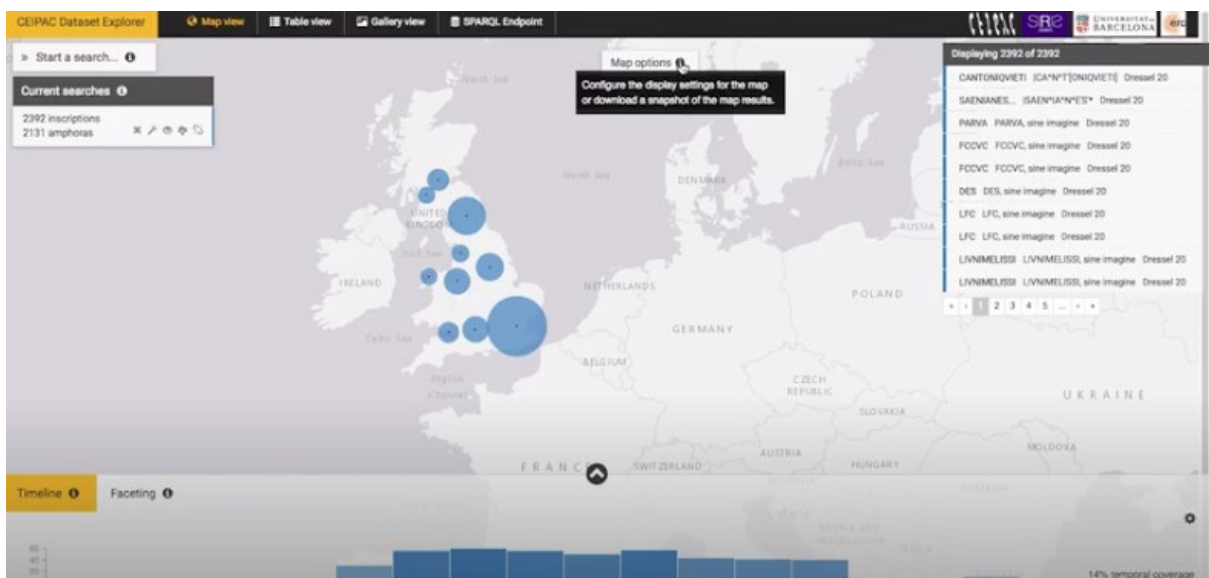
A use-case example:

To demonstrate some of the capabilities of the tool, here the series of actions performed by a user aiming at downloading data from “*searching amphoras nearby the Hadrian’s Wall*”:

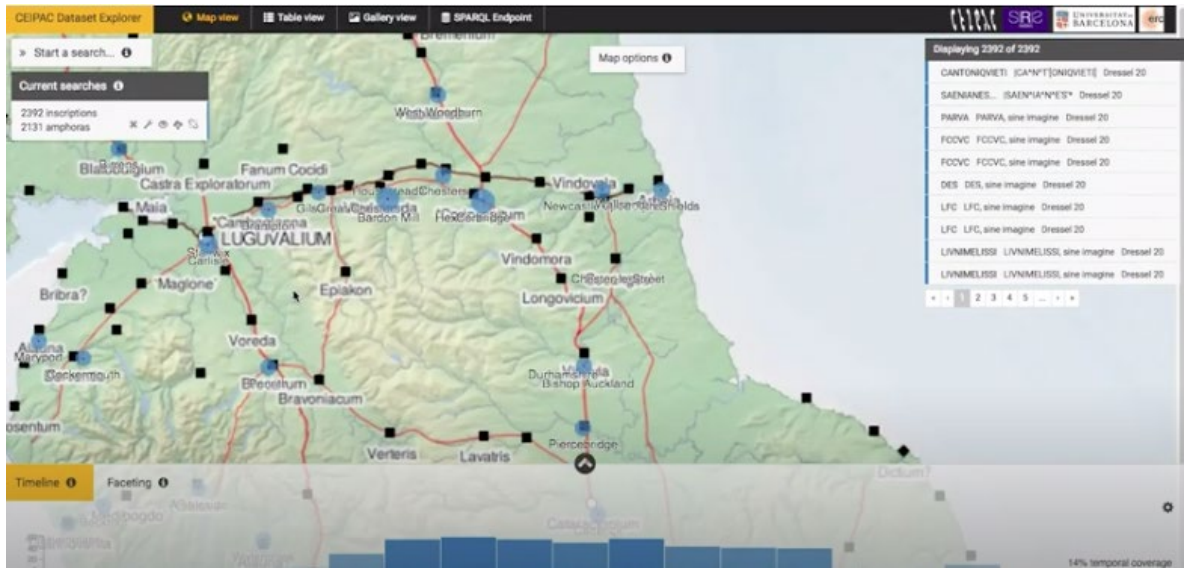
1. By using the advanced search, filter results only for amphoras found within United Kingdom:



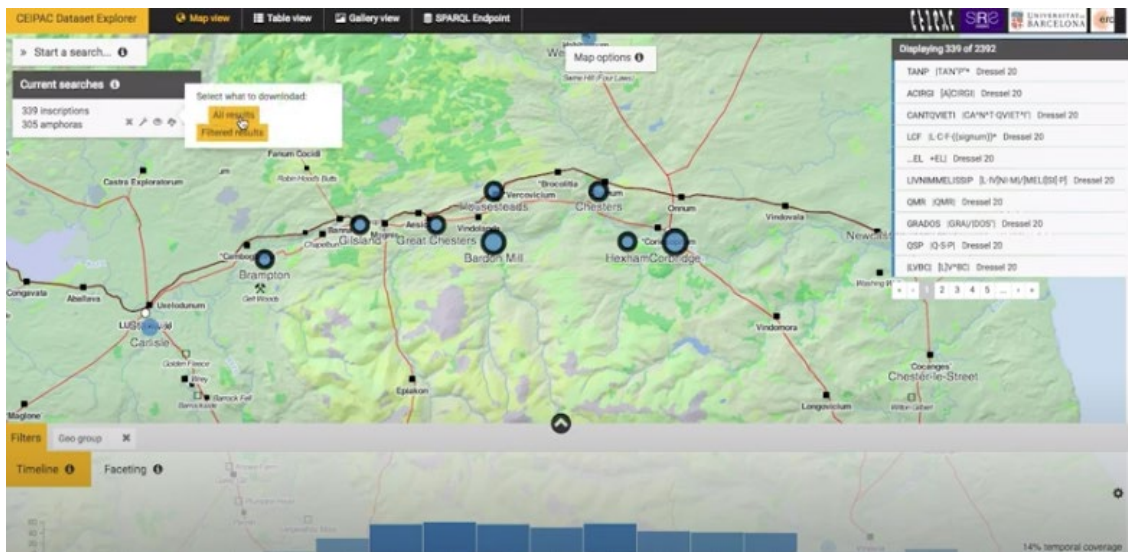
2. Once the results are obtained, the user can change the type of map by selecting the roman Empire ancient map.



3. The user performs zooming and panning option to frame the area of interest (North of Britain)



4. After selecting places of interest around the Hadrian's Wall (MaryPort, Carlisle, Bardon Mill (Vindolanda), Corbridge, ...), the user can download the data filtered by the geographical selection performed by the user.



3. From technology change to research-culture change

Over the last ten years, the amount of data available in the so-called linked data cloud has continued to grow very rapidly. Although a huge amount of data is now also available in the cultural heritage and digital humanities sectors, there are still few examples of reuse of such data, especially in the field of ancient history and archaeology. In other words, there exists an increasing number of research projects working for developing innovative technological solutions for data integration and access, however few scholars and research groups within the humanities are really using them.

This shortage requires more attention and understanding in order to take advantage from the research efforts realised in the last years. For fully exploiting the enormous potential offered by semantic technologies and linked data it will be necessary to face the challenge of contributing not only to a technological change but also to a new academic and scientific culture: a culture that needs to prioritize the processes of data management and data sharing. In sectors such as digital humanities, still dominated by a strong tradition from the two-dimensional world of print, facing these challenges will be more difficult and more urgent than in other sectors.

In this perspective, the first lesson learnt from the EPNet is that publishing data in open format, using the most advanced semantic technologies is not enough if you don't train scholars and students in a) learning how to use these technologies and b) how to contribute to publishing their data in the same format.

The second lesson is the urgent need to change from a culture of controlling data for individual benefit to the capacity of linking and contributing to data sharing and integration. The questionable practice of publishing the explanation before the access to the full datasets of observations is an issue that the humanities in general, and ancient history in particular, should seriously deal with. The attitude of not publishing full datasets for not creating the conditions (full access to the data) for someone else to be able to propose a better or before explanation should be strongly fought in the academic environment, as it happens in other scientific disciplines.

The tension between promoting scientific goals in spite of protecting the privacy interests of study participants should be overcome, as this happened and is happening in other scientific fields during the last decades. Science is becoming more and more collaborative and without embracing the open science paradigm, humanities and ancient history will be even more relegated to the periphery.

Projects like EPNet demonstrate that it is much easier to dedicate effort to improve technological solutions (e.g from a classical relational database to a fully integrated semantic platform), but definitely harder changing the research culture in which these solutions are built and exploited. The challenge is how to facilitate this research-culture change and for this reason future investments should be made in that direction.

References

Calvanese *et al.* 2015 = Calvanese, D., A. Mosca, J. Remeseal, M. Rezk and G. Rull. 2015. A 'Historical Case' of Ontology-Based Data Access, in *Proceedings of the 2015 Digital Heritage International Congress 2*: 291-298. IEEE, Granada.

Calvanese *et al.* 2016 = Calvanese, D., P. Liuzzo, A. Mosca, J. Remesal, M. Rezk and G. Rull. 2016. Ontology-based data integration in EPNet: Production and distribution of food during the Roman Empire. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 51: 212-229.

McInerney *et al.* 2014 = McInerney, G.J., M. Chen, R. Freeman, D. Gavaghan, M. Meyer, F. Rowland, D.J. Spiegelhalter, M. Stefaner, G. Tessarolo and J. Hortal. 2014. Information visualisation for science and policy: engaging users and avoiding bias. *Trends in ecology & evolution* 29(3): 148-157.

Mosca *et al.* 2015 = Mosca, A., J. Remesal, M. Rezk and G. Rull. 2015. Knowledge Representation in EPNet, in T. Morzy, P. Valduriez and L. Bellatreche (eds.) *New Trends in Databases and Information Systems: ADBIS 2015. Poitiers, France, September 8-11, 2015. Communications in Computer and Information Science Proceedings* 539: 27-437. Berlin: Springer.

Porter, M.A. and K. Boerner. 2011. Atlas of Science Visualizing What We Know. *Science* 331(6018).

Remesal *et al.* 2014 = Remesal, J., A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo, A. Mosca and G. Rull. 2014. The EPNet Project. In: *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. Proceedings of the First EAGLE International Conference (Paris, September 29-30 - October, 1, 2014)*: 455-464. Roma.

Remesal, J. and B. Rondelli. 2017. The EPNet Project: a non-conventional framework for falsifying historical theories, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55): 119-124. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

From Counting Pots to Reconstructing Economy: Computational Tools Developed in the EPNet Project

Iza Romanowska

Simon Carrignon

Maria Coto-Sarmiento

Jean Marc Montanier

Xavier Rubio-Campillo

1. Introduction

Much of the scientific progress can be attributed to new inventions and development of tools and methods for doing science.¹ Regardless of the quality of data, neatness of ideas or creativity of any given researcher little can be achieved without the right tools to do the task. In the past half century much of the new methodological development focused on harnessing the continuously increasing power of computers. Computational methods have long been a staple of many archaeological projects, but in the case of the EPNet projects they became one of the central pivots on which the project aims depended on.²

To this end, during the lifetime of the EPNet project the BSC team has focused their efforts on providing research software and bespoke computational tools to enable deep analysis of the archaeological data and to test hypotheses against detected patterns. By foregoing point-and-click tools and developing solutions in computer code (e.g., in R, Python or C++) the EPNet project has produced a substantial library of research software. The shift towards performing computational analysis using programming languages presents two major advantages - scientific transparency and reusability. The scientific transparency term refers to the fact that all research design decisions and every step in data manipulation are documented and open for scholarly scrutiny and replication. The reusability of code means that the initial investment in developing the software tools and pipelines can now benefit the whole archaeological community as code developed for one project can be directly used or modified and applied to other research projects. The research software tools developed as part of the EPNet range from relatively simple data analysis pipelines to complex simulation frameworks optimised for High Performance Computing environment. Here we will provide a concise overview of each tool and the range of potential applications. They will be grouped into broad three categories: tools for applying similarity measures, pipelines for applying Bayesian inference and tools related to agent-based models.

2. Similarity measures

Comparing two sets of values is a common task in archaeology and a variety of statistical methods have been employed in the discipline to that end. Refactoring them into data analysis scripts allows for quick comparisons of dataset's elements even for large data compilations.

¹Galison 1997.

²Remesal *et al.* 2014.

Jaccard similarity coefficients is a commonly applied measure of distance between two sets that denotes the ratio of intersection and union of the sets. In simple terms, it is calculated as a percentage of the common elements compared to the total number of unique elements of both sets. For example,

$$\begin{aligned}
 A &= [a, b, c, d] \\
 B &= [a, b, e, g] \\
 \text{Intersection} &= [a, b] = 2 \\
 \text{Union} &= [a, b, c, d, e, g] = 6 \\
 \text{Jaccard Distance} &= 2/6 = 0.33333...
 \end{aligned}$$

Jaccard distance provides the most basic measure of similarity between two sets, in which the order of elements is not important (such as archaeological assemblages), focused on present/absence of common elements. Thus, it shows to what extent the two sets (for example, archaeological assemblages from two sites) resemble each other in terms of the finds. Although there is no one-to-one relationship, similarity of assemblages is usually interpreted as a result of similar socio-economic processes. For example, a similarity between two Roman military camps in terms of pottery stamps found at them would be a strong indication that they both received, say, olive olive as part of the same supply line. The code developed in the EPNet project calculates the Jaccard distance of all pairs of datasets and creates a matrix of similarity. This matrix is then further analysed using Multi-Response Permutation Procedure (MRPP) and a clustering algorithm *neighbour joining*. The code can be found here: <https://github.com/xrubio/ecologyStamps>. It was used to analyse the amphora stamps found in different Roman provinces.³ Authors have been able to highlight distinctive trade routes and the importance of spatial closeness, military presence, and Atlantic sea routes.

The Morisita-Horn index is in many ways similar to the Jaccard distance as it compares the proportion of elements that are common for two datasets. However, it also takes into account the frequency of each element thus comparing the full distribution of the datasets. In simple terms, while for Jaccard distance it would not make a difference whether element x is present in dataset A five times and in dataset B 10 times (only the present/absence is considered) the Morisita-Horn index will group datasets with similar frequencies of each type closer together. Thus, for datasets with a coherent spatiotemporal range this method may be more meaningful than the simpler Jaccard Distance. The code developed in the EPNet project calculates the Morisita-Horn index for all pairs of sites and creates a matrix of similarity, which is visualised as a dendrogram. The code can be found here: https://github.com/Mcotsar/Edinburgh_research. It was used to analyse the frequency of distribution of Roman amphora stamps from the olive oil production region of Baetica as well as from military camps and civil settlements in the provinces of Britannia and Germania (publication pending).

Edit distance is a measure of the minimum number of changes that one string (a set of characters, such as a word) needs to undergo in order to become another string. The permitted changes are: deletion, insertion and substitution. For example,

$$\begin{aligned}
 A &= \text{'banana'} \\
 B &= \text{'panamas'} \\
 \text{Edit distance} &= [\text{substitution: 'b'-'p'}, \text{substitution: 'n-'m'}, \text{insertion: 's'}] = 3
 \end{aligned}$$

³Rubio-Campillo *et al.* 2018.

Edit distance is a good method for comparing strings of different lengths (or in mathematical parlance partially ordered sets)⁴ where part of the original string may be missing (the algorithm aligns strings to minimise the number of changes). Thus, it is uniquely well positioned to enable rapid comparison of large quantities of epigraphic data, such as inscriptions, stamps, *tituli picti*, etc. The code developed in the EPNet project, calculates the edit distance of all pairs of strings, creating a two dimensional matrix visualised as a heatmap. This matrix is then used to calculate clusters and create a dendrogram which groups series of inscriptions according to their similarity. The code can be found here: https://github.com/izaromanowska/edit_distance It was used to analyse *tituli picti* inscriptions on P08 amphorae from the city of Pompeii.⁵

3. Bayesian Inference

Bayesian inference is a family of techniques in which the probability of a hypothesis is adjusted according to each new piece of evidence. It is often contrasted with the frequentist approach commonly used in statistics where the truthfulness of a hypothesis is estimated to a given degree of certainty on the basis of the evidence. Although the difference seems subtle using one or the other framework may have profound consequences on the results obtained. Methods based on the Bayes Theorem have proven to be particularly useful in research where there exist multiple overlapping hypotheses and different sources of data with high levels of uncertainty. Both conditions are typically met in archaeological research and for this reason the approach looks particularly promising.

The application of a pure Bayesian hypothesis-testing framework requires advanced mathematical techniques for most case studies and inhibits the use of the framework for very complex models due to the high complexity of a crucial step in the research pipeline: the likelihood function. However, a recent innovation known as ABC (Approximate Bayesian Computation) has allowed to extend the use of Bayesian inference to complex simulations such as Agent-Based Models by using High-Performance Computing.

Bayesian inference can be used to test formally defined hypotheses against the available data - a process commonly referred to as model selection. The posterior distribution of each competing model can be calculated with Markov Chain Monte Carlo Method (MCMC) and assessed in terms of its simplicity and fit to the data with one of the Information Criterion, such as Deviance Information Criterion (DIC). As a result, the researcher obtains the 'score' of how well each model explains the data taking into account both closeness to the data and parsimony (i.e., simpler explanations are favoured over more complicated ones).

The code developed in the EPNet project, formalises four economic hypotheses into statistical models and runs them using MCMC. The code can be found here: <https://github.com/xrubio/bayesRome>. It was used to quantify the probability of different market structures involved in olive oil trade and to compare each model predictions to a dataset of amphoric stamps.⁶

Approximate Bayesian Computation is another Bayesian inference technique which calculates to what degree any given model predictions are consistent with the available data. Pure Bayesian frameworks

⁴ For sets of equal length where the elements are compared pairwise (first with first, second with second...) it is customary to use hamming distance.

⁵ Martín-Arroyo Sánchez, Romanowska this volume.

⁶ Rubio-Campillo *et al.* 2017.

require the modeller to define the likelihood function as a mathematical function and this step becomes increasingly difficult as a model gets more complex. ABC allows to apply Bayesian framework for these cases by approximating the posterior distribution using computer simulation. Thus, by running thousands of different combination of model parameters it becomes possible to establish which values are most plausible in light of the available evidence, i.e., the archaeological data.

The EPNNet project explored the potential of the ABC for inferring historical dynamics with a first simple case study exploring the evolution of Western warfare across 500 years.⁷ The lessons from this study were later applied to assess the match between different parameters in an agent-based model of economic interaction. The code developed in the EPNNet project distributes different simulation runs on a supercomputer, gather the results and calculate their match to the data and show the posterior distribution of parameters that fit the data best. The code can be found here: <https://framagit.org/sc/abc-pandora/>. It was used to explore the model described in Carrignon *et al.* (2015) at a theoretical level and then to evaluate the plausibility of different market structures driving craft produce trade in the Roman East.⁸

4. Agent-based Modelling

Agent-based Modelling (ABM) is an increasingly popular simulation technique among social and natural scientists. It has been also gaining ground in archaeology (Lake 2014). Agent-based models consists of individual agents whose simulated interactions with each other and with their environment result in the emergence of population-scale patterns that can be directly compared to archaeological (and other) data.

The major software product that has been developed and maintained by the BSC-CNS team and in particular Xavier Rubio Campillo is **Pandora**⁹ - an ABM framework for developing large scale distributed simulations taking advantage of high performance computing facilities such as supercomputers. It enables running much larger and more complex models over a wider parameter space compared to the current level of most archaeological applications. Its functionality extends over GIS integration and simulation data analysis tool - Cassandra. Pandora can be found here: <https://github.com/xrubio/pandora>.

For anyone who needs to first get in grip with coding agent-based models a series of tutorials was developed by the BSC team. While not assuming any prior knowledge of programming or data science it uses a series of archaeological case studies to gently guide the reader through the first steps in creating agent-based models in popular among social scientists and archaeologists framework: NetLogo. The tutorials and code can be found here: https://github.com/izaromanowska/ABM_tutorials. They can be coupled with the jargon-free introduction to the method and its different aspects published in Romanowska *et al.* 2019, Davies *et al.* 2019 and Crabtree *et al.* 2019.

Finally, the BSC has developed a number of agent-based models which can be used as a basis of more complex simulations or repurposed for other case studies. In particular, the model of cultural interaction between amphorae workshops can be used to study the impact of cultural change in crafts

⁷ Rubio-Campillo 2016, the code can be found here: <https://github.com/xrubio/lanchester>.

⁸ Carrignon *et al.* submitted

⁹ Rubio-Campillo 2014.

production on variability among and between the resulting assemblages, of, for examples, pottery. The code in Python can be found here: <https://github.com/simoncarrignon/apemcc>. It was used to study horizontal and vertical knowledge transmission between pottery workshops in Roman Baetica.¹⁰

Another agent-based model developed in the BSC-CNS is the *Trade Distance Model*. This abstract agent-based simulation has been developed to study the impact of distance from the production center on the inception curve of a product. Written in NetLogo¹¹ the code can be found here: <https://github.com/izaromanowska/trade-distance-model>. It was used to showcase the way in which simple, abstract agent-based model can be used as heuristics to better understand patterns in data related to Roman trade.¹²

Finally, a generalised ABM framework was developed to study different aspects of the interaction between economic process and cultural transmission among traders (Carrignon et al. 2015). This general framework has been successfully applied in the implementation of two models. The authors also compared the qualitative differences obtained by the two implemented models. The source code used can be found here: <https://github.com/montanier/CMR-WSC-CoEvolutionTradeCulture>. This model was later modified to study craft trade in the Roman East (code: <https://framagit.org/sc/ceeculture>¹³).

Conclusions

This brief summary of computational tools shows the breath of applications, topics and methods developed and applied by a small research team in the course of one project - the EPNet. From data analysis of complex datasets to modelling theories and testing them against pattern detected in the data - computational tools facilitate and often enable asking questions that could have never been asked before and tackling some of the complexities of the past. Archaeological practice is teeming with data and theories yet tools for efficient analysis of large datasets and applying them to test hypotheses are still few and far between. This is seriously hampering the discipline's efforts to ensure transparency, replicability and cumulative research. Although the calls for moving away from point-and-click software and towards open methods have been voiced before,¹⁴ the current practice is still far from perfect. One of the major hindrances hampering this effort is the limited exchange between researchers and projects forcing everyone to develop their own solutions instead of building upon earlier work. By performing data analysis and formal modelling exclusively in a scripting environment of R, Python and C++ and publishing them open access the EPNet project members hope to support other researchers in archaeology and beyond in their computational work.

¹⁰ Coto Sarmiento *et al.* in press.

¹¹ Wilensky 1999.

¹² Romanowska 2018.

¹³ Carrignon *et al.* submitted.

¹⁴ Marwick *et al.* 2017.

Literature cited

Carrignon *et al.* submitted = Carrignon, S., T. Brughmans and I. Romanowska. submitted. An agent-based modelling and approximate Bayesian Computation exploration of ceramic tableware data and commercial information flows in the Roman East.

Carrignon *et al.* 2015 = Carrignon, S., J.-M. Montanier and X. Rubio-Campillo. 2015. Modelling the Co-evolution of Trade and Culture in Past Societies, in L. Yilmaz, W.K.V. Chan, I. Moon, T.M.K. Roeder, C. Macal and M.D. Rossetti (eds.) *Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference*: 3949-3960. California.

Coto-Sarmiento *et al.* *in press* = Coto-Sarmiento, M., S. Carrignon, X. Rubio-Campillo and J. Remesal. J. *in press*. An Agent Based Model to Detect Variations in the Transmission of Potters from Baetica Province, in *The Making of Value and the Value of Making, 19th International Congress of Classical Archaeology, 22- 26 Mayo, Cologne/Bonn, 2018*.

Crabtree *et al.* 2018 = Crabtree, S., K. Harris, B. Davies and I. Romanowska 2019. Outreach in Archaeology with Agent-based modeling A step-by-step guide for using agent-based modeling in archaeological research (Part III of III). *Advances in Archaeological Practice* 7 (2): 194-202. doi:10.1017/aap.2019.4.

Davies *et al.* 2019 = Davies, B., I. Romanowska, K. Harris and S. Crabtree. 2019. Combining Geographic Information Systems and Agent-Based Models in Archaeology: A step-by-step guide for using agent-based modeling in archaeological research (Part II of III). *Advances in Archaeological Practice* 7 (2): 185-193. doi: 10.1017/aap.2019.5

Galison, P. 1997. *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.

Lake, M.W. 2014. Trends in Archaeological Simulation. *Journal of Archaeological Method and Theory*: 258-287. <<https://doi.org/10.1007/s10816-013-9188-1>>.

Marwick *et al.* 2017 = Marwick, B., J. d'Alpoim. Guedes, C.M. Barton, L.A. Bates, M. Baxter, A. Bevan, E.A. Bollwerk, R.K. Bocinsky, T. Brughmans, A.K. Carter, C. Conrad, D.A. Contreras, S. Costa, E.R. Crema, A. Daggett, B. Davies, B.L. Drake, T.S. Dye, P. France, R. Fullagar, D. Giusti, S. Graham, M.D. Harris, J. Hawks, S. Heath, D. Huffer, E.C. Kansa, S. Witcher Kansa, M.E. Madsen, J. Melcher, J., Negre, F.D. Neiman, R. Opitz, D.C. Orton, P. Przystupa, M. Raviele, J. Riel-Salvatore, P. Riris, I. Romanowska, J. Smith, N. Strupler, I.I. Ullah, H.G.V. Vlack, N. VanValkenburgh, E.C. Watrall, C. Webster, J. Wells, J., Winters and C.D. Wren. 2017. Open Science in Archaeology. *The SAA Archaeological Record* 17: 8-14. <<https://doi.org/10.7183/2326-3768.4.1.41>>.

Remesal *et al.* 2014 = Remesal, J., A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio-Campillo, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo, A. Mosca and G. Rull 2014. The EPNNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: Economics and Political Dynamics, in *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. Proceedings of the First EAGLE International Conference*: 455-464. Sapienza Università Editrice. <<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/85564>>.

Romanowska *et al.* 2019 = Romanowska, I., S. Crabtree, B. Davies and K. Harris, K. 2019. Agent-based Modeling for Archaeologists. A step-by-step guide for using agent-based modeling in archaeological research (Part I of III). *Advances in Archaeological Practice* 7 (2): 178-184. <doi:10.1017/aap.2019.6>.

- Romanowska, I. 2018. Using Agent-Based Modelling to Infer Economic Processes in the Past, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos / Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60): 107-118. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Rubio-Campillo, X. 2014. Pandora: A Versatile Agent-Based Modelling Platform for Social Simulation. *Proceedings of the 6th International Conference on Advances in System Simulation*, no. c: 29-34.
- Rubio-Campillo, X. 2016. Model selection in historical research using approximate Bayesian computation. *PloS one* 11(1). <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146491>>.
- Rubio-Campillo *et al.* 2017 = Rubio-Campillo, X., M. Coto-Sarmiento, J. Pérez-Gonzalez and J. Remesal Rodríguez. 2017. Bayesian Analysis and Free Market Trade within the Roman Empire. *Antiquity* 91 (359): 1241-52. <<https://doi.org/10.15184/aqy.2017.131>>.
- Rubio-Campillo *et al.* 2018 = Rubio-Campillo, X., J.-M. Montanier, G. Rull, J.M. Bermúdez Lorenzo, J. Moros Díaz, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2018. The Ecology of Roman Trade. Reconstructing Provincial Connectivity with Similarity Measures. *Journal of Archaeological Science* 92 (April): 37-47. <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.02.010>>.
- Wilensky, U. 1999. NetLogo. <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.

Similarity Analysis in Epigraphy. Syntactic Clustering of *Tituli Picti* on the PO8 Amphoras

Daniel J. Martín-Arroyo Sánchez

Iza Romanowska

1. Introduction¹

The Pompeii 8 is a type of Roman amphora from Crete. It is known as the Schoene-Mau VIII type depicted in the *Vasorum formae* tables, published within volume IV of the *Corpus Inscriptionum Latinarum* (*CIL*) (Fig. 1). This volume is dedicated to the inscriptions from *Pompeii*, *Herculaneum*, and *Stabiae*, in the surroundings of *Mons Vesuvius*. Here we refer to this amphora type as PO08 to account for the diversity of amphora-shapes that could have been classified under this type by the authors of *CIL* IV.² Currently, the original design fits with the amphora-type Crétoise 2 (AC2), which was a wine trade container produced from the end of the Augustan period to the mid- or late-2nd century A.D.³ A total of 535 PO08 carrying *tituli picti* were recorded in the *CIL* IV. These inscriptions were made in Greek and Latin, using different inks. At first sight, it is difficult to evaluate whether they were applied in a standardised way. Within the EPNet Project,⁴ the Codex methodology⁵ has been proposed to investigate this epigraphic set beyond its general appearance. As a research tool, the Codex methodology has been developed to simplify data management and analysis. It divides every inscription into meaningful basic units taking into account the content of the text and the confidence level of their decipherability. These units and their spatial and formal aspects are transcribed in a series of symbols. These symbols can be interpreted in a similar way to any string of characters, for example, numbers in an equation system.

Here we present the results of an epigraphic investigation and their historically recontextualised interpretation. Primarily, the study has an epigraphic objective: to identify the basic units in every inscription, to determine their meaning and to detect structural patterns. For example, the inscription **ME** (*CIL*, IV, 6474; Fig. 1) can be identified as a basic unit because of its isolated position, near the handle, regarding the position of the main *tituli* ΛΥΤΤΙΟC / Μ · Π · ΤΕΥΠΩΝΟC, probably on the neck or shoulder of the amphora. It can be identified as a Greek or Latin word abbreviation or as the Greek number 45. By comparing its epigraphic features and context with other similar inscriptions, we can support its identification and possible meaning, for example, the weight or price of the vessel's contents. At the same time, similarities in the inscription syntax may indicate close trade contexts, in which information is broadcast using specific conventions. Such epigraphic structures would indicate the existence of a limited group of traders acting within similar mechanisms and places of exchange. Thus, the second goal of this research is to detect any patterns indicative of larger trade structures from the *tituli picti* epigraphic data. Even the same product, such as the Cretan wine, could arrive in *Pompeii* through different ports or trade routes involving different mechanisms of exchange. This research aims to establish whether these can be reconstructed based on the inscriptions on amphoras.

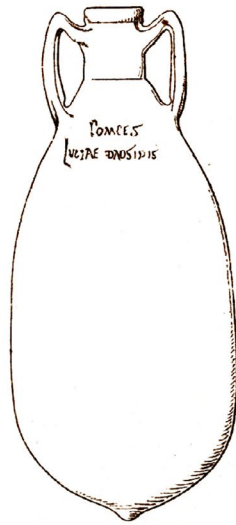
¹ Many thanks to Nick Bennet-Britton for the English revision.

² Martín-Arroyo *et al.* 2017: 181-182; Martín-Arroyo 2018: 316-317.

³ Marangou-Lerat 1995: 81.

⁴ Remesal *et al.* 2014.

⁵ The original idea of Codex, based on the *tituli* delta from the Dressel 20 amphora type, in Remesal and Aguilera 1999: 102-103; Aguilera 2000: 1232. A previous PO08 study case in Martín-Arroyo 2019.



ΛΥΤΤΙΟΣ
Μ·Π·ΤΕΥΠΩΝΑ

6474 in amphora (VIII) reperta 12 Apr. 1882 in aedibus VIII 5—6, 15, in area *b* formae *Bull. Inst.* 1883 p. 173.

ΛΥΤΤΙΟΣ
Μ·Π·ΤΕΥΠΩΝΟΣ

et ad d. prope ansam ΜΕ

Descripsi.

6483 in amphora (VIII) reperta 14 Iun. 1876 in aedibus VI 13, 16.

a ΛΥΤ
Μ·Π·
ΤΕΥΠΩΝΙ-

b prope ansam Ν

c inferius, colore albo ΠCS 0,07

Descripsi et edidi *Bull. Inst.* 1877 p. 172. — Sogliano *Not. d. sc.* 1876 p. 93, *f.* Viola *Scavi* 1873—78 p. 48, 36, om. *b. c.*

2 puncta om. Sogl. — 3 Τ·ΕΥΠΩΜΟΥ Sogl., ΤΕΥΠΩΝ- Viola; ΤΕΥΠΩΝOC fuisse suspicor.

Figure 1. P008 amphora type and related inscriptions: Schoene-Mau VIII type (P008 prototype); *tituli picti* CIL, IV, 6474 (with partial tracing by Marangou-Lerat 1995: n. P7, fig. 88) and 6483.

In this paper, we will present the research methodology used in the case study: the *tituli picti* from the P008 amphora found at *Pompeii*, including the introduction to the Edit Distance algorithm. The results will be depicted as a series of graphical representations and interpreted within their historical context. We will evaluate the usefulness of formal data modelling techniques with regards to the reduction of the uncertainty and the detection of epigraphic structures. Finally, we will discuss the challenges and potential of this type of computational tools to analyse data sources common in humanities research, especially in the light of their qualitative complexity and size.

2. Source management and resulting data set

The analysed dataset consists of 533 PO08 amphoras carrying *tituli picti* from the site of Pompeii and therefore dated before the year 79 AD. At first glance, almost all *tituli picti* are different: they record information regarding particular individuals and figures. Here we assume that similar commercial histories have a higher than random probability of sharing similarities in the general structure of the inscriptions. Although this is far from being an absolute distinction, we argue that the similarity of administrative documentation as recorded in *tituli* can be treated, with a degree of caution, as a proxy for commercial history. Thus, by grouping the sets of containers with the same epigraphic structure of inscriptions we may be able to identify specific administrative processes, a similar transport route or even specific cargo loads. However, quantifying the similarity of the *tituli* contents is highly problematic. Consider two *tituli*: one bearing the name of *Marcus Iulius* and a quantity of 30, and one with the name *Marcus Valerius*, and the quantity is in Greek ($\Lambda = 30$). It is clear that although the literal content of inscriptions carries a wealth of information, it also makes it difficult to compare the inscriptions, and it masks the underlying commercial process. To overcome this issue of data heterogeneity we apply the Codex methodology to the collected *tituli picti*. The Codex methodology codifies each epigraphic unit following simple semantic rules. Thus, the actual values of the epigraphic units, such as the names *Marcus Iulius* and *Marcus Valerius*, the figure 30 (Λ), or the content of an amphora, such as *wine*, are replaced with their semantic values (“Latin name”, “Latin/Greek number”, and “Latin product-noun” respectively). As a result, we only record the structure of the inscription: the presence/absence of given information and its form. Below we provide a detailed description of the Codex methodology.

2.1. The Codex methodology

The Codex methodology has been developed by the EPNNet Project to investigate epigraphic data beyond its lexical layer, which is noisy and notoriously difficult to interpret. To the best of the authors’ knowledge, there is no other epigraphic standard to classify accurately the syntactic structure of ancient inscriptions that would be applicable for data management and analysis of the PO08 *tituli*. Previous classification systems similar to the Codex methodology have been applied to the more regular sequence of data recorded in *tituli* from Dressel 20,⁶ and to amphoras carrying fish-based products.⁷ Here, these systems were adapted to the more heterogeneous epigraphic of PO08 by expanding the set of *concepta* used to classify the inscriptions and by including coding of the inscription language.

The Codex methodology consists of the following steps. First, every inscription is divided into meaningful basic units on the basis of their syntactic and lexical meaning. Second, these units, their location and formal aspects are transcribed in a set of characters. Finally, the confidence level given to the decryption is also recorded.

The identification of the basic units of every inscription is based on:

- The location in respect to other inscriptions on the amphora;
- Lexical meaning;
- Distribution in different lines of text;

⁶ Aguilera 2012.

⁷ Martínez 1998; Lagóstena 2002-2003; Lagóstena 2004.

- Different inks;
- Different languages (Greek or Latin).

For example, the *titulus* ME appeared beside the *tituli* ΛΥΤΤΙΟC / Μ · Π · ΤΕΥΠΩΝΟC in the inscription *CIL*, IV, 6474. A similar case is NT in 6483 (see both cases in Fig. 1). ME is identified as a basic meaningful unit because of its isolated position on the amphora's body near the handle. The meaning of "ME" might have been a Greek or Latin word abbreviation or the Greek number 45. This example shows the epigraphic value of using formal methods to compare inscriptions. If a similar set of syntactic units repeatedly appears in inscriptions, it may give some weight to one interpretation over the other. For example, if there is a good sample of amphoras where the weight of the contents is noted in a similar context to the amphora 6483's *titulus* ME, then it supports its interpretation as a Greek number 45 rather than a Latin abbreviation. Such epigraphic structures could have been used by a limited group of traders acting within similar mechanisms and areas of commerce or by harbour administration.

Every basic unit identified in the PO08 epigraphic record has been classified as one of the *concepta* defined by the Codex methodology (Fig. 2). Every *conceptum* expresses an isolable semantic unit, such as a determined word, number or idiom. The *conceptum* "Productus" refers to the commodity contained in the amphora or some related adjective. "Nomen" is the name of one or more individuals. If it is a plural name or a group of names the Latin conjunction *et* is included in the Nomen class. Abbreviations appear as the first part of a word or the initials of a name. The latter was always assumed if full stops followed the letters. In cases where the *titulus* could be read as either an abbreviation or a number, it was provisionally classified as the latter. The conceptual "Numerus" refers to numbers and "Consules" to consular datings. "Signum" is a mark, i.e., a non-alphabetic symbol. The *conceptum* "Reliquiae" was applied to vestiges of inscriptions that could not be deciphered because of their poor preservation. "Incertum" was used if it was not possible to establish the type of *concepta*. All identified units which had more than one potential meaning were included in the class of *concepta incerta* and additionally marked with a question mark.

Each inscription was transcribed to a script. To specify the alphabet (*Litterae*) of the inscription, we used uppercase (Latin) and lowercase (Greek) letters. The resulting set of symbols is named *Regestum*. We added spatial and ink characteristics by a complementary set of symbols (Fig. 3). In that way, we obtain simple formulae or *codices*, enabling us to compare the syntactic structure of inscriptions. For example, the inscription *CIL*, IV, 6483 (Fig. 1) can be read as:

ΛΥΤ(ΤΙΟC) / Μ · Π(ΟΠΥΛ)(---) · /= ΤΕΥΠΩΝ[ΟC] // Ν^Τ Λ ΙΙC S(---)

The *codex* of the inscription is:

p/n/=//x/\X

p represents ΛΥΤΤΙΟC, which was a variety of wine from the Cretan city of Lyttus.⁸

n stands for the name: Μ. ΠΟΠΥΛ. ΤΕΥΠΩΝΟC.⁹

/= indicates that the text continues in a subsequent line.

⁸ Martín-Arroyo 2020.

⁹ For example, *CIL*, IV, 10455 and 10460.

x is the NT - the Greek number 350.¹⁰

\ shows that the colour of the ink has changed.

X is capitalized because ICS must be Latin number 98 since the type “S” is exclusively Latin. The last *conceptum* was written with white ink, different to the rest of the inscription, making it quite clear that it is a Latin expression added to Greek *tituli*. In this case the interpretation is relatively straight forward, but in most of the researched cases, the reading of a *titulus* is more controversial and alternative readings can be proposed. To account for this uncertainty, we recorded alternative readings of an inscription separately under different *codices* and indicated their uncertainty with a ‘?’. Thus, a *registum* “p?” could be “p” or “i” in different *codices*.

CONCEPTUM	REGESTUM
Productus	P/p
Nomen	N/n
Numerus	X/x
Consules	C/c
Signum	S
Reliquiae	...
Incertum	I/i
Productus incertus	P?/p?
Nomen incertum	N?/n?
Numerus incertus	X?/x?
Consules incerti	C?/c?

Figure 2. Codex keys of *concepta*.

¹⁰ Any name with NT as initial letters in *Lexicon of Greek Personal Names (LGN)* (<http://clas-lgpn2.classics.ox.ac.uk/name>).

&	In the same line of text
/	In a following line of text
/=	The <i>conceptum</i> continues in the following line of text; e.g. N/=
//	<i>Ab altera parte</i> ; elsewhere
!	Doubtful position
\	Written with a different ink

Figure 3. Codification of spatial and ink characteristics.

2.2. Summary statistics

The summary statistics of the resulting data set are described in tables (Fig. 4-7). The length of inscriptions ranges from 1 to 9 *concepta* (see Fig. 4). On average, there are 1,89 *concepta* for each amphora. Most of *concepta* come in pairs. They occur less frequently singly or in groups of three or four units. Cases of five or more *concepta* are exceptional. In general, 80% of amphoras carry inscriptions of one or two *concepta*.

N° <i>concepta</i>	Total <i>concepta</i>	N° amphoras	% <i>concepta</i>	% amphoras
1	213	213	21,1%	40,0%
2	416	208	41,1%	39,0%
3	249	83	24,6%	15,6%
4	84	21	8,3%	3,9%
5	15	3	1,5%	0,6%
6	18	3	1,8%	0,6%
7	7	1	0,7%	0,2%
8	0	0	0,0%	0,0%
9	9	1	0,9%	0,2%
TOTAL	1011	533	100,0%	100,0%

Figure 4. Breakdown of the inscriptions based on the number of *concepta*.

60% of inscriptions are written in Greek (GRA) and the remaining ones in the Latin (LAT) alphabet (Fig. 5). There does not seem to be a difference between the languages in respect to the length of the inscription, i.e., both Greek and Latin *tituli* have a similar proportion of one, two and three *concepta*. It should be noted that the language could not be identified for *concepta* recorded as *signa* or *reliquiae*.

About half of *concepta* have uncertain decryption (*concepta incerta*) (Fig. 6). The most numerous category is “Nomen” in both Greek (23% of deciphered *concepta*) and Latin (15% of deciphered *concepta*). This is followed by inscriptions containing a number (‘Numerus’; 7% of deciphered *concepta*) and amphora content (‘Productus’; 4,5% of deciphered *concepta*). Regarding the proportionality of the *concepta certa* mentioned above, there is a significant number of items in the ‘Numerus incertus’ category (11%).

Nº <i>concepta</i>	GRA	LAT	Total	% GRA	% LAT	% Total
1	120	92	213	11,9%	9,1%	21,1%
2	246	167	416	24,3%	16,5%	41,1%
3	155	91	249	15,3%	9,0%	24,6%
4	42	41	84	4,2%	4,1%	8,3%
5	12	1	15	1,2%	0,1%	1,5%
6	12	5	18	1,2%	0,5%	1,8%
7	3	4	7	0,3%	0,4%	0,7%
8	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%
9	0	9	9	0,0%	0,9%	0,9%
TOTAL	590	410	1011	58,4%	40,6%	100,0%

Figure 5. Use of Greek (GRA) and Latin (LAT).

CONCEPTUM	GRA	LAT	Total	% GRA	% LAT	% Total
Productus	34	12	46	3,4%	1,2%	4,5%
Nomen	234	156	390	23,1%	15,4%	38,6%
Numerus	19	53	72	1,9%	5,2%	7,1%
Consules	2	3	5	0,2%	0,3%	0,5%
Signum			5			0,5%
Reliquiae			6			0,6%
Incertum	116	86	202	11,5%	8,5%	20,0%
Productus incertus	21	5	26	2,1%	0,5%	2,6%
Nomen incertum	66	76	142	6,5%	7,5%	14,0%
Numerus incertus	98	19	117	9,7%	1,9%	11,6%
Consules incerti	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%
Total of <i>concepta certa</i>	289	224	524	28,6%	22,2%	51,8%
Total of <i>concepta incerta</i>	301	186	487	29,8%	18,4%	48,2%
Total of records	590	410	1011	58,4%	40,6%	100,0%

Figure 6. Quantification of *concepta* based on the language (Graecae and Latinae) and uncertainty.

Finally, Figure 7 shows the distribution of the *regesta* (i.e., *concepta* including the uncertainty factor). What is most striking is the high number of *numeri incerti Graeci* (x?). These, in many cases, could be read as *nomina Graeca* (n), that is, Greek name abbreviations. In all contested cases they have been classified as *numerus incertus*. Nevertheless, recent approaches on the PO08 amphora epigraphy¹¹ suggest that at least some *tituli* written in well-delimited contexts should be identified as Greek names of people who were dealing with the amphoras. This line of research should be pursued further.

Figure 7 also shows that in cases of amphoras with only one *conceptum*, 71% of them could be read with a high degree of certainty (*concepta certa*), which is significantly higher than the average of 50% certain readings. This is due to the completeness of written Greek names and the presence of recognisable initials of *tria nomina* in amphoras with just one *conceptum*. In that sense, the presence of Greek uncertain names and numbers is more reduced than in the following groups. This difference could indicate a specific pattern or context in which names are written in a more complete manner, in order to satisfy the functionality of these *tituli*. In that sense, the structural patterns of groups of *tituli* could be indicative of the commercial process, in which the identification of an individual seems to play an important role.

Nº <i>concepta</i>	p	P	n	N	x	X	c	C	S	...
1	1	2	90	52	1	2	2	1	1	
2	18	4	82	56	6	26		1		3
3	11	3	41	31	8	10			2	1
4	2	1	12	13	3	9				1
5	1		5						1	1
6	1		4	2					1	
7				1	1	3				
8										
9		2		1		3		1		
TOTAL	34	12	234	156	19	53	2	3	5	6

Nº <i>concepta</i>	p?	P?	n?	N?	x?	X?	c?	C?	i	I	<i>Certa</i>	<i>Incerta</i>
1		2	3	16	7	2			16	15	152	61
2	6	2	25	34	52	8			57	36	196	220
3	11	1	27	18	22	6			35	22	107	142
4	3		6	6	13	3			3	9	41	43
5			2	1	3				1		8	7
6	1		3	1	1				2	2	8	10
7									2		5	2
8											0	0
9										2	7	2
TOTAL	21	5	66	76	98	19	0	0	116	86	524	487

Figure 7. Quantification of *regesta* regarding to the Number of *concepta* in each amphora.

¹¹ Martín-Arroyo 2019.

3. Edit distance

Edit distance (also known as Levenshtein distance) is a well known algorithm used in computational linguistics and other disciplines for quantifying the difference between two sets of characters (strings). The algorithm counts the minimum number of operations a string has to undergo in order to transform it into another string. Permitted operations include: insertion, deletion and substitution and each is scored equally. For example, the minimum distance between ‘past’ and ‘present’ is 4 (substitution of ‘a’ to ‘r’ and insertion of ‘e’, ‘e’ and ‘n’) (Fig. 8).

The edit distance algorithm is much more robust in the case of incomplete strings than the standard pairwise comparison methods since it strives for an optimal alignment. For example, the edit distance between strings ‘banana’ and ‘anana’ is only 1 (insertion of ‘b’) rather than 6 achieved using pairwise comparison (‘b’ compared with ‘a’, ‘a’ compared with ‘n’...). Thus, it is particularly well suited for analysis of incomplete strings, such as ancient inscriptions.

Performing the edit distance analysis on a set of strings results in a matrix of distances from each string to every other string. The resulting matrix can be represented as a heatmap and used in a cluster analysis to compute dendrograms of similarity (Fig. 9).

The edit distance analysis was run on the *regesta* taking into account the following factors: *Conceptum*, *Littera* and uncertainty. Although interesting, the ink colour factor had to be removed from the analysis because not all the entries in *CIL* have recorded this characteristic. Similarly, the spatial relationship of the *regesta* was omitted in the light of a recent study¹² which showed that the inscription position was not a relevant factor even in similar epigraphic structures. The high diversity and degree of abbreviation of the researched *tituli* are considered as evidence of their informal and limited contexts, where the information was easily understood by a small number of users.

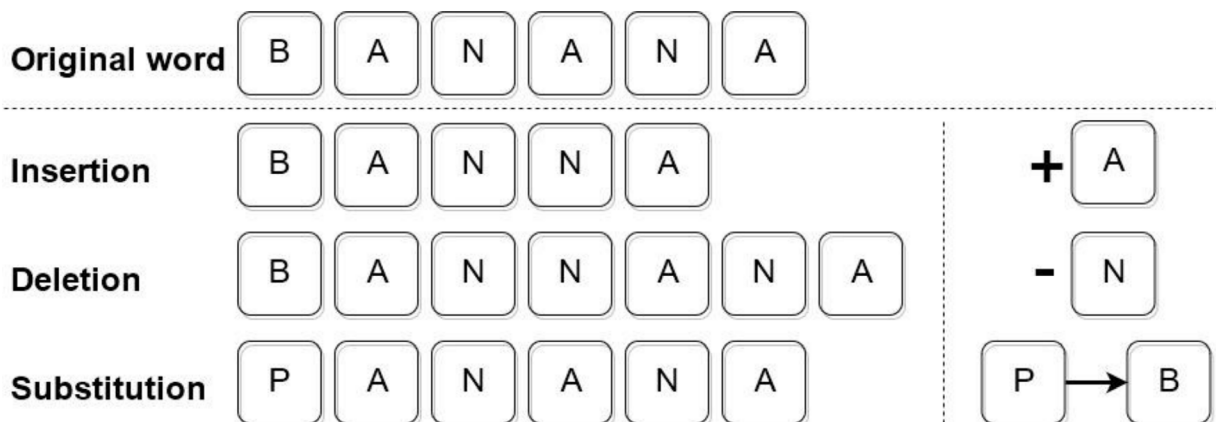


Figure 8. Edit distance operations needed to achieve the desired word: insertion, deletion and substitution. Each operation has the same ‘cost’.

¹² See groups 5A and 5B in Martín-Arroyo 2019: 447, tab. 2, where common or parallel elements were located in different ways in the group and the subgroups respectively.

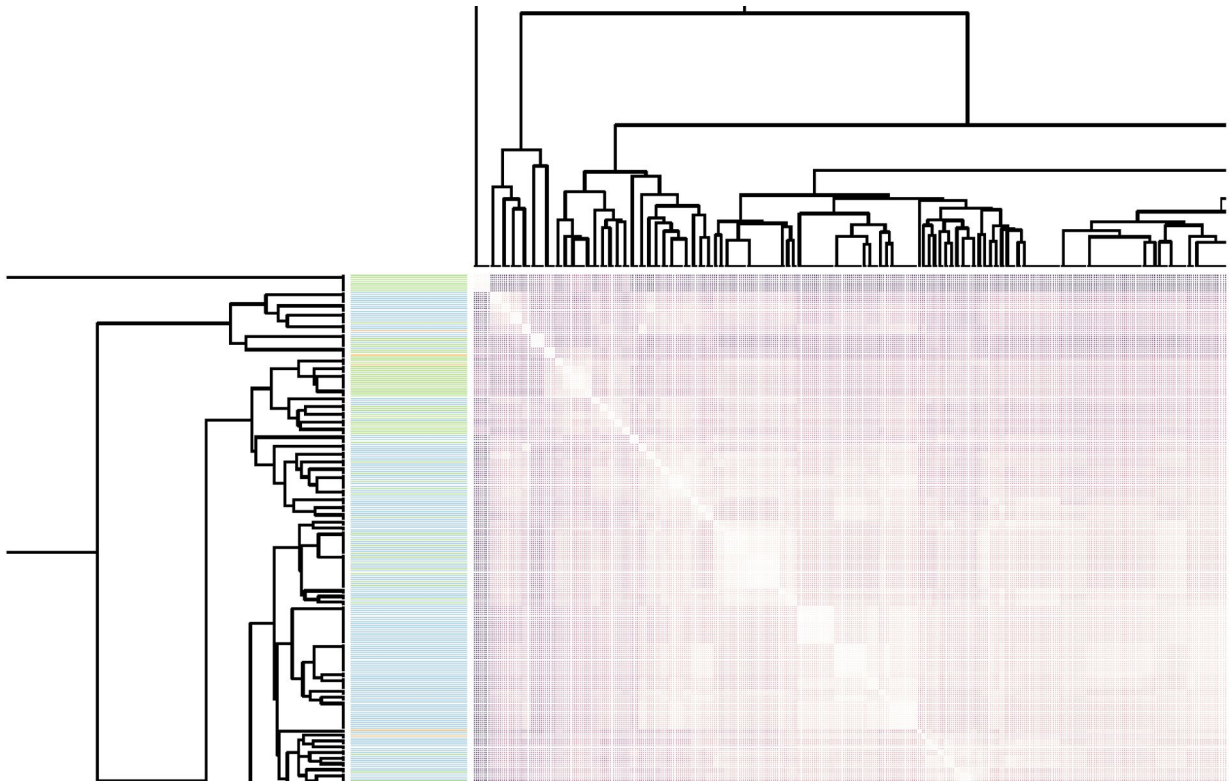


Figure 9. Detail of a heatmap with an associated dendrogram. The left-hand side column shows an independent variable – the language (*Littera*), with green stripes indicating Latin and blue ones Greek (orange stripes stand for ‘uncertain’).

The Codex methodology simplifies data management and analysis. The *codices* synthesise a remarkable amount of information within just a few symbols so that even elaborate inscriptions can be easily compared and contrasted. Second, we can carry out a more sophisticated analysis through different strategies of filtering and grouping of data. In this analysis, three versions of Codex were developed based on the level of uncertainty. In a progressive classification, Codex I maximises uncertainty, Codex II preserves it, and Codex III eliminates it. For example, a *regestum* “n?” from Codex II will be transformed in “i” for Codex I or in “n” for Codex III.

In order to extract maximum information contained in every *regestum*, we additionally treated the data. To give an example, without this treatment the *codices* “n” and “N” would be considered equally distant as “n” and “P” since just one substitution is required to move from one to the other. However, conceptually “n” and “N” are more similar than “n” and “P”, because both of them are a name, *nomina*. Thus piece of the information (language, *conceptum*, *regestum*) was spelt out separately by adding additional characters to the Codex, marking the type of *littera* and the type of *conceptum* used in the inscription. For example, the *codex* “n” is transcribed as “Nng”, where “N...” is the *conceptum* Nomen, “...n...” is the *regestum* Nomen Graecum, and “...g” is the *littera* Graeca. After this transformation, the comparison between the syntactic structure of the inscription was based on all available information. For example, “Nng” and “NNl” are more similar than “Nng” and “PPl”, with distances of 2 and 3 respectively. Then *codices* with similar *concepta* and *litterae* are thus clustered closer together, but even more when the combination of them offers common *regesta*.

In the *regesta* from Codex V every *conceptum incertum* includes the character “?”, so the presence and quantity of *concepta incerta* in each *codex* results in an added factor of similarity.

3.1. Cluster diagrams

The clusters have been calculated using the average algorithm. The results have been checked using the Cophenetic Correlation Coefficient test, which demonstrated that the original structure of the data had been well preserved. The resulting clusters are visualised in a cluster map and an associated dendrogram. Additionally, to facilitate visual evaluation the dendrogram was visualised with different levels of thresholding (Fig. 10).

3.2. Statistical analysis

The resulting clusters have been analysed in terms of independent variable association. In simple words, we looked at whether the detected clusters at different threshold levels correlate with any one of the independently recorded variables: the language of the *tituli* (the *litterae*), the *conceptum*, the *regestum* or the location within *Pompeii*, recorded at the scale of the neighbourhood (*Regio*), block (*Insula*) or particular building (*Aedificium*). In addition, a quantitative analysis of the identified clustered was undertaken with an epigraphic approach.

3.3. Software used

The analysis has been done in Python 3.6, including the following libraries: editdistance 0.3.1,¹³ matplotlib 2.0.2,¹⁴ numpy 1.12.1,¹⁵ pandas 0.20.1,¹⁶ and seaborn 0.7.1.¹⁷

4. Case study and results

The result of the analysis is several combinations of *codices* from PO08 amphoras displayed graphically in the form of heatmaps and dendrograms. These graphics show the number of combinations of *regesta* and the number of amphoras involved in each one of them.

To interpret the resulting graphics and to evaluate the significance of the resulting clusters we have used a combination of quantitative and qualitative methods. The former was used to compare sets with a considerable number of amphoras and *regesta*, in order to investigate the general patterns of sequences of *regesta*. This was followed by more traditional evaluation of the epigraphic contents highlighted by the analysis. For example, the analytical methods identified a structural group of *codices* with pairs of Greek names, but to interpret them we appraised whether some of these names corresponded to the

¹³ Hyvrö 2002; Hyvrö 2005.

¹⁴ Hunter 2007. The code is available here: <https://www.scipy.org/citing.html> 10.5281/zenodo.592845. <https://github.com/aflc/editdistance>

¹⁵ Oliphant 2006.

¹⁶ McKinney 2010.

¹⁷ Waskom *et al.* 2017. The code is available here: https://github.com/izaromanowska/edit_distance.

same or different people and whether some of these characters were also present in other structural groups. In that way we can research phenomena like the contextual or sequential configuration of inscriptions, as well as the possible participation of one or more people in specific contexts.

4.1 General description of results

The edit distance analysis has generated three main dendrograms or cluster diagrams (see examples in Fig. 10), each of which depends on the versions Codex IV, V, and VI, respectively. Their horizontal axis shows the inventory numbers of inscriptions. Their vertical axis shows the thresholds of similarity. We tested the clustering strength with the Index of Similarity P, which indicates that all clusters under the threshold of 70 are valid for our research, i.e., it demonstrates that these clusters are not the result of analysing a random sample.

The number of clusters varies from 10 for the threshold of ninety to over 100 for the threshold ten going up to 144 in case of Codex V, which includes uncertainty. If we take the threshold 50 as an example from the middle of the displayed range, we observe that approximately $\frac{1}{3}$ of the clusters contain over ten inscriptions for Codex IV and VI, but only approximately $\frac{1}{4}$ for Codex V. In conclusion, different strategies of research can be proposed regarding the distribution of clusters resulting from the different treatments of the uncertainty. On the one hand, the selection of thresholds can be modified according to the convenient size of the related clusters of inscriptions. On the other hand, we can contrast different ways of clustering to obtain a more complete understanding of evidence and method.

4.2. Selection of samples to analyse the epigraphic contents

4.2.1. Pairs of Greek names

Codices nn (two Greek *nomina*) are an interesting epigraphic structure.¹⁸ Here, we examine them by comparing the dendrograms from Codex IV, V and VI (C.IV, V and VI) using the threshold 50. Three groups appear clearly. The first one contains all the *codices* with just one *regestum*. The second and third ones contain the two-*regesta codices*, with a majority of *regesta Graeca* and *regesta Latina* respectively.

Within the group of two-*regesta-Graeca codices* from C.IV and V, a main division distinguishes two new subgroups. In the first subgroup, all types of *regesta* are combined with *nomina Graeca* (n+). In the other subgroup, all types of *regesta* are combined with *incerta* (i+). However, the subgroup n+ from C.VI differs from another subgroup composed of i+ and x+ (*incerta* or *numeri Graeci* with another *regestum*). In such subgroup, the presence of x+ is quite relevant because of the number of items.

Curiously, there is a low ratio of x and x? compared to n and n? within the one-*regestum codices*, as seen in the dendrogram C.V. The higher number of complete *nomina Graeca* is an explanation for this difference. This completeness of the names makes it easier for their identification as *nomina Graeca* and reduces the uncertainty. On the other hand, the degree of abbreviation is higher within the two-*regesta-Graeca codices*. As a result, there is a higher degree of uncertainty and potential for alternative codifications. This difference could be considered an additional criterion for distinguishing epigraphic structures.

¹⁸ Martín-Arroyo 2019: 466.



Figure 10. Example dendrograms with clusters coloured, based on the value of the threshold.

Most of the inscriptions with two *regesta* would be contemporary rather than resulting from ascribing an additional name at a later time. On the one hand, there are not many *codices* nn (7 items in C.V), even when the uncertainty has been reduced in C.VI (15 items). Thus, pairs of names were used, but they were frequently written in an abbreviated way. On the other hand, the commented ratio of x and x? to n and n? in C.V supports this general interpretation. In other words, the ratio of possible abbreviated names in one-*regestum* *codices* is lower than within two-*regesta* *codices*. In fact, n has a relevant position in all dendrograms (88, 88 and 92 items respectively). The weight of i within the dendrogram C.IV (27 items) is moderately distributed between the other *regesta* in dendrograms C.V (14 items) and VI (14 items), without affecting n too much. Consequently, few isolated *incerta Graeca* (i) can be interpreted as *nomina Graeca*. It is not the case of the two-*regesta* n+. *Codices* ii from C.IV (44 items) increases the quantities of other combinations within C.V and VI (eight remaining “ii” in each one), including n?n? (5), n?i (5), in? (2), x?x? (10), x?i (5) and ix? (6 items in C.V). These *codices* could contain abbreviated names within nn structures in alternative interpretations.

It is noted that two different structural criteria are observed for *codices* n and nn, with more abbreviations within the later ones. *Codices* nx (1) and xn (1 item) are rare and there is no xx in C.V. Few *numeri Graecae* are clearly identified. Furthermore, in *codices* np (1) and pn (15), the *productus* ΛΥΤΤΙΟC (Fig. 1) involves the majority of the evidence (15 items), as an exception to the rule of lack of references to the transported wine.¹⁹ Numbers and products seem to be exceptions. In summary, the *codex* nn is the most likely interpretation in cases of uncertainty in the two-*regesta*-*Graeca* inscriptions. Differences in the writing of names between *codices* n and nn could involve different exchange contexts or procedures and, consequently, different functionalities of the *tituli picti* and the mentioned individuals.

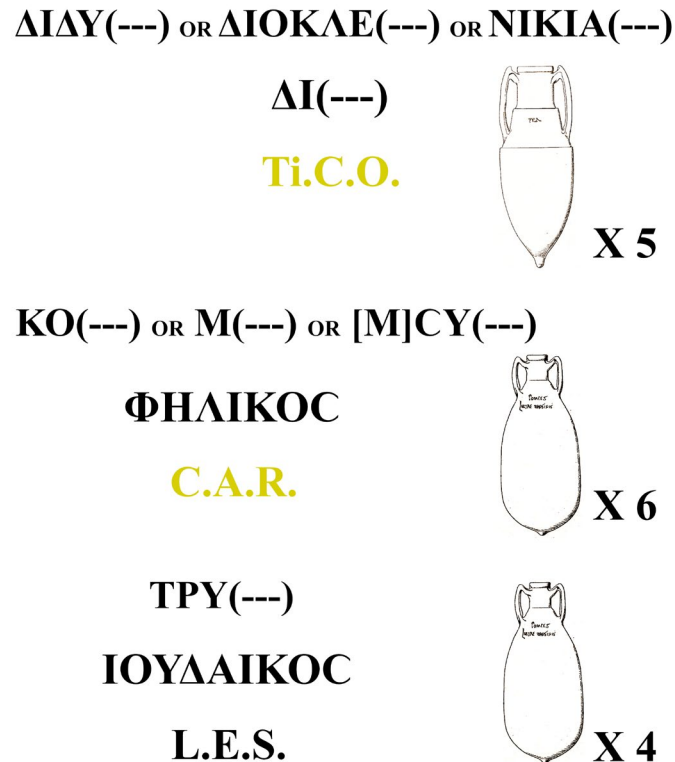


Figure 11. Comparison of epigraphic contents. Proposal of parallel cases.

¹⁹ Martín-Arroyo 2020.

4.2.2. Search of parallel inscriptions starting from a preceding structure case

In a previous paper,²⁰ the probable Latin initials *C. A. R.* and *Ti. C. O.* were highlighted (Figs. 12-13) because they were written with yellow ink (*color gilvus*), which is not a common usage. Both appeared alone or with other *tituli*. Six structural groups of *codices* were defined to classify the inscriptions. Group 5 contains remarkable parallel cases. *C. A. R.* appeared on six amphoras PO08 (Fig. 11, nº 1-6). *Ti. C. O.* appeared on five Cilician Pompeii XIII (PO13) (Fig. 11, nº 7-11). These two probable initials were combined with pairs of complete or abbreviated Greek names written in black ink (*atramentum* or *color nigrum*).

Nº	INV.	CIL, IV	YEAR / DOMUS	TYPE	INK	INITIAL	TITULI	C. I	C. II	C. III
1	1305	6583	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	KO / ΦΗΛΙΚΟΣ // CAR	i/n/Λ	n?/n/ΛN?	n/n/ΛN
2	1306	6584	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	M / ΦΗΛΙΚΟΣ // CAR	i/n/Λ	n?/n/ΛN?	n/n/ΛN
3	1307	6584	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	M / ΦΗΛΙΚΟΣ // CAR	i/n/Λ	n?/n/ΛN?	n/n/ΛN
4	1308	6584	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	M / ΦΗΛΙΚΟΣ // CAR	i/n/Λ	n?/n/ΛN?	n/n/ΛN
5	1310	6586	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	[M]CY / ΦΗΝΥΚΟΣ / CAR	i/i/Λ	n?/n?/ΛN?	n/n/ΛN
6	1311	6586	1876 VI 14, 38	PO08	GIL	C. A. R.	[M]CY / ΦΗΝΥΚΟΣ / CAR	i/i/Λ	n?/ n?/ΛN?	n/n/ΛN
7		6335	1876 VI 13, 16	PO13	GIL	Ti. C. O.	Δ[Ι] / ΔΙΑΥ^ΚΟ... / TICO	i/n/ΛN	n?/n/ΛN	n/n/ΛN
8		6336	1876 VI 13, 16	PO13	GIL	T. C. O.	[Δ]I / ΔΙΑΥM(---) / TCO	i/n/ΛN	n?/n/ΛN	n/n/ΛN
9		6341	1876 VI 13, 16	PO13	GIL	T. C. O.	ΔI / ΔΙΟΚΛΕ[ΟΥC] / TCO	i/n/ΛN	n?/n/ΛN	n/n/ΛN
10		6341	1876 VI 13, 16	PO13	GIL	T. C. O.	ΔI / ΔΙΟΚΛΕ[ΟΥC] / TCO	i/n/ΛN	n?/n/ΛN	n/n/ΛN
11		6500	1876 VI 13, 16	PO13	GIL	Ti. C. O.	ΔI / ΝΙΚΙΑ(--?) // TICO	i/n/ΛN	n?/n/ΛN	n/n/ΛN
12	1503	9757	1939 I 8, 8-9	PO08	NIG	L. E. S.	TPY / LES / ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ	i/I/i	n?/N?/n?	n/N/n
13	1504	9757	1940 I 8, 8-9	PO08	NIG	L. E. S.	TPY / LES / ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ	i/I/i	n?/N?/n?	n/N/n
14	1505	9757	1941 I 8, 8-9	PO08	NIG	L. E. S.	TPY / LES / ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ	i/I/i	n?/N?/n?	n/N/n
15	1506	9757	1942 I 8, 8-9	PO08	NIG	L. E. S.	TPY / LES / ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ	i/I/i	n?/N?/n?	n/N/n
16	2260	10293	1952 I 9, 13	PO08	NIG	Q. L. K.	[Q]LK / ANNI·[M]ω // AKA	N/n/n	N/n/n	N/n/n

Figure 12. Comparative table showing the Cluster 69 / Threshold 10 / Codex VI (nº 1-6, 12-16) and other parallel inscriptions on PO13 amphoras (nº 7-11).

Looking at the dendrograms, all the inscriptions with the *tituli* CAR (nº 1-6) are included in cluster 69 from threshold 10 in C.VI. This group contains five other amphoras PO08 with 3 *regesta* in the inscriptions of each one. The resulting 11 *codices* in C.VI have these structures: nnN, nNn, and Nnn. In Figure 12 these structures appear in the column C.III. Codex I, II, and III are equivalent to Codex IV, V, and VI respectively, but including spatial and ink characters (Figs. 2-3). Details about the coding of the inscriptions studied previously have already been published.²¹ Now the *regesta* from the remaining inscriptions will be examined to test the level of similarity.

²⁰ Martín-Arroyo 2019.

²¹ Martín-Arroyo 2019.

Firstly, similarity is rather doubtful in the case of the inscription nº 16. Its first line of text contains the probable initials of a *tria nomina*. The letter L indicates that it is a Latin *titulus*. The first letter is incomplete. The CIL proposes it is “O”, but “Q” is suggested here with reference to the *praenomen Quintus*. No *cognomen* starts with K, and therefore it is probably a mistake. No Latin word or name begins with OLK. The three-character structure of the *titulus* reinforces the *tria nomina* hypothesis.

The CIL proposal for the reading of the second line is *Anni Mo(desti?)*, because a similar abbreviated name appeared in a *signaculum*. The Greek letter ω and the very poor preservation of the character M make such an interpretation difficult. It is probably a Greek name with two words linked by a dot. It could be the nominative form Ἄννι²² or an abbreviated name. The second word can be an abbreviated or partially erased patronym. Or, contrarily, it is possible to interpret it as a transliteration of the genitive form of the *nomen Annius*, as this type of case has been previously observed.²³ However, these cases are rare, making its interpretation more likely as a Greek personal name. In a similar way, the last *titulus* can be the nominative Ἄκκ²⁴ or an abbreviated form.

The inscription 16 is written completely in black, without any yellow component. The distribution of its components makes it difficult to associate the Greek names. The first one was on the shoulder or back of the amphora (*in umero*) and the second one was under the handle (*sub ansa*). Furthermore, both of them can be read as nominatives, not as genitives. Because of all these differences, the parallelism between the inscription 16 and the CAR inscriptions is likely to be coincidental.

The inscriptions 12-15 have a common transcription in CIL. In that sense, no alternative reading of their characters is possible, as limited by the typography used. Another PO08 with a similar inscription²⁵ was found in 1904, at the Pompeian building (*domus*) VI 16, 10. Here, the proposed transcription is TY / ILIIX / IOYΔAIKO[Y?]. There is the possibility of reading a genitive of *λουδαϊκος*, but this name is not recorded in LGPN. The most similar form is *λουδαῖος*²⁶ and the most frequent is *λούδας*, with 33 entries.

The *titulus* TPY is interpreted as the Greek abbreviated name of a product in CIL, though this hypothesis is controversial.²⁷ The characters in TPY can be read as Latin letters. However, they are probably not the initials of a *tria nomina* because there is no male *cognomen* beginning with Y in the *Onomasticon Provinciarum Europae Latinarum (OPEL)*, other than one female case. However, these characters fit the first letters of 41 entries in LGPN. The 438 records of the name *Τρύφων* must be highlighted. As Greek names, TPY(---) and IOYΔAIKOC are similarly expressed as the aforementioned pairs of names. Furthermore, the possible variety of the cases TPY and TY (if this one is not a writing or translation mistake) points to the diversity of abbreviated names that are linked to the common names within the considered groups of amphoras, as it is IOYΔAIKOC on this occasion.

The *titulus* LES contains the Latin characters L and S. It was written between the Greek names at a later date. Greek inscriptions would precede Latin *tituli* if the amphoras were transported from the Eastern to the Western Mediterranean, i.e., from a Greek to a Latin speaking context. Furthermore,

²² LGPN, V4-1823-1826 and V5a 4331-4332.

²³ Martín-Arroyo 2020.

²⁴ LGPN, V3a-37206, V5a-4137 and V5a-40987.

²⁵ CIL, IV, 6990.

²⁶ LGPN, V3b-42421.

²⁷ Martín-Arroyo 2020.

LES appears alone on another PO08²⁸ from the same building as inscriptions 12-15. This fact points to the cases of CAR and TICO, which appeared alone sometimes. They were written without dots and, occasionally, in *carbo* (charcoal) or *colore nigrum* (in black), which is the case of LES. CAR and TICO were written in different parts of the respective of the amphoras, which reaffirm their independence from the Greek *tituli*. In summary, epigraphic context, punctuation, ink, and position of CAR, TICO and LES are comparable. In a similar position to LES, the *titulus* ILIIX could be a Latin number that was written in a non-standard way and could be interpreted as the number 47, or 49 and 8, or some other combination. However, its epigraphic context suggests a mistake in the transcription of LES. The reason could be poor preservation, similar to the missing last part of ΙΟΥΔΑΙΚΟ[Υ?]. Equally, it could be a wrong transcription of any other word with the same function as LES.

The *titulus* ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ has been related to the wine as well as to the trader of these amphoras.²⁹ It translates as “the Jew” and its male gender fits οἶνος, which means “wine”. However, it could be considered as the genitive form of a personal name. The case ΛΥΤΤΙΟΣ as appellation of origin seems exceptional. It is mostly linked to Μ. ΠΟΠΥΛ. ΤΕΥΠΩΝΟΣ, a quite complete *tria nomina*. In a different epigraphic structure, ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ appears linked to abbreviated Greek names. It is similar to the case of ΦΗΛΙΚΟΣ (Fig. 11, n° 1-4), the genitive form of Φῆλιξ.³⁰ Equally, some possible abbreviated Greek names are linked to ΠΑΙΟΝΟΣ, genitive form of Παίων.³¹ This genitive form appears on Cretan,³² Cilician,³³ and PO12 amphoras.³⁴ Furthermore, this *titulus* is linked to the characters AN written with green ink. This type of ink is as similarly uncommon as the yellow ink. All these characteristics are similar to those from the inscriptions 1-11 in Figure 12, written on Cretan and Cilician amphoras. Contrary to ΦΗΛΙΚΟΣ-Φῆλιξ and ΠΑΙΟΝΟΣ-Παίων, ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ and ΤΕΥΠΩΝΟΣ do not have clear references in LGPN. As presumably happened in the case ΦΗΛΙΚΟΣ-ΦΗΝΥΚΟΣ (Fig. 11, n° 1-4 and 5-6 respectively), mistakes in the writing of names and their genitive forms may offer an explanation. Consequently, ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ could be an appellation of origin or the genitive form of a personal name.

The hypothetical framework concerning all these *tituli* can be summarized as follows. ΛΥΤΤΙΟΣ and ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ can be appellations of origin. ΛΥΤΤΙΟΣ forms its own structural epigraphic pattern. On the other hand, ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ is related to the pattern concerning ΦΗΛΙΚΟΣ and ΠΑΙΟΝΟΣ, which are the genitive forms of personal names. Three main hypotheses are proposed:

1. The epigraphic structure is not the result of the same trade context or pattern. The similarity of the *tituli* is completely or mostly a coincidence. ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ was an adjective relating to wine. Φῆλιξ and Παίων were traders.
2. The epigraphic structure is the result of the same trade context or pattern. ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ, ΦΗΛΙΚΟΣ, and ΠΑΙΟΝΟΣ are adjectives relating to wine.
3. Similarly, the epigraphic structure is the result of the same trade context or pattern, but ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ, ΦΗΛΙΚΟΣ, and ΠΑΙΟΝΟΣ refer to names of traders.

²⁸ CIL, IV, 9758.

²⁹ ROCCA 2006: 294-295, note 28; MARTÍN-ARROYO 2020.

³⁰ In LGPN, 48 entries, hits from 100 BC to 999 AD.

³¹ In LGPN, 28 entries, from 600 BC to 300 AD.

³² PO08 and 10; CIL, IV, 5961 and 5963 respectively.

³³ PO28; CIL, IV, 5964.

³⁴ Probable Eastern Dressel 2-4 amphoras; CIL, IV, 5960 and 5962.

As the explanation of these trade contexts or patterns, the hypothesis number 2 highlights the geographical feature of **ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ**. Other adjectives related to wine appear in the amphoras epigraphy from *Pompeii*.³⁵ Latin geographical adjectives are clearly identified. Some of them allude to Eastern islands (Cos, Chios, Crete and Rhodes) or cities (Cnidus). The inscription *passum Lycium*³⁶ alludes to the Roman province of *Lycia* in a similar way that **ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ** would refer to **Ἰουδαία**. However, only the cities of *Kantanos* and *Lyttus* would have provided such a type of adjective in the Greek language. The exceptionality of these cases and the refutation of preceding similar hypotheses reinforce the possible relationship of **ΙΟΥΔΑΙΚΟΣ** with a personal name. Latin adjectives with the suffix *-anum* are usually related to wine. They derive from names of rural properties,³⁷ which in turn derive from personal names. Beyond the hypothetical use of the Greek genitive form in this way, no clear parallel words of this type have been found. Hence **ΦΗΛΙΚΟΣ** and **ΠΑΙΟΝΟΣ** are more convincingly related to names of traders.

Hypothesis number 3 involves three types of traders. Firstly, a variety of Greek providers of wine: **ΚΟ(---)**, **Μ(---)**, **[Μ]CΥ(---)**, **ΔΙΔΥΜ(---)**, **ΔΙΟΚΛΕ(ΟΥΣ)**, **ΝΙΚΙΑ(--?)**, **ΤΡΥ(---)**, and maybe **ΤΥ(---)**. Secondly, Greek gatherers of goods, wine at least: **Φῆλιξ**, **Δι(---)**, and **Ἰουδαῖος** (or another similar name). The case of **Παίων** requires further examination in order to include it in this group. Thirdly, Roman citizens in the Latin speaking context: *C. A. R.*, *Ti. C. O.* and *L. E. S.* The predominance of abbreviated forms point to limited contexts, where a simple mark was enough to differentiate between amphoras owners. These amphoras were brought together to be traded or transported and the similarity of inscriptions can indicate a common origin in a specific warehouse, marketplace, or ship's hold. The *tituli* point to at least two transactions. One of them, presumably the first, was carried out in a Greek context followed by another one carried out by a Latin speaker.

The diverse provenance of the specified amphoras must be discussed too. If hypothesis 3 is accepted and all these amphoras are regarded as primarily to be used as containers, then the activity of the providers can be located along the coasts of Crete and Cilicia. In this way, the diversity of amphoras with the *titulus* **ΠΑΙΟΝΟΣ** can be explained. However, it is also possible that providers from the same region reused amphoras of different provenance. Either way, the similarity of the discussed epigraphic structures can be regarded as evidence of a trade network with multiple providers and a limited number of ports and traders.

These results were reached only thanks to the combination of traditional epigraphic critique with computational analysis and filtering of a large dataset. It is thanks to this systematisation of the evidence, from a highly diverse and challenging dataset, that the confirmation of an epigraphic pattern and a new parallel case were found, reinforcing the preceding theoretical framework of research.

5.0. Discussion

In this paper, we have presented a methodology for evaluating the syntactic structure of ancient inscriptions, quantifying the similarity between them and visualising them in several ways. We showed how it could be applied to large datasets and aid detailed epigraphic critique of the sources. A review of contents in clustered inscriptions yielded some relevant parallels, as attested in the case of group 69

³⁵ Martín-Arroyo 2020.

³⁶ *CIL*, IV, 5594.

³⁷ Panella and Fano 1977: 158, note 41.

from threshold 10 in Codex VI. Through this case study we have identified a likely commercial process involving Cretan and Cilician wine arriving in *Pompeii* before the eruption of the *Mons Vesuvius*. We also found that the display of the size of the groups and their clustering in dendrograms was helpful for the understanding of the uncertainty in the *codices* nn.

In the course of the investigation, we have identified certain limitations of the resources and methods employed. For example, the dataset is composed of a set of quite brief inscriptions. The general low number of *regesta* (1,89 per amphora on average) makes it more difficult to detect structural syntactic patterns. Consequently, comparative analysis has been focused on the treatment of uncertainty. In the scope of future work, the inclusion of a wider set of inscriptions would be useful to detect additional features; for example, contrasting the epigraphy on Cretan (PO08 and 10) and Cilician amphoras (PO13). There are considerable quantities of these other inscribed amphoras (305 PO10 and 207 PO13). Assuming that the same individuals traded all of them along similar routes, one would expect a sizeable part of them to carry *tituli* with a similar syntactic structure. However, the structural diversity of inscriptions would indicate particular circumstances in the wine trade across the Mediterranean.

Further development should also involve a review of the codification system concerning the range of *regesta*. Variations on the Codex configuration are useful in the study of inscriptions through texts and tables or computational analysis. A new expanded set of *regesta* could include aspects such as the ink colour. However, these changes should be done in a rigorous way. For example, a wider variety of *regesta* (regarding *conceptum*, *litterae*, uncertainty and ink) would make the comparison of structures in texts and tables more complicated. A simple logic, composed of a set of unique symbols would avoid problems such as those related to question marks in Codex V and would facilitate the computational analysis. As previously mentioned, not all the entries in *CIL* include information on the used inks. So the partiality of all new incorporated factors must be considered. Similarly, additional analysis could be carried out by regarding aspects such as the position of the *regesta* on the amphoras or their relative position with respect to each other.

Graphics in relation to general parameters, such as the composition of the epigraphic evidence by *Litterae* or the spatial distribution of amphoras in *Pompeii*, should be further explored. Interactive graphics in digital formats would be more useful for displaying the results, for example, showing the common *codex* of a cluster or the contents of a particular inscription by clicking on its inventory number. The development of such tools could contribute to the use of the Codex methodology in other realms, such as lapidary epigraphy or diplomatics.

6.0. Bibliography

Aguilera Martín, A. 2000. Los *tituli picti* δ del convento astigitano en el primer tercio del s. III d.C., in *Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano. Congreso Internacional Ex Baetica amphorae (Sevilla - Écija, 17 al 20 de diciembre de 1998)*. 1231-1240. Écija: Gráficas Sol.

Aguilera Martín, A. 2012. La normalisation de l'épigraphie amphorique: les *tituli picti* des amphores Dressel 20, in M.E. Fuchs, R. Sylvestre and C.S. Heidenreich (Dirs.) *Inscriptions mineures: nouveautés et réflexions. Actes du premier colloque Ductus (19-20 juin 2008, Université de Lausanne)*. 135-143. Bern, Berlin, Bruxelles, Frankfurt am Main, New York, Oxford, Wien.

- Hunter, J.D. 2007. Matplotlib: A 2D Graphics Environment. *Computing in Science & Engineering* 9: 90-95. DOI:10.1109/MCSE.2007.55.
- Hyyrö, H. 2002. *Explaining and Extending the Bit-parallel Approximate String Matching Algorithm of Myers*. Working Paper Department of Computer and Information Sciences, University of Tampere, Finland <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.19.7158&rep=rep1&type=pdf> Accessed 31/10/2019.
- Hyyrö, H. 2005. Bit-parallel approximate string matching algorithms with transposition. *Journal of Discrete Algorithms* 3 (2-4): 215-229. doi.org/10.1016/j.jda.2004.08.006
- Lagóstena Barrios, L. 2002-2003. Aportación al conocimiento de la sociedad de la costa de la *Ulterior* en época republicana y julio-claudia. El registro δ en los *tituli picti* de las ánforas salsarias de *Castra Praetoria*. *Lucentum XXI-XXII*: 227-236.
- Lagóstena Barrios, L. 2004. Las ánforas salsarias de *Baetica*. Consideraciones sobre sus elementos epigráficos, in J. Remesal, J. (Ed.) *Epigrafía anfórica. Workshop. Barcelona, 9-10 mayo 2003* (Instrumenta 17). 197-219. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Marangou-Lerat, A. 1995. *Le vin et les amphores de Crète. De l'époque classique à l'époque impériale* (Études Crétoises 30). Paris.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2018. Contexto arqueológico e historiográfico de las ánforas Crétoise 2 en *Pompeii*: una crítica cuantitativa, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds.) *Cuantificar las economías antiguas: problemas y métodos* (Instrumenta 60). 315-340. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2019. Los *tituli picti gilvi* de las ánforas Pompeii 8 – Crétoise 2. *Epigraphica LXXXI*, 1-2: 443-469.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2020. $\Lambda\Upsilon\Upsilon\text{I}\text{O}\text{C}$: epigrafía anfórica y contexto económico de un vino de la Creta romana. *Latomus* 79 (1): 126-157.
- Martín-Arroyo Sánchez *et al.* 2017 = Martín-Arroyo Sánchez, D.J., L. Prignano, I. Morer Zapata, G. Rull Fort, M. García-Sánchez, A. Díaz-Guilera and J. Remesal Rodríguez, J. 2017. The Wine Trade of Roman Crete: Construction of Onomastic and Geographical Networks, in J. Velaza (Ed.) *Insularity, Identity and Epigraphy in the Roman World*. 177-196. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.
- Martínez Maganto, J. 1998 Inscripciones sobre ánforas de salazón: interpretación sobre la estructura y significado comercial de los *tituli picti*, in AA.VV. 1998. *Congreso internacional Ex Baetica amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano (Sevilla-Écija, 17 al 20 de diciembre de 1998)*. 1207-1219. Écija.
- McKinney, W. 2010. Data Structures for Statistical Computing in Python, in Walt, S. van der and J. Millman (eds.) *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*. 51-56. Austin. <http://conference.scipy.org/proceedings/scipy2010/pdfs/mckinney.pdf> Accessed 31/10/2019.
- Oliphant, T.E. 2006. *A guide to NumPy*. Trelgol. <http://web.mit.edu/dvp/Public/numpybook.pdf>.

Panella, C. and M. Fano 1977. Le anfore con anse bifide conservate a Pompei: contributo ad una loro classificazione, in *Méthodes classiques et méthodes formelles dans l'étude typologique des amphores. Actes du colloque de Rome, 27-29 mai 1974*. 133-177. Roma.

Remesal Rodríguez, J. and A. Aguilera Martín 1999. *Addenda et corrigenda a los tituli picti y a los sellos de la campaña de 1989*, in J.M. Blázquez Martínez, J. Remesal Rodríguez (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) I* (Instrumenta 6). 101-127. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal *et al.* 2014 = Remesal Rodríguez, J., A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio Campillo, A. Aguilera Martín, D.J. Martín-Arroyo Sánchez, A. Mosca and G. Rull Fort 2014. The EPNNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics, in: S. Orlandi, S. Santucci, V. Casarosa and P.M. Liuzzo (eds.) *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. Proceedings of the First EAGLE International Conference. Europeana Eagle Project* (Studi Umanistici. Serie Antichistica). 455-464 Roma, .

Rocca, S. 2006. A Jewish gladiator in Pompeii. *Materia Giudaica* 12, 1-2, 287-301.

Waskom *et al.* 2017 = Waskom, M., O. Botvinnik, drewokane, P. Hobson, Y. Halchenko, S. Lukauskas, J.B. Cole, J. Warmenhoven, J. de Ruiters, S. Hoyer, J. Vanderplas, S. Villalba, G. Kunter, E. Quintero, M. Martin, A. Miles, K. Meyer, T. Augspurger, T. Yarkoni, P. Bachant, M. Williams, C. Evans, C. Fitzgerald, D. Wehner, G. Hitz, E. Ziegler, A. Qalieh and A. Lee, A. 2017. *seaborn: v.0.7.1 (June 2016)*. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.54844>.

La Economía de *Mauretania Tingitana* en el Alto Imperio (2009-2019). Colaboraciones Internacionales y Aplicación de Nuevas Técnicas

Lluís Pons Pujol

Durante los últimos diez años se ha producido en relación a los estudios sobre el Marruecos antiguo un fenómeno que, en nuestra opinión, es relevante. Se ha ampliado la lista de los países y centros de investigación que se ocupan de esta provincia romana, que trabajan sobre el terreno en colaboración con instituciones marroquíes y además que aplican las técnicas arqueológicas e informáticas más modernas. Las consecuencias de este fenómeno han sido varias. La primera y más importante es el aumento considerable de datos básicos, procedentes del registro arqueológico y de diversas prospecciones. Estos datos -en bruto si se quiere- deberán ser incorporados en el futuro al discurso histórico. En segundo lugar, se ha producido un aumento de las investigaciones y de la producción bibliográfica de aquellos temas relativos a la economía de esta provincia, dado que era en este campo dónde la investigación había detectado más hipótesis irresueltas e incertidumbre. Y en tercer lugar, la investigación francesa y española han disminuido su presencia en la bibliografía.

Analizaremos el avance de estos estudios durante los últimos diez años, siempre en el marco de estudio de la economía de la *Tingitana*: las instituciones internacionales implicadas en cada caso, las técnicas más modernas utilizadas y los resultados obtenidos.

Este trabajo no es una síntesis de todo lo que se ha publicado recientemente, sino de algunos proyectos científicos que destacan -en nuestra opinión- por la utilización de metodologías novedosas¹.

1.- Status quaestionis hasta 2009

En 2009 publicamos nuestro trabajo titulado, *La economía de la Mauretania Tingitana (s. I- III d.C.). Aceite, vino y salazones* dónde exponíamos el estado de la cuestión de estas tres producciones tingitanas concretas y además queríamos revisar las hipótesis que consideraban la sumisión económica de la *Tingitana* a la *Baetica*². Éramos conscientes, naturalmente, que la provincia produjo y exportó también otros productos, como cereales, metales diversos, púrpura, madera de tuya, animales salvajes, etc.; así como importaba, además de alimentos en ánforas, todo tipo de cerámicas sigilatas y de cocina, lámparas, vidrios, etc. Pero nos ocupamos en este volumen en concreto del aceite³, el vino⁴, las salazones⁵ y de las ánforas con los que éstos se transportaban. El marco cronológico escogido, el Alto Imperio (s. I-III d.C.) no es aleatorio ni engañoso si entendemos que esta etapa empieza con el principado de Augusto. Por un lado, fue el emperador Augusto quién potenció sobremanera la integración del Reino de Mauritania

¹ Lluís Pons Pujol es Prof. Agregat del Área de Historia Antigua de la UB. Proyectos: Relaciones Interprovinciales en el Imperio Romano. Producción y comercio de alimentos hispanos (Provinciae Baetica et Tarraconensis) (HAR2017-85635-P), Economic and Political Networks (EPNet Project) (ERC-2013-ADG- 340828). Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC, 2017 SGR 512), Dinàmiques socioeconòmiques del món rural romà: formes de l'hàbitat i cultura material al litoral central català, CLT009/18/00045 y Universitat de Barcelona Institute of Complex Systems (UBICS).

² Pons 2009: 76-83; 120-123

³ Pons 2009: 19-86.

⁴ Pons 2009: 87-96

⁵ Pons 2009: 97-124

en las estructuras socioeconómicas del Imperio que había creado; para esto se sirvió de la sumisión del monarca Juba II, prefiriendo, por tanto, en ese momento, no anexionar su reino. De modo que, aunque la conquista se produjera en el 40 d.C. y la creación de la provincia en el 42 d.C., la integración real y efectiva del Reino de Mauritania en la economía romana fue por lo menos medio siglo anterior. Por otro lado, otro punto de inflexión fue la crisis del s. III d.C. y el abandono del Sur de la provincia por parte de la administración romana.

Dos eran las principales cuestiones no resueltas por la investigación sobre la economía de la Tingitana. Por un lado, el aceite se producía en grandes cantidades en esta provincia, pero también se importaban ingentes cantidades de este producto desde la Bética, mediante las ánforas Dressel 20. Criticamos de modo razonado las hipótesis que relacionaban estas importaciones con una producción de aceite pequeña o insuficiente en la Tingitana y pensamos que deben considerarse dos razones complementarias y no excluyentes: por un lado, la vitalidad del comercio libre bético, pero también debe tenerse en cuenta el abastecimiento annonario. Por otra parte, la historiografía sobre la producción de salazones tingitana había generado otro problema: se conocían muy bien las factorías de salazones de época altoimperial, mientras que para este periodo se desconocía con qué contenedor había sido comercializada esta ingente producción por no haberse hallado los hornos. Criticamos las hipótesis relativas al transporte de ánforas fabricadas en la Bética y trasladadas⁶, vacías, a la Tingitana, pues una correcta prospección del territorio había empezado ya a resolver esta cuestión, habiendo sido ya descubiertas diversas alfarerías de época altoimperial, especialmente la de *Thamusida*⁷. Se completó el libro con un corpus sobre la epigrafía anfórica hallada en la *Tingitana*⁸ (más de 400 sellos), auspiciado por el Corpus International des Timbres Amphoriques de la Union Académique Internationale (Bruxelles) y Real Academia de la Historia (Madrid).

Nuestro trabajo no resolvió todos los problemas y dudas que planteaba la economía tingitana en relación a la producción, comercialización y consumo del aceite y salazones de esa provincia. Estableció un estado de la cuestión y propuso diversas hipótesis, que en la actualidad no han sido desmentidas sino confirmadas.

2.- Arqueología subacuática en la Península Tingitana

La obra de E. Erbaty y A. Trakadas, *The Morocco Maritime Survey. An archaeological contribution to the history of the Tangier peninsula*, de 2008, se publicó estando ya en prensa nuestro trabajo de 2009 y no lo pudimos incorporar. Ciertamente no es la primera vez que las técnicas y métodos de la arqueología subacuática se ponen en práctica en las costas de *Tingitana*⁹, pero sí es la primera vez que esto se hace de modo científico y con técnicas modernas.

A. Trakadas inicia aquí una serie de libros sobre el Marruecos antiguo que siguen un mismo patrón. Son, por un lado, extremadamente analíticos ya que desmenuzan la información disponible, organizándola en catálogos; y por otro lado, se publican en lengua inglesa para favorecer la entrada del mundo anglosajón en la reflexión científica sobre esta área del Norte de África. En nuestra opinión, se detecta

⁶ Pons 2009: 120-123.

⁷ Pons 2009: 124.

⁸ Pons 2009: 129-223

⁹ Boube 1979-80, que publica hallazgos fortuitos. Por otro lado, Juan Bravo Pérez desde el Instituto de estudios Ceutíes se dedicó a la arqueología subacuática de esa zona, cf. Bernal, 2004, con la producción bibliográfica de Juan Bravo Pérez.

en estos trabajos, de modo constante y persistente, una crítica a la manera en que la ciencia francesa, que era la que había monopolizado los estudios de la zona, había enfocado sus investigaciones. Los trabajos de A. Trakadas van en la línea de detectar problemas concretos, “vacíos” en la información que no deberían haberse producido. Son resolutivos y útiles en tanto que catálogos, careciendo de conclusiones históricas.

Este trabajo nace de una colaboración previa, de 1999, entre el Institute of Nautical Archaeology (College Station, TX, USA) y el Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Marruecos). Se desarrollaron dos campañas de arqueología subacuática los años 2002 y 2003, que son las que se publican en 2008. Otras instituciones que colaboraron en estas campañas fueron la University of New Hampshire (NH, USA) y la RPM Nautical Foundation (Key West, FL, USA) que proporcionaron el equipo material más moderno (teledetección y sónar). El objetivo del estudio era rastrear el fondo marino de la Península Tingitana entre el cabo Mazarí, en la costa mediterránea al Este de Ceuta y la desembocadura del río Tahadart, en la costa atlántica, al Sur de Tánger, para hallar restos de pecios y de fondeaderos antiguos. Han detectado y recuperado, en el marco cronológico que nos ocupa, 44 restos de anclas de la tipología Kapitän III (s. II a.C.-s. I d.C.) hallados cerca del cabo Espartel, a pocos kilómetros de Cotta; y también 40 en la costa norte de la península ceutí. Los autores concluyen que estos dos enclaves corresponden a dos fondeaderos desde los que se cargaban y descargaban productos en la antigüedad mediante otras embarcaciones de menor tamaño¹⁰.

3.- Arqueología urbana

3.1.- *Thamusida*

El proyecto marroco-italiano de *Thamusida* (Sidi Ali Ben Ahmed) se enfrentaba a un reto destacable: retomar una excavación arqueológica modélica -para los criterios de mediados del siglo XX. Las excavaciones del Service des Antiquités du Maroc se prolongaron durante 30 años (1932- 1962) siendo publicados los resultados en 3 volúmenes¹¹. Ahora, en esta ocasión el equipo está liderado por el INSAP y la Università di Siena, que ha realizado diversas campañas entre los años 1999-2008. Se realizaron excavaciones arqueológicas pero también 5 prospecciones geofísicas y 2 prospecciones topográficas que generaron un modelo digital del área ocupada por la ciudad. Hasta el momento se han publicado tres volúmenes con los datos y materiales obtenidos (2008, 2009, 2013), en italiano.

El volumen I presenta el proyecto y realiza un estado de la cuestión sobre el yacimiento desde diversos puntos de vista: los ambientes naturales, la topografía del lugar, las prospecciones magnéticas, la hidráulica antigua, el uso de distintos materiales y técnicas de construcción, tipología y sellos sobre ladrillos así como la epigrafía latina que ha ofrecido la ciudad. El volumen II presenta, por un lado, las conclusiones de detalladísimos análisis sobre los materiales constructivos utilizados (arcilla, piedra, mármol, mortero, ladrillos) y sobre otros materiales presentes en la ciudad como el vidrio o las ánforas (análisis micropaleontológicos). En nuestra opinión este tipo de analíticas no se habían realizado antes en Marruecos. Por otro lado, presenta las conclusiones arqueométricas a que se ha llegado después de utilizar diversas técnicas (termoluminiscencia, microscopía óptica, microscopía

¹⁰ Erbati and Trakadas 2008: 65-70

¹¹ Callu *et al.* 1965; Rebuffat and Hallier 1970; Rebuffat and Marion 1977

electrónica, fluorescencia de rayos X¹²): en *Thamusida* se produjeron con arcilla local ladrillos y ánforas de las tipologías Beltrán IIB y Dressel 7/11¹³. El volumen III publica con un detalle fuera de lo común en la arqueología realizada en Marruecos algunos de los materiales hallados en las excavaciones marroco-italianas. Debemos destacar el breve capítulo dedicado a las ánforas y a la epigrafía anfórica (sellos y grafitos)¹⁴, lamentando que no se haya también publicado en este volumen un estudio de historia económica en base los más de 18.000 fragmentos anfóricos hallados. La novedad sin duda aquí resulta la confirmación de la producción anfórica a nivel local: se excavaron los hornos en el área XIX de la ciudad, produciendo como ya se había adelantado en el volumen anterior, Beltrán IIB y Dressel 7/11 en una cronología que va desde finales del s. I a.C. hasta inicios del s. I d.C. Se afirma en este apartado que 120 fragmentos de estas dos tipologías, hallados en *Thamusida*, han sido producidos con seguridad en los hornos locales. Los hornos tampoco han sido publicados en este volumen. Del total de ánforas identificadas, un 64% son de origen bético (12055 fragmentos, de las cuales 623 Dressel 20, 264 Beltrán IIB y 395 Dressel 7/11) y un 11% son de origen tingitano (199 fragmentos de los cuales 100 Beltrán IIB, 97 Dressel 7/11 y 2 Sala I). En cuantos a los sellos, 18 se hallan sobre Dressel 20, 8 sobre Beltrán IIB, 2 sobre Africana, 2 sobre Africana II, 1 sobre Dressel 7/11, 1 sobre Africana IIB, 1 sobre Africana IID y 1 sobre Dressel 30.

Naturalmente, es destacable el hecho de haber descubierto estos hornos y haber confirmado con diversas técnicas que se produjeron Beltrán IIB y Dressel 7/11. Debemos, por el momento, conformarnos con estas indicaciones hasta la publicación de los hornos y del conjunto de ánforas descubiertas en *Thamusida*. No es la primera vez que se publican prospecciones y pequeños hallazgos relativos a la producción tingitana de ánforas para contener salazones. Pero se trataba de referencias inexactas, breves y superficiales. Es la primera vez que se excava con metodología y técnicas modernas un horno de esta naturaleza en Tingitana. Y genera un cambio de paradigma, dado que no se sostiene ya la hipótesis del transporte de ánforas¹⁵ vacías entre las dos orillas del Estrecho de Gibraltar¹⁶.

3.2.- Rirha

El yacimiento de Rirha (Sidi Slimane) ha sido excavado entre los años 2005 y 2012 por un equipo multidisciplinar de 4 países (Marruecos, Francia, España y Argelia) con la colaboración de diversas instituciones, de las que destacamos la Casa de Velázquez (Madrid), el Institut National des Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine (Marruecos), la Université de Pau et Pays de l'Adour, la École Normale Supérieure d'Architecture de Toulouse y la Direction du Patrimoine Culturel de Rabat. Han aplicado una serie de técnicas modernas para determinar los ambientes de flora y fauna antiguos del lugar, como la geomorfología, la palinología y toda una gama de técnicas relacionadas con la bioarqueología como la antracología, la carpología y la arqueozoología. Los cereales cultivados no han variado sustancialmente desde la protohistoria (trigo, cebada, mijo), así como también las leguminosas, la vid y el olivo. Asimismo, destacamos el uso de la prospección geofísica en las labores previas a la excavación. No ha podido ser

¹² Gliozzo *et al.* 2009: 184-215

¹³ Gliozzo *et al.* 2009: 213-214

¹⁴ Akerraz *et al.* 2013: 197-213. Quisiéramos agradecer a los editores que nos solicitaran un informe previo a la publicación sobre su estudio de los sellos y grafitos (cf. Introduction, p. XIV), así como que hayan utilizado en los paralelos de los sellos la numeración de la base de datos del CEIPAC (Universidad de Barcelona), <http://ceipac.ub.edu/>.

¹⁵ Pons 2015

¹⁶ Para una síntesis de las hipótesis, a favor y en contra, de la existencia de un supuesto "Círculo del Estrecho", cf. Coltelloni-Trannoy *et al.* 2014-2015; Gozalbes 2015

aplicada esta técnica en todo el yacimiento por problemas de financiación, pero sí en dos grandes ejes N-S y E-O que recorren todo el yacimiento. En momentos puntuales también se ha valorado realizar prospecciones electromagnéticas. Se publican en 2016 cuatro volúmenes fruto de estas excavaciones: Rirha: site antique et médiévale du Maroc. I. Cadre historique et géographique général; Rirha : site antique et médiéval du Maroc. II. Période maurétanienne (Ve siècle av. J.-C. – 40 ap. J.-C.), Rirha : site antique et médiéval du Maroc. III. Période romaine (40 ap. J.-C. - fin du IIIe s. ap. J.-C.) y finalmente Rirha : site antique et médiéval du Maroc. IV, Période médiévale islamique (IXe-XVe s.). El estudio referente a las ánforas halladas no ha sido publicado todavía.

La excavación del yacimiento es interesante por varios motivos, el primero de los cuales sería determinar exactamente su función, ya que se ha propuesto que pudiera tratarse de una gran villa fortificada o bien de una ciudad. Los excavadores concluyen que es una ciudad, poblada entre el s. Va.C. y el XV d.C. Destacamos, en el ámbito de los estudios económicos, el interés de los excavadores en conocer el grado de apertura de la ciudad a las importaciones mediterráneas para intentar determinar si los restos anfóricos presentes en la ciudad –especialmente Dr. 7/11 y Beltrán IIB- han sido producidos en la vecina Thamusida o han llegado desde hornos de la Península Ibérica¹⁷. Sí se han detectado en Rirha fallos de cocción de cerámica común, aunque no así el horno en el que se han producido¹⁸.

En la domus del Ensemble 1 se instala una almazara, en una cronología imprecisa, ca. finales del s. II – inicios s. III d.C. Dispone en este momento de una sola prensa, aunque no se excluye que, en una fase previa, dispusiera de dos prensas. Se detecta aquí también un depósito de decantación y una sala semisubterránea que es interpretada como almacén. Lo que no se ha hallado es el contrapeso y el molino que, a propuesta de los excavadores, deberían hallarse en la zona no excavada contigua¹⁹.

Otro aspecto a destacar es que no se ha hallado un horno que haya podido fabricar las tegulae atribuidas a esta ciudad y que fueron marcadas como FACTA, FACTA GILD(ae) y FACTA GILDA(e). La síntesis sobre los hallazgos de estas tegulae –hoy perdidas- y sobre las diversas hipótesis que suscitaron es excelente, pues expone el problema con mucha prudencia²⁰. Sí se ha hallado en estas excavaciones una tegula, de lecturaincierta²¹.

En el Ensemble 5, en el Oeste del yacimiento, los excavadores proponen ubicar un almacén de ánforas²², en relación con alguna actividad comercial fluvial, pues el río Beth, muy cercano en ese punto de la ciudad y que es un afluente del río Sebú, serían navegables de noviembre a mayo.

4.- Inventariar las factorías de salazones

La obra de Athena Trakadas (The National Museum of Denmark), *Fish-salting in the north-west Maghreb in Antiquity. A Gazetteer of sites and Ressources* de 2015 responde a la necesidad de sintetizar la información relativa a la producción de salazones en la zona. Resulta útil para quién se interese por la investigación

¹⁷ Callegarin *et al.* 2016: vol. II: 124-125; Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 208.

¹⁸ Callegarin *et al.* 2016: vol. II: 123; Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 208.

¹⁹ Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 48-50.

²⁰ Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 157-159. Debemos la síntesis a G. Bernard

²¹ Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 160

²² “... forte proportion de fragments d’amphore et d’opercules associés découverts dans l’Espace 2 et de l’absence d’éléments de décor”, Callegarin *et al.* 2016: vol. III, 195.

de la economía antigua, especialmente en lo relativo a la producción y comercio de salazones en la zona estudiada. Junto con las salazones, la autora estudia también las industrias anejas productoras de sal y de contenedores anfóricos. Cronológicamente abarca desde el periodo púnico-mauritano hasta la tardoantigüedad, es decir del s. VI a.C al s. VII d.C. Como indica la autora honestamente en el título y en la introducción, se trata esencialmente de un nomenclátor, de un catálogo, disgregado de su tesis doctoral y que es la base de otro libro sobre la explotación de los recursos pesqueros en la zona en la Antigüedad que analizaremos infra. El objetivo del trabajo es, por un lado, perfilar las cronologías de cada factoría de salazones y de la fabricación de cada contenedor anfórico y, por otro, incorporar las novedades que las excavaciones arqueológicas recientes han aportado. Como la autora indica: “*As the relevant publications for the sites are almost exclusively in French and Spanish, the catalogues are also intended to serve as an English summary of the current state of the research with critical commentary*”²³. Es decir, en nuestra opinión, y como ya hemos mencionado antes, desea poner al alcance de la investigación anglosajona el cúmulo de datos que se hallan mayoritariamente en francés, castellano y árabe.

Debemos advertir que la autora no se posiciona en algunos temas clave, directamente e intrínsecamente vinculados a la producción de salazones en esta zona. Esto disminuye la calidad de la obra. En primer lugar, en relación a la hipótesis de la fabricación de sal ignífuga (creada hirviendo agua de mar) en la región estudiada²⁴. La autora no ofrece su opinión. Es improbable e inverosímil que se produzca sal en el Norte de África con esta técnica debido a la alta insolación de esa zona²⁵. En segundo lugar, la autora indica²⁶ cómo en la actualidad se ha desligado ya el binomio tipología anfórica-contenido específico, por lo que no puede afirmarse que solamente una tipología anfórica se ocupase de transportar un determinado producto y, del mismo modo, tampoco podemos afirmar que una ánfora no pudiera transportar diversos productos; pudiéramos estar de acuerdo pero con matices, pues hay tipologías, como la Dressel 20 olearia, que sí son en este sentido unívocas. Ahora bien, no es correcto, en nuestra opinión, afirmar que las ánforas pueden ser reutilizadas y re-expedidas con otro producto. Los pocos ejemplos que se conocen en el mundo romano de este tipo de reutilizaciones se dan siempre en el marco doméstico o local. En tercer lugar, sobre otro aspecto polémico, el transporte de ánforas en la costa hispana del estrecho de Gibraltar y su llenado en la costa africana, lo que conlleva el transporte del ánfora vacía hasta África, no entra en detalles, soslayando de modo acientífico el problema en unas breves líneas²⁷.

A. Trakadas publica en 2018 el libro titulado *In Mauretaniae maritimis. Marine Resource Exploitation in a Roman North African Province*, que es, como el anterior, parte de su tesis doctoral. Sus objetivos son sintetizar la información disponible sobre la fabricación y exportación de las salazones de pescado producidas en Marruecos en la Antigüedad (desde la llegada de los fenicios al mundo tardoantiguo) y también evaluar el impacto ecológico de esta actividad en los recursos marinos de la zona²⁸. Pretende realizar su estudio con un enfoque novedoso: relacionar la tradicional información de tipo arqueológica con datos procedentes de las ciencias naturales como la paleoclimatología, régimen de vientos y mareas,

²³ Trakadas 2015: 6.

²⁴ Trakadas 2015:18-19.

²⁵ Cf. Pons 2009: 114-115, que no cita.

²⁶ Trakadas 2015: 19-20

²⁷ Cf. Pons 2009: 120-124, que no cita.

²⁸ “*What emerges is a diverse portrait of an activity whose role in the social and economic life of the settlements of Mauretania Tingitana has been consistently under-appreciated in archeo-historical studies*”, Trakadas, 2018

las corrientes marinas²⁹, la biología marina para conocer qué especies son consumidas en la zona. En su opinión las investigaciones realizadas hasta el momento eran superficiales y poco analíticas³⁰.

Describe con detalle los métodos de pesca utilizados en la Antigüedad (anzuelos, redes³¹, embarcaciones), pero se ocupa brevemente del proceso de fabricación de las salazones³², de la fabricación de púrpura como actividad estacional vinculada a las cetariae³³ y de las ánforas para la exportación de estos productos³⁴. Analiza también las características regionales del litoral (litoral mediterráneo³⁵, litoral del estrecho de Gibraltar³⁶, litoral atlántico³⁷) para comprender mejor los movimientos de los peces y animales marinos en función de los accidentes de la costa o la presencia de ríos; así como describe para cada zona los lugares donde los recursos marinos han sido explotados, las especies diversas (vertebrados e invertebrados) y la presencia de salinas.

Las conclusiones del trabajo son las siguientes. En primer lugar, el consumo de pescado en época púnico-mauritana se basaba en la pesca de muchas y diversas especies que habitan cercanas al litoral, pescadas con sistemas elementales y que eran consumidas frescas. En segundo lugar, la llegada de los romanos (y de la romanización) que la autora fecha en el momento de creación de las colonias de Zilil, Banasa y Babba a finales del s. I a.C., conlleva un cambio en la relación de los habitantes de la zona con el medio marítimo ya que ahora se pescan menos especies distintas, concentrándose el interés en pescados grandes y que habitan en mar abierto; pescadas con sistemas complejos, y además se produce la instalación sistemática de cetariae para su salado y posterior exportación³⁸. No aborda seriamente el debate sobre el dominio de Gades sobre estas industrias salazoneras tingitanas, ni la hipótesis del “Círculo del Estrecho”, ni tampoco la cuestión del transporte de ánforas vacías³⁹, no utilizando bibliografía fundamental⁴⁰.

Ofrece finalmente al lector varios catálogos sobre los distintos elementos que conforman el proceso de producción y comercialización de los salazones (restos de animales marinos⁴¹, utensilios para la pesca⁴²,

²⁹ Trakadas 2018: 107-152.

³⁰ Trakadas 2018: 32-33, nota 5

³¹ Trakadas 2018: 55-75.

³² Trakadas 2018: 75-77

³³ Trakadas 2018: 77-78.

³⁴ Trakadas 2018: 81-85; cf. también p. 296-298.

³⁵ Trakadas 2018: 153-162

³⁶ Trakadas 2018: 163-170

³⁷ Trakadas 2018: 170-183

³⁸ Trakadas 2018: 313-317.

³⁹ Trakadas 2018: 81-85 y también p. 296-298. Le hubiera resultado de interés aludir aquí al congreso internacional *Le cercle du Détroit dans l'Antiquité: l'héritage de Miguel Tarradell, Coltelloni-Trannoy et al.* 2014-2015, con diversos enfoques a favor y en contra de este concepto; Gozalbes 2015, que realiza un síntesis historiográfica sobre él; o nuestros trabajos Pons 2006; 2009; 2015, entre otros.

⁴⁰ Nos permitimos recordar a Momigliano en su ensayo “Le regole del giuoco nello studio della Storia Antica”, cuando advierte que: “Lo storico è anche liberissimo di decidere quali documenti gli sono necessari: se trascurerà qualche documento essenziale, i suoi colleghi glielo ricorderanno presto, e non benevolmente”, Momigliano 1974: 1189.

⁴¹ Trakadas 2018: 319-412.

⁴² Trakadas 2018: 413-440.

cetariae⁴³, salinas⁴⁴, ánforas⁴⁵ de salazones, fuentes literarias y tituli picti⁴⁶, “pictorial representations⁴⁷”, etnografía⁴⁸, mapas⁴⁹ históricos). En definitiva, estos catálogos son lo más interesante del libro dado que facilitan la labor a los investigadores por hallarse allí recogida y ordenada mucha información.

5.- Digital Humanities

La concesión de un proyecto ERC Advanced Grant al Prof. Remesal⁵⁰, el proyecto EPNet⁵¹ (2014-2019), Economic and Political Network, creemos que ha abierto una nueva etapa en el estudio de la historia antigua y de la histórica económica del Imperio Romano. Este proyecto, expresamente enmarcado por la ERC en una blue skies research, ha integrado a historiadores de la antigüedad (grupo CEIPAC), físicos (del Universitat de Barcelona Institute of Complex Systems, UBICS), informáticos (del Barcelona Supercomputing Center, BSC) y la consultora SIRIS Academic, asimismo de varias nacionalidades (española, italiana, francesa, inglesa y polaca). La relación entre científicos de distintas disciplinas ha sido enormemente compleja, pero también enriquecedora.

A los datos generados y estudiados de modo tradicional desde la historia antigua, se suma ahora, la informática, los sistemas de modelaje computacional⁵² y simulaciones, la teoría de redes y los programas de visualización de big data. Es la entrada de las digital humanities en la historia de la economía del Imperio Romano. Las bases de datos tradicionales, de carácter acumulativo, han sido ya superadas. La base de datos del CEIPAC ha sido - de modo objetivo- con más de 54.000 registros, el culmen y punto álgido de esta etapa: no solamente por el número de registro sino porque su concepción permite superar la dicotomía entre corpus y/o catálogo⁵³. Dicho de otro modo, desde el siglo XIX se han acumulado tal cantidad de datos arqueológicos relativos a la historia económica del Imperio Romano (entre otros materiales, ánforas, sellos, tituli picti, con sus cronologías) que ya se han convertido en big data y por tanto deben ser procesados por ordenadores: una mente humana ya no es capaz de hacerlo.

⁴³ Trakadas 2018: 441-458.

⁴⁴ Trakadas 2018: 459-465.

⁴⁵ Trakadas 2018: 466-524. En el catálogo relativo a las ánforas halladas en la Tingitana, extremadamente detallado y comentando - si es necesario- cada ánfora individualmente, olvida mencionar el libro de Lagóstena, 2001 titulado La producción de salsas y conservas de pescado en la Hispania romana, que dispone de un catálogo de sellos entre los que se cuentan algunos procedentes de la *Tingitana*. Olvida nuestro trabajo “Nuevos sellos y grafitos hallados en la Mauretania Tingitana (2000 [2002]), así como nuestro libro de 2009, que dispone de un catálogo de epigrafía anfórica. En este artículo, nosotros publicamos sellos inéditos sobre ánforas de salazones, ofrecemos dibujos distintos de sellos que ya se habían publicado y ofrecemos también lecturas distintas -fruto de la observación directa de los mismos en Marruecos en Octubre de 1998- de sellos que habían sido mal interpretados. Estos son los sellos que hemos publicado o mejorado su lectura: Trakadas, 2018, nº 234 (Pons 2000 [2002], nº 45, Binnei, dibujo nuevo), nº 292 (Pons 2000 [2002], nº 48 (CALLI), nº 49 (HERCVLANI), nº 51 (VB), nº 53a y 53b (VNLE)). Y olvida mencionar Pons, 2000 [2002]: nº 46 (ENTR, que había sido mal leído), nº 47 (EFFEC, inédito), nº 50 (SENT, inédito), nº 52 (LVI, inédito), nº 54 (ANNGENIALIS, inédito).

⁴⁶ Trakadas 2018: 525-535.

⁴⁷ Trakadas 2018: 537-544, que reúne tanto monedas, como mosaicos como terracotas

⁴⁸ Trakadas 2018: 545-575.

⁴⁹ Trakadas 2018: 577-590

⁵⁰ Catedrático Emérito de Historia Antigua de la Universidad de Barcelona.

⁵¹ <http://www.roman-ep.net>.

⁵² Romanowska, 2015. El trabajo pretender ser una guía para que arqueólogos e historiadores de la antigüedad entiendan los pasos técnicos que supone la confección de un modelo. Afirma que “the potencial of the technique in becoming the ‘epistemological engine of our time’ (...) is extremely high as simulation provides archaeologists with a much needed ‘virtual lab’ or ‘tool to think with’ for testing their ideas”, Romanowska, 2015.

⁵³ Remesal 2012.

Nuestra aportación ha consistido en valorar, a la luz de estas nuevas metodologías, los datos aportados por la *Tingitana*, especialmente a nivel de las importaciones de aceite de la Bética. Solamente se ha trabajado con datos éditos. Se ha publicado en 2018 el artículo “La presencia del aceite bético en Mauretania Tingitana. Nuevos métodos de análisis” que expone los resultados de esta investigación⁵⁴.

Los sellos hallados hasta nuestra publicación de 2009, 402 ejemplares sobre distintas tipologías, hacían de la Dressel 20 el ánfora más importada (60%). La publicación, en estos años, de 111 nuevos sellos mantiene la misma pauta (55%) con lo que se confirma que la Dressel 20 olearia es el contenedor más importado en Tingitana, por lo menos entre los que han podido dejar un rastro arqueológico.

Las conclusiones de este estudio son las siguientes⁵⁵. En primer lugar, se detecta una enorme preeminencia en la Tingitana de sellos producidos en el *conventus hispalensis* (83%), siendo menos los producidos en el *cordubensis* (12%) y en el *astigitanus*⁵⁶ (4%), es decir, el abastecimiento en aceite de la *Tingitana* se hacía desde la zona productora más cercana y que disponía del acceso más fácil (Guadalquivir-Atlántico). En segundo lugar, respecto del motivo de la importación de aceite de la Bética, podemos precisar que éste llegaba como producto *annonario* dado que se ha hallado una enorme similitud entre los sellos de Dressel 20 que llegan a las provincias con fuerte presencia militar del limes renano y de *Britannia* con los sellos que se hallan en la *Tingitana*⁵⁷. Por lo que se confirma que el estado romano distribuía el aceite de modo ordenado, no-aleatorio, entre los campamentos militares⁵⁸.

6.- Conclusión

Marruecos ha experimentado en el último decenio una apertura considerable en su investigación arqueológica, histórica y patrimonial. Otros países e instituciones, a parte de las tradicionales universidades y centros de investigación francesas y españolas⁵⁹ se han ocupado de su riquísimo patrimonio. Es todo un acierto del INSAP y de las autoridades marroquíes el potenciar y favorecer la entrada de otros colaboradores en el estudio de su pasado histórico. Nos hemos ocupado aquí especialmente de temas económicos y en la cronología del Alto Imperio, pero sin duda la misma reflexión podría ser puesta de relieve en el contexto de la prehistoria o de la época islámica.

⁵⁴ Pons and Pérez 2018.

⁵⁵ Para el detalle de la construcción de la ontología informática en que se basa el estudio y de las teoría de redes que se ha utilizado, cf. Pons and Pérez 2018: 287-292.

⁵⁶ “En este sentido sabemos por los materiales hallados en las prospecciones de la Baetica y en las excavaciones realizadas en el Testaccio que estos dos ámbitos muestran una dinámica similar a la general del Imperio: la mitad de los ejemplares proceden del *conventus hispalensis* (52,31% en la Baetica y 47,24% en el Testaccio), casi un tercio proceden del *conventus cordubensis* (33,82% en la Baetica y 36,19% en el Testaccio) y una sexta parte del *conventus astigitanus* (13,43% en la Baetica y 15,21% en el Testaccio) (...) la visualización de los datos en su conjunto mostraría un patrón de similitud entre las provincias productoras de ánforas olearias y el aceite consumido en Roma, mientras que para el resto de provincias esta información diverge”, Pons and Pérez 2018: 289.

⁵⁷ “... hay una agrupación clara de provincias con fuerte presencia de guarniciones militares. Este patrón rompe la mencionada correlación entre disimilitud de sellos y distancia geográfica. En concreto las Germanias, Britania y curiosamente Mauretania Tingitana comparten sellos pese a la enorme distancia espacial entre la última provincia y el resto. Si el abastecimiento de las legiones romanas hubiera sido organizado de manera centralizada entonces esperaríamos este resultado, ya que los sellos encontrados en estas provincias serían más similares que la media pese a no proceder de zonas adyacentes”, Rubio Campillo *et al*, 2018: 246; Pons and Pérez 2018: 292-293

⁵⁸ Pons and Pérez 2018: 294-295.

⁵⁹ Es de destacar la presencia de proyectos marroco-españoles en *Lixus* y *Tamuda*, que no hemos tratado en este trabajo.

Consecuencias de esta irrupción en la investigación sobre la *Tingitana* son, por un lado, la publicación en lenguas distintas al francés o al castellano, siendo el italiano y el inglés las dos lenguas beneficiadas; el árabe debe necesariamente ganar más peso en el futuro a través de publicaciones bilingües, dado que de otro modo, el inglés se impondrá. Por otro lado, se produce un aumento exponencial de la bibliografía, de los libros y artículos publicados por cada equipo, quedando ya lejos las épocas en que se publicaba poco sobre el Marruecos antiguo. Finalmente, esta masa de datos generada en los últimos diez años debería ser incorporada al discurso histórico: la reflexión desde una perspectiva arqueológica no es suficiente para aprehender la realidad del pasado, los datos deben ser utilizados para avanzar en el conocimiento histórico de la sociedad romana tanto desde el punto de vista económico como social y político. La provincia *Mauretania Tingitana*, aunque pequeña en extensión y demografía, ha demostrado poder ofrecer luz sobre algunos aspectos generales del Imperio Romano.

7.- Bibliografía

Akerraz, A. and E. Papi (a cura di) 2008. *Sidi Ali ben Ahmed-Thamusida*. 1.- I Contesti. Roma: Quasar.

Akerraz *et al.* 2013 = Akerraz, A., S. Camporeale and E. Papi (a cura di) 2013. *Sidi Ali ben Ahmed-Thamusida*. 3.- I materiali. Roma: Quasar.

Bernal Casasola, D. (ed.) 2004. *Juan Bravo y la arqueología subacuática en Ceuta. Un homenaje a la perseverancia*. Ceuta: Instituto de Estudios ceutíes.

Boube, J. 1979-1980. Amphores préromaines trouvées en mer au voisinage de Rabat. *Bulletin d'Archéologie Marocaine* 12: 99-109.

Callegarin *et al.* 2016 = Callegarin, L., M. Kbiri-Alaoui, A. Ichkhakh, and J.-C. Roux 2016. *Rirha: site antique et médiéval du Maroc. I. Cadre historique et géographique général*. Madrid.

Callegarin *et al.* 2016 = Callegarin, L., M. Kbiri-Alaoui, A. Ichkhakh, and J.-C. Roux 2016. *Rirha: site antique et médiéval du Maroc. II. Période maurétanienne (V^e siècle av. J.-C. - 40 apr. J.-C.)*. Madrid.

Callegarin *et al.* 2016 = Callegarin, L., M. Kbiri-Alaoui, A. Ichkhakh, and J.-C. Roux 2016. *Rirha: site antique et médiéval du Maroc. III : période romaine (40 ap. J.-C. - fin du III^e s. ap. J.-C.)*. Madrid.

Callegarin *et al.* 2016 = Callegarin, L., M. Kbiri-Alaoui, A. Ichkhakh, and J.-C. Roux 2016. *Rirha: site antique et médiéval du Maroc. IV : période médiévale islamique (IX^e-XV^e s.)*. Madrid.

Callu *et al.* 1965 = Callu, J.-P., J.-P. Morel, R. Rebuffat and G. Hallier 1965. *Thamusida. Fouilles du Service des Antiquités du Maroc*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.

Collteloni-Trannoy *et al.* 2014-2015 = Collteloni-Trannoy, M., B. Bridoux and V. Brouquier-Reddé (dir.) 2014-2015. *Le cercle du Détroit dans l'Antiquité: l'héritage de Miguel Tarradell*. Monográfico de Karthago XXIX.

Erbati, E. and A. Trakadas 2008. *The Morocco Maritime Survey. An archaeological contribution to the history of the Tangier peninsula* (BAR International Series 1890). Oxford.

Gliozzo *et al.* 2009 = Gliozzo, E., I. Turbanti Memmi, A. Akerraz and E. Papi (a cura di) 2009. *Sidi Ali ben Ahmed-Thamusida. L'Archeometria*. Roma: Quasar.

Gozalbes Cravioto, E. 2015. El Círculo del Estrecho en la Antigüedad: una revisión historiográfica. *Índice histórico español* 128: 175-209.

Lagóstena Barrios, L. 2001. *La producción de salsas y conservas de pescado en la Hispania romana* (Instrumenta, 11). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Momigliano, A. 1974. Le regole del giuoco nello studio della Storia Antica. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa. Classe di Lettere e Filosofia*, Serie III, Vol. 4, No. 4: 1183-1192.

Pons Pujol, L. 2002. Nuevos sellos y grafitos hallados en la Mauretania Tingitana. *Antiquités africaines* 36: 109-136.

Pons Pujol, L. 2006. L'importation de l'huile de Bétique en Tingitane et l'exportation des salaisons de Tingitane (Ier-IIIe siècle après J.-C.). *Cahiers du Centre Gustave Glotz* 17: 61-77.

Pons Pujol, L. 2009. *La economía de la Mauretania Tingitana (s. I-III d.C.). Aceite, vino y salazones*. (Instrumenta, 34). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Pons Pujol, L. 2015. La invención de un concepto geopolítico: el Estrecho de Gibraltar en la Antigüedad (s. I-III d.C.). *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 19/513. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-513.pdf>.

Pons Pujol, L. and J. Pérez González 2018. La presencia del aceite bético en Mauretania Tingitana. Nuevos métodos de análisis. *Studia Antiqua et Archaeologica* 24(2): 279-302.

Rebuffat, R. and G. Hallier 1970. *Thamusida. Fouilles du Service des Antiquités du Maroc*. Paris: École française de Rome.

Rebuffat *et al.* 1977 = Rebuffat, R. and J. Marion, J. 1977. *Thamusida Fouilles du Service des Antiquités du Maroc*. Roma: École française de Rome.

Remesal Rodríguez, J. 2012. Corpus versus Catalog, propuestas sobre una vieja cuestión, in M.E. Fuchs, R. Sylvestre and C.S. Heidenreich (eds) 2012. *Inscriptions mineures: nouveautes et reflexions. Actes du premier colloque Ductus* (19-20 juin 2008, Université de Lausanne). 83-93. Bern-Wien.

Romanowska, I. 2015. So you think you can Model? A Guide to Building and Evaluating archeological Simulation Models of Dispersals. *Human Biology Open Access Pre-Prints* 79.

Rubio-Campillo *et al.* 2018 = Rubio-Campillo, X., J.M. Bermúdez, J.-M. Montanier, J. Moros, J. Pérez González, G. Rull Fort and J. Remesal 2018. Provincias, sellos e hipótesis nulas: la identificación de rutas de comercio a través de medidas de distancia cultural, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims* (Instrumenta 60). 237-249. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Trakadas, A. 2018. *Fish-salting in the north-west Maghreb in Antiquity. A Gazetteer of sites and Ressources.* Oxford: Archeopress.

Trakadas, A. 2018. *In Mauretaniae maritimis. Marine Resource Exploitation in a Roman North African Province.* Stuttgart.

Analysis tools for the study of the *amphorae* productions from the northeast of *Hispania Citerior Tarraconensis*. A first approach from EPNet Project

Antoni Martín i Oliveras

Carlos Palacín Copado

Jordi Pérez González

1.- Analysing the Roman economy: new tools for the study and knowledge¹

One of the main goals proposed in the beginning of the *EPNet Project- Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economics and Political Dynamics*, was to implement different analytical tools for deepen in the knowledge of production and trade systems developed by ancient societies and their both links with the structure of property, production and trade and with political-administrative systems.²

The Roman Empire offers a particularly interesting case study for several reasons. First, because it constituted a political, cultural, and socioeconomic framework that merged very different societies through conquest but at the same time it also used highly developed social integration mechanisms to manage diversity. Secondly, the effectiveness of these mechanisms involved particular interests and strategies of a wide variety of groups especially as regards to the local elites. Third, the Empire is the period where global economies were developed with several particularities in a very dynamic and complex system that in turn generated their own instruments of interconnection and interdependence.

The functional analysis of the productive and commercial networks based on the combination of economic, social, cultural, fiscal and legal factors and strategies allows a particular approach to the question of regional interdependence mainly in relationship to their nature and their variability in time and space.³

Hence the implementation of this analysis proposal necessarily involved the creation of new methodologies based on the study of complex systems and networks.⁴

¹ Project funded by: Economic and Political Networks (EPNet Project) (ERC-2013-ADG-340828), *Relaciones Interprovinciales en el Imperio Romano. Producción y comercio de alimentos hispanos (Provincia Baetica et Tarraconensis)* (HAR2017-85635-P), *Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica* (CEIPAC) (2017 SGR 512) and *Dinàmiques socioeconòmiques del món rural romà: formes d'hàbitat i cultura material al litoral central català* (CLT009/18/00045).

² ERC Advanced Grant *Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics* (EPNet) (ERC-2013-ADG 340828).

³ Remesal *et al.* 2015a: 455-464.

⁴ As regards our case of study a complex system is a structure composed by different components interacting among each other. They will be conditioned by multiple variables (economic, social and cultural), factors (exogenous and endogenous) and agents all of them involved in the different productive-distributive processes. All these variables and driving forces must be taken into account when analysing their operative production function and their evolution over time. For the science of complex networks applied to archaeology see: Prignano *et al.* 2017a: 4-13

Until now the application of formal methods applied outside the historical research process was underdeveloped within the studies of ancient history and archaeology mainly due to the lack of reliable quantitative databases. Thanks to the cumulative work carried out in recent decades by several research groups and agents it has been possible to gather a large amount of basic data that allow us to compare the models or explanations offered within the historical-archaeological field with the formal models of complex networks and mathematics applied in experimental sciences.⁵ However, despite the increase in the quantity and quality of databases related to the Roman Empire, the interpretation of these had not been able to be properly squeezed in order to expand our knowledge. We believe that the combination of these new datasets with new methodologies and analytical tools will allow us to move forward to solve the big questions and understand the complexity of the classical world.⁶

Key methods applied to studies of Roman economics within the EPNNet Project include: formal modelling, simulation, agent-based modelling, complex network analysis, stochastic models, the Monte Carlo method and Bayesian inference as well as software dedicated to big data visualization.⁷ They are all intended as a point of reference among researchers to explore how the science of complexity and formal modelling can be usefully and critically applied to one's own work.⁸

As regards of our research project's main object of study the attention has been focused on food production and trade in order to implement the new methods of analysis. Our research is based on the study of certain foods that due to their nature and processing conditions have been transformed into liquids or semi-liquids products. This situation made it essential to use recipients or containers that met certain requirements associated with the storage, transport and circulation of the product. Among these containers *amphorae* are a very effective reference element so that their physical characteristics and mechanical properties ensure their preservation and conservation in different archaeological contexts.⁹

On the one hand, the progress of archaeological research has made it possible to define precisely the amphora typologies as well as their producing areas both regionally and locally which has allowed us to study these containers in a vector easily identifiable and quantifiable. This has generated a long tradition of specialized amphoric studies that have become a large number of formal and quantitative data which can now be analyzed with new processing and interpretive models.¹⁰

⁵ Historical-archaeological models based mostly on hypothetical-deductive analysis and dependent on the researcher's knowledge and apriorisms. Remesal 2017: 9-10; Pérez González 2018: 5-16

⁶ Rubio-Campillo *et al.* 2018a: 37-47

⁷ For formal modelling methods see: Rubio-Campillo *et al.* 2018a; 2018b. For simulation methods see: Romanowska 2015. For agent-based modelling methods see: Carrignon *et al.* 2015: 94-95; Fulminante *et al.* 2017. As regards complex networks see: Prignano *et al.* 2017b: 125-148; Martín-Arroyo *et al.* 2017; Pérez González *et al.* 2018: 251-280; Pons Pujol, Pérez González 2018: 279-302; Ayllón Martín *et al.* 2019. As regards application of stochastic models see: Romanowska 2018: 107-117; Prignano *et al.* 2019: 46-58. As regards application of Montecarlo method and Bayesian inference see: Rubio-Campillo *et al.* 2017: 1241-1252; Carrignon *et al.* Forthcoming, *vide n.*11. As regards application of big data visualization software see: <https://romanopendata.eu>.

⁸ Brughmans *et al.* 2019: 4.

⁹ Peacock, Williams 1986. It is worth mentioning that the use of these containers in the Mediterranean world and on the European continent is also linked to cultural traditions that have undergone changes, favouring and, at a specific moment, limiting their use; this factor affects its possibilities as documentary evidence (proxy). About the extending of use of other containers see: Brun 2003: 82, 104-105; 2004: 24-25; Tchernia, Brun 1999: 58-59; Marlière 2001: 181-201; 2002; 2014: 47-61; Sands, Marlière 2020: 356-380

¹⁰ Remesal *et al.* 2018: 9ff; Remesal *et al.* 2019a.

On the other hand, amphoras allow us to address another aspect that is nonetheless important: the existence of several artisan complementary activities fitting into the agricultural cycle in a given region which helps to assess the impact of the introduction of new productive forms in a specific territory. The analysis of these aspects add other types of data such as the identification of settlement patterns, the typology of facilities and producing centres, the application and dissemination of technology and the study and analysis of its implementation and evolution over the time.¹¹

In the present study we will show some of the methods mentioned above in order to facilitate the analysis of the sealed *amphorae* productions from the northeast of the Iberian Peninsula. It is especially focused on some amphoric containers related to the distribution and consumption on a large-scale wine trade system related with an intensive and specialized winegrowing production located in the NE coast of the *Hispania Citerior* province, mainly in the ancient Laetanian region and mostly during Augustal and late Julio-Claudian and Flavian period. It deals concretely with respect to Pascual 1 and Dressel 2-4 (or 3-2) *Tarraconensis* forms from ancient Laetanian region but we will also value the diffusion of other particular forms such as the Oberaden 74 produced in the same chronological period -last third-first century BC-mid-first century AD- and traded in seemingly specific markets.¹²

In this way we will make a first approach to the dissemination of some *Citerior's* wine amphoric productions using computer tools that will help us to compare, add, measure and geolocate a "known" study vector such as the inscriptions *-tituli picti-*, stamps or grafitti that had been printed, sealed or marked in these *amphorae*. In this sense and as archaeological data modelling contribution - already applied to the Hispanic viticultural organizational processes related to the winemaking production and the *amphorae* manufacturing - we will add besides the program for the visualization of data developed in the EPNET Project (<https://romanopendata.eu>), the application of *tableau* graphics tool and new analytical methods taken from the study of complex systems and networks.

2.- *Citerior's* viticultural economy: a glimpse overview

All studies dedicated to the implantation and evolution of viticulture in the Northeast area of *Hispania Citerior*, have assumed the existence of an important export phenomenon and an intense commercial relationship among these territories and several regions and cities of the Roman Empire.¹³ These markets are mainly located in the western provinces and Italy. All the scholars' situated the period between August and late Julio-Claudian and Flavian dynasty as the main stage of wine and its derivatives' trade contained in amphoras, with a highest peak in the first third of the first century AD.¹⁴

The identification of these trade routes and the presence of a considerable number of *Tarraconensis* amphoras in different places, have been interpreted as an important demand and consumption of wines from these territories, proposing its evolution from an intensification process towards a specialized viticulture oriented almost exclusively to large-scale production and overseas

¹¹ Miró 1988; Revilla 1995; 2004a; 2011-2012; 2015; 2016; Martín i Oliveras *et al.* 2017: 189-237; 2019: 41-72; Martín i Oliveras and Revilla Calvo 2019.

¹² As regards the "new" nomenclature of the amphora form Dressel 3-2 *Tarraconensis*, see Berni Millet 2019: 223-236.

¹³ For a first approximation see: Tchernia 1986; for a general distribution areas and markets identification see: Miró 1988; for a forward study propose see: Carreras 2009 and Martín i Oliveras and Revilla 2019.

¹⁴ Unfortunately perishable containers have rarely left us archaeological evidence unlike *amphorae*, see Miró 1988; Revilla 1995; 2004b: 159-196; Martín i Oliveras *et al.* 2017: 189-236.

trade and consequently organized through market mechanisms. This view is also supported by other arguments such as the establishment of a very dense rural implantation in the region, which includes various types of settlements in agricultural production and the widespread presence of winegrowing facilities for the production and storage of wine and its derivatives.¹⁵ All of this related with the presence of large landowners and investors from provincial elites and also from Italy and Rome itself with a strong economic capacity and a diverse legal status and social position.¹⁶

The progress on archaeological field research has shown itself to be an essential resource for defining the geography of vineyards, since the technological evidence relating to the production and storage of wine or the manufacture of amphoras containers can be located and dated with quite accuracy. Archaeology's contribution has been also essential as regards increasing our knowledge of the rural habitat and of how the territory was occupied and exploited.

In the evolution of this wine's economy we have pointed out an operational hypothesis with some specific phases, characterized by three main processes of *implantation*, *intensification* and *specialization* of production and its broader trade to diverse destinations:¹⁷

The first *phase of inception* was developed with a progressive substitution of the precedent native agrarian system by the implantation of the bisectorial "villa system" as self-sufficient production units, initially oriented versus crop diversification and afterwards to an incipient winemaking specialization to fulfill their own needs and those of the immediate territory including nearest urban settlements. The main goal of local wine producers during this stage was to imitate Italian exported quality wines at a better price to satisfy the demands of a growing population. The *Citerior's* wine trade contained in amphoras was initially distributed at local or regional markets by coastal shipping. At the end of this phase the distribution becomes inland in the province through the Ebro River valley, and interprovincial to the *Gallia Narbonnensis* and the *Gallia Comata* through the so-called "*Isthme gaulois*".¹⁸ The principal amphoras forms produced during this period were imitations from *Greco-italic*, Dressel 1 B and Lamboglia 2 shapes, until the developing of the first local form called *Tarraconense 1/Laietana 1*. The main external market of this new amphora type seems to be the Gaul, with a smaller but significant presence in northern military border camps and settlements.¹⁹

Later during the second *phase of expansion*, *Citerior's* wine was also exported inland of the European continent by river waterways and Atlantic seafaring route, associated with the diffusion of a new container: the Pascual 1 amphora, mostly manufactured in coastal pottery workshops.²⁰

¹⁵ There are different must and wine "derivates" such as the *mulsum* -honey wine-, boiled musts or syrups such as the *defrutum*, the *sapa* and the *caroenum*., subproducts like the *acetum* -vinegar-, weak wines like the *posca* -water mixed with vinegar- or plonks such as the *lora* and the *faex* for slaves consumption. See Martín i Oliveras 2015: 22-25.

¹⁶ As regards the evolutionary sequence of settlement patterns in the Laetanian territory see: Stubert *et al.* 2020. As regards to the role of the elites and the identification of Roman characters in possible toponymical names of *praedia* see: Rodà *et al.* 2005: 47-57. Olesti 2006: 175-200; 2009: 141-158; Olesti and Carreras 2012: 309-333; 2013: 147-189. Járrega 2016: 155-190.

¹⁷ As regards the basis of working hypothesis and the subsequent operational hypothesis see: Miró 1988; Martín i Oliveras 2015b; Martín i Oliveras *et al.* 2019 and Martín i Oliveras and Revilla 2019.

¹⁸ Located on the axis of the Aude-Garonne Rivers, where it would be distributed inland to Aquitaine, North Gaul and the Atlantic coast. It later reached points as far away as *Germania* and *Britannia* via the Rhine-Loire-Seine-Marne-Rhine axis. See Galliou 1984: 24-36; 1991: 99-105; Laubenheimer and Marlière 2010: 34-36; Laubenheimer 2015: 181-192. *Cf.* About the Atlantic route: Remesal 1986; Carreras and Funari 1998; Carreras 2000; Carreras and Morais 2012; Morillo *et al.* 2016; Schäfer 2017 and Rubio-Campillo *et al.* 2018a; 2018b.

¹⁹ See Comas 1985: 15, fig.1; Nolla and Solías 1985: 138; Nolla 1987: 218; López Mullor and Martín i Menéndez 2008a: 689-724.

²⁰ Miró 1988; Martínez 2015; for Laetanian wine trade routes see Martín i Oliveras 2015b: 196, fig.89.

However, the spread of vineyards geared commercialization towards in overseas markets did not come about until the second half of the 1st century BC, specifically in the final third of that century. This is confirmed by the foundation chronologies of many pottery workshops and numerous villa-type settlements and other rural centres, equipped with facilities for pressing and storing wine production. This incipient viticulture can be found also in certain territories of current central Catalan coastline such as Laetanian region and Tarraco surroundings (see map 1).²¹

The situation apparently changes during a third *phase of reorientation*, so that in the early Julio-Claudian period, Italy and Rome itself, become the preferential market of *Citerior's* wine, while the Gaul and Northern provinces seem to be transformed in a secondary market in clearly recession. This hypothesis is based on the existence of direct seafaring routes from the *Citerior* coast to the Italic ports, attested by many wrecks scattered throughout the whole western Mediterranean arc with cargoes of amphoras Dressel 2-4 (mainly 3-2) from *Tarraconensis*, often mixed with *dolia* placed inside the vessel's hull and working as tanker-ships. Mostly of these shipwrecks are dated between 15 and 40/50 AD. Meanwhile, the presence of the Pascual 1 amphora in the Gaul was reduced remarkably almost disappearing. For its part, the Dressel 2-4 (3-2) *Tarraconense*, manufactured since the change of era by the pottery workshops of the central coast and the prelitoral neighbourhood, becomes the *Citerior's* most common wine amphora form. This new recipient has a better weight-capacity ratio, which makes it more competitive and suitable as a container and as nautical transport element. In addition, its manufacturing seems to show a greater standardization from the first decades of the first century AD.²² This fact could be related to the transformations in the producing forms of artisan work in areas such as Laetanian region, including the *Baetulo* and *Iluro* territories, the *Barcino* plain and the lower Llobregat -*Rubricatum*- River in where also large pottery centres with a complex internal organization were attested. Moreover, the remarkable number of amphora seal-stamps documented in this area, many of them associated on the same container, could indicate the existence of a coordinated work processes.²³ These specialized places, which seem to work on a large-scale pottery production, are not directly linked to *villae* as other periods, maybe due to the concentration of a multiplicity of artisan units that operates jointly for supplying this wider demand of amphoras and other ceramic objects.²⁴

The reorganization of artisanal activity could be related to an intensification of agricultural production in general and to winemaking activities in particular.²⁵ This fact is also associated with the evolution of the socio-economic villa system in this area. Intensification supposes a huge specialization towards wine's cash-crop production, the reorganization of the road network and the implantation of a new cadastral system and landholding regime that would allow a better exploitation of the territory and the implementation of wider winemaking factories equipped with large number of processing facilities.²⁶ These changes are related at the same time to the urbanization process of the central area of the Catalan coast, where the colony of *Barcino* is founded *ex novo*, and where the previous cities of *Baetulo* and *Iluro* become *municipia*. Thus, the urbanization process is inseparable with the delimitation and reorganization of the territory attributed to each urban settlement. This set of factors allows us to

²¹ See also Revilla 1995: 122-125; 2004a: 175-202; 2011-2012: 79-95

²² Corsi-Scialliano and Liou 1985: 170-172; Miró 1988; López Mullor and Martínez Menéndez 2008b: 33-94..

²³ Revilla 2007b: 1183-1192; Berni and Revilla 2008: 95-111.

²⁴ Miró 1988; Carreras *et al.* 2009; 2013.

²⁵ Revilla 2004a: 175-202; 2011-2012: 79-95; 2015: 1-17.

²⁶ Such as the *ager centuriati* of *Barcino*. See Revilla 2008: 99-123; Palet and Riera 2009: 131-140. For typology of wine processing facilities in this area, see Martín i Oliveras *et al.* 2017: 201, Fig. 2.

understand the economic development of *Barcino's* colony during the first and second centuries AD, as well as the expansion of the economic interests of its elites to nearby areas from an advanced moment of the first century AD.²⁷

The fourth *phase of peak* is attested since the beginning of the second century and keeps more or less continuous until mid-third century AD. During this period the production of amphoras were in clearly recession, not so the production of wine as in some sites the archaeological record documented that the winemaking production facilities and storage structures were reformed for producing much more surpluses. It implies that former little wine's cellars were progressively abandoned or reformed for being large transformation facilities. This fact could respond to two possibilities, not necessarily opposed. On one side, winemaking production and storage facilities suffered a process of concentration for being more efficient and competitive. On the other side, it seems that the demand of common wine substantially grows-up. This fact was probably connected with a significant increase of wine's exportation in containers of greater capacity such as *cupae* (barrels) and *culleii* (wineskins), and possibly as a consequence of a change in large-consumption market orientation, having to reduce costs when supplying these heavily-used and strongly competitive markets.

Finally, the fifth *phase of decline* seems to start at the end of the second century AD. The crisis could be due by different factors. On one hand, the concatenation of several external factors of negative nature such as plagues and barbarian incursions.²⁸ On the other hand and perhaps as consequence of the formers, due to economic reasons that implies a loss of productive capacity and/or competitiveness front other producers with lower costs that supposes a new change in the market orientation. The vitivinicultural centres of *Citerior* province were gradually abandoned, reduced or restructured in resilience to carry out other agricultural activities and reoriented again towards self-sufficiency.

There is a relationship between the processes of agrarian intensification and specialization, which are evident in the field of viticulture, and the structure and dynamics of production and trade.²⁹ These processes seem to promote in the first phases of evolution the development of different wine qualities and amphoras forms adapted to the markets demands, transport and logistical needs. Ancient *Hispania Citerior's* viticulture and specifically Laetanian wine production and trade seems to provide a good case study research, mainly as regards the pottery evidence of amphora forms evolution and its greater or lesser presence in different consumption destinies.

Related to winegrowing intensification and specialization process, 104 agrarian establishments have so far been identified in the NE of *Citerior's* province (current Catalonia), 87 of them related with winegrowing production having traces of vineyards, pressing facilities, *torcularia*, or spaces for storing liquids mainly wine as *lacus* or *cellae vinariae*. Similar evolution occurs with pottery workshops or *figlinae*, 94 facilities of this kind have been identified in this territorial scope, in 52 of them are documented the presence of at least one pottery kiln. The vast majority of the pottery workshops seem to be integrated into the organization of a *fundus*. Specifically, the production of *amphorae* should be understood as a complementary activity that met the needs of a semi-specialized agricultural sector that was geared to commercializing a surplus. In this context the pottery workshop first and foremost answered the

²⁷ To understand the expansion of the *Barcino* elites, see Carreras *et al.* 2009; 2013; Olesti 2006: 175-200; 2009: 141-158; and also see Martín i Oliveras *et al.* 2007: 195-212; Rodà *et al.* 2005: 47- 57; Olesti and Carreras 2012: 309-333; 2013: 147-189; 2015.

²⁸ As regards the *Hispania Citerior* province historically we must to take into account overlapping events such as the Antonine Plague (165-180 AD); the Plague of Cyprian (250-266 & 270 AD); and the Franks incursion (ca.259-276 AD).

²⁹ Martín i Oliveras and Revilla 2019.

instrumentum needs of an estate for self-consumption and secondary produce containers and recipients for the overseas trade. Instead it would therefore be a subordinate activity.³⁰

The *figlinae* on the coast of *Citerior* were making a wide range of amphoras for over three centuries. The main research question that arises from this general overview is if the spreading of *Tarraconensis'* amphoras forms documented in so far away distribution and consumption centres and its associated seal-stamps, located in determinate pottery workshops in source, are a good indicator of the *Citerior's* viticultural economy as regards the interconnections between productive centres, commercial networks and ancient trade routes.

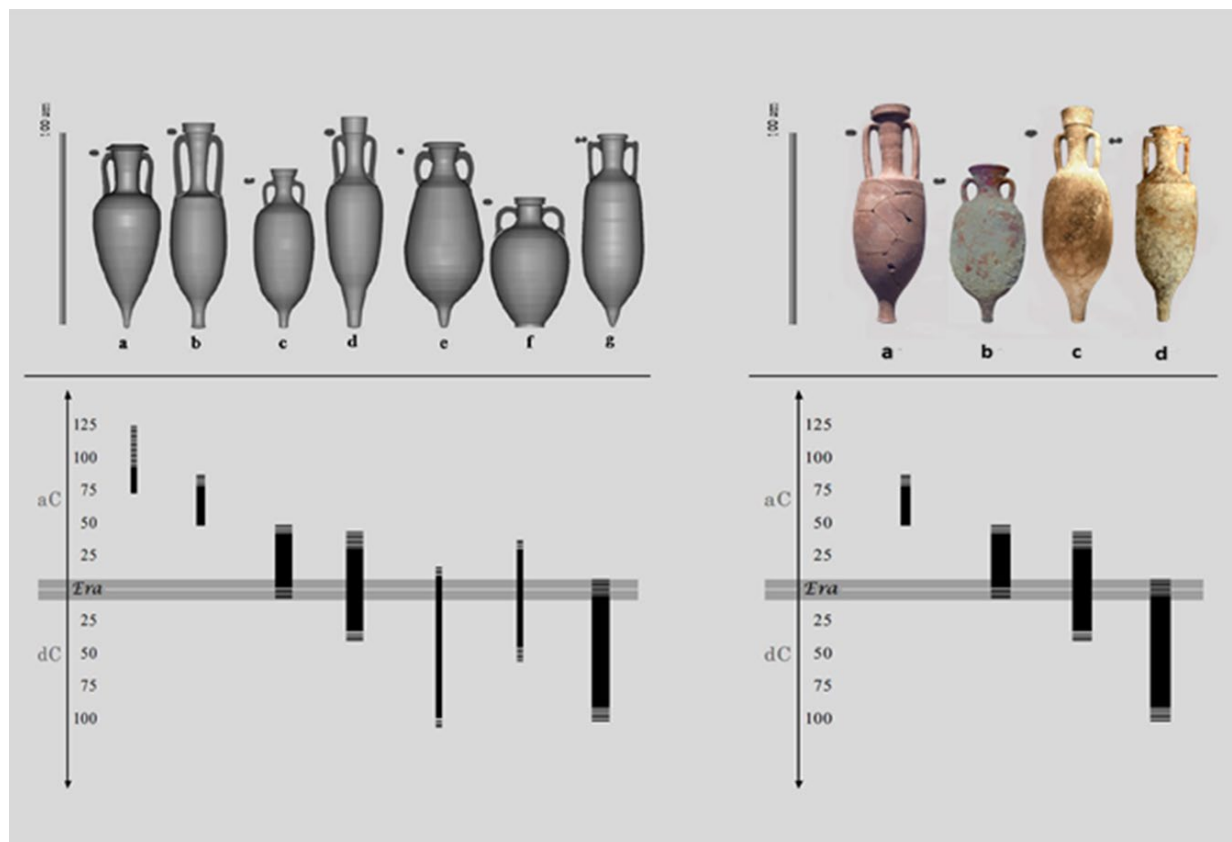


Figure 1. On the left local production amphorae typologies documented at *Hispania Citerior* Roman province after Vila-Socias 2011: 122, fig.6: a) Greco-italic; b) Dressel 1 (A,B,C); c) Tarraconense 1/Laietana 1; d) Pascual 1; e) Dressel 7-11; f) Oberaden 74; g) Dressel 2-4 (3-2). On the right main amphora forms documented in Laetanian region -central coast and prelitoral area of current Catalonia- (1st century BC to 1st century AD), after Martín i Oliveras 2015b: 202, fig.90: a) Dressel 1 (A,B,C); b) Tarraconense 1/Laietania 1; c) Pascual 1; d) Dressel 2-4 (3-2).

³⁰ See maps 1 and 2 and Stutbert *et al.* 2020.

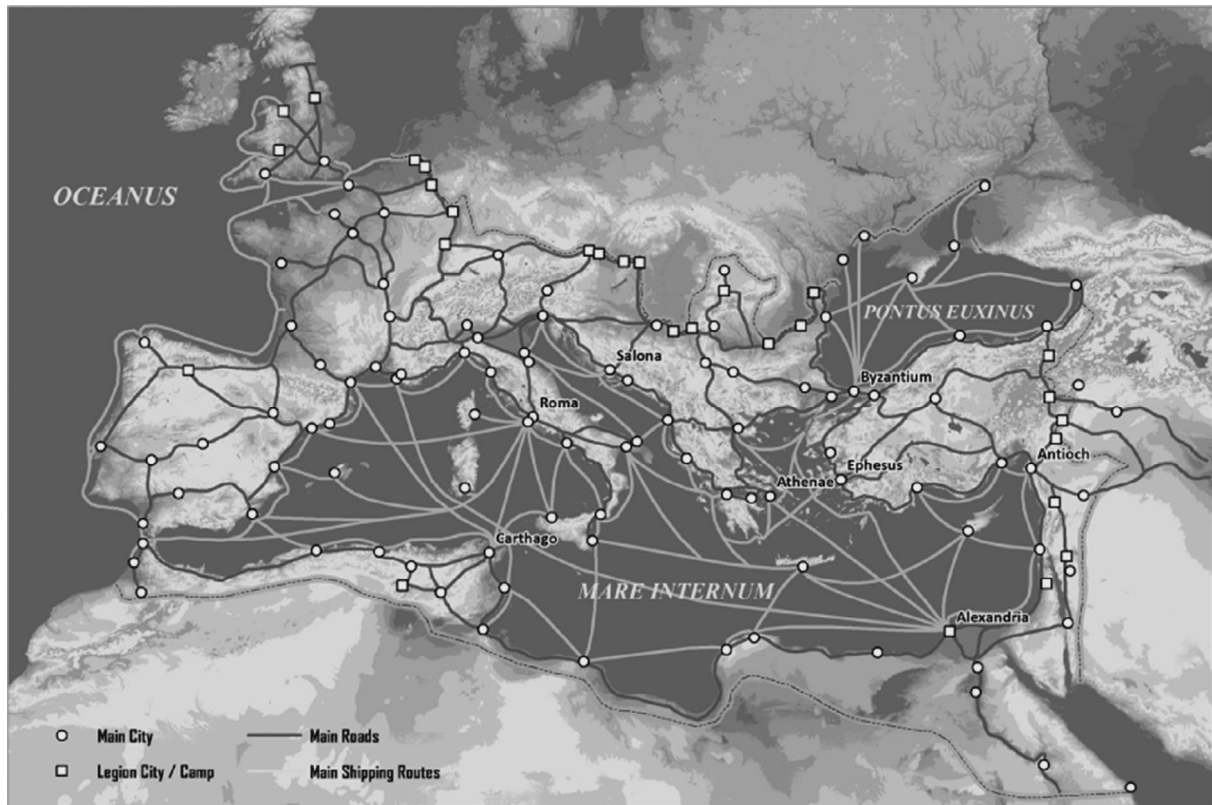


Figure. 2. Roman Empire's main trade and transport routes c125AD from https://geotrans/eng/media_maps.html.

3.- Visualizing the interconnections: the method

From a methodological point of view the first level of analysis that we will carry out consists in the selection of the data to be studied, limiting the search parameters within the exploratory and visualizing interface of the consulted database in order to define the selection criteria whether these are for: amphora form, production center, stamps, headings, location, period, chronology, etc.

In our specific case, the database used is the *Corpus of Instrumentum Domesticum* from CEIPAC (www.ceipac.ub.edu),³¹ consulted through the new exploratory interface Roman Open Data (<http://romanopendata.eu>), developed in the framework of the project EPNet (<http://www.roman-ep.net>),³² where we can quickly limit and select the results on the amphora epigraphy database. The tool developed allows quick visualizations of linked complex questions expressed in standardized SPARQL language, made on the basis of the CEIPAC *corpus*, using a typical vocabulary of the Ontology-Based Data Access paradigm (OBDA).³³ The first example analyzed is related with the amphora defined as Oberaden 74.³⁴

Its production stands out in the central area of the *Conventus Tarraconensis*, especially in the low Ebro River area, from the last third of the 1st century BC until the first half of the 1st century AD.

³¹ Remesal *et al.* 2015b: 245-275.

³² Remesal *et al.* 2015a: 455-464.

³³ Mosca *et al.* 2015; Calvanese *et al.* 2015; 2016.

³⁴ González Cesteros, Carreras Monfort 2016.

Production centers in the coast of current Valencia's country central area are also known, mainly in the surroundings of *Dianium municipium*.³⁵ It is believed that the flat base of the container and its size would favors its combined nautical and terrestrial distribution so they are located in places close to river valleys and especially in archaeological sites of the Augustal period corresponding to border military settlements of the *limes* in *Germania*. It is very probable that the existence of large concentrations of this type of *amphorae* in destinations located so far from the producing areas shows the existence of some kind of concerted special trade for military supply from the places of origin.³⁶

Of the eighteen different readings known about Oberaden 74 *amphorae*, we searched for two of the best-known series: PHILODAMVS (PHILODAM) and SEXDOMITI (SEXDOMIT) (Figure 3).³⁷ The resulting sample derived from the previous research compares the spatial distribution of the epigraphs, first highlighting the productive area from the *Tarraconensis* and then the distribution and consumption centres in *Gallia* and *Germania*.

The next level of analysis is to use *tableau* software as a tool developed for interactive data visualization. The transformation of traditional databases into *Big Data* makes impossible for a single person to manage and infer rational reflections simultaneously on the dataset. Analytical application such as *tableau* provides us with the right tools to study a complex dataset from a lower (and faster) granulation level, being able to analyze the abundance of items as a whole.³⁸

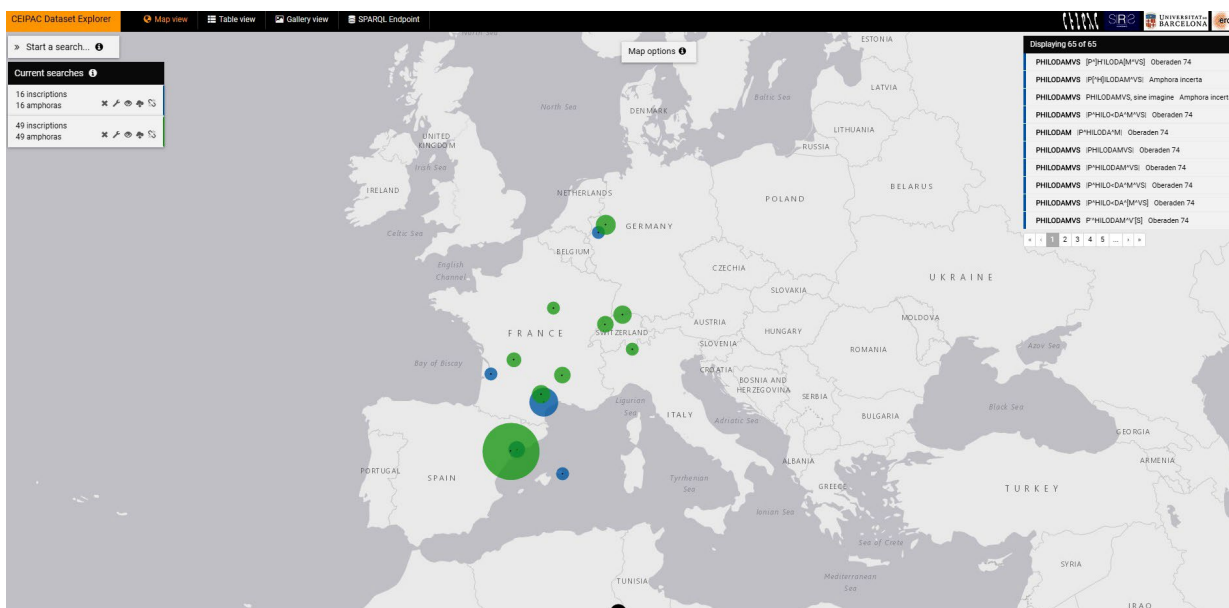


Figure 3. Research results of seal-stamps PHILODAMVS (PHILODAM) (in green) and SEXDOMITI (SEXDOMIT) (in blue) with ‘Roman Open Data’ database viewer <http://romanopendata.eu>. Search performed in 2019-08-08.

³⁵ For *Dianium municipium* area settlements see: Gisbert 1998.

³⁶ Miró 1988; Remesal Rodríguez and Revilla Calvo 1991: 389-439; Carreras Monfort and González Cesteros 2012; 2013.

³⁷ CEIPAC: ...AITO..., ...IAV..., ...LVI..., ...T, ATEI & LAETI, CFOVRI, CMVSSIDINEP, MAESCELS, MEEV..., PFIGHIS, PHILODAM, PHILODAMVS, QCARV, RVFIO...EN..., SATVRIO, SECVNDVSF, SEXDOMIT and SEXDOMITI.

³⁸ Schmarzo 2014.

Those involve two scales of study moving from *micro/meso* vision to *macro* vision according to our needs. For this it is essential to obtain correct visualizations of our information. In this way we gain in perspective and in a better knowledge of the information.³⁹

About the 54,000 epigraphic files contained in the CEIPAC *corpus* database, around 2,700 corresponds to sealed *amphorae* manufactured in the north-east of *Hispania Citerior Tarraconensis* province that have been collected. This information comes from the intensive emptying of more than 160 different publications from the last seventy-five years.⁴⁰

These data include mostly *amphorae* epigraphy from Pascual 1 and Dressel 2-4 (3-2) *Tarraconensis* as well as Oberaden 74 forms (Cf. Roman Amphorae: a digital resource: <http://archaeologydataservice.ac.uk>). At first glance of this epigraphic corpus offers many possibilities for mapping the production, distribution and consumption of *Tarraconensis*' wines made in different *Citerior*'s winegrowing areas such as Laetanian region from the end of the Roman Republic to the high Empire.

With the current data available we can confirm that about 60% of epigraphs comes from findings made *ab origine* in the *figlinae* or pottery production centres themselves and also *ad destinum* in urban or rural sites within the same territory or in nearest areas of the *Hispania Citerior Tarraconensis* provincia. This could be due to the tradition of amphoric studies developed in the last four decades especially in Catalonia.⁴¹ As regards the remaining 40%, about a quarter of the known stamps are also found *ad destinum* in the neighboring province of *Gallia Narbonensis* and in less number in the *Gallia Comata*, the *limes Germanicus* and *Britannia*. The rest are distributed with a variable density throughout the Mediterranean basin with some important concentrations in Rome city itself, surroundings provinces and *Sardinia-Corsica* islands. In this latter case mostly were found *in transitu* and collected from the shipwrecks documented along the sea routes either bordering the north of *Corsica*'s Island or through the Boniface's Strait connecting directly *Hispaniae* with *Italia* (Figure 2, 4).⁴²

Doing in parallel the *ab origine* analysis of wine's *amphorae* forms produced in the same chronological period in the pottery workshops of the lower course of the Llobregat River -*Rubricatum*- and specifically at the three Laetanian *figlinae* of: *Can Tintorer* at El Papiol, *Can Pedrerol* at Castellbisbal and *El Mercat-Can Reverter* or *Can Peral* at Sant Vicenç del Horts (Figure 5), it shows a mesospatial distribution of the seal-stamps in a huge correlation to the aforementioned macrospatial dynamics *ad destinum* (Figure 6)⁴³.

A detailed approach to the dataset with *tableau*, allows us to answer complex questions using dynamic visualizations, since it would be impossible to do with traditional software. For example, in Figure 8a we can compare the original stamps from the Castellbisbal and El Papiol archaeological sites according to their chronologies. Thanks to the elaboration of graphics known as 'Heat Maps' (represented with a visualization in squares and another of lines) we can quickly locate each of the productive phases of the sealed *amphorae* arranged in alphabetical order. A first global reading

³⁹ Lankow *et al.* 2012.

⁴⁰ See: <http://ceipac.ub.edu> and <https://github.com/JordiPerezGonzalez/Laietania-Bibliography.git>.

⁴¹ Cf. Pascual 1977; 1991; Miró 1988. About the typology: see Figure 1.

⁴² For distinguish the different classification on amphoric studies: *ab origine*, *in transitu* or *ad destinum* see Martín i Oliveras 2015. For a first approach to geographical stamps distributions see also: Palacín *et al.* 2020.

⁴³ See also Moret *et al.* 2013: 17-32, Miquel *et al.* 2013: 33-50 and Map 2, list of Roman pottery workshops archaeological sites in current Catalonia, numbers: 72, 73 and 74. For a dynamic purpose we will name them henceforth as: El Papiol, Castellbisbal and Sant Vicenç dels Horts.

allows us to see how the neighboring pottery stood out in different productive phases; highlighting a remarkable first phase in the El Papiol *figlina* from the year 15 to 50 AD with an important variability of stamps, followed by a more homogenous production in the mid-1st century AD which shows a smaller number of epigraphic variables.

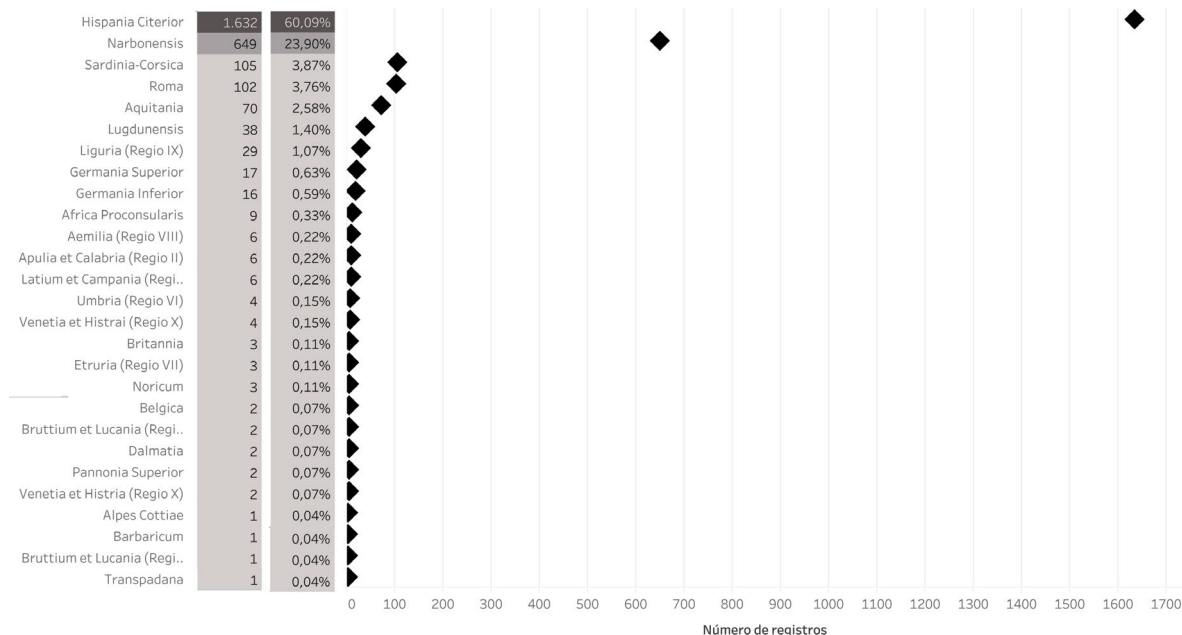


Figure 4. Distribution *ad destinum* and total number of seal-stamps from *amphorae* forms: Pascual 1, Dressel 2-4 (3-2) *Tarraconensis* and Oberaden 74 produced in the Northeast of *Hispania Citerior Tarraconensis* included in the *Corpus CEIPAC* database. After Palacín *et al.* 2020: fig.2.

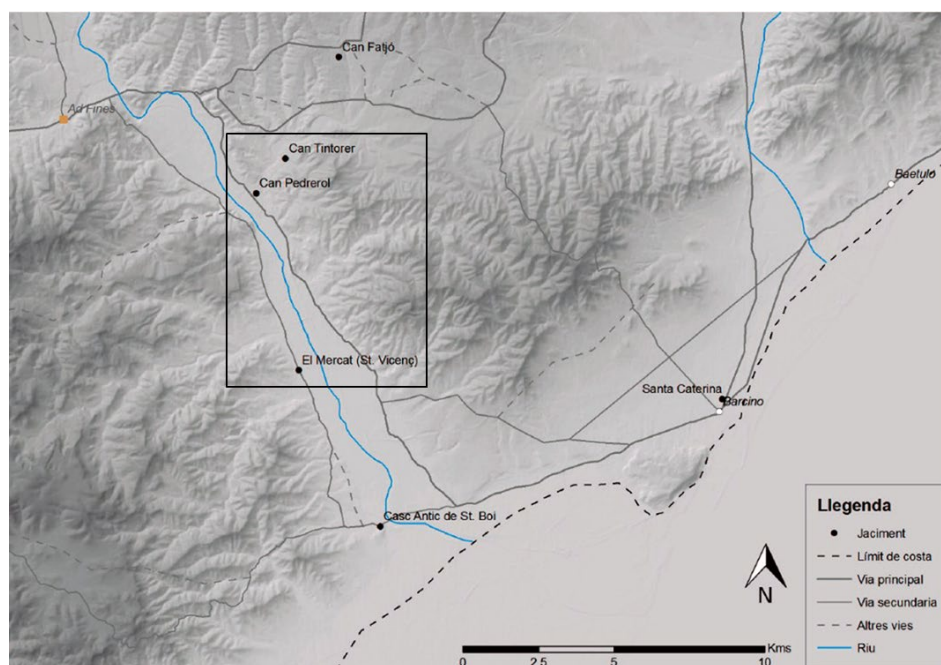


Figure 5. Situation map of the main *figlinae* located in the lower Llobregat River-Rubricatum- area around the *ager barcinonensis*. Inside the frame the three Laetanian pottery workshops analysed in this study. After Moret *et al.* 2013: Fig. 5.

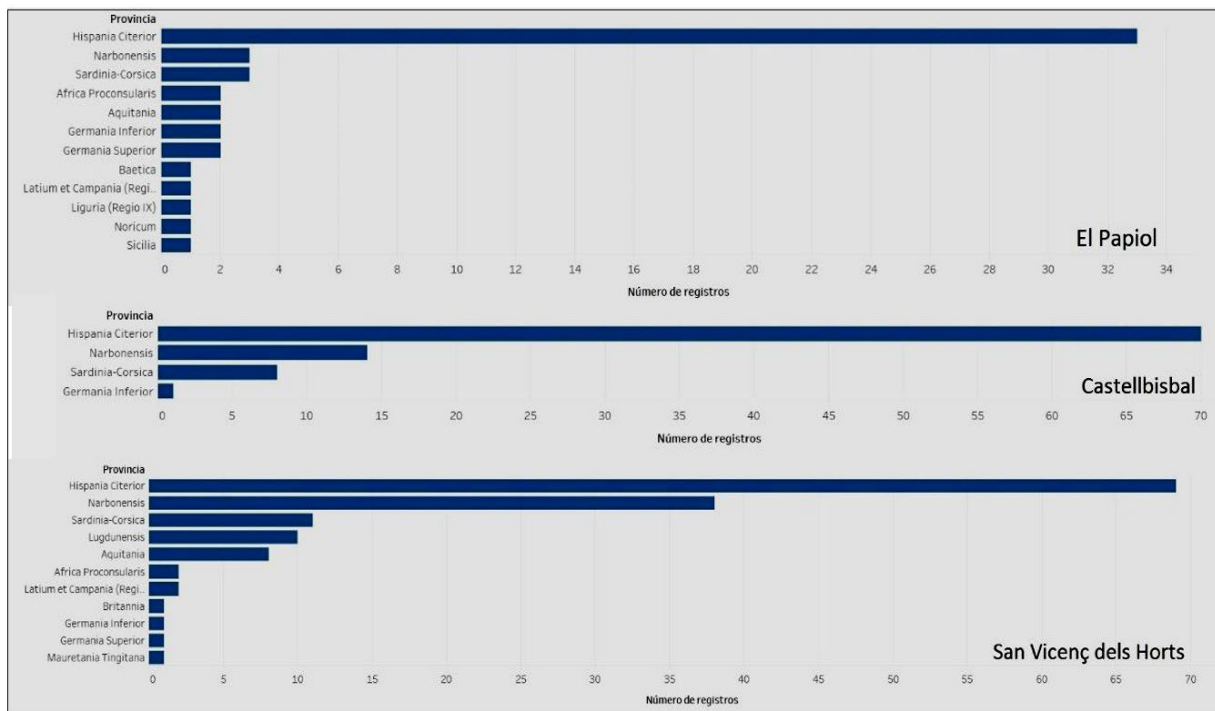


Figure 6. Distribution *ad destinum* and total number of seal-stamps recorded in *Corpus* CEIPAC database from the Laetanian *figlinae* of: El Papiol, Castellbisbal and San Vicenç dels Horts (Lower Llobregat River -*Rubricatum*- area) Graphics made a *tableau* by the authors. Management tool: ‘Roman Open Data’.

There is also an almost zero mobility of sealed productions between both *figlinae*, where only the variants AND and CELS coincides in the same space and time. On the contrary if we highlight these seals with the productions from Sant Vicenç dels Horts (Figure 8b) we notice a greater territorial mobility reflected in the stamps of the *amphorae* productions from lower Llobregat River, where variants like ALB (from Castellbisbal) and ALBA (from Sant Vicenç dels Horts), SYN (from Castellbisbal and Sant Vicenç dels Horts) and SYNE (from Sant Vicenç dels Horts) both appears sealed, besides PRIMVL (from Castellbisbal and Sant Vicenç dels Horts) and OPT (El Papiol and Sant Vicenç dels Horts).

The mobility of these stamps and other families of seals is widely documented in this area. They are also visible through the diversified use of sealing matrices, restricted to a specific geographical point and a specific moment during the pottery activity.⁴⁴ However, it would be worthwhile to compliment all this information with the offered by the graffiti *ante cocturam* often made next the stamps located of the foot of these *amphorae* as a double registration system for identifying these productions.⁴⁵ In this sense and as an example in the *figlina* of Sant Vicenç dels Horts, P. Berni proposes the existence of these reciprocal relationships between the manufacturers of the amphora represented on the graffiti versus the commissioned represented on the stamp. According to this author, that would show an own management system in the Laetanian pottery workshops organization.

⁴⁴ Revilla 2007a; Berni and Revilla 2008; Berni and Miró 2013: 63-83; Miró 2020; Berni, in press. On the amphorae craftsmen in *Baetica*, see: Coto-Sarmiento *et al.* 2018: 117-123.

⁴⁵ Berni in press 23.

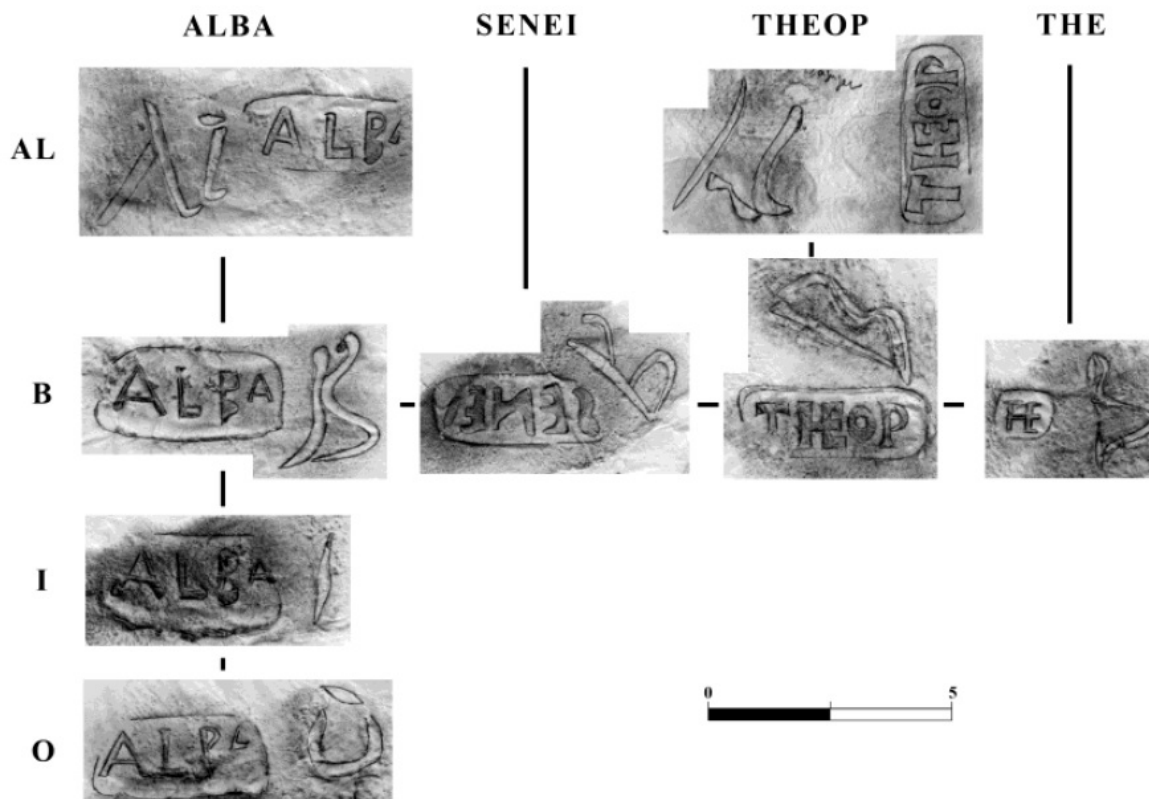


Figure 7. Reciprocal correlations between productions and manufacturers in Dressel 2 amphorae from the *figlina* of Sant Vicenç dels Horts (Baix Llobregat, Barcelone). Image by: Berni in press: 25, fig.9.

Thus, for the ALBA and THEOP stamps you will find the same potter represented on the AL graffiti, while for the ALBA, SENEI, THOP and THE stamps you will find the same letter represented as B identifying the same craftsman. In another line, the graffiti I and O are also known by the variant ALBA a fact that we indirectly know that all 4 graffiti were contemporary to that seal known and dated in the mid-1st century AD (Figure 7).⁴⁶

Continuing with the classical construction developed in various EPNet Project papers⁴⁷, where it is worth highlighting the concept of ‘Place of finding’ and the concept of ‘Epigraphy’ documented there (in these cases referring to ‘Seals’), we now can prove through network systems construction some of the results achieved and we can transfer the research questions raised to other similar productions as the presented here. Thanks to the application of *Data Science* resources in *Digital Humanities* it is now possible to generate the necessary datasets to show the economic dynamics of the Roman Empire from a multiescalar perspective, furthermore than the specific cases of study.⁴⁸

The visualization as a network diagram of different Laetanian pottery workshops taken from the low Llobregat River, Vallès plain, Barcelone and Maresme production areas, allows us to identify

⁴⁶ Berni in press: 24, fig.9.

⁴⁷ Prignano *et al.* 2017; Pérez González 2017; Morvan *et al.* 2017; Remesal 2018; Ruiz *et al.* 2018; Pons Pujol, Pérez González 2018; Pérez González *et al.* 2018; 2019; Ayllón Martín *et al.* 2019; Remesal *et al.* 2019b.

⁴⁸ Wilson 2009; Bevan 2014.

simultaneously all the seal-stamps used and the direct and indirect relationships existing between them. The correlation between production sites and the seal-stamps recovered is represented through the junctions of their nodes (Figure 9a).⁴⁹

In parallel, a selection of the results obtained from the *figlina* of Sant Vicenç dels Horts allows us presenting the data in two different ways, but with an identical result. The visualization shows a greater territorial mobility of the *amphorae* sealed with the variants ALB and ALBA, SYN and SYNE, PRIMVL and OPT (Figures 8a, 8b and 8b).

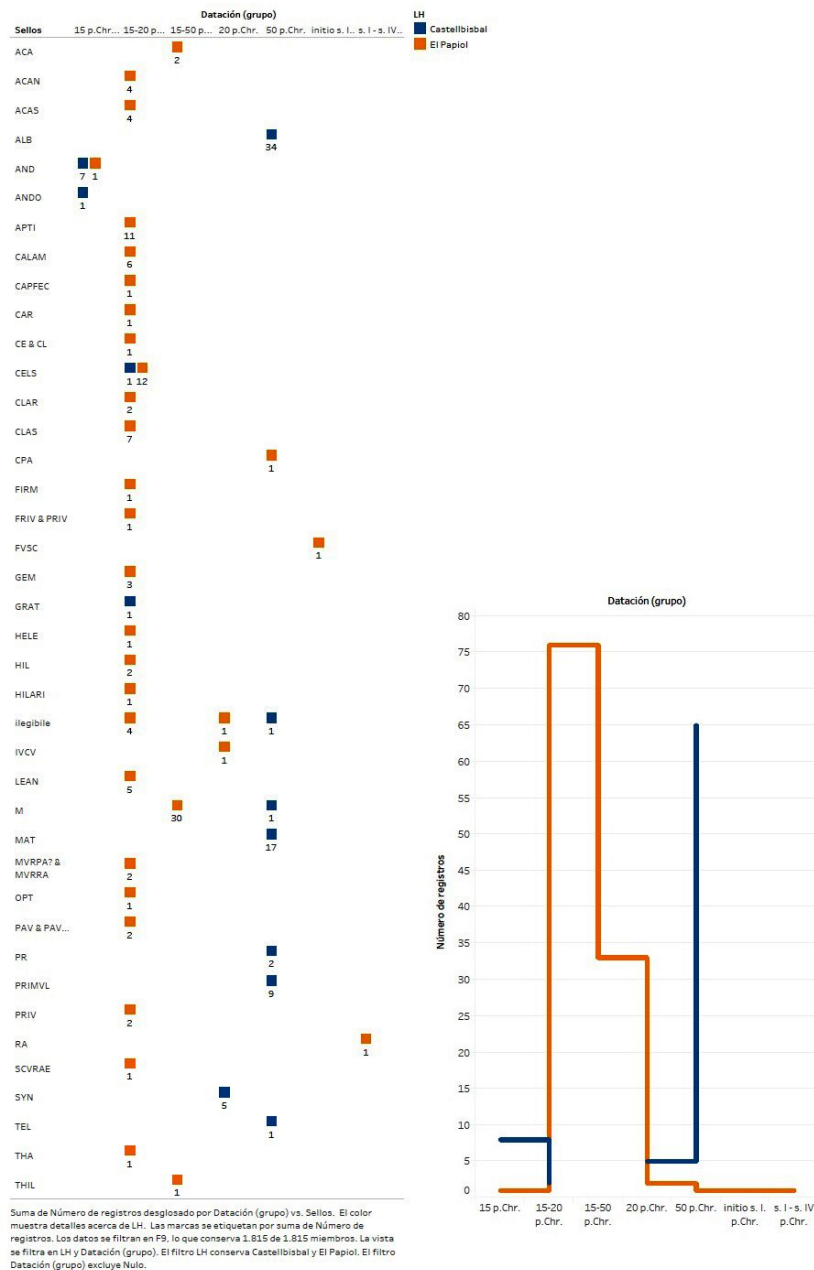


Figure 8a. Amphora seal-stamps from Castellbisbal and El Papiol *figlinae* arranged chronologically. Graphics made with *tableau* software tool by the authors. Data source: Corpus CEIPAC.

⁴⁹ Milgram 1967; Caldarelli and Catanzaro 2012; Canals *et al.* 2012.

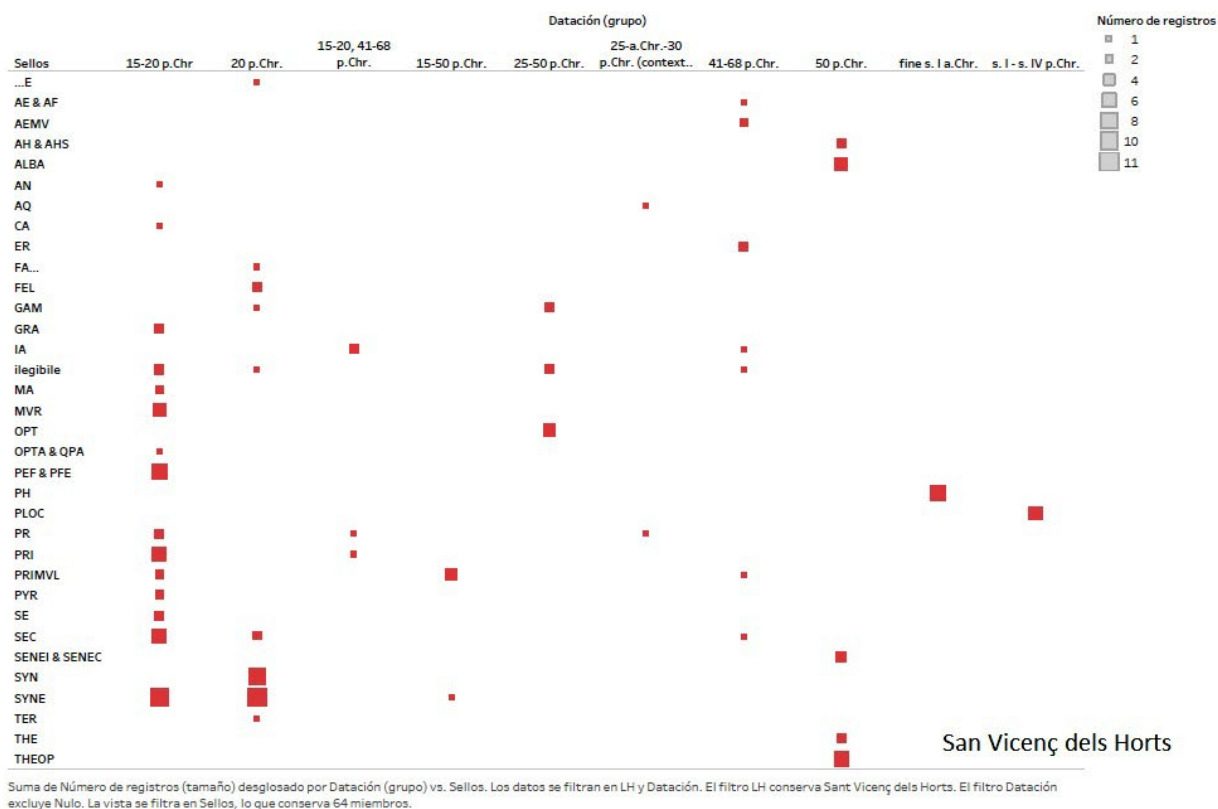


Figure 8b. Amphora seal-stamps from *figlina* of Sant Vicenç dels Horts arranged chronologically. Graphics made with *tableau* software tool by the authors. Data source: Corpus CEIPAC.

4.- Network theory and complexity applied to amphoric seal-stamps dataset analysis

Objective: to represent the distribution of the seal-stamps and the connections between the main production centres, the families of items and the destination points in which these were found.

Data cleaning / data scrubbing: the first step to do is clean up all the record from the original dataset removing all unclear entries in order to avoid duplicate nodes and improve overall reliability.

Nodes: represent the inscriptions or the place where they found. In this representation diagram, one color is used for the seal-stamps and another for each place of the find.

Edges: are created between the seal-stamps themselves or the production sites associated with them and the places where they was found, as long as there is an evidence of both, generating a bipartite graph between the two types of nodes.

Filters: used for a deepen knowledge of a particular case. For example the Sant Vicenç dels Horts production centre has been represented individualized in a second network diagram (Figure 9b) by the considerable number of seal-stamps found there and by the greater number of relationships with the rest of the pottery workshops documented in the region.

The network diagram developed for the Laetanian region shows a random distribution of the seal-stamps and a lot of variability between the various production centres where they were produced. In other words, the seal-stamps present in each pottery workshop are quite different. It does not represent a very notorious connection between the pottery workshops, reflecting a quite independent work dynamics between each other.

In summary networks analysis can help us to understand the possible intern organization of the *figlinae* for producing these *amphorae*. Notwithstanding, comparing the network analysis obtained for the seal-stamps of the Laetanian region with the typological study and the network analysis obtained for the seal-stamps of the massive industrial production of olive oil in Dressel 20 *amphorae* forms at the Guadalquivir Valley, the results only show some similarity in the fact that from a productive organizational level, each region could have an own sealing system that not necessarily had to be the same.⁵⁰

Hence, despite the open debate among researchers around the real meaning of the epigraphy collected on the seal-stamps of Laetanian productions and the low grade of relationship showed in the network analysis between the different pottery workshops, it is important to reiterate that the use of analytical tools for the study of the graffiti and the seal-stamps datasets can help us for a better understanding of the different productive phases of the pottery workshops, for confirm or dismiss the level of mobility of specialized craftsmen between them and for defining the main distribution routes in the context of important amporic productions in the region for a remarkable overseas wine trade between mid-1st century BC and mid-1st century AD .

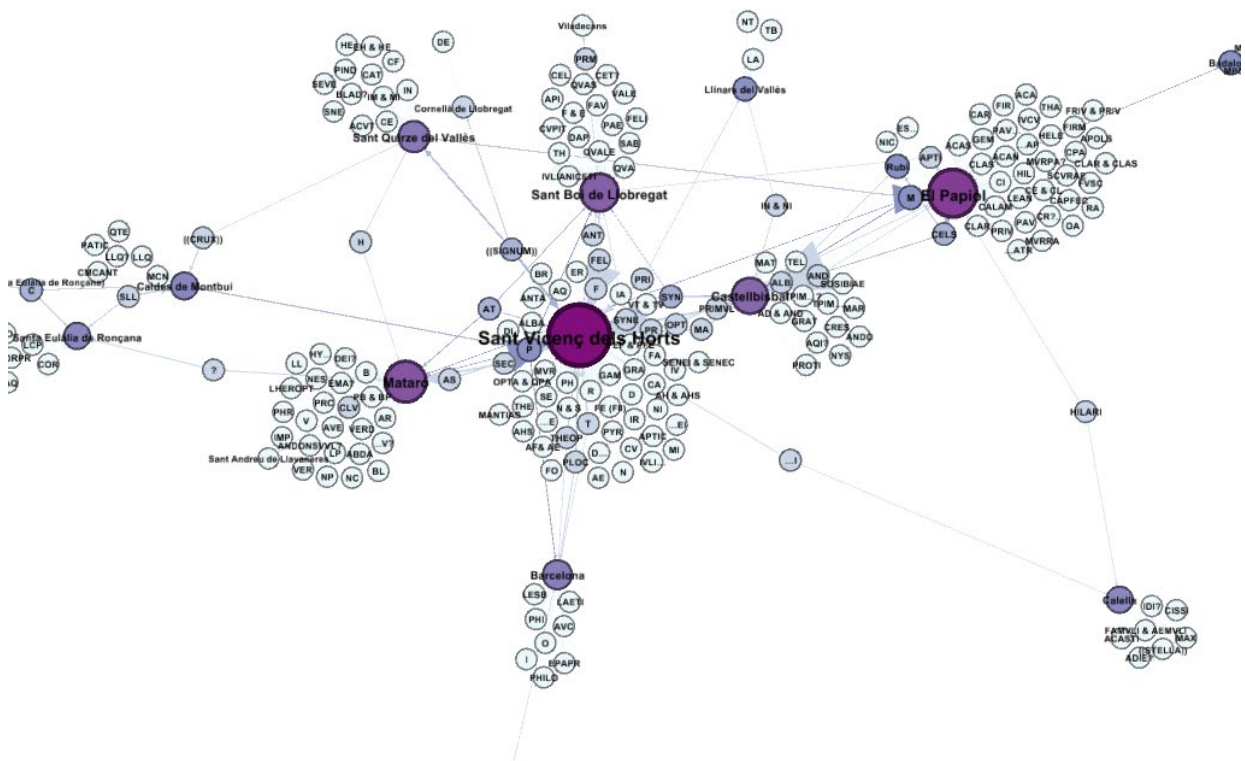


Figure 9a. Network diagram of amphora seal-stamps documented in different *figlinae* from Laetanian region.

⁵⁰ For Guadalquivir Valley network analysis see: Coto-Sarmiento *et al.* 2018; Coto-Sarmiento 2020.

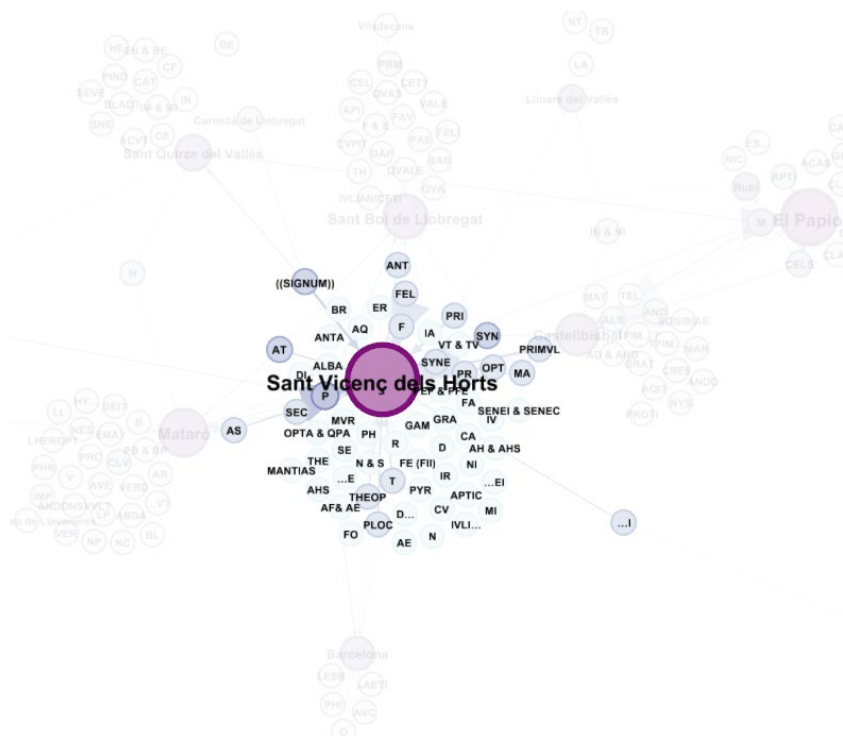


Figure 9b. Filter with the different seal-stamps of amphora documented in the *figlina* of Sant Vicenç dels Horts.

5.- Discussion

The limited *corpus* of *amphorae* inscriptions and especially seal-stamps also make it possible to analyse the organization of the artisan pottery and production processes.⁵¹ However, this *corpus* presents some problems. First, the content is almost exclusively onomastic and difficult to interpret. These forms indicate different legal and social situations, and different relationships between the artisan sector and the viticultural production. In only a few cases does the identification of certain people as members of the social elites enable us to consider questions about ownership of the land, the pottery activity, the packaged product and the underlying interests and strategies. Second, generally speaking, these are very simple epigraphs often with just capital letters, and this supposes problems of homonymy and identification. Finally, the *corpus* of amphoric seal-stamps collected from *Tarraconensis* is very small, comprising only a few hundred of exemplars. Furthermore, the habit of sealing *amphorae* seems to be very limited in both frequency, thus only a small proportion are sealed, and in terms of chronology and geography, most seal-stamps are essentially from the Julio-Claudian and Flavian periods and come from pottery workshops on the current Barcelona's province central coastline.⁵²

Commonly the seal-stamps recovered are made up of capital letters identified as the possible initials of a name or groups of letters forming a *cognomen*. As regards what they mean, there are various interpretations. One suggestion is that these seal-stamps may be exclusively linked to the business of pottery production and would correspond to individuals of a modest social position carrying out

⁵¹ Revilla 1995: 104-105; 2004b: 69-172 and 195; 2011-2012: 79-95.

⁵² Miró 1988: 210-226; Pascual 1991: 6-8.

specific roles within the artisanal *amphorae* production process. Some could be identified as simple workers, while others would have greater responsibility as skilled workers or workgroup leaders. In any event, the presence of these seal-stamps and in particular the existence of 2 or 3 grouped together on the same amphora gives the impression of a well-defined rigorous organization of artisan work that would coincide with the standardized manufacture of the Dressel 3-2 *Tarraconense* amphora.⁵³ Other hypotheses link part of this epigraphy to the owners of the *figlinae* or to the contents, also representing productive lots, identifying the wine producer and/or the owner of the *fundus*.⁵⁴

A study of other forms of onomastic representation with *duo nomina* comprising *praenomen-nomen* or *nomen-cognomen*, or *tria nomina*, supplies an important piece of information: that the elites had direct interests in the region's viticulture. It is difficult to define the exact value and organization of these interests, i.e. whether they were limited to land ownership or whether they stretched as far as artisan activity, the exploitation of natural resources and trade through representatives.

Naturally it is also very difficult to establish what proportion of an elite family's wealth these interests represented. At least it has been possible to identify very different people and social situations related with senatorial families, equites from the north of Italy, provincial aristocracy and important local families from the cities of *Barcino*, *Baetulo*, *Iluro*, *Blandae*, *Egara* and other secondary settlements.⁵⁵

However, the origin and geographic location of these individuals' properties pose another problem. In only a few cases do these people seem to be connected to viticulture facilities (*torcularia/cellae vinariae*) or amphoric pottery workshops (*figlinae*) located on the central coast of the Laetanian region between *Barcino* and *Blandae*, always dated to the Julio-Claudian, Flavian and, to a lesser extent, Antonine periods. Hence, it seems that the development of this viticulture must also have contributed to a proliferation of small and medium-sized owners who would have sold their production to independent traders or big landowners' commercial agents.

6.- Conclusions

The transformation of the markets and the circuits of commercialization with the appearance of new producers in the vicinity, in turn associated with a change in demand and tastes, no doubt brought about changes in the production structures of each territory in quantitative terms and the appearance of new qualities of wine. Although local peculiarities are difficult to appreciate in the area of production, the reorientation of the markets seems clear.

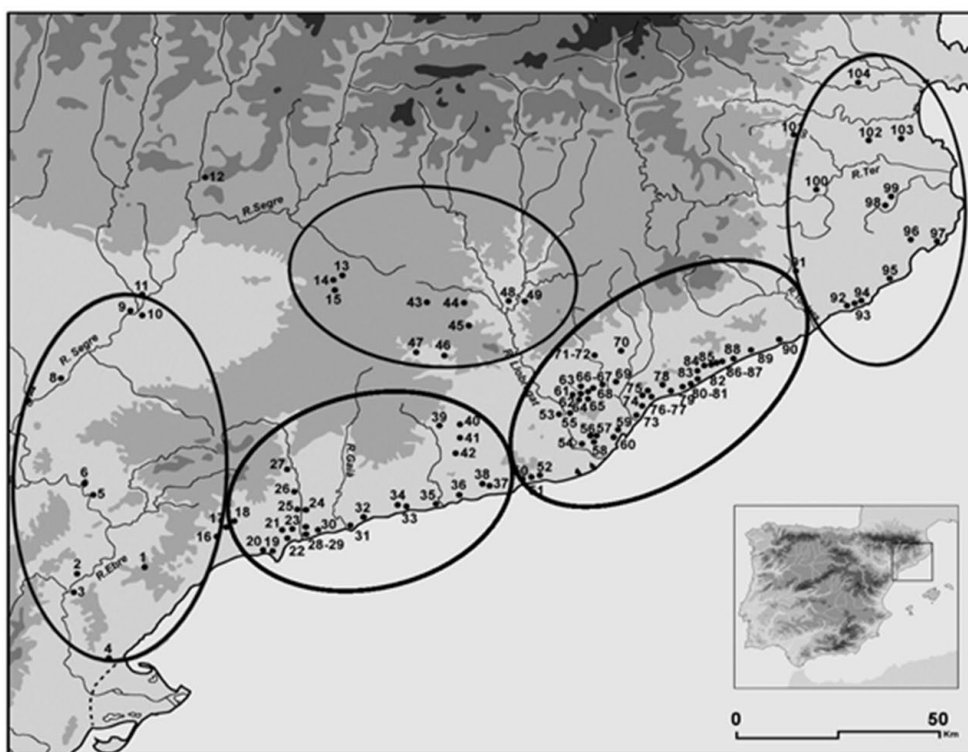
While *Gallia* and the *Limes Germanicus* were the main consumers of wine from *Citerior* during the Augustan period, in the first half of the 1st century AD, Italy, and especially the city of Rome, became the new priority destination. Some indications suggest that in this context, there was a change in the forms of artisan production in some territories such as Laetanian region. Specifically, factors like the adoption of specific models in production capacity, the standardization of the Dressel 3-2 *Tarraconense* form and

⁵³ Corsi-Sciallano and Liou 1985: 165; Revilla 2007b: 1189-1191; Berni and Revilla 2008: 95-111; Berni and Járrega 2015: 79-90; Carreras 2015: 67-78.

⁵⁴ López Mullor 1998, 235; Martín i Menéndez 2015: 39-54; Járrega 2016: 155-190.

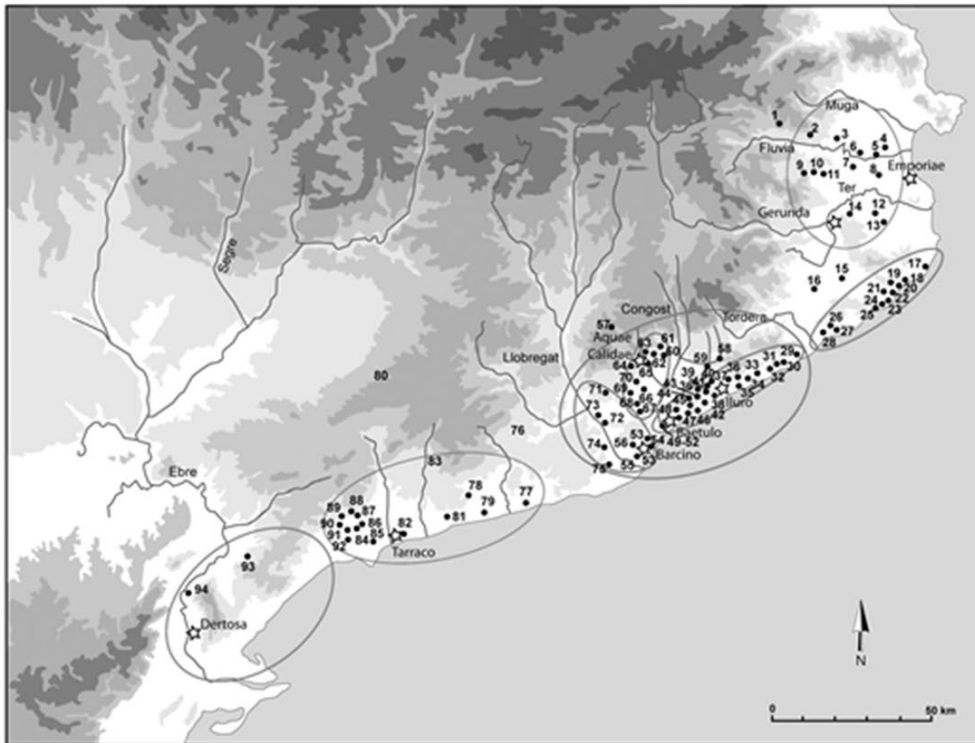
⁵⁵ For senatorial families see: Gianfrotta 1982: 475-479. For equites see: Tremoleda 2005: 115-140. For provincial aristocracy see: Tremoleda 1998: 231-241; Christol and Plana 1998: 273-302. For important local families see: Rodà *et al.* 2005: 47-57; Olesti 2005: 175-200; 2009: 141-158; Berni 2010: 153-210; Cabrelles 2013: 7-23; see also: Pena and Barreda 1997: 51-73.

the complexity of the onomastic representation used on the amphoric seal-stamps seem to indicate the existence of larger-scale, more systematized work processes within production structures of greater organizational complexity. Added to this, we must take into account the possibility of the increasingly presence of other types of containers with a greater capacity for common wines (*dolia, cupae et culleii*).



- | | | |
|--|---|--|
| 1. L'Aumedina (Tivissa) | 36. Darró (Vilanova i la Geltrú) | 71. Can Valls (Caldes de Montbui) |
| 2. Emportells (Benissanet) | 37. El Bosquet (Sant Pere de Ribes) | 72. Mas Manolo (Caldes de Montbui) |
| 3. Mas del Catxorro (Benifalset) | 38. Garrofer de la Cisterna (St Pere Ribes) | 73. Baetulo / Badalona |
| 4. Camarles (Camarles) | 39. Cal Posastre (Sant Martí Sarroca) | 74. Can Riviere (Badalona) |
| 5. La Fontjoana (Vinebre) | 40. Can Cotoiu (Vilobi del Penedès) | 75. Sentromà (Tiana) |
| 6. Pradell (Flix) | 41. La Rectoria (Pacs) | 76. Hort del Magre (Alella) |
| 7. El Bovalar (Seròs) | 42. Mas Castellar (Els Monjos) | 77. Hort d'en Parera (Alella) |
| 8. Gebut (Soses) | 43. Coromines (Aguilar de Segarra) | 78. Veral de Vallmora (Teià) |
| 9. Secà del Colo-Tossal del Moro (Corbins) | 44. Sant Amanç (Rajadell) | 79. Cal Ros de les Cabres (El Masnou) |
| 10. Cantaperdius (Bellvis) | 45. Vilaclara (Castellfollit del Boix) | 80. Partida Fosses Clotes (Teià-Premià de Mar) |
| 11. Hostal Nou (Balaguer) | 46. L'Espelt (Odena) | 81. Horta Farrerons (Premià de Mar) |
| 12. La Colomina (Talarn) | 47. La Fogonussa (Sant Martí de Maldà) | 81bis. Can Nolla-Sta. Anna (Premià de Dalt) |
| 13. Iesso / Guissona | 48. La Feliua (Sant Fruitós del Bages) | 82. La Muralla (Vilassar de Mar) |
| 14. Vinya del Crispi (Guissona) | 49. Sant Bartomeu (Navarcles) | 83. La Peirota (Cabrera de Mar) |
| 15. Els Vilassos (Tarroja de Segarra) | 50. Castell (Castelldefels) | 84. Can Bartrina (Argentona) |
| 16. Velòdrom (Mont-Roig del Camp) | 51. Ermita de Sales (Viladecans) | 85. Parc Central (Mataró) |
| 17. Hort del Pelat (Riudoms) | 52. La Roca (Gavà) | 86. Can Rafart (Mataró) |
| 18. Molins Nous (Riudoms) | 53. Ca l'Espluga (Pallejà) | 87. Cirera (Mataró) |
| 19. La Burguera (Salou) | 54. Cornellà | 88. Torrent Forcat (Mataró) |
| 20. Urbanització El Mirador (Salou) | 55. Can Pedrerol (Castellbisbal) | 89. Can Sans (St. Andreu Llavaneres) |
| 21. La Canaleta (Vila-Seca) | 56. Carretera Reial (St.J. Desvern-St.J. Despi) | 90. El Moré (Sant Pol de Mar) |
| 22. La Pineda/Cal-hipolis (Vila-Seca) | 57. Urb. Torreblanca (St. Just Desvern) | 91. Hort d'en Bach (Maçanet Selva) |
| 23. Els Aragalls (Vila-Seca) | 58. Ermita del Bon Viatge (St. Joan Despi) | 92. Mas Carboti (Tossa de Mar) |
| 24. Centelles (Constantí) | 59. Carrer Salses-Can Cortada (Barcelona) | 93. Ses Alzines (Tossa de Mar) |
| 25. Mas de Bosch (Constantí) | 60. Barçino / Barcelona | 94. Els Ametllers (Tossa de Mar) |
| 26. Vil·la Dow Chemical (La Pobla de Malfumet) | 61. Can Bosch (Terrassa) | 95. Pla de Paloi (Platja d'Aro) |
| 27. La Malacuca (Els Garidells) | 62. Torrebonica (Terrassa) | 96. Vilarenys (Vall-Ilobrega) |
| 28. Tarraco / Tarragona | 63. Can Solà del Racó (Matadepera) | 97. Llafranc (Palafrugell) |
| 29. Vil·la del Parc Central (Tarragona) | 64. Can Feu (Sant Quirze del Vallès) | 98. Santa Cristina (Corçà) |
| 30. Vil·la Ceratònia (Tarragona) | 65. Poble Sec (Sant Quirze del Vallès) | 99. Puig Rodon (Corçà) |
| 31. Els Munts (Altafulla) | 66. La Salut (Sabadell) | 100. Pla d'Horta (Sarrià de Ter) |
| 32. La Clota (Creixell) | 67. Can Roqueta (Sabadell) | 101. Vilauba (Camós) |
| 33. El Vilarenc (Calafell) | 68. Can Marata (Polinyà) | 102. Camp del Bosquet (Camaliera) |
| 34. Creu de Coma-ruga (El Vendrell) | 69. Cami Serra Can Valls (P-Solità i Plegamans) | 103. Els Tolegassos (Viladamant) |
| 35. La Solana (Cubelles) | 70. Can Terrés (La Garriga) | 104. Font del Vilar (Avinyonet de Puigventós). |

Map 1. Wine production centres or *torcularia* in the Catalonia area according to Revilla 2011-2012: 88, Fig.2, only includes those archaeological sites where the presence of winemaking production or storage structures was confirmed.



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1-Sant Aniol de Finestres (Garrotxa) 2- El Forn de l'Home Dret (Maià de Montcal, Garrotxa) 3- Camí de Can Miró (Navata, Alt Empordà) 4- La Bomba (Vilamacolum, Torroella de Fluvià, Alt Empordà) 5- Clos Miquel (Sant Miquel de Fluvià, Alt Empordà) 6- Mas Castellar (Pontós, Alt Empordà) 7- Camp dels Reus (Orriols, Bàscara, Alt Empordà) 8- Camí a la Creu d'Albons (Viladamat, Alt Empordà) 9- Vilauba (Camós, Pla de l'Estany) 10- Ermedàs (Cornellà del Terri, Pla de l'Estany) 11- Palol de Revardit (Pla de l'Estany) 12- El Viaró (Rupià, Baix Empordà) 13- Puig Rodon (Corçà, Baix Empordà) 14- Can Cornellà (Celrà, Gironès) 15- Massanet de la Selva (Gironès) 16- Llagostera (Gironès) 17- Llafranc (Palafrugell, Baix Empordà) 18- Vilarenys (Vall-llobrega, Baix Empordà) 19- Palamós (Baix Empordà) 20- El Collet de Sant Antoni (Calonge, Baix Empordà) 21- Cap Roig (Calonge, Baix Empordà) 22- Solius (Castell-Platja d'Aro, Baix Empordà) 23- Can Llovarons (Castell-Platja d'Aro, Baix Empordà) 24- S'Agaró (Castell-Platja d'Aro, Baix Empordà) 25- La Caleta (Sant Feliu de Guixols, Baix Empordà) 26- Vinya Badosa (Tossa de Mar, La Selva) 27- Els Ametllers (Tossa de Mar, La Selva) 28- Fenals (Lloret de Mar, La Selva) 29- Can Viader (Malgrat de Mar, Maresme) 30- El Roser o El Mujal (Calella, Maresme) 31- El Moré (Sant Pol, Maresme) 32- Torre Martina o el Farrel (Sant Pol, Maresme) 33- El Sot del Camp (Sant Vicenç de Montalt, Maresme) 34- Horta Nova (Arenys de Mar, Maresme) 35- El Morrel (Llavaneres, Maresme) 36- Les Casetes (Mataró, Maresme) 37- Santa Cecília (Mataró, Maresme) 38- Torre Llauder (Mataró, Maresme) 39- Can Portell (Argentona, Maresme) 40- Sant Sebastià (Argentona, Maresme) 41- Ca l'Arnau (Cabrera de Mar, Maresme) 42- Veinat del Sant Crist (Cabris, Maresme) 43- La Fornaca (Vilassar de Dal, Maresme) 44- Veral de Vallmora (Teià, Maresme) 45- Club Tennis Barcelona (Teià, Maresme) 46- Riera de Teià (El Masnou, Maresme) 47- Cal Ros de les Cabres (El Masnou, Maresme) | <ol style="list-style-type: none"> 48- Alella-Autopista (Alella, Maresme) 49- Can Rivière (Badalona, Barcelonès) 50- Can Cabanyes (Badalona, Barcelonès) 51- Can Vallis (Badalona, Barcelonès) 52- Badalona (Barcelonès) 53- Avinguda Francesc Cambó (Barcelona, Barcelonès) 54- Carrer Princesa (Barcelona, Barcelonès) 55- Estadi de Montjuic (Barcelona, Barcelonès) 56- Nostra Senyora del Port (Barcelona, Barcelonès) 57- Cal Roc (Boades, Bages) 58- Forn d'en Serra (Llinars del Vallès, Vallès Oriental) 59- Can Collet (Llinars del Vallès, Vallès Oriental) 60- Can Cabot (Santa Eulàlia de Ronçana, Vallès Oriental) 61- Can Vendrell (Santa Eulàlia de Ronçana, Vallès Oriental) 62- Sant Miquel dels Martres (Caldes de Montbui, Vallès Oriental) 63- Can Carerac (Caldes de Montbui, Vallès Oriental) 64- Carrer Balmaes/carrer Espartero (Caldes de Montbui, Vallès Occidental) 65- Mas Manolo (Caldes de Montbui, Vallès Oriental) 66- Camp d'en Ventura de l'Oller (Santa Perpètua de Mogoda, Vallès Occidental) 67- Santa Maria de les Feixes (Cerdanyola del Vallès, Vallès Occidental) 68- Poble Sec (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental) 69- Can Feu (Sant Quirze del Vallès, Vallès Occidental) 70- La Salut (Sabadell, Vallès Occidental) 71- Can Jofresa (Terrassa, Vallès Occidental) 72- Can Tintorer (El Papiol, Baix Llobregat) 73- Can Pedrerol (Castellbisbal, Vallès Oriental) 74- Can Reverter o can Perals (Sant Vicenç dels Horts, Baix Llobregat) 75- Vila Vella (Sant Boi del Llobregat, Baix Llobregat) 76- Sant Martí Sarroca (Alt Penedès) 77- Darró (Vilanova i la Geltrú, Garraf) 78- Tomovi (Albinyana, Baix Penedès) 79- El Vilarenc (Calella, Baix Penedès) 80- Plans d'en Jori (Montblanc, Conca de Barberà) 81- La Clota o el Rincón del César (Creixell, Tarragonès) 82- Tarraco (Tarragonès) 83- El Burguet (Alcover, Alt Camp) 84- Les Planes del Roquis (Reus, Baix Camp) 85- Els Antigons (Reus, Baix Camp) 86- El Vilar (Reus, Baix Camp) 87- La Buada o l'Espluga Pobra (Reus, Baix Camp) 88- El Brugar (Reus, Baix Camp) 89- Mas del Coll (Riudoms, Baix Camp) 90- Mas de l'Antoni Corts (Riudoms, Baix Camp) 91- Timba del Castellot (Riudoms, Baix Camp) 92- Molins Nous (Riudoms, Baix Camp) 93- L'Aumedina (Tivissa, Ribera d'Ebre) 94- Mas del Catxorro (Benifaliet, Baix Ebre) |
|--|---|

Map 2. Pottery workshops or *figlinae* in the Catalonia area according to Tremoleda 2008: 116, Fig. 2, only includes those archaeological sites with evidences of wine pottery containers production: *amphorae et dolia*.

Bibliography

Ayllón Martín *et al.* 2019 = Ayllón Martín, R., J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez. 2019. Olive Oil at the Border of the Roman Empire. Stamps on Baetican Dressel 20 found on the Tyne-Solway Isthmus, in S. Günther, T. Mattern, R. Rollinger, K. Ruffing and C. Schäfer (Hrsg.) *Marburger Beiträge zur Antiken Handels-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte* 36. 167-216. Rahden/Westf.: Leidorf

Berni Millet, P. 2010. Epigrafia sobre *amphorae, tegulae, imbrex* i *dolia* a l'àrea occidental del Camp de Tarragona, in D. Goróstidi (ed.) *Ager Tarraconensis 3. Les inscripcions romanes*. 153-210. Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Berni Millet, P. 2019. Dynamiques économiques de la production et du commerce des amphores Dressel 3-2 léétaniennes. Recherches récentes sur les ateliers de production et les amphores vinaires de Gaule Narbonnaise et de Tarraconaise (Sous la direction de Stéphane Mauné, Fabrice Bigot et Séverine Corbeel). *Revue Archéologique de Narbonnaise* 50-51 - 2017-2018: 223-236.

Berni Millet, P. and R. Járrega 2015. Exportación e importación de ánforas en el *ager Tarraconensis* entre finales de la República y el Alto Imperio, in V. Martínez Ferreras (ed.) *La difusión Comercial de las Ánforas Vinarias de Hispania Citerior Tarraconensis (s.I aC-I dC)*. 79-90. Oxford: Archaeopress.

Berni Millet, P. and V. Revilla 2008. Los sellos de las ánforas de producción tarraconense: representaciones y significado, in *La producció i el comerç de les àmfores de la província Hispania Tarraconensis. Homenatge a Ricard Pascual i Guasch (Barcelona, 17 i 18 de novembre de 2005)*. 95-111. Barcelona.

Berni Millet, P. and J. Miró Canals 2013. Dinámica socioeconómica en la Tarraconense Oriental a finales de la República y comienzos del Imperio. El comercio del vino a través de la epigrafía anfórica, in J. López Vilar (coord.) *Tarraco Biennial. Actes del 1er Congrés Internacional d'Arqueologia i Món Antic. Govern i societat a la Hispània Romana. Novetats epigràfiques, Homenatge a Géza Alföldy*. 63-83. Tarragona.

Berni Millet, P. in press. Producción anfórica en *Hispania*. La evolución de la epigrafía, in *Epigraphy on Ceramics*. Ghent University, 2015.

Bevan, A. 2014. Mediterranean containerization. *Current Anthropology* 55: 387-418. DOI: <https://doi.org/10.1086/677034>.

Brughmans *et al.* 2019 = Brughmans, T., J.W. Hanson, M.J. Mandich, I. Romanowska, X. Rubio-Campillo, S. Carrignon, S. Collins-Elliott, K. Crawford, D. Daems, F. Fulminante, T. de Haas, P. Kelly, M. del C. Moreno Escobar, E. Paliou, L. Prignano and M. Ritondale 2019. Formal Modelling Approaches to Complexity Science in Roman Studies: A Manifesto. *Theoretical Roman Archaeology Journal* 2(1). DOI: <http://doi.org/10.16995/traj.367>.

Brun, J-P. 2003. *Le vin et l'huile dans le Méditerranée Antique*. Paris.

Brun, J-P. 2004. *Archéologie du vin et de l'huile. De la préhistoire à l'époque hellénistique*. Paris.

Cabrelles, I. 2013. Elits ciutadanes i propietat rural durant l'Alt Imperi. El cas dels Clodii de Tàrraco. *Pyrenae* 44 (2): 7-23.

Caldarelli, G. and M. Catanzaro 2012. *Networks. A very Short Introduction*. Oxford.

Calvanese *et al.* 2015 = Calvanese, D., A. Mosca, J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull 2015. A 'Historical Case' of Ontology-Based data Access, in *Digital Heritage (DH 2015)*. Granada.

Calvanese *et al.* 2016 = Calvanese, D., P. Liuzzo, J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull 2016. Ontology-based data integration in EPNet: Production and distribution of food during the Roman Empire. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Available online 23 February 2016.

Canals *et al.* 2012 = Canals, A., A. Díaz-Guilera, J.L. Molina and B. Patrarca 2012. *Xarxes socials. Fonaments i aplicacions*. Barcelona.

Carreras Monfort, C. 2000. *Economía de la Britannia romana: la importación de alimentos (Instrumenta 8)*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Carreras Monfort, C. 2009. Del Mujal a Xanten: noves visions del comerç romà del vi de la Tarraconense, in M. Prevosti and A. Martín i Oliveras (ed.) *El vi tarraconense i laietà: ahir i avui. Actes del simposium (Documenta 7)*. 167-178. Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Carreras Monfort, C. 2015. Novedades en torno a la producción y distribución de las ánforas del *ager Barcinonensis* (El Baix Llobregat), in V. Martínez Ferreras (ed.) *La difusión Comercial de las Ánforas Vinarias de Hispania Citerior Tarraconensis (s.I aC-I dC)*. 67-78. Oxford: Archaeopress.

Carreras Monfort, C. and P.P.A. Funari 1998. *Britannia y el Mediterráneo. Estudios sobre el comercio de aceite bético y africano en Britannia (Instrumenta 5)*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Carreras Monfort, C. and R. Morais 2012. The Atlantic Roman trade during the Principate: new evidence from the western façade. *Oxford Journal of Archaeology* 31(4): 419-441.

Carreras Monfort, C. and H. González Cesteros 2012. Ánforas tarraconenses para el *limes* germano. Una nueva visión sobre las Oberaden 74, in D. Bernal, A. Ribera (eds.) *Cerámicas Hispanorromanas II*. Cádiz.

Carreras Monfort, C. and H. González Cesteros 2013. Las ánforas de los primeros campamentos de Neuss (Renani, Alemania), in *Hornos, talleres y focos de producción alfarera en Hispania*. SECAH I, Cádiz.

Carreras *et al.* 2009 = Carreras Monfort, C., J. Guitart i Duran and A. López Mullor, A. (Coord.) 2009. *Barcino. I. Marques i terrisseries d'àmfores al pla de Barcelona*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Carreras *et al.* 2013 = Carreras Monfort, C., A. López Mullor and J. Guitart i Duran (Eds.) 2013. *Barcino II. Marques i terrisseries d'àmfores al Baix Llobregat*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Carrignon *et al.* 2015 = Carrignon, S., J.M. Montanier and X. Rubio-Campillo 2015. Modelling the co-evolution of trade and culture, in *BSC International Doctoral Symposium (3rd: 2016: Barcelona)*. Barcelona Supercomputing Center, 2015.

Carrignon *et al.* Forthcoming = Carrignon, S., T. Brughmans and I. Romanowska. Forthcoming. Transmission of cultural and economic strategies in inter-regional tableware trade, in T. Brughmans, A. Wilson (eds) *Simulating Roman Economies. Theories, Methods and Computational Models*. Oxford: Oxford University Press.

Christol, M. and R. Plana 1998. De la Catalogne à Narbonne: épigraphie amphorique et épigraphie lapidaire, les affaires de Veiento, in G. Paci (ed.) *Epigrafia romana in area Adriatica, IX Rencontre franco-italienne sur l'épigraphie du monde romain, Macerata, 10-11 nov. 1995*. 273-302. Pisa-Roma: École Française de Rome.

Comas i Solà, M. 1985. *Baetulo. Les àmfors* (Monografies Badalonines 8). Badalona.

Corsi-Sciallano, M. and B. Liou 1985. Les épaves de Tarraconaise. À chargement d'amphores Dressel 2-4. *Archaeonautica* 5. Paris: CNRS.

Coto-Sarmiento *et al.* 2018 = Coto-Sarmiento, M., X. Rubio-Campillo and J. Remesal Rodríguez 2018. Identifying social learning between Roman amphorae workshops through morphometric similarity. *Journal of Archaeological Science* 96: 117-123.

Coto-Sarmiento, M. 2020. *Cuantificando el cambio cultural: Una aproximación evolutiva a la producción de las ánforas de aceite de oliva en la zona de la Bética (ss. I-II d.C)*. [Tesis doctoral, 10-01-2020]. Universitat de Barcelona.

Fulminante *et al.* 2017 = Fulminante, F., L. Prignano, I. Morer and S. Lozano 2017. Coordinated Decisions and Unbalanced Power. How Latin Cities Shaped Their Terrestrial Transportation Network. *Front. Digit. Humanit.* 4:4. DOI: <http://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00004>.

Galliou, P. 1984. Days of wine and roses? Early Armorica and the Atlantic wine trade, in S. Macready and F.H. Thompson (Eds.) *Cross-Channel trade between Gaul and Britain in the Pre-Roman Iron Age*. 24-36. London: The Society of Antiquaries (distrib. Thames and Hudson).

Galliou, P. 1991. Les amphores Pascual 1 et Dressel 2-4 de Tarraconaise découvertes dans le nord-ouest de la Gaule et les importations de vins espagnols au Haute-Empire. *Laietania* 6: 99-105.

Gianfrotta, P. 1982. Lentulo Augure e le anfore laietane, in *Epigrafia ed ordine senatorio* (Tituli 4). 475-479. Roma.

Gisbert Santonja, J.A. 2009. Vi Tarraconense al País Valencià. Una mirada des dels forns d'àmfors. Arqueologia de les vil·les i derelictes de la costa de Dianium (Dènia), in M. Prevosti and A. Martín i Oliveras (Ed) *El Vi Tarraconense i Laietà. Ahir i Avui. Actes del Simpòsium* (Documenta 7). 125-150. Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

González Cesteros, H. and C. Carreras Monfort 2016. Oberaden 74 (Área costera Noreste tarraconense) *Amphorae ex Hispania. Paisajes de producción y de consumo* (<http://amphorae.icac.cat/amphora/oberaden-74-tarraconensis-northern-coastal-area>), 10 julio, 2016.

Járrega Domínguez, R. 2016. Personajes foráneos en la epigrafía de las ánforas Pascual 1 y Oberaden 74. Aproximación a los cambios en la gestión de la producción vinaria en la Hispania Citerior en época de Augusto. *Dialogues d'histoire ancienne* 2016/2 (42/2): 155-190. DOI : 10.3917/dha.422.0155

Lankow et al. 2012 = Lankow, J., J. Ritchie and R. Crooks 2012. *Infographics: The Power of Visual Storytelling*. Hoboken, N.J.: John Willey & Sons, Inc.

Laubenheimer, F. 2015. Les circuits d'exportation des vins de Tarraconaise en Gaule, in V. Martínez Ferreras (Ed.) *La difusión comercial de las ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (s. I a. C. - I d. C.)*. (Archaeopress Roman Archaeology 4). 181-192. Oxford: Archaeopress.

Laubenheimer, F. and E. Marlière 2010. *Échanges et vie économique dans le Nord-Ouest des Gaules. Le témoignage des amphores du IIe siècle avant J.-C. au IVe siècle après J.-C.* Volume I-II. Institut des Sciences et Techniques de l'Antiquité EA 4011- Université de Franche-Comté: Presses universitaires de Franche-Comté.

López Mullor, A. 1998. El centre productor d'àmfores de Sant Boi de Llobregat (Barcelona), in *Actes del II Col·loqui Internacional d'Arqueologia Romana. El Vi a l'Antiguitat. Economia, Producció i Comerç al Mediterrani occidental*, (Badalona, 1998). Badalona: Museu de Badalona.

López Mullor, A. and A. Martín i Menéndez 2008a. Las ánforas de la Tarraconense, in D. Bernal Casasola and D. Ribera i Lacomba (coord.) 2008. *Cerámicas hispanorromanas: un estado de la cuestión*. 689-724. Universidad de Cádiz.

López Mullor, A. and A. Martín i Menéndez 2008b. Tipologia i datació de les àmfores tarraconenses produïdes a Catalunya, in A. López Mullor, J. Aquilué Abadías and R. Pascual Guasch (Coord.) *La producció i el comerç de les àmfores de la "Província Hispania Tarraconensis"*. *Homenatge a Ricard Pascual i Guasch: actes de les jornades d'estudi celebrades al Palau Marc de la Generalitat de Catalunya els dies 17 i 18 de novembre de 2005*. 33-94. Museu d'Arqueologia de Catalunya.

Marlière, E. 2001. Le tonneau en Gaule Romaine. *Gallia* 58: 181-201.

Marlière, E. 2002. *L'outre et le tonneau dans l'Occident romain*. Montagnac: Éditions M. Mergoïl.

Marlière, E. 2014. Les campagnes militaires et l'expansion de l'usage du tonneau dans l'Empire romain, in J. Perrard, M. Perrot (Dir.) *De la cave au vin: une fructueuse alliance, Rencontres du Clos-Vougeot 2013, Chaire UNESCO Culture et tradition du vin*. 47-61. Université de Bourgogne.

Martín i Menéndez, A. 2015. Consideraciones sobre las marcas de ánforas tarraconenses en la Layetania septentrional. Los casos de El Mujal-El Roser (Calella) y Can Rodón y Ca l'Arnau (Cabrera de Mar), in V. Martínez Ferreras (ed.) *La difusión Comercial de las Ánforas Vinarias de Hispania Citerior Tarraconensis (s.I aC-I dC)*. 39-54. Oxford: Archaeopress.

Martín i Oliveras, A. 2015a. Arqueología del Vino en Época Romana: Teoría económica, lógica productiva y comercial aplicada al envasado, la expedición el transporte y la distribución de ánforas vinarias del nordeste peninsular (s. I a.C.- I d.C.), in V. Martínez Ferreras, V. (ed.) *La difusión Comercial de las Ánforas Vinarias de Hispania Citerior Tarraconensis (s. I aC-I dC)*. 19-38. Oxford: Archaeopress.

Martín i Oliveras, A. 2015b. *Arqueologia del Vi a l'Època Romana. Del Cultiu al Consum. Marc Teòric i Epistemològic* (XII Premi Josep Barberà i Farràs). Barcelona: Societat Catalana d'Arqueologia.

Martín i Oliveras, A. 2015c. *Arqueologia del Vi a l'Època Romana. Del Cultiu al Consum. Aspectes Ideològics i Qualitatius. Auriga. Revista de Divulgació i Debat del Món Clàssic* 79. Actes XI Forum Auriga, Barcelona: 22-25.

Martín i Oliveras *et al.* 2007 = Martín i Oliveras A., I. Rodà de Llanza and V. Velasco i Felipe 2007. *Cella Vinaria* de Vallmora (Teià, Barcelona). Un modelo de explotación vitivinícola intensiva en la Layetania, *Hispania Citerior* (s. I a.C.- s. V d.C.). *Historia Antiqua* 15, Pula: 195-212.

Martín i Oliveras *et al.* 2017 = Martín i Oliveras, A., D.J. Martín-Arroyo Sánchez, V. Revilla Calvo 2017. The wine economy in Roman Hispania. Archaeological data and modellization, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 189-237. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Martín i Oliveras *et al.* 2019 = Martín i Oliveras, A., V. Revilla Calvo and J. Remesal Rodríguez 2019. The Economy of Roman wine: A proposal for analyse an intensive wine production system and trade. Case Study Research: *Regio Laetana (Hispania Citerior Tarraconensis)* from 1st century BC to 3rd century AD, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo Sánchez and A. Martín i Oliveras (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive landscapes and trade networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 41-72. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Martín i Oliveras, A. and V. Revilla Calvo 2019. The Economy of Laetanian Wine: A Conceptual Framework to Analyse an Intensive/Specialized Winegrowing Production System and Trade (First Century BC to Third Century AD), in Ph. Verhagen, J. Joyce and M. Groenhuijzen (eds) *Finding the Limits of the Limes. Modelling Demography, Economy and Transport on the Edge of the Roman Empire*. Springer. Open Acces chapter: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-04576-0_8.

Martín-Arroyo *et al.* 2017 = Martín-Arroyo, D.J., L. Prignano, I. Morer, G. Rull, M. García Sánchez, A. Díaz Guilera and J. Remesal Rodríguez 2017. The Wine Trade of Roman Crete: Construction of Onomastic and Geographical Networks, in J. Velaza (Ed.) *Insularity, Identity and Epigraphy in the Roman World*. 177-196. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.

Martínez Ferreras, V. (ed.) 2015. *La difusión Comercial de las Ánforas Vinarias de Hispania Citerior Tarraconensis (s.I aC-I dC)*. Oxford: Archaeopress.

Milgram, S. 1967. The Small-World Problem. *Psychology Today* 1(1): 61-67.

Miquel *et al.* 2013 = Miquel i López, J. and J. Morera Camprubí 2013. Sant Vicenç dels Horts: Una zona productora de tipus industrial en época altimperial romana, in C. Carreras Monfort, A. López Mullor and J. Guitart i Duran (ed) 2013. *Barcino II. Marques i terrisseries d'àmfores al Baix Llobregat*. 33-50. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Miró, J. 1988. *La producción de ánforas romanas en Catalunya. Un estudio sobre el comercio del vino de la Tarraconense (siglos I a.C.-I d.C.)* (BAR International Series 488). Oxford: Archeopress.

Miró, J. 2020. *Barcino augustea y julio-claudia. Dinámica socio-económica en la producción y el comercio del vino layetano. Spal 29 (2): 205-234. DOI: <https://doi.org/10.12795/spal.2020.i29.24>.*

Moret *et al.* 2013 = Moret Pujol, L., C. Carreras Monfort and C. Miró i Alaix 2013. Terriseries al Voltant de la Riera de Rubí: Can Tintorer (el Papiol) i Can Pedrerol de Baix (Castellbisbal), in C. Carreras Monfort, A. López Mullor and J. Guitart i Duran (ed.) *Barcino II. Marques i terriseries d'àmfores al Baix Llobregat*. 17-32. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Morillo *et al.* 2016 = Morillo, A., J. Salido Domínguez and C. Fernández Ochoa 2016. *Hispania and the Atlantic Route in Roman Times: new Approaches to Ports and Trade. Oxford Journal of Archaeology 35(5): 267-284.*

Morvan *et al.* 2017 = Morvan, M., J. Pérez González, L. Prignano, I. Morer and J. Remesal Rodríguez 2017. War Economy. Food supply beyond the Wall. An amphorae stamps network. *UBICS Founding Symposium. Universitat de Barcelona (12 de juny de 2017). URI: <http://hdl.handle.net/2445/146872>.*

Mosca *et al.* 2015 = Mosca, A., J. Remesal Rodríguez, G. Rull and M. Rezk 2015. Knowledge Representation in EPNNet, in T. Morzy, P. Valduriez, L. Bellatreche (eds) *New Trends in Databases and Information Systems. Communications in Computer and Information Science 539*. Poitiers.

Nolla i Brufau, J. M. and J.M. Solias 1985. *L'àmfora Tarraconense I. Característiques procedència àrees de producció cronologia (Butlletí Arqueològic 6-7, 1984-1985). 107-144. Tarragona: Reial Societat Arqueològica Tarraconense.*

Nolla i Brufau, J.M. 1987. *Una nova àmfora catalana. La Tarraconense 1. In: El vi a l'antiguitat: economia, producció i comerç al Mediterrani occidental: actes I Col·loqui d'Arqueologia Romana (Badalona, 1985). 217-223. Badalona: Museu de Badalona.*

Olesti Vila, O. 2005. Propiedad de la tierra y élites locales. El ejemplo del *ager barcinonensis*, in *Histoire, espaces et marges de l'Antiquité: hommages à Monique Clavel-Lévêque. Tome 4 (Collection «ISTA» 985). 175-200. Besançon: Institut des Sciences et Techniques de l'Antiquité.*

Olesti Vila, O. 2006. El control de los territorios del nordeste peninsular (218-100 a.C.): un modelo a debate, in T. Naco del Hoyo and I. Arrayás Morales (coord.) *War and territory in the Roman world = Guerra y territorio en el mundo romano (BAR International Series 2006). 119-148. Oxford: Archeopress.*

Olesti Vila, O. 2009. Propietat i riquesa a "l'ager Barcinonensis", in C. Carreras Monfort, J. Guitart i Duran and A. López Mullor (coord.) *Barcino*, vol. 1 (Marques i terriseries d'àmfores al pla de Barcelona). 141-158. Barcelona.

Olesti Vila, O. and C. Carreras Monfort 2012. Esclavos y libertos en la producción vinícola y alfarera en el *ager Barcinonensis*: de la marginalidad al éxito económico, in F. Reduzzi Merola (ed.) *Dependenza ed emarginazione nel mondo antico e moderno. Atti del 33 Convegno G.I.R.E.A. 309-333. Napoli: Aracne.*

Olesti Vila, O. and C. Carreras Monfort 2013. Le paysage social de la production vitivinicole dans l'ager *Barcinonensis*: esclaves, affranchis et institores. *Dialogues d'histoire ancienne 39 (2): 147-189.*

Olesti Vila. O. and C. Carreras Monfort 2015. De *servus* a propietario agrícola: el esclavo en el mundo de la producción anfórica en el Ager Barcinonensis, in *Los espacios de la esclavitud y la dependencia desde la antigüedad. Madrid, 28-30 novembre 2012. Actas del XXXV coloquio del GIREA. Homenaje a Domingo Placido* (Actes des colloques du Groupe de recherche sur l'esclavage dans l'antiquité 35). 561-587. Besançon: Presses Universitaires de Franche-Comté.

Palacín *et al.* 2020 = Palacín Copado, C., J. Pérez González and G. Rull Fort 2020. Epigrafía anfórica i Roman Open Data: Les àmfors del litoral central de Catalunya com a cas d'estudi. *Laietania* 21: 97-132.

Palet, J. M. and S. Riera 2009. Activitats agràries i modelació antròpica en el territori de la colònia *Barcino*: aproximació des de l'arqueomorfologia i la palinologia, in C. Carreras, J. Guitart and A. López Mullor (Coord.) *Barcino I. Marques i terrisseries d'àmfors en el Pla de Barcelona*. 131-140. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Pascual Guasch, R. 1977. Las ánforas de la Layetania. *Méthodes classiques et Méthodes Formelles dans l'Étude des Amphores Actes du Colloque de Rome 27-29 mai 1974*. 47-96. Roma: Ecole Française de Rome.

Pascual Guasch, R. 1991. *Index d'Éstampilles sobre Àmfors Catalanes*. Barcelona: Edicions Servei del Llibre L'Estaquirot.

Peacock, D. P.S. and D. Williams 1986. *Amphorae and the Roman Economy: An Introductory Guide*. London and New York: Longman Archaeology Series.

Pena, M.J. and A. Barreda 1997. Productores de vino del nordeste de la Tarraconense. Estudio de algunos nomina sobre ánforas Laietana 1 (=Tarraconense 1). *Faventia* 19 (2): 51-73.

Pérez González, J. 2017. *Ex Oriente Luxus*. Marco teórico sobre la existencia de una red libre de escala y el uso de superconectores durante el Alto Imperio romano. *Anabasis. Studia Classica et Orientalia* 8: 128-159.

Pérez González, J. 2018. Epigrafía lapidaria en la era digital. *Boletín Archivo Epigráfico* 2: 5-16.

Pérez González *et al.* 2018 = Pérez González, J., M. Morvan, L. Prignano, I. Morer, A. Díaz Guilera, J.M. Bermúdez Lorenzo and J. Remesal Rodríguez 2018. Reconstruir lo roto. Un método para vincular entre sí las inscripciones del Testaccio, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, J.M. Bermúdez Lorenzo (Eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos / Quantifying ancient economies: problems and methodologies* (Instrumenta 60). 251-280. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Pérez González *et al.* 2019 = Pérez González, J., A. Lario, C. Palacín Copado, M. González Vázquez, A. Aguilera and J. Remesal Rodríguez 2019. Visualizing consumption: Food distribution networks and pottery production. *UBICS Day 2019*. Universitat de Barcelona (18 de juny de 2019). URI: <http://hdl.handle.net/2445/147017>.

Pons Pujol, Ll. and J. Pérez González 2018. La presencia del aceite bético en Mauretania Tingitana. Nuevos métodos de análisis. *Studia Antiqua et Archaeologica* 24/2: 279-302.

Prevosti *et al.* 2009 = Prevosti, M. and A. Martín i Oliveras (eds.) 2009. *El Vi Tarraconense i Laietà. Ahir i Avui. Actes del Simpòsium* (Documenta 7). Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica.

Prignano *et al.* 2017a = Prignano, L., I. Morer and A. Díaz-Guilera 2017. Wiring the Past: A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks. *Front. Digit. Humanit.*: 4-13. DOI: <http://doi.org/10.3389/fdigh.2017.00013>.

Prignano *et al.* 2017b = Prignano, L., I. Morer, S. Lozano, J. Pérez González, F. Fulminante and A. Díaz-Guilera, A. 2017. The weird, wired past. The challenges of applying network science to archaeology and ancient history, in J. Remesal Rodríguez (Ed.) *Economía Romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New Perspectives* (Instrumenta 55). 125- 148. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Prignano *et al.* 2019 = Prignano, L., I. Morer, F. Fulminante and S. Lozano 2019. Modelling terrestrial route networks to understand inter-polity interactions (southern Etruria, 950-500 BC). *Journal Archaeological Science* 105: 46-58.

Remesal Rodríguez, J. 1986. *La annona militaris y la exportación del aceite bético a Germania*. Madrid.

Remesal Rodríguez, J. 1997. *Heeresversorgung und die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen der Baetica und Germanien. Materialien zu einem Corpus der in Deutschland veröffentlichten Stempel auf Amphoren der Form Dressel 20*. Stuttgart.

Remesal Rodríguez, J. 2017 (ed). *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez, J. 2018. *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos*. (Instrumenta 63). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez J. and V. Revilla Calvo 1991. Weinamphoren aus *Hispania Citerior* und *Gallia Narbonensis* in Deutschland und Holland. *Fundber. Baden-Württemberg* 16: 389-439.

Remesal *et al.* 2015a = Remesal J., A. Díaz-Guilera B. Rondelli, X. Rubio, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo A. Mosca and G. Rull 2015. *The EPNNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: economics and political Dynamics. Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. Proceedings of the First EAGLE International Conference. Europeana Eagle project. Convegno, Studi umanistici-Antichistica*. 455-464. Sapienza. Università Editrice.

Remesal *et al.* 2015b = Remesal Rodríguez, J., A. Aguilera Martín, M. García Sánchez, D.J. Martín-Arroyo Sánchez, J. Pérez González and V. Revilla Calvo 2015. Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC). *Pyrenae* 50: 245-275.

Remesal *et al.* 2018. = Remesal, J., V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (Eds.) 2018. *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos / Quantifying ancient economies: problems and methodologies* (Instrumenta 60). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal *et al.* 2019 = Remesal, J., V. Revilla, D.J. Martín-Arroyo Sánchez and A. Martín i Oliveras (Eds.) 2019. *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive landscapes and trade networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez *et al.* 2019b = Remesal Rodríguez, J., Ll. Pons Pujol, J. Pérez González and J.M. Bermúdez Lorenzo 2019. Nuevas propuestas de datación de la epigrafía anfórica a través de la cronología de los asentamientos militares del limes renano-danubiano. *Espacio, Tiempo y Forma. serie II. Historia Antigua* 32: 173-214.

Revilla, V. 1995. *Producción cerámica, viticultura y propiedad rural en Hispania Tarraconensis (siglos I aC-III dC)*. Edicions Servei del Llibre L'Estaquirot.

Revilla, V. 2004a. Poblamiento rural en el noreste de *Hispania* entre los siglos II a.C. y I d.C.: organización y dinámicas culturales y socioeconómicas, in T. Chapa and P. Moret (eds.) *Torres, atalayas y casas fortificadas. Explotación y control del territorio en Hispania (S. III a. de C. - S. I d. de C.)*. 175-202. Jaén.

Revilla, V. 2004b. *Ánforas y epigrafía anfórica en Hispania Tarraconensis*, in J. Remesal (ed.), *Epigrafía anfórica*. (Instrumenta 17). 159-196. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Revilla, V. 2007a. La producción anfórica en el sector meridional de Cataluña: Prácticas artesanales, viticultura y representaciones culturales (*Monografíes* 8). 189-226. Barcelona: MAC.

Revilla Calvo, V. 2007b. Onomástica en epigrafía anfórica de la Hispania tarraconense: algunas consideraciones sobre significado y método de análisis, in *Acta XII Congressus Internationalis Epigraphiae Graecae et Latinae (Barcelona, 3-8 Septembris 2002)* (Monografíes de la Secció Històrico-Arqueològica 10). 1183-1192. Barcelona.

Revilla, V. 2008. La villa y la organización del espacio rural en el litoral central de Cataluña: implantación y evolución de un sistema de poblamiento, in V. Revilla, J.R. González and M. Prevosti, M. (Eds.) *Actes del Simposi Les vil·les romanes a la Tarraconense. Implantació, evolució i transformació. Estat actual de la investigació del món rural en època romana (Lleida, 28-30 de novembre de 2007)*. 99-123. Barcelona.

Revilla, V. 2011-2012. Viticultura, Territorio y habitat en el Litoral Nororiental de *Hispania Citerior* durante el Alto Imperio, in J.A. Antolinos Marín and J.M. Noguera Celdrán (ed) *De Vino et Olio Hispaniae. Áreas de producción y procesos tecnológicos del vino y del aceite en la Hispania romana. Coloquio Internacional. Anales de Prehistoria y Arqueología*, nº: 27-28. 79-95. Murcia.

Revilla, V. 2015. Agricultura, artesanado rural y territorio en el noreste de *Hispania Citerior*: estructuras y dinámicas, in V. Martínez (ed.) *La difusión comercial de las ánforas vinarias de Hispania Citerior-Tarraconensis (siglos I a.C. -I d.C.)* (Archeopress Roman Archaeology 4). 1-17. Oxford: Archeopress.

Revilla, V. 2016. La introducción del sistema de la villa en *Hispania*: vino y viticultura en el litoral oriental de la Península Ibérica, in M. Dopico Cainzos and M. Villanueva Acuña (eds.) *Clausus est Ianus. Augusto e a transformación do noroeste hispano* (Philtáte 1). 361-397. Lugo: Studia et acta antiquae Gallaeciae.

Rodà de Llanza, I. 2016-2017. Relaciones entre *Tarraco* y *Barcino* a través de sus Senadores y Caballeros en los Siglos I-II D.C. / Relations between *Tarraco* and *Barcino* through their *Senatores* and *Equites* in the 1st-2nd Centuries AD. *Anas* 29-30: 289-311.

Rodà *et al.* 2005 = Rodà de Llanza, I., A. Martín i Oliveras, C. Velasco Felipe and R. Arcos i López 2005. Personatges de “Barcino” i el vi laietà: localització d’un “fundus” dels “Pedanii Clementes” a Teià (El Maresme) a partir de la troballa d’un “signaculum” de plom amb inscripció (segle II dC) (*Quarhis: Quaderns d’Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona* 1). 46-57. Barcelona.

Romanowska, I. 2015. So you think you can Model? A Guide to Building and Evaluating Archaeological Simulation Models of Dispersals. *Human Biology Open Access Pre-Prints* 79.

Romanowska, I. 2018. Using agent-based modelling to infer economic processes in the past., in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (Eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos / Quantifying ancient economies: problems and methodologies*. (Instrumenta 60). 107-117. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Rubio-Campillo *et al.* 2017 = Rubio-Campillo, X., M. Coto-Sarmiento, J. Pérez-Gonzalez and J. Remesal Rodríguez 2017. Bayesian analysis and free market trade within the Roman Empire. *Antiquity* 91: 1241–1252. DOI: <https://doi.org/10.15184/aqy.2017.131>.

Rubio-Campillo *et al.* 2018a = Rubio-Campillo, X., J.-M. Montanier, G. Rull, J.M. Bermúdez Lorenzo, J. Moros Díaz, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2018. The ecology of Roman trade. Reconstructing provincial connectivity with similarity measures. *Journal of Archaeological Scienc* 92: 37-47.

Rubio-Campillo *et al.* 2018b = Rubio-Campillo, X., J.M. Bermúdez Lorenzo, J.-M. Montanier, J. Moros Díaz, J. Pérez González, G. Rull and J. Remesal Rodríguez 2018. Provincias, sellos e hipótesis nulas: la identificación de rutas de comercio a través de medidas de distancia cultural, in J. Remesal Rodríguez (Ed.) *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*. (Instrumenta 60). 237-249. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Ruiz *et al.* 2018 = Ruiz, D., J. Pérez González, L. Prignano, I. Morer, A. Aguilera and J. Remesal Rodríguez 2018. Rebuild broken amphoras in the Testaccio (II). *UBICS Day 2018*. Universitat de Barcelona (18 de juny de 2018). URI: <http://hdl.handle.net/2445/147000>.

Sands, R. and E. Marlière 2020. Produce, Repair, Reuse, Adapt, and Recycle: The Multiple Biographies of a Roman Barrel. *European Journal of Archaeology* 23 (3): 356-380. DOI: <https://doi.org/10.1017/ea.2020.7>.

Stubert *et al.* 2020 = Stubert, L., A. Martín i Oliveras, M. Märker, H. Scherthanner and S. Vogel 2020. Viticulture in the Laetanian Region (Spain) during the Roman Period: Predictive Modelling and Geomatic Analysis. *Geosciences* 2020, 10, 206. DOI: <https://doi.org/10.3390/geosciences10060206>.

Schäfer, C. 2017. The debate on the ancient economy as a “battlefield” and the question of transport routes to the Rhine region, in J. Remesal Rodríguez, J. (ed.), *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 89-118. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Schmarzo, B. 2014. *Big Data. El poder de los datos*. Barcelona: Anaya.

Tchernia, A. 1986. *Le vin de l’Italie romaine. Essai d’histoire économique d’après les amphores*. Rome.

Tchernia, A. and J.-P. Brun 1999. *Le vin Romaine Antique*. Paris.

Tremoleda, J. 1998. *Pvblivs Vsvlenvs Veiento*. Un magistrat narbonès amb propietats al nord de la Tarraconense, in *XI Col.loqui Internacional d'Arqueologia, Comerç i vies de comunicació (1000 aC-700 dC)*, Puigcerdà, 1997. 231-241. Puigcerdà: Institut d'Estudis Ceretans.

Tremoleda, J. 2005. Un nou inversor en la viticultura de la Tarraconensis: Publi Baebi Tuticà. *Pyrenae*, 36 (2): 115-140.

Tremoleda, J. 2008. Les instal·lacions productives d'àmfores tarraconenses, in A. López Mullor and X. Aquilué Abadías (eds.) *La producción i el comerç de les àmfores de la Provincia Hispania Tarraconensis. Homenatge a Ricard Pascual i Guasch*. 113-150. Barcelona.

Vila-Socias, Ll. 2011. *Una arqueometria del canvi tecnològic: Producció i consum d'àmfores durant el canvi d'era en la zona nord de la costa catalana*. Universitat de Barcelona (PhD Thesis). Barcelona. URI: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/42646>

Wilson, A. 2009. *Approaches to quantifying Roman trade*, in A. Bowman and A. Wilson (ed.) *Quantifying the Roman economy*. 213-249. Oxford: Oxford University Press. DOI: 10.15184/aqy.2017.131.

Esquemas organizativos de la producción anfórica olearia bética (Dressel 20, ca. 30-270 d.C.)

Juan Moros Diaz

Introducción

Desde el comienzo de la investigación y gracias a los materiales del Testaccio, Dressel¹ pudo establecer cuáles eran los elementos principales de los sellos de las ánforas olearias béticas, que denominamos genéricamente: TRIA NOMINA, COGNOMINA y TOPÓNIMOS.

Durante más de un siglo de investigación desde Dressel, los diversos autores que han abordado el problema de estos sellos han tratado de establecer el significado de cada uno de estos elementos que los constituyen y, particularmente, se ha debatido sobre el papel de los Tria nomina. Berni² resumió en un cuadro las diversas interpretaciones de los distintos autores que han abordado esta cuestión (*vide infra*, figura 1). La idea que emana del cuadro de la figura 1 es la siguiente: si conocemos el papel específico de cada elemento, podremos establecer cómo se articulaban estos elementos en el proceso productivo. Pero, como veremos a lo largo de este trabajo, esta forma de abordar la cuestión presenta serios inconvenientes.

Por un lado, hasta el momento, no tenemos una hipótesis consensuada que aclare la función de los sellos. Sin esta base interpretativa previa, difícilmente podremos resolver la controversia suscitada sobre el papel que desempeñaron los diversos elementos que componen los sellos. Es más, al observar el cuadro no queda del todo claro el ámbito en que estos elementos se desarrollan, es decir, si los sellos deben relacionarse con la producción de las ánforas o si también hacen referencia a su contenido, en este caso, al aceite envasado.

Por otro lado, esta forma de abordar el problema del significado de los contenidos de los sellos a partir del cuadro de la figura 1 resulta muy rígida. Entendemos que el significado de estos elementos no es único y va a venir determinado por cómo se relacionan estos elementos entre sí, no en un sello en particular, sino en el conjunto de los sellos de la fase productiva que pretendemos estudiar. Como veremos a lo largo del trabajo, un mismo elemento puede presentar roles distintos en los diferentes esquemas organizativos que se pueden dar.

¹ Dressel 1878.

² Berni 2008: 23-31, tabla 1. El cuadro es un resumen del apartado 1.1 del trabajo de Berni, donde se profundiza en cada una de las propuestas. En la bibliografía de nuestro trabajo se incluyen las referencias de las publicaciones incluidas en el cuadro.

Publicación	Tria Nomina	Cognomina	Figlinae
Dressel 1878	dueño de la alfarería	trabajador del ánfora	dueño de la alfarería (efectivo / temporal)
Grenier 1934	propietario y productor	fabricante	propiedad de un <i>dominus</i>
Thévenot 1952	rico propietario (productor y negociante)	fabricante	del propietario o de otros propietarios
Callender 1965 [1950]	propietario y productor o cliente desprovisto de alfarería	fabricante	posesión de un <i>dominus</i> (inicialmente) fábrica especializada (posteriormente)
Tchernia 1967	dueño de la alfarería	trabajador del ánfora	dueño de la alfarería
Remesal 1977-78	propietario del aceite envasado (productor / acaparador y exportador)	alfarero	propiedad de un <i>dominus</i>
Liou 1977 (Colls <i>et al.</i> 1977)	dueño de la alfarería	trabajador del ánfora	dueño de la alfarería
Chic 1985	propietario y productor (inicialmente) productor, dueño de la alfarería y exportador (posteriormente)	<i>villicus</i> (encargado de la alfarería)	posesión de un <i>dominus</i> (inicialmente) fábrica especializada (posteriormente)
Mayet 1986	dueño de la alfarería	responsable de la producción cerámica	propiedad de un <i>dominus</i>
Liou 1990 (Liou <i>et al.</i> 1991)	dueño de la alfarería	“jefe” del taller (<i>offinator</i>)	dueño de la alfarería
Steinby 1993	propietario de las <i>figlinae</i> (<i>dominus</i>) o gestor de la <i>officina</i>		

Figura 1. Diversas interpretaciones sobre el significado de los elementos que componen los sellos (Berni 2008: 29, tabla 1).

En este trabajo, primero trataremos de explicar las características del sistema de sellado de las ánforas olearias béticas y presentaremos datos estadísticos sobre las diversas formas en que pueden relacionarse los elementos que componen los sellos (apartado 1). A partir de este conocimiento, plantaremos una hipótesis general sobre la función de los sellos que nos permitirá establecer el ámbito en que estos elementos se desarrollan (2). A continuación, estudiaremos los esquemas organizativos de tres series cuidadosamente seleccionadas (3). En estas series podremos ver cómo sellos que presentan los mismos elementos, colocados en el mismo orden, pueden obedecer a esquemas organizativos diversos (4). Finalmente, a partir del estudio de casos del apartado 3, trataremos de plantear las características básicas que, en nuestra opinión, presentan los esquemas organizativos de la producción de las ánforas olearias béticas.

1. Las características del sistema de sellado

En nuestra opinión, la composición de los sellos de las ánforas olearias béticas, que a primera vista se nos presenta como un verdadero galimatías, en esencia resulta extremadamente simple. Contamos con tres elementos principales, denominados genéricamente: TRIA NOMINA, COGNOMEN y TOPÓNIMO, que pueden aparecer en los sellos solos (como elementos simples), asociados por parejas (lo que hemos llamado binas) o los tres juntos (que llamamos ternas). De modo que el sistema de sellado se puede simplificar en siete **estructuras elementales**, tres de contenido simple y cuatro de contenido compuesto.

En la figura 2 presentamos un cuadro que recoge la incidencia de cada una de estas estructuras elementales en el sistema de sellado de las ánforas olearias béticas³.

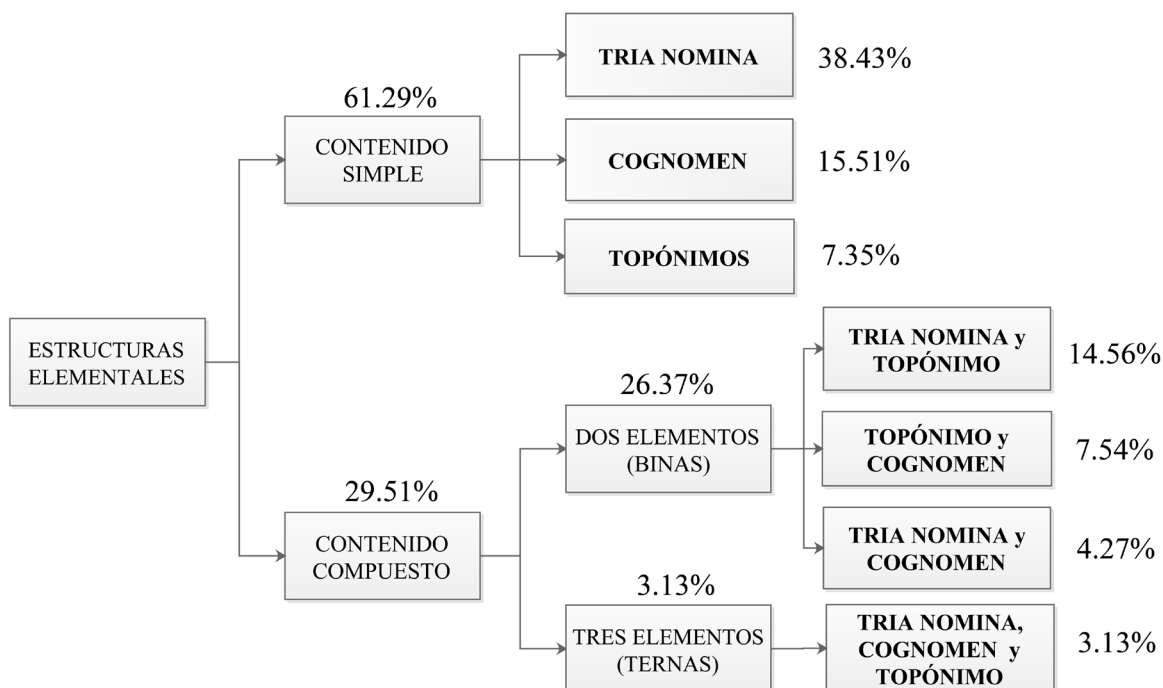


Figura 2. Estructuras elementales de los sellos de las ánforas olearias béticas y su incidencia en el sellado.

Hemos de tener en cuenta que estas estadísticas se han hecho a partir de sellos individuales, pero las ánforas pueden presentar varios sellos. Desgraciadamente solemos encontrar las ánforas fragmentadas y, por el momento, no estamos en condiciones de establecer la incidencia del doble y triple sellado del ánfora. El hecho de que dos de cada tres sellos presenten un contenido simple (figura 2), nos hace pensar que pudo ser muy frecuente que las ánforas contuviesen varios sellos.

³ En el cuadro de la figura 2 están recogidas las estructuras que presentan una incidencia superior al 0.5% sobre el total de las lecturas conocidas y representan al 90 % de los sellos. Para elaborar estas estadísticas se estudiaron más de 2500 lecturas distintas y sus resultados pueden consultarse en el capítulo 1 de nuestra tesis doctoral: “Análisis epigráfico de los sellos olearios béticos hallados en centros de producción. El caso de la zona productora de la Scalensia” defendida en 2019 y cuyos directores fueron: José Remesal Rodríguez y Antonio Aguilera Martín. Pueden descargarla del repositorio de la Universidad de Barcelona: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/133685>

En estas circunstancias, al estudiar una serie en particular, inevitablemente habremos perdido parte de las relaciones que se establecieron entre los diversos elementos que componen los sellos.

2. Bases interpretativas previas: hipótesis sobre la función de los sellos y a quiénes representan los elementos que los componen

Como hemos expuesto más detenidamente en otro trabajo⁴, en nuestra opinión, las ánforas se sellaban para controlar y coordinar el proceso productivo de *figlinae* que presentaban una cierta complejidad organizativa derivada de una división interna de su producción. Como veremos a lo largo del trabajo, el sello sería un “identificador” que sitúa al objeto manufacturado en una rama concreta del árbol general formado por las diversas producciones de la *figlina*.

A nadie se le escapan las ventajas que supone para un sistema organizativo de cierta complejidad tener identificados los objetos manufacturados que produce, máxime cuando estamos hablando de producciones en masa donde los objetos son muy parecidos a nivel morfológico, ya que esta circunstancia resulta básica para la contabilidad, control y organización de las hornadas, manipulación y control de la calidad de la producción, organización del almacenaje, etc.

Desde este punto de vista, los contenidos de los sellos representarían a los diversos elementos del sistema organizativo que intervinieron en la producción de las ánforas. Estos elementos se pueden articular de formas diversas en los distintos esquemas organizativos que se pueden dar. Veamos algunos ejemplos.

3. Los esquemas organizativos de la producción de las ánforas a partir de los contenidos de los sellos

Para establecer el esquema organizativo de una fase productiva de una *figlina*, debemos estudiar el conjunto de todos los sellos conocidos de dicha fase. Como hemos visto en la figura 2, los elementos de los sellos pueden relacionarse de distinta manera. Tenemos que conocer cómo se desarrollan estas relaciones en la serie estudiada para poder establecer cómo se articula cada elemento en el esquema organizativo del centro productor en esta fase concreta. El sistema de sellado es capaz de absorber una casuística diversa; veamos tres ejemplos que nos ayudarán a entender las características básicas que presentan estos esquemas organizativos.

3.1. La serie de *M. M() R()* de La Catria⁵

Entre las series de *M. M() R()* de La Catria (*vide infra*, figura 3) hemos seleccionado⁶ dos sellos para tratar de explicar su esquema organizativo: MMRPHE (BBSM n° 2621)⁷ y MMRPCI (CEIPAC n° 50222). Estos

⁴ En nuestra tesis doctoral hemos dedicado el capítulo 3 a exponer y desarrollar esta nueva hipótesis sobre la función de los sellos (Moros 2019: 103-128).

⁵ Bibliografía básica: Clark-Maxwell 1899: 271 (“La Cátedra”). Bonsor 1931: 51 (“La Cátedra”). De La Peña 1967: 131. Ponsich 1974: 173, n° 88; id. 1979: 40, n° 73, fig. 10 (“Cortijo de la Catria”). Remesal 1977-78: 87-142. Chic 1985: 65; id. 1992; id. 2001: 174-208. Remesal 1986: 50-59. Berni 2008: 318-335.

⁶ En la base de datos del CEIPAC (www.ceipac.ub.edu), la serie de *M. M() R()* de La Catria está compuesta además por siguientes lecturas: MMR, MMRCI, MMRO, MMRP y MMRPII. Los sellos de la serie pueden contener los tres elementos antes citados: Tria nomina, Topónimo y Cognomen, o solo algunos de ellos.

⁷ Las referencias de los sellos de este trabajo vienen expresadas por el número del ejemplar en la base de datos del CEIPAC,

sellos presentan el mismo diseño y contenido análogo, lo que nos hace pensar que corresponden a una misma fase productiva que se desarrolló en algún momento de época flavio-trajanea⁸. En la figura 4 incluimos nuestra propuesta de lectura, desarrollo y estructura de estos sellos. Están compuestos por tres elementos: TRIA NOMINA + TOPÓNIMO + COGNOMEN.

Resulta bien conocido que la epigrafía de La Catria se caracteriza por la enorme cantidad de personajes identificados por sus TRIA NOMINA representados en la serie. También sabemos que, en muchas ocasiones, estos personajes llegan a formar grupos familiares que perduran en el centro productor durante varias generaciones⁹. De modo que en esta fase productiva tendremos varios TRIA NOMINA activos en el taller acompañando a *M. M() R()*¹⁰.

En este caso el esquema organizativo queda como vemos en la figura 4: el **centro productor**, identificado por un Topónimo, estaría compuesto por varias **secciones**, identificadas por unos TRIA NOMINA, que a su vez estarían compuestas por varias **unidades productivas** identificadas por unos COGNOMINA.

Para comprender el esquema de la figura 4, debemos introducir algunas definiciones:

- Cada una de estas **secciones**, identificadas por unos Tria nomina, ocuparía parte de las instalaciones y presentaría una cierta autonomía organizativa, aunque todas estarían integradas en la organización general del centro productor. Cada sección estaría compuesta por una o varias unidades productivas.
- Las **unidades productivas** serían el elemento más simple de los esquemas organizativos que se llega a registrar en los sellos de las ánforas olearias de la Bética. Estarían compuestas por cuadrillas de trabajadores: barreros, alfareros, personal auxiliar para la manipulación de los envases, etc, gestionados por el personaje que aparece en el sello e identificado por un Cognomen. En estas unidades productivas se fabricaban las ánforas en crudo, que luego pasarían por el resto del proceso productivo: cocción, control de calidad, contabilidad y almacenaje.

que pueden consultar en www.ceipac.ub.edu. Los sellos con referencias BBSM corresponden a ejemplares de las prospecciones en centros de producción de Juan Luís Barea, Salvador Barea, Juan Solís y Juan Moros. Aprovechamos este lugar para dar las gracias a estos investigadores por permitirnos utilizar este material inédito en nuestros trabajos.

⁸ Para la serie de *M. M() R()* tenemos dataciones muy dispares y, por el momento, proponemos una datación flavio-trajanea para la actividad del personaje.

⁹ Sobre los grupos familiares de la serie de La Catria: Remesal 1977-78:110-115. Berni 2008: 320.

¹⁰ Podemos ver un cuadro actualizado con los sellos conocidos de La Catria en Berni 2008:321-328, tablas 57 y 58. En esos cuadros tenemos casi una docena de personajes representados por sus *tria* o *duo nomina* datados en una fase flavio-trajanea: *L. A() R()*; *L. Ae() Pae(tus, -)*; *C. E() F()*; *F() P()*; *Q. Fl(avius) Fl(avianus)*; *P. M() Her()*; *G. R() Cal()*; *L. Servilius Lupus* y *V() Cle()*. Por el momento, la falta de precisión de las dataciones nos impiden saber cuáles de ellos fueron coetáneos con la actividad de *M. M() R()*.

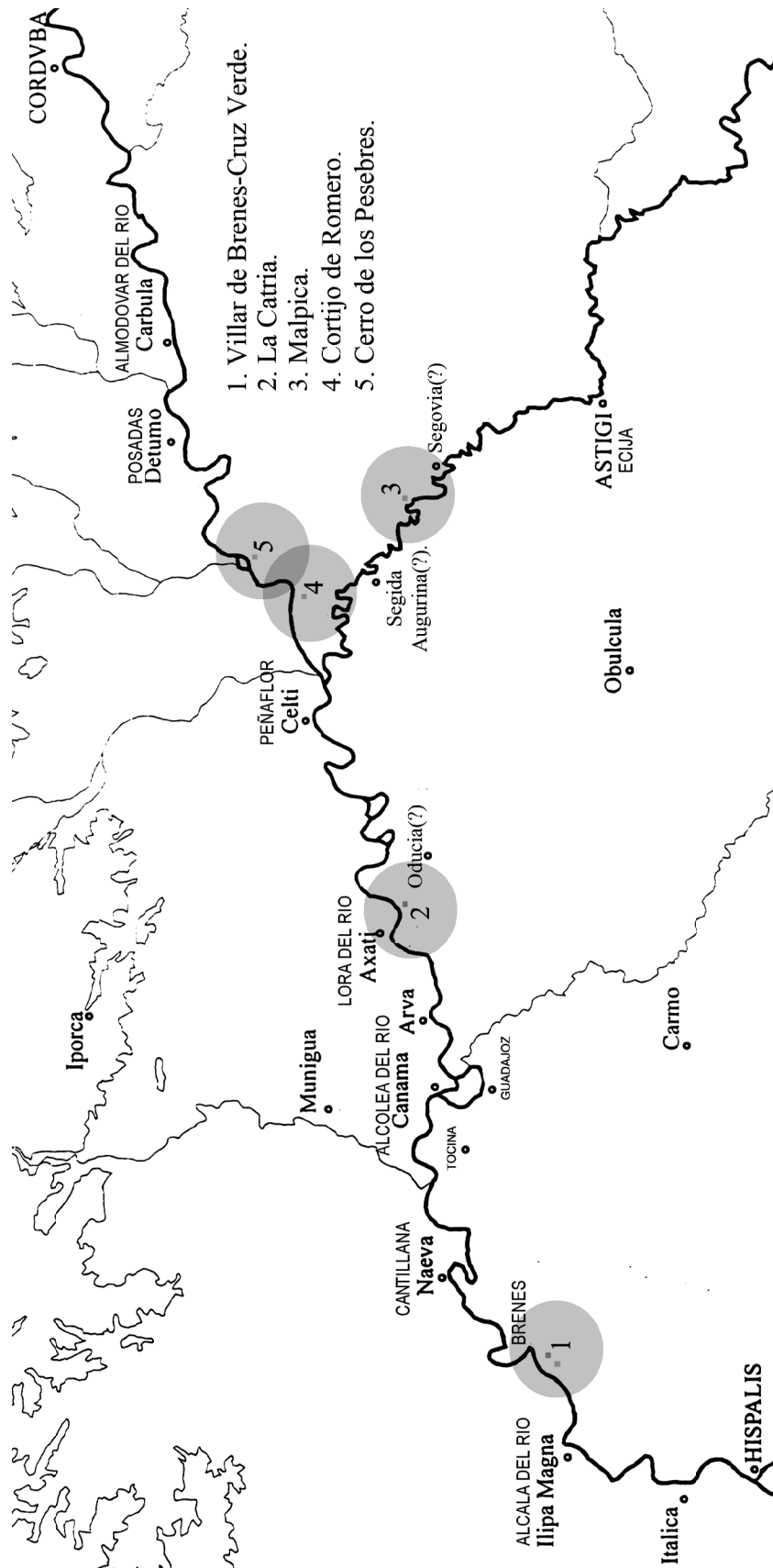


Figura 3. Situación de los centros productores mencionados en el trabajo.

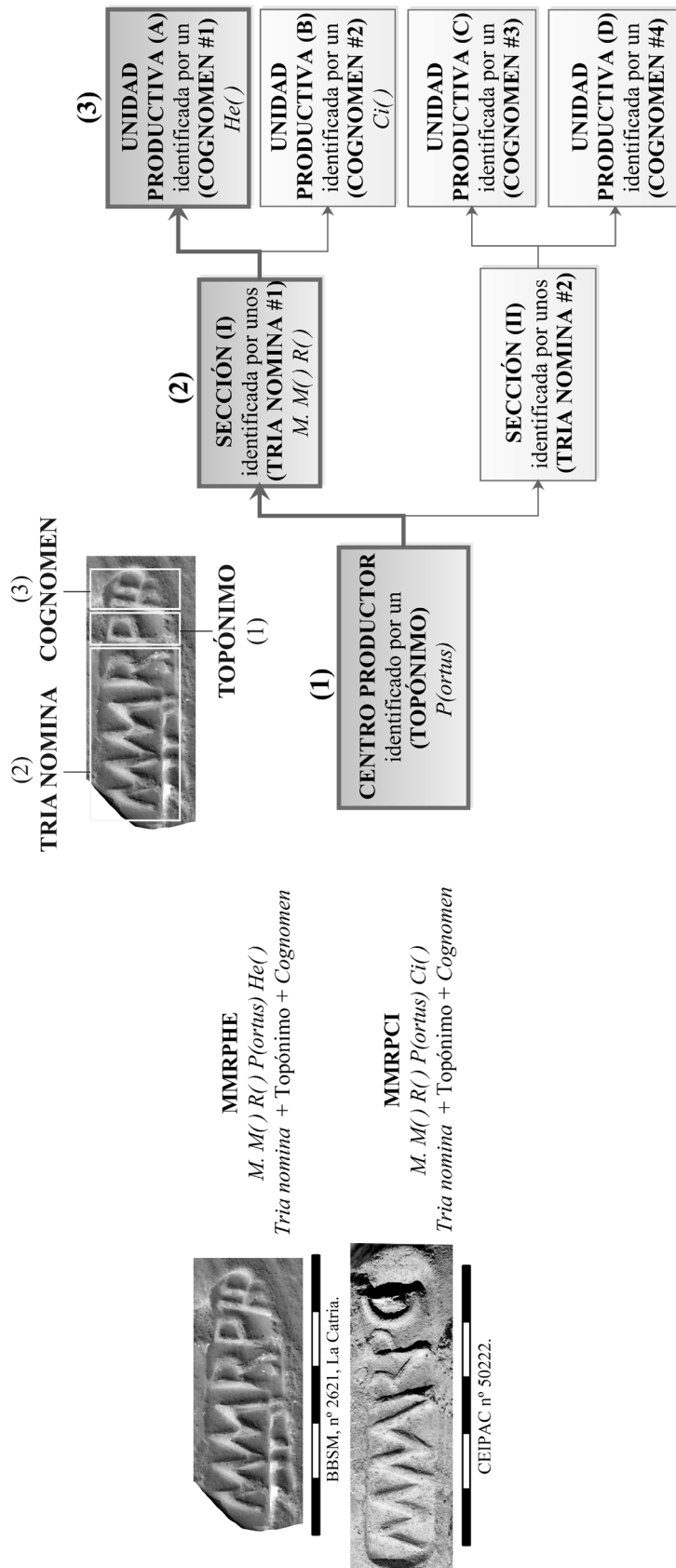


Figura 4. Esquema organizativo básico de la serie de *M. M() R()* de La Catria.

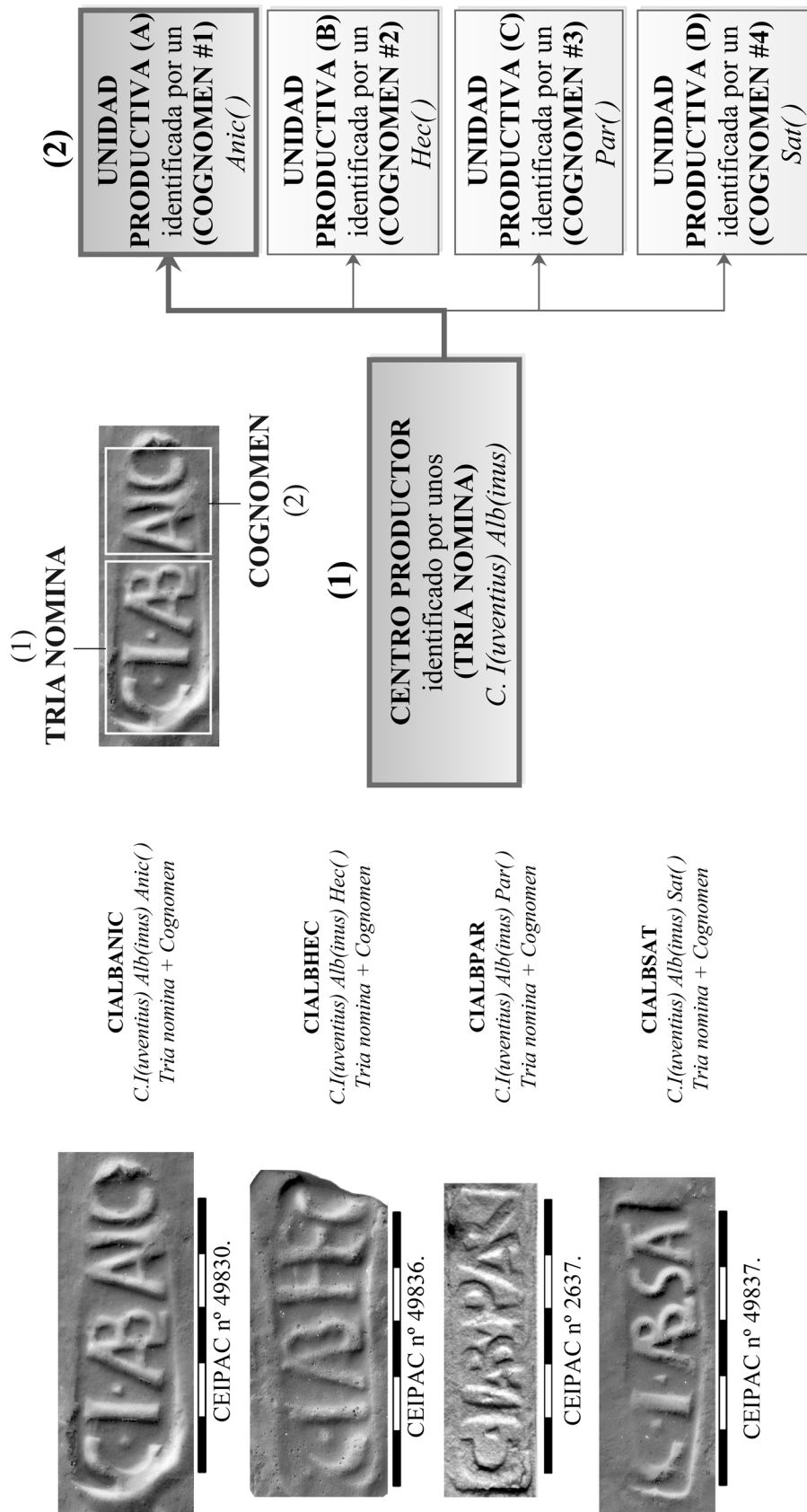


Figura 5. Esquema organizativo básico de la serie de *C. Iuventus Albinus* de Malpica.

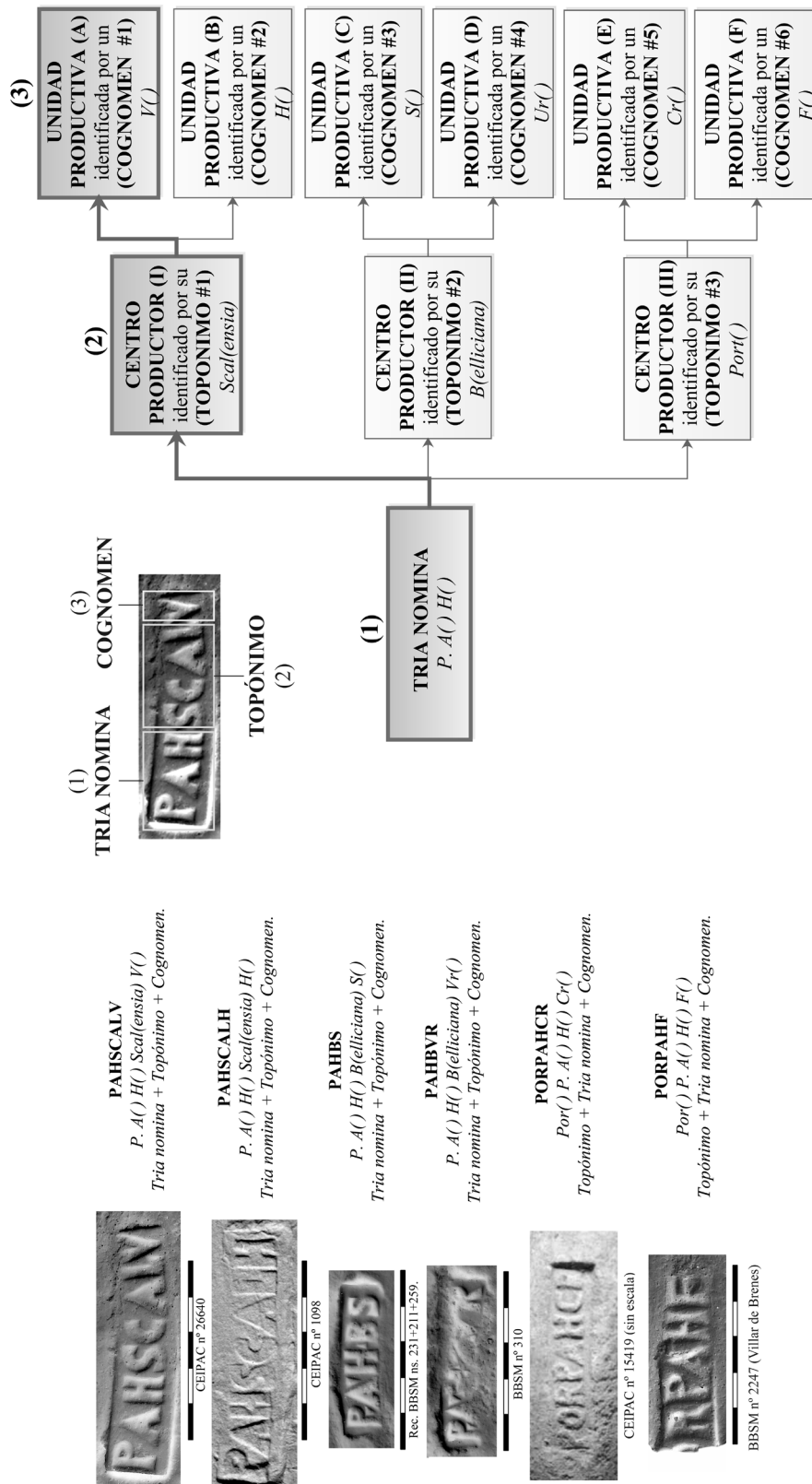


Figura 6. Esquema organizativo básico de la serie de *P. A() H()* de las *figlinae*: *Scalensia*, *Belliciana* y *Port()*.

3.2. La serie de *C. Iuventius Albinus* de Malpica¹¹

La producción anfórica de Malpica, en el Genil, queda monopolizada durante el segundo cuarto del s.II d.C. por los sellos de *C. Iuventius Albinus*¹². En la figura 3 (*vide supra*) podemos consultar la situación del taller en el área de la producción de las Dressel 20. En esta fase productiva tenemos los sellos: CIALBANIC (CEIPAC nº 49830), CIALBHEC (CEIPAC nº 49836), CIALBPAR (CEIPAC nº 2679) y CIALBSAT (CEIPAC nº 49837). En la figura 5 incluimos nuestra propuesta de lectura, desarrollo y estructura de estos sellos.

Todos los sellos de la figura 5 presentan el mismo diseño y contenido análogo¹³. Todos los sellos presentan una estructura: TRIA NOMINA + COGNOMEN. En nuestra opinión, las matrices de estos sellos fueron concebidas conjuntamente y elaboradas por unas mismas manos. Se corresponden con los juegos de matrices que se usaron en un momento concreto de la producción de la *figlina* y constituyen una evidencia del control que el sistema organizativo ejerce sobre el sellado. Con estos sellos tenemos una “fotografía” de la organización productiva de la *figlina* en un momento concreto de una fase productiva que se desarrolló durante el segundo cuarto del s. II d.C.

En este caso el esquema organizativo quedaría como vemos en la figura 5: un **centro productor**, identificado por unos TRIA NOMINA, está compuesto por, al menos, cuatro **unidades productivas**, identificadas por unos COGNOMINA.

3.3. La serie de *P. A() H()* de las *figlinae Scalensia, Belliciana y Port()*

Un personaje de iniciales *P. A() H()* presenta actividad en época flavio-trajana en las *figlinae Belliciana* de **Cortijo de Romero**¹⁴ y *Scalensia* de **Cerro de los Pesebres**¹⁵ situadas en la parte final del territorio de *Corduba*, mientras que los sellos con indicación *Port()* provienen de **Villar de Brenes-Cruz Verde**¹⁶, en el *conventus de Hispalis*, cerca de *Ilipa Magna*, por tanto, situado a considerable distancia de los anteriores (*vide supra*, figura 3).

En este caso hemos seleccionado seis sellos de la serie para explicar su esquema organizativo, dos de cada centro productor¹⁷ (figura 6). Así, de Cerro de los Pesebres tenemos los sellos PAHSCALV (CEIPAC nº 26640) y PAHSCALH (CEIPAC nº 1098), mientras que de Cortijo de Romero tenemos los sellos PAHBS (rec. BBSM nº 211+231+259) y PAHBVR (BBSM nº 310). Estos sellos cuentan con una estructura: TRIA NOMINA + TOPÓNIMO + COGNOMEN. De Villar de Brenes-Cruz Verde tenemos los sellos: PORPAHCR (CEIPAC nº 15419) y PORPAHF (BBSM nº 2247), que presentan la estructura: TOPÓNIMO +

¹¹ Bibliografía básica: Clark-Maxwell 1899: 259. Bonsor 1931: 26. Ponsich 1979: 128, nº 143, figs. 47-50. Chic 1985:44 (“Casilla de Malpica”); id. 2001: 114-121. Berni 2008: 398-402.

¹² Podemos ver la serie completa de los sellos de *C. Iuventius Albinus* en Remesal and Moros 2019.

¹³ A estos sellos que presentan el mismo diseño y contenido análogo los denominamos “grupos homogéneos”. Sobre las características e interpretación de estos grupos homogéneos: (tesis doctoral) Moros 2019: 93-100.

¹⁴ Bibliografía básica: Bonsor 1931: 23, (“Cañuelos”). Ponsich 1979: 116, nº 127 (“Cortijo de Romero”). Chic 1985: 27 (“Remolino”); id. 2001: 67-73 (“Remolino o Cortijo de Romero”). Berni 2008: 442-447.

¹⁵ Bibliografía básica: Clark-Maxwell 1899: 257 (“El Castillejo”). Bonsor 1931: 23 (“El Castillejo”). Ponsich 1979: 139, nº 152 (“Cortijo de Serno Bajo”). Remesal 1989: 123 (“Cerro de los Pesebres”). Barea *et al.* 2008. Berni 2008: 451-457.

¹⁶ Bibliografía básica para **Villar de Brenes**: Clark-Maxwell 1899: 290 (“El Villar de Brenes”). Bonsor 1931: 80-81 (“Villar de Brenes”). Abad Casal 1975: 143ss. Ponsich 1974: 99, nº 143 (“Puerto el Barco”). Remesal 1980: 136-140. Chic 1985: 103-106; id. 2001: 270-271. Pons Pujol and Berni 2002. Berni 2008: 239-247. Para **Cruz Verde**: Clark-Maxwell 1899: 290 (“La Cruz Verde”). Bonsor 1931: 81 (“La Cruz Verde”). Ponsich 1974: 108, nº 145, fig. 32. Berni 2008: 246-247.

¹⁷ Podemos ver la serie completa de los sellos de *P. A() H()* en (tesis doctoral) Moros 2019: 124, figura 100.

TRIA NOMINA + COGNOMEN. Aunque los sellos de la serie pueden disponer los elementos en distinto orden, presentan un contenido análogo.

Entendemos que el esquema organizativo de la serie de *P. A() H()* quedaría como vemos en la figura 6: un personaje, identificado por unos TRIA NOMINA, produce ánforas en varios **centros productores**, identificados por sus TOPÓNIMOS, cada uno de los cuales está compuesto por varias **unidades productivas**, identificadas por unos COGNOMINA.

4. Discusión

En los ejemplos anteriores hemos visto diversos esquemas organizativos donde los elementos que los componen se articulan de manera diversa. De estos esquemas podemos deducir:

-Sellos que presentan los mismos elementos, dispuestos en el mismo orden, pueden obedecer a esquemas organizativos diversos -casos de *M. M() R()* y *P. A() H()*-.

- En el esquema del caso de *M. M() R()*, los tria nomina quedan subordinados al Topónimo, mientras que en el esquema organizativo del caso de *P. A() H()*, son los topónimos los que aparecen subordinados a los TRIA NOMINA.

- Las unidades productivas, identificadas por unos cognomina, quedan subordinadas al centro productor -casos de *C. Iuventius Albinus* y *P. A() H()*- o a una sección del mismo -caso de *M. M() R()*-.

- En los esquemas organizativos pueden participar los tres elementos que componen los sellos -casos de *M. M() R()* y *P. A() H()*- o solo algunos de ellos -caso de *C. Iuventius Albinus*-. Dicho de otra manera: la complejidad del “identificador” vendrá determinada por la composición organizativa de la producción del objeto manufacturado.

Si cambia la forma en que se articulan los elementos en los diversos esquemas organizativos que se pueden dar, también cambiará el rol que desempeñan estos elementos en dicho esquema y, por tanto, su significado.

Una vez conocidos los esquemas organizativos, estaremos en condiciones de tratar de determinar el rol específico de cada elemento. Es decir, podemos tratar de determinar la naturaleza de las relaciones establecidas entre los diversos elementos del sistema organizativo que participaron en la producción de las ánforas en cada caso, pero en este punto hemos de proceder con prudencia, ya que esta tarea puede conducirnos fácilmente al terreno de la especulación.

Veamos algunos de los problemas a los que nos enfrentamos:

Por un lado, al estudiar los sellos individuales de un determinado centro productor, tendremos necesariamente lagunas e imprecisiones sobre su composición organizativa: primero, porque no contamos con todos los sellos que se usaron en el centro productor, segundo, porque no tenemos las dataciones exactas de los sellos y, tercero, porque, en el caso de la Dressel 20, debido al fenómeno del doble y triple sellado del ánfora, habremos perdido parte de las relaciones que se establecieron entre los diversos elementos que componían su organización productiva.

Por otro lado, los personajes que encontramos en los sellos permanecen en gran medida desconocidos para la investigación y tenemos datos relevantes a nivel prosopográfico para un reducidísimo número de casos, de entre los cientos de ellos que conocemos. Sin estos datos, difícilmente podremos caracterizar a los personajes que aparecen en los sellos, aspecto que resulta crucial para determinar el rol específico que desempeñaron en cada caso.

Finalmente, las relaciones establecidas entre los diversos elementos que componen los esquemas organizativos pudieron quedar reguladas por contratos de diversa naturaleza que no han llegado hasta nosotros, bien porque no se conservaron sus soportes, bien porque pudieron tener un carácter estrictamente verbal. Tratar de establecer la naturaleza de estos contratos nos conduce al terreno del derecho romano, aspecto de la investigación que debe seguir desarrollándose en el futuro¹⁸.

Conclusiones

En nuestra opinión, los esquemas organizativos de la producción de las ánforas olearias béticas presentan las siguientes características básicas:

- Una organización productiva puede estar compuesta por uno o varios **centros productores**.
- Un centro productor puede estar compuesto por una o varias **secciones**.
- Un centro productor, o una sección del mismo, estaría compuesto por varias **unidades productivas**.

Estas características básicas dan pie a una casuística diversa. Cada centro productor tendrá un determinado esquema organizativo y, por tanto, una forma particular de identificar las ánforas que produce. Al cambiar el esquema organizativo, cambia la forma en que se articulan los diversos elementos que participaron en la producción de las ánforas y, por tanto, cambia el rol que presentan estos elementos en dicho esquema.

El cuadro de la figura 1 que vimos en la introducción de este trabajo, donde se recogen las propuestas de los diversos autores sobre el significado de los contenidos de los sellos, hace pensar que, a partir del significado de los elementos, podemos establecer el esquema organizativo de los centros productores. Pero entendemos que debe procederse justamente al revés, solo a partir del conocimiento de los esquemas organizativos, podremos tratar de establecer el significado de sus elementos en cada caso. Los esquemas organizativos estudiados en este trabajo indican que el significado de los elementos de los sellos no es único y que el sistema de sellado es capaz de absorber una casuística diversa.

Agradecimientos

El presente trabajo está financiado por los siguientes proyectos: Relaciones Interprovinciales en el Imperio Romano. Producción y comercio de alimentos hispanos (*Provinciae Baetica et Tarraconensis*)

¹⁸ Para la producción de la Dressel 20, el asunto de los contratos ha sido tratado en: Remesal 1980:135 ss., id. 1991:160 ss., id. 2000: 383ss.; Mayet 1986: 289 ss. Para los ladrillos de Roma tenemos distintas interpretaciones en: Helen 1975: 37 ss.; Setälä 1977; Steinby 1982, id. 1993. Sobre los distintos tipos de *locatio-conductio* planteados en la fabricación de los ladrillos de Roma: Aubert 2005.

(HAR2017-85635-P), *Economic and Political Networks (EPNet Project)* (ERC-2013-ADG-340828) y Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC) (2017 SGR 512). Trabajo vinculado al *Institute of Complex Systems (UBICS)*.

Bibliografía

- Abad Casal, L. 1975. *El Guadalquivir, vía fluvial romana. Diputación Provincial de Sevilla*. Sevilla.
- Aubert, J.J. 2005. L'Estampillage des briques et des tuiles: une explication juridique fondée sur une approche globale, in *Interpretare i bolli laterizi di Roma e della valle del Tevere: Produzione, storia economica e topografia*, Roma (Acta Instituti Romani Finlandiae 32). 53-60. Roma.
- Barea et al. 2008 = Barea J.S., J.L. Barea J. Solís and J. Moros 2008. *Figlina Scalensia: un centro productor de ánforas Dressel 20 de la Bética* (Instrumenta 27). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Berni Millet, P. 2008. *Epigrafía anfórica de la Bética, nuevas formas de análisis* Instrumenta (Instrumenta 29). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Bonsor, G. 1931. *The Archaeological expedition along the Guadalquivir (1889-1901)*. New York. (traducción castellana de G. Chic García y A. Padilla Monge: "Expedición arqueológica a lo largo del Guadalquivir". Ecija.
- Callender, M. H. 1965. *Roman Amphorae, with index of Stamps*. Oxford: Oxford University Press.
- Chic García, G. 1985. *Epigrafía anfórica de la Bética I. Las marcas impresas en barro sobre ánforas olearias (Dressel 19, 20 y 23)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Chic García, G. 1992. El conjunto alfarero romano de La Catria. Nueva consideración. *Minius* 1: 107- 136.
- Chic García, G. 2001. *Datos para un estudio socioeconómico de la Bética. Marcas de alfar sobre ánforas olearias*. 2 vol. Écija: Graficas Sol.
- Colls et al. 1977 = Colls D., R. Étienne, R. Lequément, B. Liou and F. Mayet 1977. L'épave Port-Vendres II et le commerce de la Bétique a l'époque de Claude (*Archaeonautica* 1). Paris.
- Clark-Maxwell, W. G. 1899. The Roman Towns in the Valley of Baetis between Cordoba and Sevilla. *Archaeological Journal of London* LVI: 245-305.
- De La Peña, J. F. 1967. Alfares y marcas de ánforas del valle medio del Guadalquivir. *Archivo Español de Arqueología* 40: 115-137.
- Dressel, H. 1878. Ricerche sul Monte Testaccio. *Annali dell'Instituto di Corrispondenza Archeologica* 50: 118-192.
- Grenier, A. 1934. Manuel d'archéologie préhistorique, celtique et gallo-romaine. J. Déchelette, VI, 2. Paris (reimpreso en 1985): 601-642.

Helen, T. 1975. *Organization of roman brick production. An Interpretation of Roman Brick Stamps* (Acta Instituti Romani Finlandiae IX). Helsinki.

Liou *et al.* 1991 = Liou B., J.M. Gassend and R. Roman 1991. L'épave Saint-Gervais 3 à Fos-sur-Mer (milieu du IIer siècle ap. J.-C.). Inscriptions peintes sur amphores de Bétique. Vestiges de la coque. *Archaeonautica* 10: 157-264.

Mayet, F. 1986. Les figlinae dans les marques d'amphores Dressel 20 de Bétique. Hommage à Robert Étienne (Publications du Centre Pierre Paris 17 = *Revue des études anciennes*, 88). 285-305. Paris.

Moros Diaz, J. 2019. -tesis doctoral en prensa-. *Análisis epigráfico de los sellos olearios béticos hallados en centros de producción: la zona productora de la Scalensia*. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/133685>.

Pons Pujol, Ll. and P. Berni Millet 2002. La figlina Virginensis y la Mauretania Tingitana. *L'Africa Romana*, XIV: 1541-1570.

Ponsich, M. 1974. *Implantation rurale antique sur le Bas-Guadalquivir*, I. Madrid: Publications de la Casa de Velazquez, sér. Archéologie, II.

Ponsich, M. 1979. *Implantation rurale antique sur le Bas-Guadalquivir*, II. París: Publications de la Casa de Velazquez, sér. Archéologie, III.

Remesal Rodríguez, J. 1977-78. La economía oleícola bética: nuevas formas de análisis. *Archivo Español de Arqueología* 50-51: 87-142 = 1982. *Saalburg Jahrbuch* 38: 30-71.

Remesal Rodríguez, J. 1980. Reflejos económicos y sociales en la producción de ánforas olearias béticas (Dr.20), in *Producción y comercio del aceite en la Antigüedad. Primer Congreso Internacional*. 131-153. Madrid.

Remesal Rodríguez, J. 1986. *La annona militaris y la exportación de aceite bético a Germania. Con un corpus de sellos en ánforas Dressel 20 hallados en Nimega, Colonia, Mainz, Saalburg, Zugmantel y Nida-hedderheim*. Madrid: Universidad Complutense.

Remesal Rodríguez, J. 1989. Tres nuevos centros productores de ánforas Dr.20 y 23. Los sellos de Lucius Fabius Cilo. *Ariadna* 6: 121-153.

Remesal Rodríguez, J. 1991- Die Erforschung der Werkstätten in Lichte der reproduzierten Inschriften. *Specimina Nova* 7: 157-176.

Remesal Rodríguez, J. 2000. *Oleum Baeticum*. Consideraciones y propuestas para su estudio., in *Ex Baetica Amphorae. Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano* (Congreso Internacional, Sevilla-Écija, 1998). 373-392. Écija.

Remesal Rodríguez, J. and J. Moros Diaz, J. 2019. Los negocios de *Caius Iuventius Albinus* en la Bética. *Journal of Roman Archaeology* 32: 224-249.

Setälä, P. 1977. *Private Domini in the Roman Brick Stamps of the Empire: A Historical and Prosopographical Study of Landowners in the District of Rome* (Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Disertationes Humanarum Litterarum 10). Helsinki.

Steinby, M. 1982. I Senatori e l'industria laterizia urbana. Epigrafia e ordine senatorio, I. *Tituli* 4: 227-237.

Steinby, M. 1993. L'organizzazione produttiva dei laterizi: un modello interpretativo per l'instrumentum in genere?, in W.V. Harris (ed.) *The Inscribed Economy. Production and Distribution in the Roman Empire in the Light of Instrumentum Domesticum (Rome, 1992)*. (Journal of Roman Archaeology 1993). 139-143. Ann Arbor.

Tchernia, A. 1967. Les amphores romaines et l'histoire économique. *Journal des Savants* 4: 216-234.

Thévenot, E. 1952. Una familia de negociantes de aceite establecida en la Bética en el siglo II: los *Aeli Optati*. *Archivo Español de Arqueología* 25: 225-231.

La importancia de una provincia bisagra en el concierto del Imperio Romano¹: el caso de *Raetia*

Juan Manuel Bermúdez Lorenzo²

Introducción

Raetia es una de las provincias romanas del *limes* norte, que actualmente ocupa partes de los siguientes países: Alemania, Austria, Suiza, Italia y Liechtenstein. El interés por la epigrafía anfórica de este territorio se enmarca dentro de los estudios que desde hace más de 30 años viene realizando el grupo CEIPAC. Así, después de trabajar con las obras publicadas del material encontrado en este territorio, llevé a cabo una búsqueda de nuevos materiales en almacenes de Alemania y Austria que fue realmente enriquecedora. En concreto, se documentaron nuevos materiales epigráficos de Augsburg, Regensburg, Straubing, Künzing, Munningen, Eining, Bregenz, Heidenheim, Aalen, Risstissen, Oberkirchberg y Lonsee-Urspring.

Éstos nuevos materiales se unieron a los ya publicados de una forma bastante dispersa de los siguientes lugares: Augsburg, Kempten, Bregenz, Chur, Benningen, Burghöfe, Faimingen, Kösching, Pfünz, Regensburg, Straubing, Künzing, Eining, Oberstimm, Weissenburg, Passau, Aalen, Theilenhofen y Günzburg.

Las tipologías de la epigrafía documentada han sido las siguientes: Dressel 20, en su gran mayoría, Dressel 6B, Dressel 9 *similis*, *Gauloise 4 Narbonensis*, Beltrán 2A, Oberaden 74, y Dressel 1B. No obstante, el estudio se ha centrado más en el análisis epigráfico que en el tipológico. Los sellos más repetidos han sido los siguientes: *ACIRGI(F)*, *CANTONIQVIETI*, *CIALB*, *QIMFN*, *CSEMPOL*, y *CLAEK*

Todo este material se debe relacionar con los consumidores del contenido que transportaban. Se conocen un total de 31 unidades que pasaron por *Raetia* a lo largo de la presencia romana (s. I-III d. C.), incluida la famosa legio III Italica, que se estableció en *Castra Regina* (Regensburg, Alemania) a partir de la segunda mitad del s. II d. C. Las otras unidades se concentraban sobre todo en la línea previa al *limes*, desde donde controlaban el acceso a los puntos fronterizos, y donde se apostaban pequeñas unidades. Como es lógico, esta línea de *limes* varió a lo largo de la historia de esta provincia.

Con todo ello, hemos podido aumentar el conocimiento de un 40% de la epigrafía anfórica encontrada en *Raetia*. Pero, ¿a qué se debe la llegada de este material a un recóndito lugar del Imperio como éste?

El encaje de cada una de las provincias en el conjunto del Imperio se ve orientado hacia un objetivo común dictado desde Roma, dirigido por el emperador. La importancia del aceite de oliva para Roma tiene ya en época republicana presencia en las fuentes³. Son célebres las menciones de Tácito y Dion

¹ El presente estudio se basa en las conclusiones de la tesis doctoral defendida en 2017 sobre de la epigrafía anfórica y economía de *Raetia*.

² Universidad Rey Juan Carlos, email: juan.bermudez@urjc.es

³ César impone un tributo en aceite a Numidia de tres millones de libras de aceite. Plut. *Caes.* 55; *De Bell. Afr.* 97. Pavis d'Escurac 1975: 195. Remesal recuerda otros momentos en los que políticos hacen donaciones: César distribuye ese aceite el año 46 cuando vuelve de Numidia: Suet. *Caes.* 38.1; Cass. Dio 43.21.3. Remesal 1986: 85. Agrippa dona aceite el año 33 a. C. (Cass. Dio

Casos de la prohibición por parte de Augusto de que los miembros del *ordo senatorio* estuvieran en Egipto sin su permiso, por la importancia que tenía esa provincia para el resto del Imperio en cuanto a cultivo de grano se refiere⁴. No descubrimos nada nuevo si encuadramos la llegada de este tipo de material en el circuito controlado por la *praefectura annonae*⁵.

Según las fuentes clásicas, los productos que *Raetia* exportaba al resto del Imperio Romano eran pocos: sabemos que se exportaba madera⁶, lamprea y vino⁷. ¿Y cuáles recibía? Para responder a esa pregunta deberíamos llevar a cabo una lista mucho más numerosa, ya que la llegada de militares y del personal para cubrir las necesidades de la tropa⁸, además de los civiles que llegasen como colonos y los romanizados, tuvo que generar un comercio variado y amplio. En este sentido, y una vez superado el viejo dilema entre primitivismo y modernismo, el debate sobre el abastecimiento romano se centra actualmente en dos aspectos fundamentales: si el comercio era libre⁹ o dirigido, por una parte, y si la ruta usada para el abastecimiento al *limes* era la atlántica o la del Ródano.

En cuanto al primer punto, la visión de Remesal defiende que el estado mantiene una “política de mercado dirigido”¹⁰, que permite que agentes privados (*navicularii*, *mercatores*, etc.) intervengan como transportistas de una mercancía perteneciente al estado. La base fundamental de su estudio es el material epigráfico anfórico y diversas fuentes clásicas. Esta política se vería reflejada tanto a nivel civil, para la ciudad de Roma, como a nivel militar, para el personal apostado en el *limes*¹¹. Toda la administración del abastecimiento, tanto la civil como militar, dependería, en su cúspide, del *officium del praefectus annonae* situado en Roma.

El siguiente nivel de control administrativo de esta logística del abastecimiento se basa en la figura del *procurator*, ya en la provincia. Entre sus atribuciones está, según Remesal, “obtener el producto” para la tropa de su provincia. Dependería directamente de una estructura cuya cúspide presidiría el mencionado *praefectus annonae* en Roma, quien era “capaz de centralizar y coordinar las operaciones de acaparamiento y distribución”. Si entendemos a estos *procuratores* como delegados (en funciones de abastecimiento) del *praefectus annonae*, los *procuratores* de las provincias imperiales (en las que no eran gobernadores, sino más bien agentes económicos) y los *procuratores*-gobernadores de las provincias procuratorias respondían a un mismo cargo, o al menos a una misma atribución o responsabilidad, dentro de esa estructura de abastecimiento de Roma y sus provincias. Para ello, desde Roma, la *praefectura annonae* debería controlar también la producción oleícola en la Bética, quizás con representantes que informasen de las necesidades precisas de los *procuratores* en provincias y que con ello se procediera a enviar la mercancía necesaria directamente mediante la orden desde la *Urbs*. De este modo, controla el emperador, mediante la estructura de abastecimiento dirigida por el *praefectus annonae*, con conexiones en la Bética y en provincias (*procuratores*) las acciones militares en todas las provincias, y especialmente

43.21.3) y Nerón regala aceite a senadores y caballeros por la inauguración de unas termas. Suet. *Nerón* 12.3; Cass. Dio 61.21.1. (Remesal 1986, 86).

⁴ Tac., *Annales*, 2.54; Cass. Dio 51.17.1-4.

⁵ Remesal 1986: 1997.

⁶ Estrabón 5.1.12.

⁷ Plin. *Nat.* 16,190,200; 31,43; 16,197, 16,66; 16,76. Augusto apreciaba especialmente el vino de *Raetia* (Suet. *Aug.*, 74.1; 76.1; 77.1). También Estrabón (4.6.8) y Virgilio (*Georgicas*, 2.95-6) dan cuenta de ello.

⁸ En época de Diocleciano se calculaba en cuatro libras mensuales la asignación a cada soldado, lo cual Remesal acepta como posible también para Alto Imperio. P. Beatty Panop. 2. Véase Skeat 1964: 96-97; Duncan-Jones 1978: 541-560; Remesal 1986: 76.

⁹ Herz 1988; Jacobsen 1995.

¹⁰ Remesal 1986: 111.

¹¹ Vegetio da cuenta los peligros de una tropa mal abastecida. Vegetius 3.3.

las fronterizas, con una fuerte presencia militar. Deberíamos por tanto entender las provincias como entes relativamente autónomos gestionados por un encargado directo del emperador, ya que esta figura está presente en todas las provincias imperiales o procuratorias. Además, en algunas de ellas, dadas las necesidades de defensa ante amenazas exteriores habría que apostar legiones que no podían ser comandadas por un ecuestre, sino por un personaje del ordo senatorial, el *legatus*. Es decir, el *legatus* habría sido de algún modo la respuesta provincial ante una amenaza exterior al Imperio y el *procurator* era la respuesta a la organización interior provincial, dentro de un sistema de organización supraprovincial, gestionado en su cumbre desde Roma.

En origen, la organización de la producción de ánforas y aceite de oliva en la Bética podría depender de

- productores locales cuyo producto es acaparado por un personaje que se encarga de tratar con el enviado por el *officium* del *praefectus annonae* para enviar las ánforas al *procurator* provincial.
- que el personaje acaparador y el enviado del *officium* del *praefectus annonae* sean la misma persona y que controlase el producto en su totalidad.

En destino, entre el personal que probablemente formaba parte del *officium* provincial del *procurator* de forma permanente se encontraban los *frumentarii* y los *beneficiarii*¹². El *procurator* también era el encargado de controlar las *indictiones*, requisiciones obligatorias a la población civil para abastecer a la tropa.

En cuanto a la distribución desde el origen, la pluralidad de casos entre los distintos personajes que aparecen en la epigrafía parece apuntar en ese sentido, a una diferenciación de tareas desempeñadas en el transporte de mercancías, al menos para el aceite de oliva bético: los *navicularii* transportaban una mercancía por unas *vecturae*. Los *mercatores* eran aquellos que se dedicaban a la compra-venta de mercancía para su propio beneficio. Los *negotiatores* se podrían definir como aquellos dedicados a actividades comerciales, de un modo más general¹³. En cualquier caso, sean con un nombre u otro, entendemos que habría habido un comercio privado, según el afán emprendedor y las posibilidades de ganancia, y un comercio basado en la política de mercado dirigido, basado en las necesidades del estado tanto a nivel provincial como en Roma¹⁴. Wim Broekaert¹⁵ publicó en 2013 una obra en la que recoge a los *negotiatores* y *navicularii*. Poco después, en 2015, Thomas Schmidts¹⁶ también abarca el estudio de los actores implicados en el comercio de las provincias occidentales, aunque sin hacer referencia a *Raetia*.

Los beneficios de una política de mercado dirigido son varios: como indica Remesal, las necesidades de numerario para el pago a la tropa se verían disminuidas, con las ventajas logísticas y de seguridad que ello conlleva, respaldada por el propio estado¹⁷. El numerario¹⁸ necesario para el abastecimiento se ve sustituido por órdenes de pago dentro de una estructura logística en la que los vectores no

¹² Domaszewski 1902; Ott 1995; Carreras 1997.

¹³ Es fundamental, en este sentido, el trabajo de García Brossa sobre *mercatores* y *negotiatores*, donde se analiza la naturaleza de estos personajes en las fuentes disponibles. García Brossa 1999: 173-190; Remesal 2000: 781-797.

¹⁴ La dualidad canal oficial-empresa privada ha sido propuesta por Funari para *Britannia*. Funari 2002: 262.

¹⁵ Broekaert 2013.

¹⁶ Schmidts 2011.

¹⁷ La propuesta de compensación de cajas provinciales la hace Remesal en 1986. Es interesante cómo Lo Cascio toma partido por esta idea sin citarlo. La "inaccettabilitàà del modello costruito da Remesal" parece no ser un problema para este tema (cuando en realidad es parte del mismo modelo. Véase Lo Cascio 2002: 205-206).

¹⁸ A propósito del pago a la tropa, véanse los papiros *P. Aberd* 133; *P. Berol* 6866; *P. Gen. Lat.* 4; *P. Ryl.* 273a; *P. Vindob.* L.82. Véase Fink 1971: n. 69-72. Remesal 1986: 94.

disponen del dinero físico necesario para pagar, al menos en su totalidad, a la tropa ni la mercancía para abastecerla. Esto supone un control absoluto del estado sobre todo el proceso. Pensamos que el papel de las unidades se limita a manifestar la necesidad a una instancia superior (el *procurator*) que eleve la demanda de un producto (o una lista de productos) a la autoridad gestora, en este caso, la *praefectura annonae*. Este esquema no debería ser entendido como excluyente, ya que podría verse complementado para segmentos de consumo no administrativo-militar; es decir, esta política de mercado dirigido no es incompatible con un comercio privado llevado a cabo por los mismos actores que transportan la mercancía para el estado y que de forma paralela podrían aumentar sus ganancias, cubriendo así las necesidades de los civiles privados en las provincias, y en Roma, para las personas que no tuvieran derecho a recibir aceite annonario.

En este sentido, pensamos que las ánforas, y en especial los sellos, no responden a la vinculación entre lugares de producción concretos y los lugares de consumo (para el *limes* renanodanubiano). No obstante, las vinculaciones de tendencias generales sí que pueden ser de algún modo útiles. Con los datos actuales (y a la espera de próximas investigaciones), podemos asegurar que *Raetia* es de las provincias liminales más orientales que más aceite de oliva de origen bético recibe. Junto a *Germania Superior*, *Inferior* y *Britannia* podríamos decir que es una región con un déficit comercial claro de este producto, lo cual es lógico por la militarización necesaria que requiere un espacio de frontera. Es por ello que, si bien no podemos asegurar la existencia de un comercio desde un lugar de producción a uno de recepción concretos, sí podemos afirmar que desde época flavia estas provincias liminales reciben, junto a la ciudad de Roma, la mayor parte del material anfórico bético. Hemos constatado que casi no hay materiales anfóricos africanos en *Raetia* (sólo hemos encontrado un sello), hecho que se repite a lo largo del *limes* renano¹⁹.

Viendo los productos de los que proveía *Raetia* a Roma, y constatando un déficit claro de exportación, cabe preguntarse por qué Roma dirigió su política expansiva hacia el norte si no se trataba de un territorio que pudiera aportar algún tipo de beneficio netamente productivo al conjunto del Estado. La respuesta es clara si no tenemos solamente en cuenta los bienes materiales. *Raetia*, en el momento de su conquista fue, a nuestro modo de ver, la dovela central del arco centroeuropeo que posibilitaba dos estrategias para las décadas (y siglos) posteriores de gran envergadura: por un lado, el intento de acercar los dos ríos principales de esa zona, el Rin y el Danubio, acción que se completaría mediante el control total de los *Agri Decumates* a partir de época flavia; por otro lado, y en relación con la anterior, es primordial entender las oportunidades expansionistas que ofrecía el control del Danubio para sucesivas conquistas. El interés económico y político de Roma en esta zona radica pues, en su carácter y potencial geoestratégico, que deriva en un control sobre una vía de comunicación europea y un activo económico de planificación para campañas posteriores en territorios con más atractivo económico per se. Como hemos señalado en algún otro lugar, *Raetia* es el cruce de caminos tanto norte-sur como este-oeste. Es oportuno señalar aquí que el carácter procuratorio de la provincia está relacionado, al menos inicialmente, con la estructura de distribución de productos en los que se enmarcaba la *praefectura annonae*²⁰.

En cualquier caso, surge la duda sobre si el sello tendría un significado más allá del Guadalquivir. La aleatoriedad que hemos observado en el hallazgo (y su repetición) de marcas en provincias puede hacernos pensar que las repeticiones de ciertos sellos en un lugar u otro responden más a la coincidencia

¹⁹ Remesal 1986: 109.

²⁰ Véase Remesal 1986: 95-108; 1999: 247-271; 2002a: 77-92; 2002b: 119-125.

del acopio de un ánfora con unas determinadas marcas en la orilla del Guadalquivir y su inclusión en un cargamento, que al uso consciente de esas ánforas en relación o por petición del *procurator* de turno en tal o tal provincia. Los períodos de procuratela provincial, de unos tres años, no permitiría tampoco que un enlace de tal centro de producción fuera constante con tal provincia. Eso además requeriría una agenda de contactos en la Bética por parte de cada *procurator* que no nos parece plausible. Responde más bien, creemos, a la red de contactos del *praefectus annonae* y su officium que coordinaría todas las acciones. Otro caso habría requerido de una autonomía por parte de los *procuratores* que conllevaría una carencia de centralización del abastecimiento que no encajaría con acciones llevadas a cabo por los emperadores²¹.

Estas ideas no están reñidas con un cierto comercio libre en la provincia del que se podría incluso ver beneficiado el *procurator*. A saber: quizás podríamos incluso proponer que los comerciantes que llevaran el cargamento desde la Bética al *limes* por encargo del Estado fueran pagados con parte de la mercancía (o con el exceso de la misma) para que pudieran lucrarse con ello mediante el comercio privado. No obstante, sí es cierto que, de aceptarse estas ideas, deberíamos también aceptar que el aceite, en tanto en cuanto tenía como destinatario la oficina del *procurator* provincial (para su posterior redistribución), tendría un destinatario muy concreto al abandonar el control fiscal del Guadalquivir. Además, teniendo en cuenta que el producto se “homogeneizaba” de forma oficial y fiscal, el sello perdería con toda probabilidad su significado al salir del Guadalquivir y por tanto no podríamos ver en la dispersión de marcas por el *limes* renanodanubiano más que tendencias generales debidas a la actividad propia de los centros de producción. Surge aquí *Sextus Iulius Possessor* como figura central de una administración dependiente del *praefectus annonae*, tanto por su cargo como *adiutor Ulpii Saturnini praefecti annonae ad oleum Afrum et Hispanum recensendum item solamina transferenda item vecturas naviculariis exsolvendae (adiutor ad horrea Ostiensia et Portuensia)*²², como por el de *procurator ad ripam Baetis*. Ambos cargos son engranajes clave para el funcionamiento de esa exportación de aceite desde la Bética al *limes* y a Roma. Dada la importancia de la producción y comercialización de aceite en las cronologías en las que nos movemos, no creemos que se trate de un cargo puntual o excepcional, el de *adiutor*, como se ha querido ver en alguna ocasión²³. Lo excepcional es, a nuestro modo de ver, el apelativo inscrito (quizás por voluntad o ignorancia del verdadero título de los dedicantes, los *scapharii Hispalenses*) pero no la responsabilidad que tuviera el cargo, ni la estructura administrativa a la que perteneciera. El cargo de *procurator ad ripam Baetis* lo desempeña *Possessor* en la Bética después del de *adiutor* en Roma (en *Ostia* y *Portus*). Sí disponemos de paralelos para otros ámbitos de los que se encargaba la *annona* para el cargo de *adiutor*, y Pavis d’Ecurac lo entiende como una suerte de preparación para el cargo de *procurator*²⁴. La sucesión del cargo de *adiutor* por el de *procurator ad ripam Baetis* de *Possessor* nos hace pensar en una carrera especializada dentro de lo que es un *cursus* ecuestre normal. El siguiente paso habría sido el cargo de *procurator* en *Ostia* y el de *procurator* en Alejandría²⁵. Podríamos decir, al menos en el caso del aceite, para este momento, que el cargo de *adiutor* se desarrolla en el officium del *praefectus annonae* en Roma, mientras que la procuratela *ad ripam Baetis* se desarrolla sobre el terreno, en la Bética, siendo éste su representante. Este *procurator* tendría su propio officium que se encargaría, junto a su equipo, de pesar, controlar y fiscalizar el producto, además de organizar el abastecimiento según las órdenes

²¹ SHA. H. 11.1.

²² El primer título en la inscripción de *Hispalis* y el segundo, en la de *Mactar* (respectivamente, CIL II, 1180 y AE 1983, 976. Nos adherimos pues, a las ideas de Remesal sobre la unicidad de ese cargo expuestas en Remesal 1992: 286.

²³ Pflaum 1961: 506; véase como obra fundamental sobre este personaje : Remesal 1992: 286.

²⁴ “Les postes d’adjutor constituaient donc une sorte de préparation à la carrière procuratorienne équestre” Pavis d’Ecurac 1976: 92.

²⁵ AE 1983, 976.

llegadas de Roma para el *limes* y la propia *Urbs*. Seguramente parte de este personal es el que se ve reflejado en los *tituli picti delta* de las ánforas que encontramos sobre todo en el Monte Testaccio.

Tampoco disponemos de datos que corroboren la propuesta de que los cargos de *adiutor praefecti annonae*, *procurator annonae* o *subpraefectus annonae* fueran creados por necesidades militares²⁶. En cualquier caso, debemos entender esos tres cargos como la cúpula inmediatamente inferior a la figura del *praefectus annonae*, siempre teniendo en cuenta que pertenecen a cronologías diferentes. Ligada a su función encontraríamos la *praefectura vehiculorum*, la cual, además de encargarse del *cursus publicus*²⁷, entendemos ayudaría en el transporte necesario de los productos para el abastecimiento de la tropa²⁸, y en especial, del desplazamiento a lugares con una especial dificultad de acceso²⁹.

Disponemos de tres personajes cuyos *cursus honorum* tienen cargos administrativos en *Raetia* y cargos administrativos propios de la administración general de la *praefectura annonae*. Tenemos constancia de un *procurator Ostiae ad annonam*, cuyo nombre desconocemos, que había sido *praefectus* de dos *alae* apostadas en *Raetia*, el *ala II Flavia milliaria* (Aalen) y el *ala I Hispanorum Auriana* (Weissenburg). *Quintus Baienus Blassianus* fue *procurator* de *Raetia* hacia el 150 y más tarde llegó a ser *praefectus annonae*.

Caius Avitus Alexianus trabajó como *procurator ad annonam Auggustorum Ostiis* y más tarde desempeñó el cargo de *legatus Augusti pro praetore* en la provincia hacia el 204.

La poca cantidad de testimonios relacionados entre la provincia de *Raetia* y el funcionariado encargado de la *praefectura annonae* no permite establecer una conexión más clara entre una y otra realidad.

Conclusión

La conquista de *Raetia* materializa el inicio de un plan de expansión mayor a partir de la conquista del Danubio, que se llevaría a cabo un siglo después. En época de las Guerras Marcomanas se produce una dislocación del centro bélico hacia el este de Europa. Es por ello que se podría entender Passau como un centro de redistribución cuya principal vía es el río. No en vano, Passau es una ciudad dividida entre las provincias de *Raetia* y *Noricum*. De algún modo, se puede entender que Passau es a las Guerras Marcomanas lo que había sido Bregenz a la conquista de *Raetia*: el punto de redistribución para el resto de puntos militares. La posible coincidencia de rol logístico dentro de una campaña entre estas dos ciudades invita a pensar que esto pudiera ser parte de un esquema repetido dentro de los preparativos y desarrollo de una campaña bélica. Las evidencias de la epigrafía anfórica a las que hemos atendido en este trabajo no permiten clarificar vinculaciones notables, por lo que esto se trata más bien de una intuición. En cualquier caso, sí se relaciona con *Raetia* la inscripción del *missus in procinctu Germanicae ad deducenda per Danuvium quae in annonam Pannoniae utriusque exercitus devigarent*, que justifica la importancia del río en tanto que medio de distribución para toda la zona del Danubio, así como la evidente dislocación del centro de operaciones bélico que mencionábamos.

²⁶ Remesal 1986: 96.

²⁷ Kolb 2000.

²⁸ Eck 1975.

²⁹ Sobre el abastecimiento militar y la *praefectura vehiculorum*, véanse: Halfmann 1986: 76 y ss.; Adams 1976: 231; Kissel 1995: 271 y ss; Roth 1999: 267; Carreras 2004: 301.

Bibliografía

- Adams, J. P. 1976. *Logistics of the Roman Imperial army, major campaigns on the eastern Front in the first three centuries A. D.* Michigan.
- Broekaert, W. 2013. *Navicularii et negotiantes: a prosopographical study of Roman merchants and shippers.* Rahden.
- Carreras Monfort, C. 1997. Los beneficiarii y la red de aprovisionamiento militar de Britannia e Hispania. *Gerión* 15: 151-176.
- Carreras Monfort, C. 2013. Aprovisionamiento del soldado romano en campaña: la figura del praefectus vehiculorum. *Habis* 35: 291-311.
- De Martino, F. 1980. *Storia económica di Roma antica.* Florencia.
- Domaszewski, A. 1902. Die Benefiziarerposten und die römischen Strassennetze. *Westdt. Zeitschr.* 21: 158-211.
- Duncan-Jones, R.P. 1978. Pay and numbers in Diocletian's army. *Chiron* 8: 541-560.
- Eck, W. 1975. Beobachtungen zu kaiserlichen Beauftragten der Alimentarinstitutions. *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* 18: 155-166.
- Fink, R. 1971. *Roman military records on papyrus.* Princeton.
- Funari, P.P.A. 2002. The consumption of olive oil in roman Britain and the role of the army, in P. Erdkamp (Ed.). *The Roman Army and the Economy.* 235-263. Amsterdam.
- Garcia Brossa, G. 1999. *Mercatores y negotiatores: ¿Simples comerciantes?.* *Pyrenae* 30: 173-190.
- Halfmann, H. 1986. *Itinera principum: Geschichte und Typologie der Kaiserreisen im Römischen Reich.* Stuttgart.
- Jacobsen, G. 1995. *Primitiver Austausch oder freier Markt? Untersuchungen zum Handel in den gallisch-germanischen Provinzen während der römischen Kaiserzeit.* *Pharos* 5.
- Kissel, T. K. 1995. *Untersuchungen zur Logistik des römischen Heeres in den Provinzen des griechischen Ostens.* St. Katerinen.
- Kolb, A. 2000. Transport und Nachrichtentransfer im Römischen Reich. *Klio* 2.
- Lo Cascio, E. 2007. L'approvvigionamento dell'esercito romano: mercato libero o 'comercio amministrato', in *The Impact of the Roman Army (200 BC - AD 476).* Leiden-Boston.
- Pavis D'Escurac, H. 1976. *La préfecture de l'annone: service administratif impérial d'Auguste à Constantin.* Roma: École Française de Rome.
- Pflaum, H.-G. 1960/1961. *Les carrières procuratoriennes équestres sous le Haut-Empire romain I-III.* Paris.

Remesal Rodríguez, J. 1986. *La annona militaris y la exportación de aceite bético a Germania*. Madrid.

Remesal Rodríguez, J. 1990. Die procuratores Augusti und die Versorgung des römischen Heeres, in AA.VV. *Akten des 14. Internationalen Limeskongresses 1986*: 55-65.

Remesal Rodríguez, J. 1991. Sextus Iulius Possessor en la Bética. *Anejos de Gerión III*: 281-295.

Remesal Rodríguez, J. 1997. Politica e regimi alimentari nel principato di Augusto, in D. Vera (Ed.) *Demografia, sistemi agrari, regimi alimentari nel Mondo Antico. Atti del Convegno Internazionale di Studi (Parma 17-19 ottobre 1997)*. 247-271.

Remesal Rodríguez, J. 2002a. Baetica and Germania. Notes on the concept of “provincial interdependence” in the Roman Empire, in P. Erdkamp (Ed.) (2002) *The Roman Army and the Economy*, Amsterdam, 293-308.

Remesal Rodríguez, J. 2002b. Heeresversorgung im frühen Prinzipat. Eine Art, die antike Wirtschaft zu verstehen. *Münster. Beitr. Ant. Handelsgesch.* 21 (1): 69-84.

Roth, J.P. 1999. *The Logistics of the Roman Army at war (246 B.C.- A.D. 235)*. Leiden.

Schmidts, T. 2011. *Akteure und Organisation der Handelschiffahrt in den Nordwestlichen Provinzen des Römischen Reiches*. Mainz.

Skeat, T.C. 1964. *Papiri from Panopolis*. Dublin.

Olive Oil Beyond the Wall: Stamps on Baetican Dressel 20 found on the Forth-Clyde Isthmus

Jordi Pérez González

'I often wonder what the soldiers on the border think.
We sleep peacefully because of them.
Can they sleep peacefully knowing what's happening in the country they're protecting?'

Mishra, V., Rohatgi, PP., Ali, P., Bharadwaj, R. (producer); Keluskar, A. (director). 2018.
Jaoon Kahan Bata Ae Dil / Lovefucked. India: Humaramovie

Introduction¹

The Roman conquest of *Britannia* required the mobilization of the army and the transfer of many necessary resources for its maintenance. The Roman State procured the supply of food to the army that was displaced throughout the Empire (on the *annona militaris* see Remesal 1986; 1997).

One of the products most consumed by the Roman army was olive oil. From the conquest of the Roman province of *Baetica*, olive oil stood out as one of the most important olive-oilproducing regions. Amphorae were used as containers for its transport by sea. The most widespread amphoric type in the interprovincial trade was the Dressel 20, an amphora-type that could contain about 70 kg and whose production was enlarged from the first to the third century AD. The study of the ceramic containers of food “ofrece una perspectiva nueva: la supervivencia del limes depende de los abastos que llegaron desde otras provincias”² as Remesal comments. With regard to the supply of olive oil consumed by the army who were mobilized in *Britannia*, it was the *Baetica* province that provided the necessary support for its maintenance. Since Augustus, *Hispania* and especially the *Baetica* became the major supplier of food and raw materials for the Roman West.³

It was normal that in these amphorae were found various types of epigraphy: stamps, graffiti and *tituli picti*, for example.⁴ The study of the amphoric epigraphy allows us to understand the place of production of these amphorae. Its finding in *Baetica* also allows us to establish a relationship between the place of production and the place of consumption.

In the present work we will analyze the supply of olive oil consumed by Roman troops on the northernmost frontier of the Roman Empire, the Antonine Wall or the Severan Wall, which was known at the time as *Vallum Antonini*. This border line extended for more than sixty kilometers along the Central Belt of present-day Scotland, between the Firth of Forth and the Firth of Clyde, that is, from the North Sea to the Irish Sea.

¹ Project founded by: 2017 SGR 512; ERC-2013-ADG 340828; HAR2017-85635-P and CLT009/18/00045.

² Remesal 2018a: 13.

³ Remesal 2011.

⁴ Berni *et al.* 1997; Remesal 2008; 2012; Aguilera 2000; 2008; Ayllón Martín and Pérez González 2013; Pérez González 2014; Remesal *et al.* 2015; Fabiao 2017.

The first frontier is dated to the Flavian era⁵ and is settled along the Highland Boundary Fault at the height of the River Tay, with the construction of several forts without any physical join between them. Years later, under the government of Antoninus Pius, the frontier underwent a period of greater building activity, when several of the forts along the line between the Firths of Forth and Clyde were physically united, beginning with the work that was carried out in the period of 140/142 AD. and whose construction lasted about a decade. In this way the border was established about 160 km north of the previous border of Hadrian's Wall. The purpose of its construction was linked by its origins to the attempt by the Roman State to corner the Picts beyond the Wall, debasing their properties, capturing a large number of the inhabitants, and then deporting them to other parts of the Empire, such as, for example, to *Germania*. Thus, as Breeze highlighted, the construction of the wall was related to the desire "...[to improve] the control of movement across the frontier",⁶ facilitating the rapid movement of troops and their supplies. The Roman presence in the area extended for more than twenty years. However, with the death of the Emperor Antoninus Pius, Rome's interest in the area waned, a fact that the indigenous populations took advantage of in order to advance back to the south. The army hence retreated to the previous frontier, which was made even again by the provision of food in the Tyne-Solway Isthmus.⁷

Upon the death of Commodus, the civil wars to take over the government of Rome also influenced the policy of the frontiers of the Island, when the then-governor of *Britannia*, *Clodius Albinus*, mobilized part of the troops stationed on the island to the continent. He sent them particularly to *Lugdunum*, where he fought against the troops led by Septimius Severus. The Picts took advantage of the reduced presence of Roman soldiers to reconquer the territory south of the Antonine Wall, and only after the victory of Septimius Severus did interest in the lost territories return, leading the troops and the consequent supply of produce back to the Forth-Clyde Isthmus and especially to the border of the Tyne-Solway Isthmus. Later, under the government of Septimius Severus, both walls were reorganized and, as I have already explained in a previous work, "[a]s a result of the events in the final decades of the second century, maintenance works were carried out on the curtain and several forts. However, the increasing hostilities resulted in a military expedition in AD 208, organised by Emperor Septimius Severus, in order to completely conquer *Britannia*. This political decision transformed South Shields into a great supply fort through the building of several large granaries, as well as smaller granaries at Corbridge. However, Severus's death at York in AD 211 halted the construction work, and the new emperor's priority was returning to Rome".⁸ As a consequence of this, the new Severan policy in the area was to reactivate the border of the Forth-Clyde Isthmus. The displacement of the military was accompanied by the supply of olive oil *annonario* produced in the *Baetica*, a phenomenon which coincided with the Severan campaigns (Figure 1).

⁵ Woolliscroft and Hoffmann 2010.

⁶ Breeze 2006: 77-78; 2015: 26. The supply of food to the flavian military forts distributed in Haltern 70, or Camulodunum 189 'carriot' see the proposed distribution of food in the network elaborated by Orengo, Livarda 2016: 31ff, fig.5, who use data from Tyers 1996 and Bishop 2014.

⁷ Ayllón *et al.* 2019.

⁸ Shotter 1998: 35-36; Birley 2005: 195; Salido 2011: 335; Ayllón *et al.* 2019.

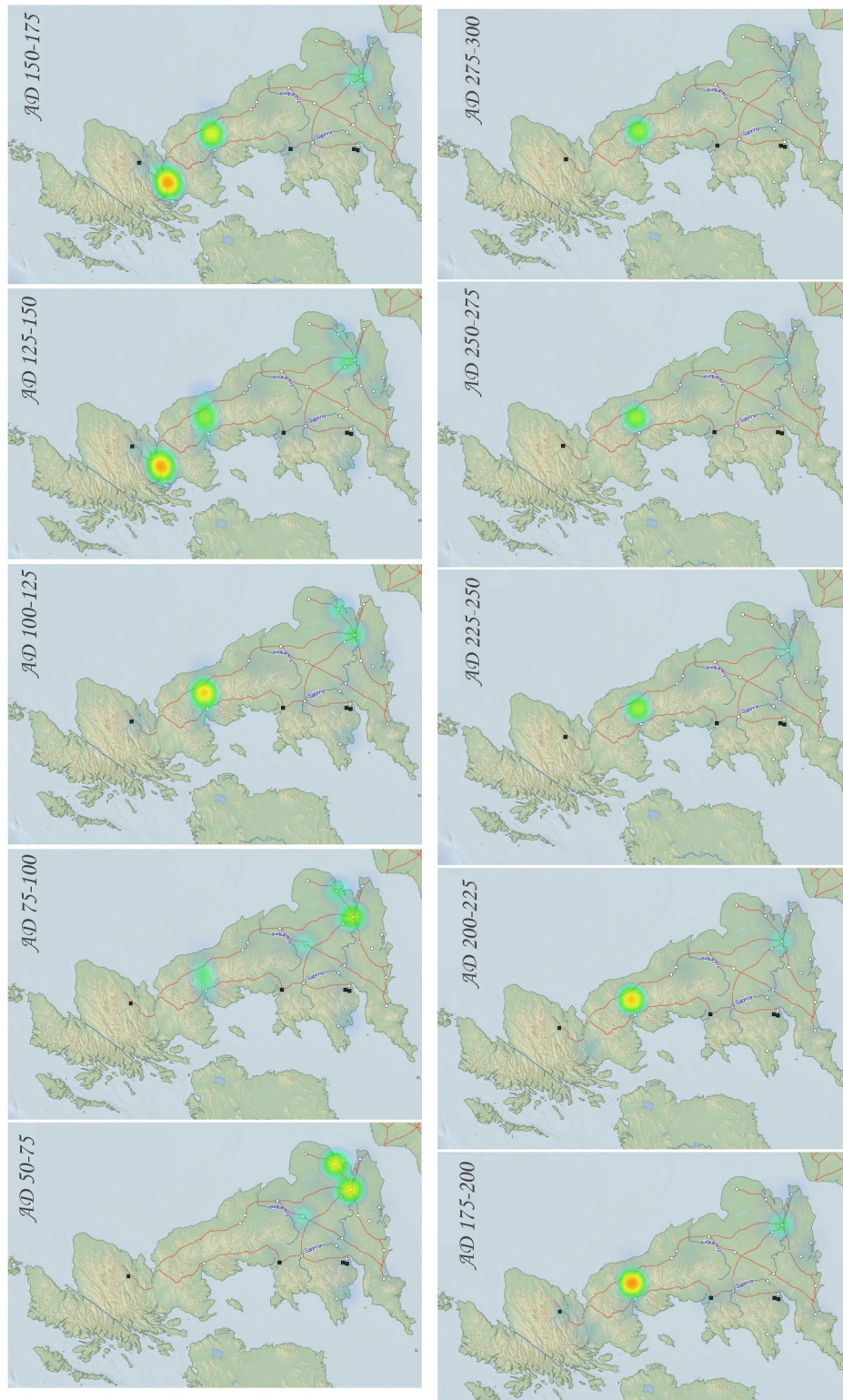


Figure 1. Heatmap of the presence of Dressel 20 oil amphoras with epigraphy found in Britannia.
Source: www.romanopendata.eu.⁹

⁹ Calvanese *et al.* 2016: 167; Mosca *et al.* 2015; Calvanese *et al.* 2015. Giménez *et al.* 2018; Palacín *et al.* 2019; 2020.

For example, the materials found in the Roman forts of Cramond (perhaps *Rumabo*) and Carpow (perhaps *Horrea Classis* or *Poreo Classis*), which date to the third century (e.g. PNN, FSCMINIANO, LIVNIMELISSI, etc.) have recently been related to the confiscations of the Severan family in the *Baetica* (Figure 2).¹⁰

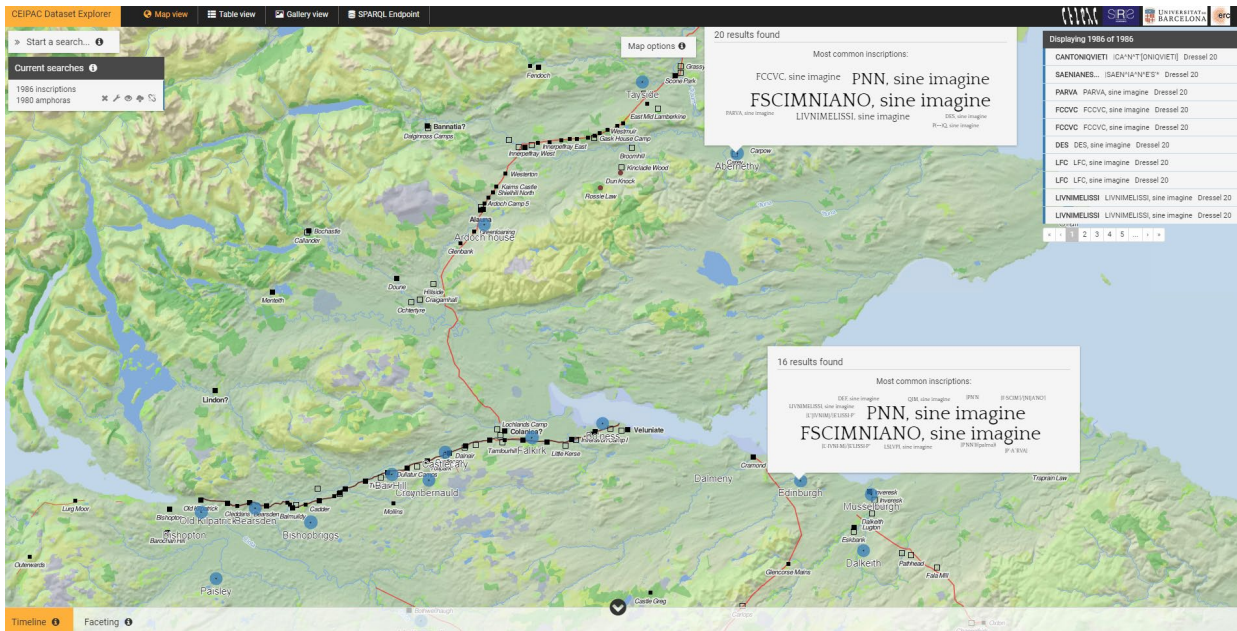


Figure 2. Epigraphy on Dressel 20 found in Cramond and Carpow.
Source: www.romanopendata.eu.

Even the activity of the Severan era in the area will be remembered years later, as Maldonado comments “there are very few contemporary mentions of the Antonine Wall[,] and by the fourth century even Roman writers could not remember who built it, many attributing it to Severus”.¹¹

Production and distribution of Baetican olive oil amphoras at the Antonine border

To date, there are thirteen sites on the Antonine Wall, in which Dressel 20 olive oil amphoras with epigraphy have been found. The military settlements where these materials have been found, from east to west on the border line, are the following: Bishopton, Old Kilpatrick, Bearsden, Balmuidy, Cadder, Bar Hill, Croy Hill, Westerwood, Castlecary, Rough Castle, Camelon, Mumrills and Kinneil. The current state of the investigation allows historians to know the place of origin of many of these ceramic containers with epigraphy. As a result, we know that the materials found in this border came from a total of fourteen production sites located along the Guadalquivir and Genil rivers. In addition, there are more

¹⁰ Dressel 1878; Étienne 1949; Callender 1965; Manacorda 1977; Ponsich 1979; Remesal 1980; 1996; 2013; 2018d; Lomas and Sáez 1981; Sáez, Chic 1983; Chic 1985; 1988, 2001, 2003; Mayet 1986; Guichard 1991; Étienne and Mayet 2004; Berni 2008; Remesal 2010, 231-240; Moros *et al.* 2010; Moros 2014.

¹¹ Maldonado 2015: 231, note 54 (see Dunville 1994, Keppie 2012: 8). Later, Maldonado also writes: “The *Historia Brittonum*, a ninth-century compilation of historical sources on the origins of Britain, relies heavily on Bede’s and Gildas’ accounts of the Wall, but correctly attributes it to the Romans instead of the Britons, though still incorrectly to Severus”. (Maldonado 2015: 232, note 62, cf. Hornshaw 2000).

than ninety potteries known along the Guadalquivir-Genil rivers that produced these amphoras. In general, there is a preferential production of the *conventus Hispalensis* (*Hispalis*, Seville), which makes up two thirds of the entire collection, followed by the *conventus Astigitanus* (*Astigi*, Écija) and the *conventus Cordubensis* (*Corduba*, Córdoba). Of the 75 epigraphs analyzed in this study, we know the place of production of more than half of the sample. 45 stamps where the place of production is identified in the workshops are distributed by the three *conventus* of the *Baetica* (Table 1). The 30 remaining epigraphs of the corpus have not been able to be related to any specific production site, either because they are in a poor state of conservation that make their reading impossible or because they are fragmented by some part of the amphora, thus making it impossible to read them completely. Likewise, this section includes those complete stamps, which despite knowing their reading, the export *fliginae baeticae* is unknown. Therefore, the existing figures in Figure 3a later transferred to Figure 3b obviate the amphoras stamped without knowed specific production place.

		Kinneil	Mumrills	Camelon	Rough Castle	Castlecary	Westerwood	Croy Hill	Bar Hill	Cadder	Balmuildy	Bearsden	Old Kilpatrick	Bishopton	TOTAL	TOTAL Sectors
Conventus Hispalensis															36	Hispalis
IV	Villar de Brenes	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	5	5
IX	Guadajoz-Adelfa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2
X	El Tejarillo	0	0	0	0	2	0	0	1	0	3	0	1	1	8	15
X	Alcolea del Río Azanaque-	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	7	
XI	Castillejo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
XII	La Catria	0	1	2	1	0	0	0	1	2	1	1	0	0	9	9
XIII	Huertas del Río	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
XIV	Peñaflor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2
Conventus Cordubensis															3	Corduba
I	Malpica Sur	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	2
II	El Tesorillo de Doña Mencia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Conventus Astigitanus															6	Astigis
I	Huerta del Belén	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
II	Dehesa de Arriba	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
II	La Corregidora	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
II	Dehesilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
Sin L.P.		0	5	8	2	1	1	0	3	1	5	1	1	2	30	
Totales		2	8	14	4	5	1	1	9	9	10	4	5	3	75	45

Table 1. Origin of the stamps on Dressel 20 found in Hadrian's Wall. Own elaboration based on CEIPAC database.

In order to obtain a more complete picture of the oil supply system, I now offer a perspective that is assembled developmentally, starting from the local level (*figlinae*) and proceeding duly to the intermediate level (sectors)¹² and the regional level (*conventus*). Among the 45 stamps with a known place of production, a total of 36 come from the *conventus* of *Hispalis*, being scattered throughout seven sectors established by Berni for this territory. On the other hand, we found six stamps of the *conventus Astigitanus* for two of its three sectors and three stamps for two of the three sectors of the *conventus Cordubensis*. In this same line of thought, 80% of the amphorae stamped on Dressel 20 amphorae which were found in the Antonine Wall belonged to the *Hispalis* region, compared to 13% for *Astigis* and 7% for *Corduba*. If we compare these results with those of the rest of *Britannia*, we see how the dynamics are maintained: there is a clear predominance of *Hispalis* (Figure 3a and 3b), similarly to those already controlled in the province of *Mauretania Tingitana*.¹³ As a general rule, in the rest of the provinces of the Empire (including the Italic regions), the average of the materials produced in the *conventus hispalensis* is the highest, at 66.36%, while the materials of the *conventus cordubensis* (16, 84%) and *astigitanus* (15.9%) are one sixth of the total.¹⁴

However, the dominance of the *Hispalis* region for the exportation of olive oil to the Roman soldiers stationed in the Antonine border can perhaps be understood as a mere specialization in the production and exportation of oil from this region to the corresponding border region.¹⁵ Only when the sample is extended will we really know if the pattern maintains or otherwise causes a variation in the results that have been shown here.¹⁶

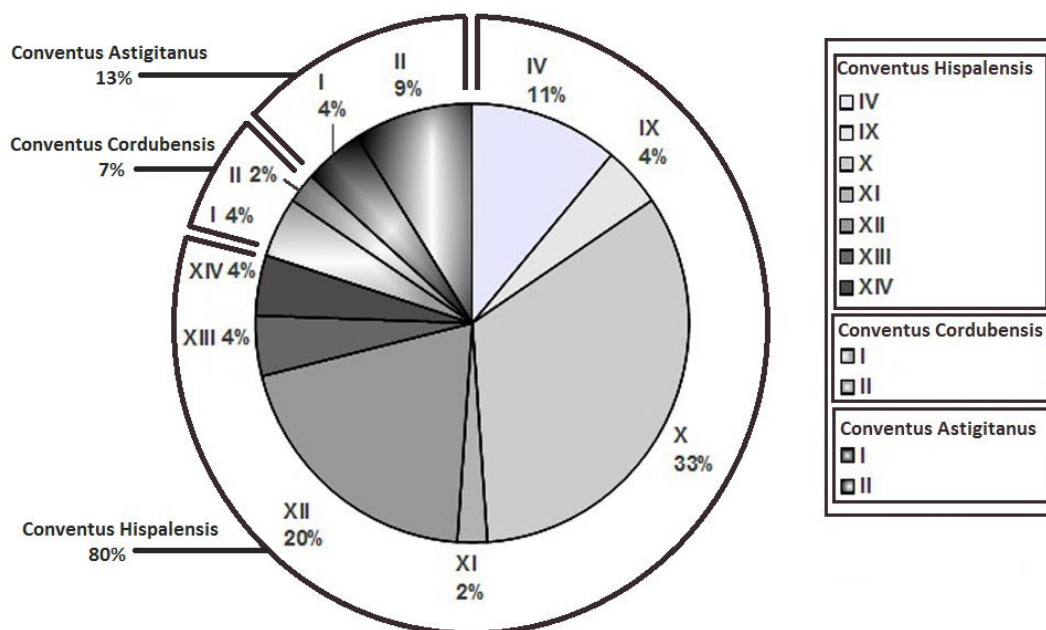


Figure 3a. A graphical representation of the origin of the epigraphs analyzed using the sectors of Berni 2008 and the consequent *conventus* of Baetica where they were produced.

¹² We take as a reference the sectors established by Berni 2008, who previously used the production areas or regions established by Ponsich 1974, Remesal 1986, Martin-Kilcher 1987 and Ehmig 2003.

¹³ Pons Pujol and Pérez González 2018: 279-302.

¹⁴ Pons Pujol and Pérez González 2018: 290, fig.4.

¹⁵ On the predominance of amphorae produced in *Hispalis* (*conventus*) to the north of *Britannia*, see: Carreras and Funari 1998: 56.

¹⁶ Remesal 2018b: fig. 4.

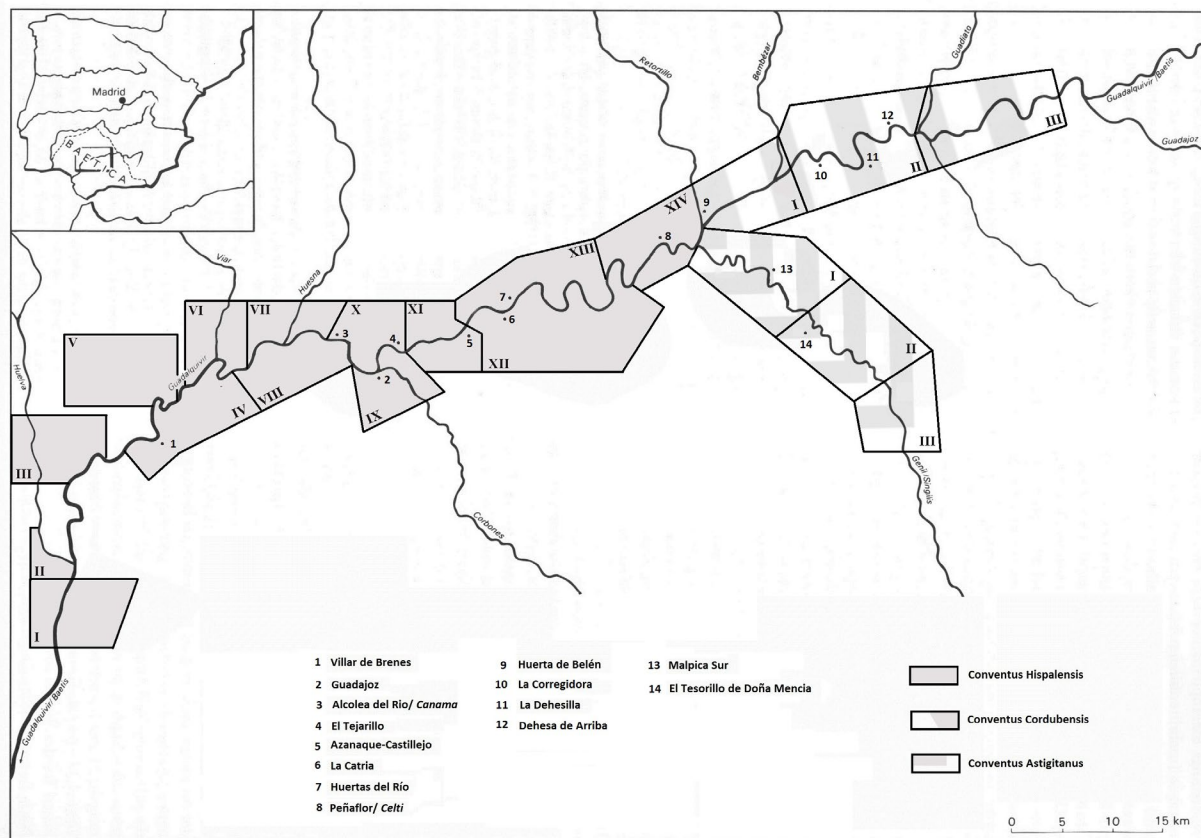


Figure 3b. A map of the 14 places of origin of these amphoras.

The results presented here do not differ from those already proposed in our previous work on the export of Baetican olive oil to Hadrian's Wall, in which 71% of the stamped amphoras are known to come from *Hispalis*, while 22% are linked to *Astigi* and just 7% from *Corduba*. However, the result diverges from the general trend of the rest of the Empire, where materials from *Astigi* are positioned as the *conventus* with a smaller presence in the export of oil, while in *Britannia* as a whole the import of oil originating from the *conventus astigitanus* is higher than in the case of the *cordubensis*.

Although the number of samples analyzed in our previous work amounted to 210 stamps with a place of known production, being a much larger volume than the one presented here, the general calculation establishes very similar percentages.¹⁷

From the region of *Hispalis* come several amphoras produced with eight different stamp variants, which belong to seven of the sectors of the *conventus*. Of the sectors to which there is a small number of stamped amphorae exported to this border, we include sector XI, in which there is just a single copy coming from the place of Azanaque-Castillejo. Similarly, in sectors IX, XIII and XIV are known two stamped amphoras in each case, some of which come from Guadajoz-Adelfa, others from Huerta del Río and two more from Peñafior. This would be equivalent to only 14% of amphoras in this sector out of a total of ca. 80% from the *conventus Hispanensis*. At an intermediate level we find the production site

¹⁷ Funari's research at Hadrian's Wall does not differ much from what we proposed in our previous study too: see: Funari 1996: 81; 2008: 289-299; Carreras, Funari 1998: 57-61.

of Villar de Brenes in sector IV, in which were found 5 stamps, which would be equivalent to 11% of the total. At one level above, with greater relevance we find sectors X and XII, to which 9 and 15 copies are found respectively, the first coming from La Catria and the rest from El Tejarillo and from Alcolea del Río. Consequently the sum of these sectors amounts to 53% of the total exported to the Antonine Wall (see Table 1 and Figure 3a).

If our study had not taken into account the sectors as an element that regulates the academic comparison, and if we had only made use of the places of production as significant elements in the analysis, we would again notice the significance of La Catria (sector X, *Hispalis*). This would indeed be the export center, with the largest number of copies represented in the total of the corpus belonging to the Antonine Wall. Moreover, the materials found in La Catria are again the most exported throughout the Roman Empire.¹⁸

In a less representative way, the sum of the *conventus Astigitanus* and the *conventus Cordubensis* contributes only 20% of the specimens exported to the Wall. From the Corduba region, we only have three stamps, which come from sectors I and II of the same region, and in which the places of Malpica Sur and Tesorillo de Doña Mencía are their production centers, respectively. With a contribution that is not much greater, six stamps have been found from the *conventus Astigitanus* as being linked to four different production sites for sectors I and II. In the first sector, it is possible to emphasize the *figlinae* of Huerta de Belén, whereas for the second sector we find a greater variety, confirming the places of the Dehesa de Arriba, the Dehesilla and the Corregidora as exporting centers of oil from this region. Furthermore, we assume that the level of exportation from these regions to the Antonine Wall was relatively low when compared to that of *Hispalis*, and that only two of its three sectors are represented for both regions, not having a representative sample for its third sectors.

Of the 75 stamps analyzed in our study, 62 have been marked in a fixed chronological period, while 13 of them are unable to be fixed to any period. Of the 62 dated stamps, 43 have a known production place, in 19 of which cases the export center is unknown. Likewise, more than 90% of the productions that are securely dated frame the period of the greatest activity on the Antonine frontier, namely the middle of the second century AD, and only at a testimonial level are these amphorae represented around the turn of the century (ss.I-II d.C. and II-III dC) (Figure 1).

War, frontier, routes and new analytic tools

The use of new analytical techniques, such as the development of humanities networks, allows us to develop our understanding the different food supply routes across the Roman empire.¹⁹ The olive oil

¹⁸ We have already noted the importance of the export of La Catria to the north of Britannia in our study on Hadrian's Wall, where 36 copies of 210 with known production place are known to come from this place. See further Ayllón *et al.* 2019. Remesal also noted in his study of the materials found in Germania a particular presence of amphoras exported from the region of La Catria; Remesal 1986: 48-59. In this connection, 35% of the total amphoras with epigraphy collected by Funari and Carreras Montfort in the whole of Britannia come from La Catria; Carreras and Funari 1998: 22-23, fig. 7. Such a preponderance is also attested in the Northwest of Gaul; Laubenheimer, Marlière 2010: 66. Recently we have visually represented the export of oil amphoras produced in La Catria by the Roman Empire: Pérez González 2017a: 78-80, figs. 2-3.

¹⁹ Building the networks: Prignano *et al.* 2017: 125-148, Martín Arroyo *et al.* 2017; Pérez González *et al.* 2018: 251-280 and Remesal *et al.* 2019: 173-214. Aim: representing the relative importance and connections between the main finding places of stamps or families of stamps. Cleaning: The first step is to format the strings from the original dataset and to remove all the unclear inscriptions in order to avoid duplicated nodes and improve overall reliability. Nodes: They represent either stamped

that was produced on an annual basis formed the first complex trade network, and its transport was tied for more than three centuries to the particular amphora type, namely Dressel 20.

Thanks to the use of statistical similarities known as the Jaccard coefficient, we have corroborated the similarity of the groups of stamps that were found in the different sites. Through this process, we verified the grouping of the stamps on Dressel 20, recognizing a clear grouping in the provinces that had a strong military presence, among which are *Germania Inferior*, *Germania Superior*, *Britannia* and *Mauretania Tingitana*. Our study demonstrates that: “si el abastecimiento de las legiones romanas fuera organizado de manera centralizada entonces esperaríamos este resultado”.²⁰ The visual representation of the network of the different stamps found in the Western militarized provinces highlighted in the Jaccard coefficient allows us to recognize a series of patterns that relates to the use of the various trade routes, as well as of the different phases of its commercialization. Consequently, we see how the mobilization of the army required the emergence of new routes for its supply during the years in which the frontier was advanced. In the case of the supply of these provinces, it should be promoted by the Atlantic sea route.²¹

In the present network, we highlight the grouping or similarity of a series of nodes that represent the different places of discovery of the Dressel 20 amphorae in *Britannia* (Figure 4a and 4b). The prominent group (which are listed in green) represent the northern border of the Roman Empire, a territory that expands from Hadrian’s Wall all the way northwards to the Antonine Wall.

A large number of these amphorae are known to have been produced during the initial phase of the conquest of the frontier belonging to Hadrian’s Wall. The later advance of the border located the border line along the line of the Antonine Wall, which is why the food supply advanced indirectly along it. This network may indeed reflect the control of the Roman State over a given product which was supplied to the military personnel during a period of war-time economy. The mobilization of the army needed new routes for its supply during the years in which the frontier was advanced (Figure 1). Later, the pressure of the northern tribes on the frontier caused the withdrawal of the troops to the first defensive line along Hadrian’s Wall. It was during these years that the emperors of the Severan dynasty, in an attempt to secure the frontier again at this point, reactivated the olive oil supply to the troops that were destined to reach it. The food supply reached similar levels to those of the first phase of the conquest and the subsequent creation of the frontier.

Recently, we have tested by using these methods a series of results that would corroborate the use of a series of hubs at Hadrian’s Wall, with Corbridge, Vindolanda and Carlisle being particularly important centers of reception, storage, consumption and redistribution of foodstuffs (including olive oil). The security of its location at Stanegate allowed for a better functioning of the food supply network than did the smaller forts which were distributed in the first line of combat.²²

inscriptions or their finding place appearing in a selected region. On this representation, one color is used for the stamps and another one for each Province. Edges: An edge is created between a stamp and a place when a least one occurrence of the stamp was found there, thus creating a bipartite graph between the two types of nodes. The weight of the edges is then defined as the number of occurrences of the stamps in their corresponding finding places. Filters: For the first network featuring the provinces of *Mauretania Tingitana*, *Britannia*, *Germania Inferior* and *Germania Superior*, only the main component of the network filtered with edge weights > 2 was represented. Concerning the second network featuring the finding places of North *Britannia*, all the edges were kept but the stamps were gathered by families, hence providing more homogeneous results

²⁰ Rubio-Campillo *et al.* 2018a: 37-47; 2018b: 237-250.

²¹ Remesal 1986; Carreras and Funari 1998; Carreras 2000; Carreras and Morais 2012, Morillo *et al.* 2016; Schäfer 2017; Rubio-Campillo *et al.* 2018a; 2018b.

²² Ayllón and Pérez González 2014: 759-763. For possible food distribution internally within the military-camps, see Remesal, Pérez González 2018: 421-462.

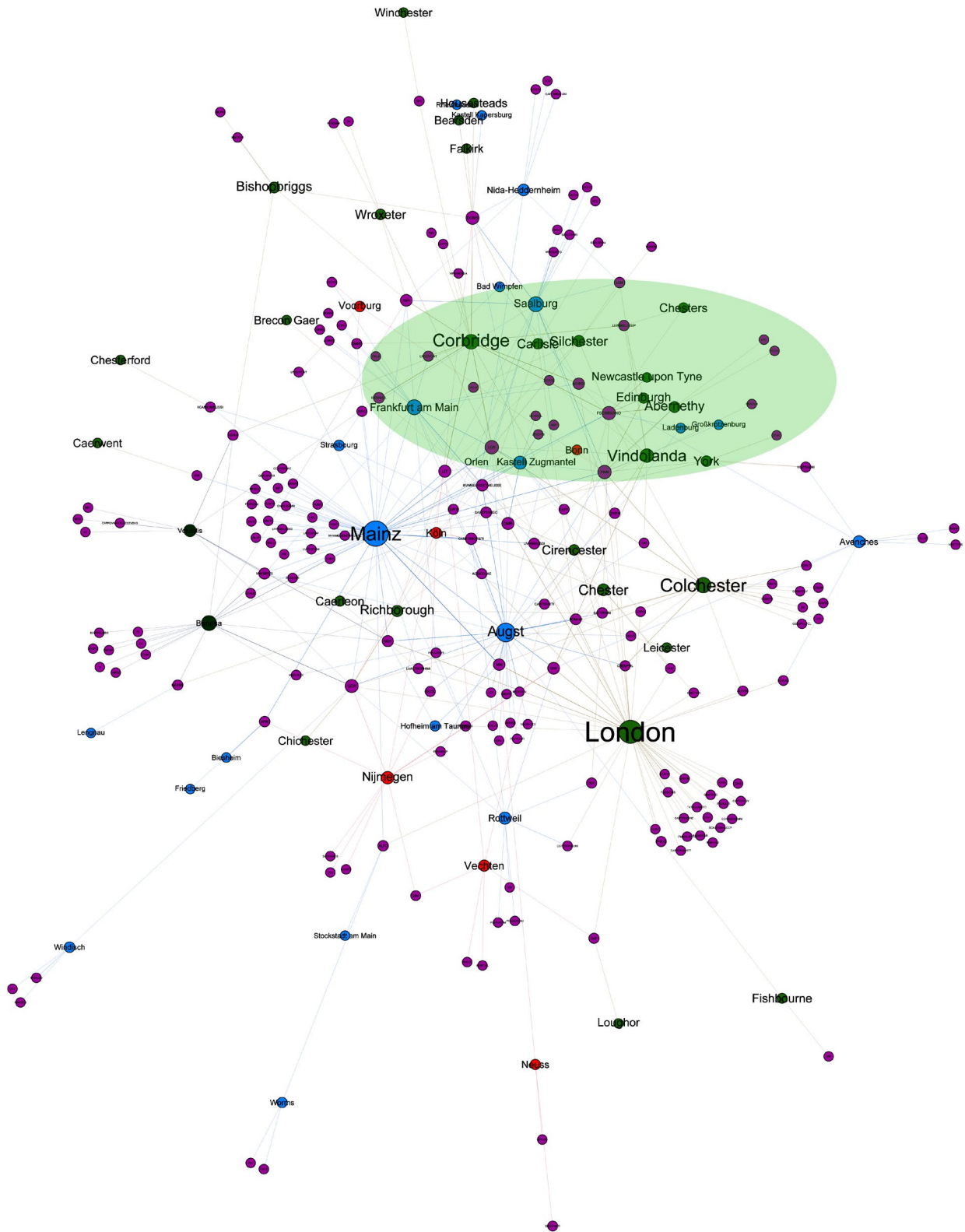


Figure 4a. The visual representation of the network of the different stamps found in four of the western provinces with a larger number of military troops (*Germania Superior*, *Germania Inferior*, *Britannia* and *Mauretania Tingitana*). Network developed by Mario Morvan, Luce Prignano, and Ignacio Morer. In: Ayllón *et al.* 2019, fig. 8.

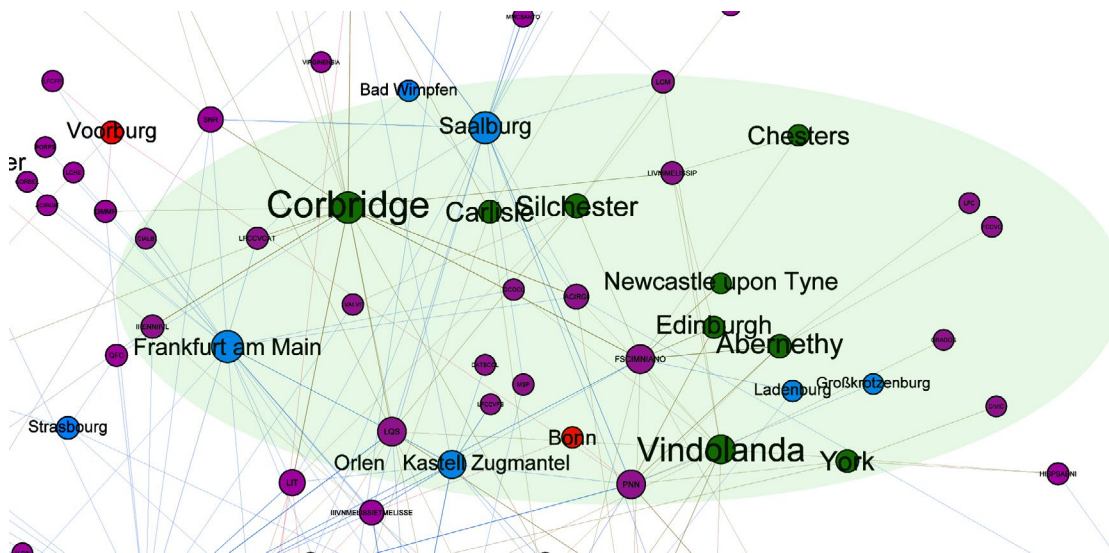


Figure 4b. North *Britannia* network. Network developed by: Mario Morvan, Luce Prignano, and Ignacio Morer. In: Ayllón *et al.* 2019: fig. 8.

In scale-free networks, there is a large difference in size between the largest and the smallest of the nodes. The size is usually proportional to the number of connections that a node has (grade). Moreover, in scale-free networks, one of the main characteristics is the degree of heterogeneity. There are a high number of nodes with very few connections and a “privileged club” with a very high degree, as represented by the hubs.²³ The original model to build these networks is based on the preferred connection. In other words, when a new node reaches the network, it establishes its first connections with individuals under the influence of a probability that is proportional to the degree. The new individual will be more likely to be linked to high-grade nodes (preferentially contact hubs).

The rearguard of the main border line bounded by the Antonine Wall did not have a Stanegate as well as the Stanegate frontier that lay along its southern border (on Hadrian’s Wall). Most likely, part of the supply of these foodstuffs was ensured by making use of the land routes and the milecastles (or fortlets) that secured the route from the Hadrian’s frontier to the Antonian one. Even so, this highlights a group of very homogeneous materials between the places of Carpow, Cramond and Newcastle.²⁴ These three places were all supplied during the Severan campaigns, and coincidentally all three lay at the mouth of the rivers that flowed into the North Sea: Carpow at the confluence of rivers Tay and Earn, Cramond between the rivers Forth and Almond, and the forts of Newcastle lying over the river Tyne. This makes us think that there was a predilection for the route of the North Sea off the Irish Sea in order to derive the supplies of war across the limits of the Empire. The selection of these forts would connect well to the well-known predilection of Rome for the use of rivers as bordering points for the places that they conquered. In due course, settlements on rivers became in many cases the point of entry and exit for troops and their supplies, a fact that would facilitate their displacement by boats and other modes of naval transportation.²⁵

²³ Pérez González 2017b: 128-159.

²⁴ Recently, Coto-Sarmiento proposes a similar relationship through the study of CEIPAC database applying a comparative method of epigraphic similarity. Coto-Sarmiento 2020.

²⁵ Recently, Remesal following Tacitus highlights the impotence of the Rhine and the Batavian Island (somewhere in its mouth) as the ideal place for the development of military operation against the barbarians, this being a key point for the supply of goods and the development of the conflict towards the interior of the continent. See: Remesal 2018c, 463-472.

No	CEIPAC	Stamp	Finding Place	Production Place	Chronology	Chronology (a.Chr. vel p.Chr.)
1	4652	SAXOFERREO	Kinneil	Huerta de Belén	2nd century AD	Mte. Testaccio: 145, 149 y 153-161 p.Chr.; Amiens: entre 110-160 p.Chr.; Nijmegen: 149 p.Chr.; Ostia: 140-180/190 p.Chr.; Vindolanda: 105-140 p.Chr.
2	16851	SAXOFERREO	Kinneil	Huerta de Belén	2nd century AD	Mte. Testaccio: 145, 149 y 153-161 p.Chr.; Amiens: entre 110-160 p.Chr.; Nijmegen: 149 p.Chr.; Ostia: 140-180/190 p.Chr.; Vindolanda: 105-140 p.Chr.
3	16536	DOMS	Mumrills	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
4	15634	QARP	Mumrills	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
5	16155	QJM	Mumrills	Malpica Sur	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
6		PN	Mumrills	-	-	-
7		ASACSR	Mumrills	-	-	-
8		CORCLE	Mumrills	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
9		ALFO	Mumrills	La Catria	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
10		COR...LL	Mumrills	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
11	16320	AELFO ¹	Camelon	La Catria	second half of the second century AD	Mte. Testaccio: 143-161 p.Chr.; Exeter: 180-210 p.Chr.; Amiens: s. II p.Chr.
12	15538	AFITAL	Camelon	-	-	-
13	16546	DOMS	Camelon	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
14	17011	FTREBECIANI	Camelon	Dehesa de Arriba	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-149 p.Chr.

15	15926	IIINENIIVL palma	Camelon	Huerta del Río	Flavian-Trajan – first half of the second century AD	Vienne: s. I p.Chr.; Augst: 70-120 p.Chr.; Corbridge: 90-140 p.Chr.; Mte. Testaccio: 145 p.Chr.; Walheim: 150 p.Chr.; Bouches-du-Rhône: 100-150 p.Chr.; Arras: fine III-IV p.Chr. (tip).
16	15925	IIINENIIVL palma	Camelon	Huerta del Río	Flavian-Trajan – first half of the second century AD	Vienne: s. I p.Chr.; Augst: 70-120 p.Chr.; Corbridge: 90-140 p.Chr.; Mte. Testaccio: 145 p.Chr.; Walheim: 150 p.Chr.; Bouches-du-Rhône: 100-150 p.Chr.; Arras: fine III-IV p.Chr. (tip).
17	16123	MIM	Camelon	La Catria	second half of the second century AD	Bregenz: 30-80/90? p.Chr.; London: 40-100 p.Chr.; Saint-Romain-en Gal.: 30/50-100 p.Chr.; Arras: s. I p.Chr.; Mte. Testaccio: 98-192 p.Chr.; Chesterholm: 160-180 p.Chr.
18	17155	Q...	Camelon	-	-	-
19	16382	QMR	Camelon	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuidy: 142-165 p.Chr.; Horbourg, Rouen (Paris): 150-200 p.Chr.; Lyon: s. II p.Chr.
20	16612	QPPHRYXI ²	Camelon	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 143-161 p.Chr.
21		NMS...	Camelon	-	-	-
22		CN...DAM	Camelon	-	-	-
23		AF...	Camelon	-	-	-
24		...VMIVF	Camelon	-	-	-
25	16309	ALFO	Rough Castle	La Catria	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr.; Rough Castle: 142-165 p.Chr.;
26		COR...LL	Rough Castle	-	-	-
27	16537	DOM	Rough Castle	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
28	16576	CORCLE	Rough Castle	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr.; Rough Castle: 142-165 p.Chr.
29	17178	...ANTIFIDIS	Castlecary	-	-	-
30	16120	LIDFITA	Castlecary	Doña Mencía	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr.; Castlecary: 142-162 p.Chr.

31	15805	MMCS	Castlecary	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Castlecary: 142-162 p.Chr.
32		MMCS	Castlecary	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Castlecary: 142-162 p.Chr.
33	17085	VIRGINENSIA	Castlecary	Villar de Brenes	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: ½ s.II p.Chr.; Castlecary, Bar Hill.; 142-165 p.Chr.
34	16637	PQ	Westerwood	-	-	-
35	16152	QJM	Croy Hill	Malpica Sur	Mid 2nd century AD	Nijmegen: 149 p.Chr.
36	17200	...M	Bar Hill	-	Mid 2nd century AD	Bar Hill: 142-165 p.Chr.
37	17205	...MMC...	Bar Hill	-	Mid 2nd century AD	Bar Hill: 142-165 p.Chr.
38	17217	...SA...	Bar Hill	-	Mid 2nd century AD	Bar Hill: 142-165 p.Chr.
39	16450	GNAECOR	Bar Hill	Peñaflor ³	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr; Old Kilpatrick, Bar Hill: 142-165 p.Chr.
40	16778	LSPBOEQ	Bar Hill	Guadajoz-Adelfa ⁴	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr; Old Kilpatrick, Bar Hill: 142-165 p.Chr.
41	15814	MMCSVR	Bar Hill	El Tejarillo ⁵	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuidy, Old Kilpatrick, Bishopston,
42	16499	SNR	Bar Hill	La Catria	2nd century AD	Strageath, Wroxeter: 138-161 p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Saintes: fine I - inicio II p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Bearsden, Cadder: 142-165 p.Chr.; Espeyran, St.Gilles: ½ s.II p.Chr.; Mte.Testaccio: 149, 153-161 p.Chr.; Bregeuz: 140-180 p.Chr.; Arras: s. III p.Chr.

43	17083	VIRAV	Bar Hill	Villar de Brenes	Mid 2nd century AD ⁶	Bregenz: 120-160 p.Chr.; Mte. Testaccio: 145,147,149 p.Chr.;
44	17084	VIRGINENSIA	Bar Hill	Villar de Brenes	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: ½ s.II p.Chr.; Castlecary, Bar Hill.; 142-165 p.Chr.
45	15665	DATZCOL (DATSCOL)	Cadder	Azanaque-Castillejo	second half of the second century AD-third century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr.; Cadder: 142-210 p.Chr.; Nijmegen: 153 p.Chr.
46	16547	DOMS	Cadder	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
47	16553	DOMS	Cadder	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
48	16325	MCPRI	Cadder	La Corregidora ⁷	Mid 2nd century AD	Cadder: 142-210 p.Chr.
49	15778	MCPRI	Cadder	La Corregidora ⁸	Mid 2nd century AD	Cadder: 142-210 p.Chr.
50	17158	QV ...	Cadder	-	Mid 2nd century AD	Cadder: 142-165 p.Chr.
51	16502	SNR	Cadder	La Catria	2nd century AD	Strageath, Wroxester: 138-161 p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Saintes: fine I - initio II p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Bearsden, Cadder: 142-165 p.Chr.; Espeyran, St.Gilles: ½ s.II p.Chr.; Mte.Testaccio: 149, 153-161 p.Chr.; Bregenz: 140-180 p.Chr.; Arras: s. III p.Chr.
52	16505	SNR	Cadder	La Catria	2nd century AD	Strageath, Wroxester: 138-161 p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Saintes: fine I - initio II p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Bearsden, Cadder: 142-165 p.Chr.; Espeyran, St.Gilles: ½ s.II p.Chr.; Mte.Testaccio: 149, 153-161 p.Chr.; Bregenz: 140-180 p.Chr.; Arras: s. III p.Chr.
53	17078	VIRAV	Cadder	Villar de Brenes	Mid 2nd century AD	Bregenz: 120-160 p.Chr.; Mte. Testaccio: 145,147,149 p.Chr.;
54	17171	...AAF...	Balmuidy	-	Mid 2nd century AD	-
55	17191	...EAT	Balmuidy	-	Mid 2nd century AD	-

56	16740	AS... ⁹	Balmuilty	-	Mid 2nd century AD	-
57	15400	LAF	Balmuilty	La Catria	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 179-180 p.Chr. (tituli picti). Balmuilty: 142-165 p.Chr.
58	15818	MMCSVR	Balmuilty	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuilty, Old Kilpatrick, Bishopton,
59	15815	MMCSVR	Balmuilty	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuilty, Old Kilpatrick, Bishopton,
60	15816	MMCSVR	Balmuilty	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuilty, Old Kilpatrick, Bishopton,
61	17151	Q...	Balmuilty	-	Mid 2nd century AD	Balmuilty: 142-165 p.Chr.
62	16378	QMR	Balmuilty	-	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuilty: 142-165 p.Chr.; Horbourg, Rouen (Paris): 150-200 p.Chr.; Lyon: s. II p.Chr.
63	17079	VIRAV	Balmuilty	Villar de Brenes	Mid 2nd century AD	Bregenz: 120-160 p.Chr.; Mte. Testaccio: 145,147,149 p.Chr.;
64	17195	...I...	Bearsden	-	-	-
65	16539	DOMS	Bearsden	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
66	16544	DOMS	Bearsden	Alcolea del Río	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 146, 153-161 p.Chr.; Mumrills, Rough Castle, Cadder, Bearsden: 142-165 p.Chr.; Amiens: 175-200 p.Chr.
67	16500	SNR	Bearsden	-	2nd century AD	Strageath, Wroxeter: 138-161 p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Saintes: fine I - inicio II p.Chr.; Amiens: 110-180 p.Chr.; Bearsden, Cadder: 142-165 p.Chr.; Espeyran, St.Gilles: ½ s.II p.Chr.; Mte. Testaccio: 149, 153-161 p.Chr.; Bregenz: 140-180 p.Chr.; Arras: s. III p.Chr.
68	16453	GNARB ¹⁰	Old Kilpatrick	-	Mid 2nd century AD	Old Kilpatrick: 142-165 p.Chr.

69	16449	GNAEC (GNAECOR)	Old Kilpatrick	Peñaflor	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr; Old Kilpatrick, Bar Hill: 142-165 p.Chr.
70	16779	LSPBOEQ ¹¹	Old Kilpatrick	Guadajoz- Adelfa	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 145-161 p.Chr; Old Kilpatrick, Bar Hill: 142-165 p.Chr.
71	15819	MMCSVR	Old Kilpatrick	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuidy, Old Kilpatrick, Bishopton,
72	16522	NIGEFVAR (NICEFVAR)	Old Kilpatrick	Dehesilla ¹²	Mid 2nd century AD	Old Kilpatrick 142-165 p.Chr.
73	15817	MMCSVR	Bishopton	El Tejarillo	Mid 2nd century AD	Mte. Testaccio: 153-161 p.Chr.; Balmuidy, Old Kilpatrick, Bishopton,
74	16357	MMF	Bishopton	-	Mid 2nd century AD	Bishopton: 142-165 p.Chr.
75		MFP	Bishopton	-	Mid 2nd century AD	Bishopton: 142-165 p.Chr.

Table Notes Section

¹ In Carreras and Funari 1998: No. 278.d4 the stamp was read as AELF ..., but we opted to complete the reading as AELFO, a group that we can verify epigraphically in different sites of Britannia. See the examples of Exeter, Caerleon, Chester, Silchester, Caerphilly Castle and Woodcutts.

² Stamp read by Carreras and Funari 1998: No. 377d, 4 as QPPRIX, although we can distinguish the letter H that would allow it to be included according to our criteria within the group QPPHRYXI.

³ The place of production of this specimen is linked to the original variant found by Bonsor in Peñaflo, with reading *Gn A(e...) C(or...)*. For this, see Bonsor 1931: No 108; Ponsich 1979: No. 82.9, fig. 34. Another similar copy was found in Saalburg by Remesal 1997: No. 227.

⁴ This is found four times in the pottery of Adelfa (Bonsor 1931: No. 337; Ponsich 1974: No. 122), two in Guadajoz (Ponsich 1974: No. 120) and in a single copy in the nearby location of Villar Tesoro (Ponsich 1974: No. 125). We opted for the Adelfa-Guadajoz society since it is part of the same production region, Carmo, as was located by Berni in sector IX of the conventus Hispalensis (Berni 2008: 513, lam.V), although Villar Tesoro would also come from same area, on the banks of the left bank of the great curve of the Guadalquivir. According to Remesal, the owner of the LSPBOEQ brand was called L. *S(ervilius) P(ollio)* and dated to commercial activity in the area stipulated between 145 and 154 AD. This personage is attested by a funerary inscription dedicated to his wife in Carmo; CIL II 5120; ILER 5680.

⁵ The MMCSVR variant has been located in Alcolea del Río and El Tejarillo. In the case of Alcolea, it was Clark-Maxwell who identified an incomplete copy, MMCSV; Clark-Maxwell 1899: 303, 126. On the other hand, in El Tejarillo, up to 7 copies have been counted: one was found by Clark-Maxwell 1899: 303, 126; another copy by Bonsor 1931: 63 and tab.XXXVIII, 311 and 5 more stamps by Ponsich 1974: 145, No. 54 fig. 56.6-10; pl.XLIX. See Berni 2008: 270, 277, lám. IV, sector X.

⁶ In spite of the fact that the copy was already verified in the first half of the first century AD, we opted in this case to follow the contextual dating of the archaeological site of Bar Hill and Castlecary, 142-165 p.Chr. This turned out to be an stamped of the middle of the century second.

⁷ Carreras and Funari 1998: No. 282 read the stamp as Callender 1965 did: No. 1134c, MLPRI, and they placed it in the La Corregidora. However, we believe by its resemblance to the stamp that the reading should be: MCFRI (Chic 1985, nº 166, broken stamp [---]FRI), see Berni 2008: 470-471, tab. 159, fig. 210.1-3.

⁸ See previous note.

⁹ Callender 1965: No. 131 read A.S.[---]; Carreras and Funari 1998: No. 418 they read it later as ASAV, just like I would after Étienne and Mayet 2004: No. 1028.

¹⁰ The reading that we offer here follows the line of Berni 2008: 572, distancing ourselves from the interpretation of Carreras and Funari 1998: 176, No. 331 (GNARPO).

¹¹ Carreras and Funari 1998: No. 403 read it as LSPBOER, which we find somewhat strange, since according to the CEIPAC epigraphic database, there is only one copy of the proposed reading, while for the group that end in Q, that is LSPBOEQ we have proof of 26 stamps.

¹² The NICEFVAR seal has been located in Barranco del Picacho and in Dehesilla. In the Barranco, Ponsich found a copy, Ponsich 1979: 225, No. 234.3, fig.81; pl.LXXIX; while in the Dehesilla, up to three specimens have been located: one in Chic 1985: 19, lam. IX, 150. Both sites are very close to each other and share part of their productions. See. Berni 2008: 474, 478; lam. X; sector II.

Bibliography

Ayllón Martín, R. and J. Pérez González 2013. La base de datos online del CEIPAC. Una herramienta para el estudio de la economía antigua: el caso del muro de Adriano. *Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea. Acceso libre]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 171, 1 de mayo de 2013.

Ayllón Martín, R. and J. Pérez González 2014. Oro líquido en los confines del Mundo Romano: la ruta del aceite bético desde las figlinae hasta el Muro de Adriano, in AA.VV. *XVIII CIAC: Centro y periferia en el mundo clásico / Centre and periphery in the ancient world. S. 7. Las vías de comunicación en Grecia y Roma: rutas e infraestructuras. Communication routes in Greece and Rome: routes and infrastructures*. 759-763. Mérida.

Ayllón Martín *et al.* 2019 = Ayllón Martín, R., J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2019. Olive Oil at the Border of the Roman Empire. Stamps on Baetican Dressel 20 found on the Tyne-Solway Isthmus, in S. Günther, T. Mattern, R. Rollinger, K. Ruffing and C. Schäfer (Hrsg.) *Marburger Beiträge zur Antiken Handels-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte*. Band 36 2018. Rahden/Westf: Leidorf.

Berni, P. 2008. *Epigrafía anfórica de la Bética. Nuevas formas de análisis* (Instrumenta 29). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Berni Millet *et al.* 1997 = Berni Millet P., A. Aguilera Martín and J. Serra 1997. La base de datos Testaccio: la difusión a través de internet de las inscripciones comerciales del Imperio romano, in M. Balado Ruiz-Gallegos, J.A. García Regueiro and M.J. de la Fuente y de la Calle (coord.) *Congreso Internacional sobre Sistemas de Información Histórica, 6, 7 y 8 de noviembre de 1997*. 477-486. Vitoria-Gasteiz.

Birley, A.R. 2005. *The Roman Government of Britain*. Oxford.

Bishop, M.C. 2014. *The Secret History of the Roman Roads of Britain*. Barnsley, Pen & Sword.

Breeze, D.J. 2006. *The Antonine Wall*. Edinburgh.

Breeze, D.J. 2015. The Vallum of Hadrian's Wall. *Archaeologia Aeliana* ser.5, 44: 1-30.

Bonsor, G.E. 1931. *The Archaeological Expedition along the Guadalquivir*. New York: The Hispanic Society of America.

Callender, M.H. 1965. *Roman Amphorae (with an Index of Stamps)*. London.

Calvanese *et al.* 2015 = Calvanese, D., A. Mosca, J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull 2015. A 'Historical Case' of Ontology-Based data Access, in *Digital Heritage* (DH 2015). Granada.

Calvanese *et al.* 2016 = Calvanese, D., P. Liuzzo, J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull 2016. Ontology-based data integration in EPNet: Production and distribution of food during the Roman Empire, in *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 51: 212-219.

Carreras, C. 2000. *Economía de la Britannia romana: la importación de alimentos* (Instrumenta 8). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Carreras *et al.* 1998 = Carreras, C. and P.P.A. Funari 1998. *Britannia y el Mediterráneo: Estudios sobre el abastecimiento de aceite bético y africano en Britannia* (Instrumenta 5). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Carreras, C. and De Soto, P. 2013. The Roman Transport Network: A Precedent for the Integration of the European Mobility. *Historical Methods A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History* 46(3): 117-133.

Carreras, C., Morais, R. 2012. The Atlantic Roman trade during the Principate: new evidence from the western façade. *Oxford Journal of Archaeology* 31(4): 419-441.

Chic, G. 1985. *Epigrafía anfórica de la Bética I: las marcas impresas en el barro sobre ánforas olearias (Dressel 19 20 23)*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Chic, G. 1988. *Tres estudios sobre la Colonia Augusta Firma Astigi*. Écija: Gráficas Sol.

Chic, G. 2001. *Datos para un estudio socioeconómico de la Bética. Marcas de alfar sobre ánforas olearias*. 2 vol. Écija: Graficas Sol.

Chic, G. 2003. Colonia Augusta Firma Astigi: una economía de prestigio, in *VII Congreso de Historia: Écija, economía y sociedad*. 1Écija, 13-46.

Clark-Maxwell, W.C. 1899. The Roman Towns in the Valley of the Baetis between Cordoba and Sevilla. (*Archaeological Journal* 56). 245-305. London: Archaeological Institute of Great Britain and Ireland,

Coto-Sarmiento, M. 2020. *Cuantificando el cambio cultural: Una aproximación evolutiva a la producción de las ánforas de aceite de oliva en la zona de la Bética (ss.I-II d.C)*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.

Dumville, D. 1994. The eastern terminus of the Antonine Wall: 12th- or 13th-century evidence. *Proceedings of the Society of Antiquaries of Scotland* 124: 293-8.

Dressel, H. 1878. Ricerche sul Monte Testaccio. *Annali dell' Instituto di Corrispondenza Archeologica* 50: 118-192, tavv. L, M, N

Ehmig, U. 2003. *Die römischen Amphoren aus Mainz* (Frankfurter Archäologische Schriften 4). Möhnesse.

Étienne, R. 1949. Les amphores du Testaccio au III siècle. *Mélanges d'archéologie et d'histoire de l'École Française de Rome* 41: 151-181.

Étienne, R. and F. Mayet 2004. *L'huile hispanique. Corpus des timbres amphoriques sur amphores Dressel 20*. Paris.

- Fabiao, C. 2017. La contribución del CEIPAC a la historia económica del Imperio Romano, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Economía Romana. Nuevas Perspectivas / The Roman Economy. New Perspectives* (Instrumenta 55). 75-88. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Funari, P.P.A. 1996. *Dressel 20 Inscriptions from Britain and the Consumption of Spanish Olive Oil. With a Catalogue of Stamps*. Oxford.
- Funari, P.P.A. 2008. La contribution d'une approche postprocessual pour la compréhension de la consommation d'huile d'olive en Bretagne romaine. *Stud. Hist., H.antig.* 26: 271-302.
- Giménez et al. 2018 = Giménez, X., G. Rull, J. Pérez González, A. Mosca, B. Rondelli and J. Remesal Rodríguez, J. 2018. Roman Open Data. *Open Science & The Humanities Conference*, Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/147002>
- Guichard, P. 1991. Sur les procurateurs du Kalendarium Vegetianum et quelques notables municipaux, in J.M. Blázquez and S. Montero (coord.) *Alimenta. Estudios en homenaje al Dr. Michel Ponsich. Gerión, Anejos III*: 297-308
- Hornshaw, T. 2000. The Wall of Severus?. *Archaeologia Aeliana* 28: 27-36.
- Keppie, L. 2012. *The Antiquarian Rediscovery of the Antonine Wall*. Edinburgh: Society of Antiquaries of Scotland.
- Laubenheimer, F. and E. Marlière 2010. *Échanges et vie économique dans le Nord-Ouest des Gaules. Le témoignage des amphores du IIe siècle avant J.-C. au IVe siècle après J.-C. Volume I-II*, Université de Franche-Comté.
- Laurence, R. 2001. The creation of geography. An interpretation of Roman Britain, in C. Adams and R. Laurence (eds.) *Travel and geography in the Roman Empire*. 67-94. London.
- Lomas F. J. and P. Sáez 1981. El Kalendarium Vegetianum, la annona y el comercio del aceite. *Melanges de la Casa de Velázquez* 17: 55-84.
- Maldonado, A. 2015. The Early Medieval Antonine Wall. *Britannia* 46: 225-245.
- Manacorda, D. 1977. Ambiente XVI. Le anfore. *Ostia IV. Studi Miscellanei* 23: 116-266 and 277-283.
- Martín Arroyo et al. 2017 = Martín-Arroyo, D.J., L. Prignano, I. Morer, G. Rull, M. García Sánchez, A. Díaz Guilera and J. Remesal Rodríguez 2017. The Wine Trade of Roman Crete: Construction of Onomastic and Geographical Networks, in J. Velaza (Ed.) *Insularity, Identity and Epigraphy in the Roman World*. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing.
- Martin Kilchner, S. 1987 *Die römischen Amphoren aus Augst und Kaiseraugst. Ein Beitrag zur römischen Handels und Kulturgeschichte, 1, Die Südspanischen Ölamphoren. Forschungen in Augst, 7/1*. Augst.
- Mayet, F. 1986. Les figlinae dans les marques d'amphores Dressel 20 de Bétique, in *Hommage à Robert Étienne* (Publications du Centre Pierre Paris 17 = *Revue des études anciennes*, 88). 285-305. Paris.

Morillo *et al.* 2016 = Morillo, A., J. Salido Domínguez and F. Fernández Ochoa 2016. Hispania and the Atlantic Route in Roman Times: new Approaches to Ports and Trade. *Oxford Journal of Archaeology* 35(5): 267–284.

Moros Díaz, J. 2014. La intervención Severiana en la producción del aceite bético, in J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio Roma VI* (Instrumenta 47). 773-860. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Moros *et al.* 2010 = Moros Díaz, J., J.S. Barea Bautista, J.L. Barea Bautista and J. Solís Siles 2010. Propiedades de los Severos en la Bética: La figlina Paterna, in J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) V* (Instrumenta 35). 495-511. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Mosca *et al.* 2015 = Mosca, A., J. Remesal Rodríguez, G. Rull and M. Rezk 2015. Knowledge Representation in EPNNet, in T. Morzy, P. Valduriez and L. Bellatreche (eds) *New Trends in Databases and Information Systems. Communications in Computer and Information Science*. Poitiers.

Orengo, H.A. and A. Livarda 2016. The seeds of commerce: A network analysis-based to the Romano-Briish transport system. *Journal of Archaeological Science* 66: 21-35.

Palacín *et al.* 2019 = Palacín Copado, C., J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2019. Amphoric epigraphy and Roman Open Data: Laietanian wine amphorae as a case study. *European Meeting on Ancient Ceramics (EMAC), 15th edition. Universitat de Barcelona* (16-18 de setembre de 2017). Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/146998>

Palacín *et al.* 2020 = Palacín, C., J. Pérez González and G. Rull 2020. Epigrafia amfòrica i Roman Open Data: les àmfores del litoral central de Catalunya com a cas d'estudi. *Laietania* 21: 97-130.

Pérez González J. 2014. La base de datos on line del Ceipac. Los tituli picti. Ar@cne. *Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea. Acceso libre]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 190, 1 de noviembre de 2014.

Pérez González, J. 2017a. Nuevos ejemplares de marcas sobre ánforas Dressel 20 en el territorio del Conventus Hispalensis: Villar Tesoro, Azanaque y La Catria. *Onoba. Revista de Arqueología y Antigüedad* 5: 75-87.

Pérez González, J. 2017b. *Ex Oriente Luxus*. Marco teórico sobre la existencia de una red libre de escala y el uso de superconectores durante el Alto Imperio romano. *Anabasis. Studia Classica et Orientalia* 8: 128-159.

Pérez González *et al.* 2018 = Pérez González, J., M. Morvan, L. Prignano, I. Morer, A. Díaz Guilera, J.M. Bermúdez Lorenzo and J. Remesal Rodríguez 2018. Reconstruir lo roto. Un método para vincular entre sí las inscripciones del Testaccio, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (ds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos / Quantifying ancient economies: problems and methodologies* (Instrumenta 60). 251-280. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

- Prignano *et al.* 2017 = Prignano, L., I. Morer, S. Lozano, J. Perez Gonzalez, F. Fulminante and A. Diaz-Guilera, A. 2017. *The Weird, Wired past. The Challenges of Applying Network Science to Archaeology and Ancient History*, in J. Remesal, J. (eds) *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman Economy. New Perspectives* (Instrumenta 55). 125-148. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Ponsich, M. 1974. *Implantation Rurale Antique sur le Bas-Guadalquivir*. Madrid.
- Ponsich, M. 1979. *Implantation Rurale Antique sur le Bas-Guadalquivir*. Paris.
- Pons Pujol, Ll. and J. Pérez González 2018. La presencia del aceite bético en Mauretania Tingitana. Nuevos métodos de análisis. *Studia Antiqua et Archaeologica* 24(2): 279–302.
- Remesal Rodríguez, J. 1980. Reflejos económicos y sociales en la producción de ánforas olearias béticas (Dr.20), in *Producción y comercio del aceite en la Antigüedad. Primer Congreso Internacional*. 131-153. Madrid.
- Remesal Rodríguez, J. 1986. *La Annona Militaris y la Exportación de Aceite Bético a Germania*. Madrid.
- Remesal Rodríguez, J. 1996. *Mummius Secundinus*. El *Kalendarium Vegetianum* y las confiscaciones de Severo en la Bética (HA Severus 12-13). *Gerión* 14: 195-221.
- Remesal Rodríguez, J. 1997. *Heeresversorgung und die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen der Baetica und Germania*. Stuttgart.
- Remesal Rodríguez, J. 2008. El grupo CEIPAC y los estudios de epigrafía anfórica en España, in D. Bernal and A. Ribera Lacomba (eds.) *Cerámicas hispanoromanas. Un estado de la cuestión. Actas del XXVI Congreso Internacional de la Asociación Rei Cretariae Romanae Fautores*. 807-808.
- Remesal Rodríguez, J. 2010. Los sellos, in J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) V* (Instrumenta 35). 167-242. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Remesal Rodríguez, J. 2011. *La Bética en el concierto del Imperio romano*. Madrid: Real Academia de la Historia.
- Remesal Rodríguez, J. 2012. *Corpus versus Catalog*, propuestas sobre una vieja cuestión, in M.E. Fuchs, R. Sylvestre and C.S. Heidenreich (dir.) *Inscriptions mineures: nouveautes et reflexions. Actes du premier colloque Ductus (19-20 juin 2008, Université de Lausanne)*. 83-93. Bern, Berlin, Bruxelles, Frankfurt am Main, New York, Oxford, Wien.
- Remesal Rodríguez, J. 2013. Nuevos datos sobre las confiscaciones de Septimio Severo en la Bética, in *Actes du 1er Congrès International d'Arqueologia i Món Antic, Govern i Societat a la Hispània Romana: Novetats Epigràfiques, Homenatge a Géza Alföldy*. 233-245. Tarragona: Fundació Privada Mútua Catalana.
- Remesal Rodríguez, J. 2018a. Introducción, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez, J. 2018b. El valor estadístico de la epigrafía sobre ánforas Dr. 20, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds) *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims* (Instrumenta 60). 215–236. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez, J. 2018c. Conclusiones, in J. Remesal Rodríguez (Ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 463–472. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal Rodríguez, J. 2018d. I provvedimenti annonari: la Baetica, l'olio per Roma e il Monte Testaccio, in C. Panella (Ideazione di), A. D'Alessio, C. Panella and R. Rea (a cura di). *I severi. Roma Universalis. L'Impero e la dinastia Venuta dall'Africa*. Milano.

Remesal *et al.* 2000 = Remesal Rodríguez, J., P. Berni Millet and A. Aguilera Martín 2000. Internet. Evaluador y difusor de la ciencia histórica. *Contributors das ciências e das tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*. Porto. ADECAP. Actas do 3er Congresso de Arqueologia Peninsular.

Remesal *et al.* 2008 = Remesal Rodríguez, J., P. Berni Millet and A. Aguilera Martín 2008. Amphoreninschriften und ihre elektronische Bearbeitung, in M. Hainzmann and R. Wedenig (Hrsg.) *Instrumenta Inscripta Latina II. Akten des 2. Internationalen Kolloquiums Klagenfurt, 5.-8. Mai 2005*. Klagenfurt.

Remesal Rodríguez, J. and J. Pérez González 2018. Los grafitos sobre ánforas en Xanten, in J. Remesal Rodríguez, J. (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 421–462. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Remesal *et al.* 2015 = Remesal, J., A. Aguilera Martín, M. García Sánchez, D.J. Martín-Arroyo Sánchez, J. Pérez González and V. Revilla Calvo 2015. Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC). *Pyreane* 46 (1): 245–275.

Remesal *et al.* 2019 = Remesal, J., Ll. Pons Pujol, J. Pérez González and J.M. Bermúdez Lorenzo 2019. Nuevas Propuestas de datación de la epigráfica anfórica a través de la cronología de los asentamientos militares del limes renano-danubiano. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua* 32: 173–214.

Rubio-Campillo *et al.* 2018a = Rubio-Campillo, X., J.-M. Montanier, G. Rull, J.M. Bermúdez Lorenzo, J. Moros Díaz, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2018. The ecology of Roman trade. Reconstructing provincial. *Journal of Archaeological Science* 92: 37–47.

Rubio-Campillo *et al.* 2018b = Rubio-Campillo, X., J.M. Bermúdez Lorenzo, J.-M. Montanier, J. Moros Díaz, J. Pérez González, G. Rull and J. Remesal Rodríguez 2018. Provincias, sellos e hipótesis nulas: la identificación de rutas de comercio a través de medidas de distancia cultural, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds) *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims* (Instrumenta 60). 237–250. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Sáez Fernández, P. and G. Chic García 1983. La epigrafía de las ánforas olearias béticas como posible fuente para el estudio del colonato en la Bética, in *Producción y comercio del aceite en la Antigüedad. Segundo Congreso Internacional*. 193–210. Sevilla.

Salido, J. 2011. *Horrea Militaria*. El aprovisionamiento de grano al ejército en el occidente del Imperio Romano. *Anejos de Gladius* 14. Madrid.

Schäfer, C. 2017. The debate on the ancient economy as a “battlefield” and the question of transport routes to the Rhine region, in J. Remesal Rodríguez (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 89-118. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

Shotter, D. 1998. *Roman Britain*. London.

Woolliscroft, D. J. and B. Hoffmann 2010. *Rome's first frontier: the Flavian occupation of Northern*. Stroud: The History Press.

Tyers, P. 1996. Roman amphoras in Britain. *Internet Archaeology*, 1. http://intarch.ac.uk/journal/issue1/tyers_index.html

Approaches to the Roman Food Economy: GIS Agricultural Modelling in *Baetica* and Amphorae Epigraphy from *Pompeii*

Daniel J. Martín-Arroyo Sánchez

1. Introduction

The main results of the EPN¹ lines of research carried out by the author of this chapter are summarized in the following pages.² The involved cases are compiled here, not ordered chronologically by date of publication, but by subject matter. EPN concerns production and distribution of food in the Roman Empire using new innovative approaches, by implementing new methodologies in an interdisciplinary research context. The author's previous expertise and skills converged with the requirements of the EPN Project. In that sense, the Roman amphorae and their epigraphy were just a piece of evidence in his study of territories, and GISs (Geographic Information Systems) were one of the tools used in the study of Roman colonies.³ Within the EPN Project, the author was charged with the study of epigraphy on amphorae which contained fish-based products and wine. Few inscriptions in this regard were referenced in the *Corpus CEIPAC*, which mainly focused on the epigraphy of the Dressel 20 olive-oil amphorae, which were widely provided for the archaeological excavations of the CEIPAC's research team in the Monte Testaccio (Rome). The EPN's challenge required a remarkable quantity of new data. In that sense, the solution proposed and carried out by the author of this chapter was the computerization of the *tituli picti* recorded in the volume IV of the *Corpus Inscriptionum Latinarum*.⁴ This volume compiles the inscriptions found in the Vesubian area, mainly in *Pompeii*. As the Cretan wine amphorae were the most notable within this group of inscriptions, most of the author's EPN research was focused on this part of the evidence. In that way, the combination of previous academic interests and new research opportunities have involved studies on olive-oil and wine through different parts of the Roman Empire, by using GIS modelling and amphorae epigraphy to get a better understanding of the production and distribution of food.

2. GIS agricultural Modelling in *Baetica*

2.1. Olive growing

The Roman Province of *Baetica* experienced an important expansion during the Principate.⁵ Several sources of wealth supported this economic growth but one of them is especially documented in the archaeological record: the olive oil production. More than 8.000 tonnes of olive oil were produced every year just for the public supply to the Roman troops in the German and British frontiers, and the citizens living in Rome. The impressive structures dedicated to extract oil from olives are evidenced in

¹ EPN Project *Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics* (ERC-2013-ADG 340828); European Research Council; I.P. José Remesal Rodríguez. With respect to other CEIPAC's granted projects, see the references HAR2017-85635-P (MICINN) and 2017 SGR 512 (AGAUR).

² Many thanks to Nick Bennet-Britton for the English revision.

³ Martín-Arroyo 2018a.

⁴ Martín-Arroyo and Remesal 2017.

⁵ Remesal 2011.

Baetica (Fig. 1), but the more remarkable evidence is the huge amount of amphorae fragments that were accumulated beside the Baetican Genil and Guadalquivir rivers. Actually, more than 115.000 amphorae were annually made just for the aforementioned public supply.⁶ The resulting amount and complexity of these archaeological data offers the unusual traceability of an ancient key commodity. The referred amphorae (Dressel 20 type) carried different inscriptions (stamps, graffiti, and *tituli picti*) that provide information about the complex mechanisms involved in the olive oil economy. Effectively, olive oil was needed to maintain the military and political order in the frontiers and the capital. Moreover, it was an essential element in the Mediterranean diet⁷ as, indeed, it is today. This opportunity of research is equal in size to the resulting challenge. The analysis of available data depends on our understanding of them as a part of the full evidence, which is in turn the result of a complex historical phenomenon. The huge diversity, quantity, and wide dispersion of the archaeological remains constrains the research, in addition to the lack of explanatory frameworks for the way in which Roman society generated them.

Ancient writers on agriculture reported some generalities on olive cultivation such as the preference for soft and stony slopes in the Baetican case⁸ and the inland expansion of olive groves.⁹ Preceding research has been quite limited in the study of this phenomenon of olive grove expansion because of the large amount of data to be managed. Currently, GIS technologies make it easier to embrace this challenge, with modelling as a tool to link historical theory, terrain data, and the partial information from the archaeological record. Nowadays, functional groups with up to six oil presses are attested in the Middle Valley of the Guadalquivir, the Subbaetic System, and the surroundings of Jaén and Granada¹⁰ (Fig. 1). This points to the prolongation of the olive groves far beyond the riversides in the Middle Valley, even including those groves that were dedicated to the export trade. They possibly may have existed even beyond the boundaries of the *Baetica* in the High Valley, as epigraphically attested.¹¹ However, traditional and current research have focused on the riversides of the Middle Valley, where the fluvial transport conditioned the arrangement of the Dressel 20 potteries. The researchers were attracted by the huge amount of findings and the epigraphy, especially stamps. Actually, the epigraphic corpus on Dressel 20 has allowed the CEIPAC¹² and the EPNNet Project¹³ to implement new methodological approaches¹⁴. Nevertheless, a more complete understanding of these stamps requires a deeper knowledge of the Roman potteries or *figlinae*. Unfortunately, most of them are recorded just by superficial survey. The Oleastro Project¹⁵ is prosecuting this research with archaeological surveys and excavations, but probably the biggest part of the evidence will remain underground for a very long time.

⁶ Martín-Arroyo 2019a: esp. 176.

⁷ UNESCO recognized the Mediterranean diet as an Intangible Cultural Heritage of Humanity: <https://ich.unesco.org/en/RL/mediterranean-diet-00884>

⁸ Columella, *De Re Rustica* (COL. 8. 5. 8); Plinius the Elder, *Naturalis Historia* (PLIN. Nat. 17. 93). See too Sáez 1987: esp. 153 and 157.

⁹ Plin. Nat. 15. 1. Thanks to Antonio Aguilera (CEIPAC, Universitat de Barcelona) for the suggestion of this idea.

¹⁰ Peña 2016: esp. 318.

¹¹ See the *tituli picti* on Dressel 20 amphorae from the *Corpus Inscriptionum Latinarum* (CIL, XV, 4134-4136: *Fisci rationis patrimonio provinciae Tarraconensis*). Martín 2001. See too: Fornell 1997.

¹² <http://ceipac.ub.edu/>; Remesal *et al.* 2015.

¹³ Remesal *et al.* 2014.

¹⁴ Rubio *et al.* 2017; Pérez *et al.* 2018; Remesal 2018; Rubio *et al.* 2018.

¹⁵ <http://archimede.cnrs.fr/index.php/102-programmes-scientifiques/programmes-scientifiques-3/717-oleastro>.

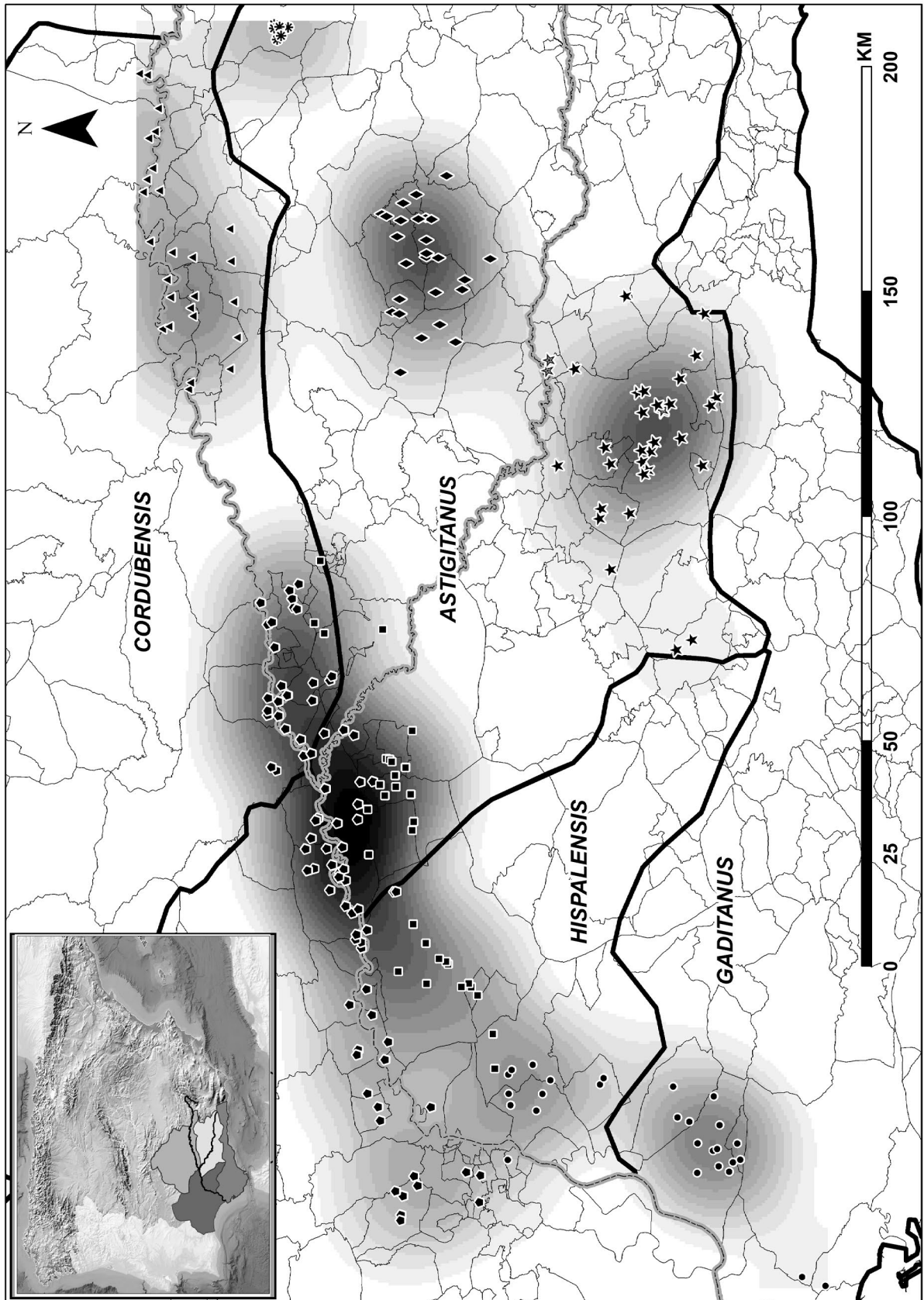


Figure 1. Olive oil presses in the four Baetican *conventus*.

With regards on the problem of understanding the ever-partial evidence, GIS is currently accepted in archaeology as a tool to map and model spatial phenomena from the past, which includes applications like predictive modelling. However, the inclusion of partial and/or poorly documented evidence¹⁶ and non-environmental parameters¹⁷ is a challenge that has only been taken up in the last five years and is still very much in development. This is coupled with an extension of GIS-based analysis to other techniques such as network analysis and Agent-Based Modelling. In the 1990s, criticism of GIS analysis came from the need to have a more developed theoretical support structure. Contrary to the criticism of the environmental deterministic approaches, parameters and techniques to include the human factor are being taken into account, such as the related ones to the decision-making procedures. It requires a larger academic involvement in order to reduce our dependency with respect to other disciplines, by creating our own agenda for digital archaeology. For example, predictive modelling is successfully used in cultural resource management to focus survey and economic efforts on preservation, regarding the expected patterns of settlement. On the other hand, predictive modelling requires more theoretical improvements to offer causal explanations of the observed phenomena. Theory and technique should be involved in a better relationship with the ‘messy data’ coming from multiple sources. In this sense, the creation of protocols and the performance of effective data mining are general goals. They will allow sharing of information across institutional and national boundaries. Furthermore, supra-regional GIS approaches provide a wider opportunity to incorporate the emerging technologies of Agent-Based Modelling and Social Network Analysis, as evidenced by the project ‘Finding the Limits of the *Limes*’.¹⁸

The EPNet paper on the modelling of the Baetican olive growing¹⁹ is an initial attempt to solve these historic and methodological challenges. It combines data compilation with its geographical and quantitative modelling in order to propose a cliometric hypothesis. The main objective was to quantify the impact of the olive oil production in the riversides of the ancient *Baetis* and *Singilis* (current rivers Guadalquivir and Genil). The data compilation includes potteries of Dressel 20 and 23 amphorae, Roman olive oil presses and figures of the spread of the olive groves in years 1750, 1880, 1960 and 2010. Preliminary estimations have been proposed for the olive groves’ productivity, the workload carried out by the potteries and their distribution by *conventus* (Baetican districts). The calculated workload points to a spread of olive groves near to that of 1880. This is an economic feature related to a remarkable external demand of olive oil. Both by human consumption in Roman times or by industrial uses in 1880, the production was promoted to achieve similar results. Such a comparison encourages further research because it could be relevant in order to rethink the Roman economy, within the historiographic discussion between primitivists and modernists.

2.2. *Riparia-Vinea Ratio*

Meanwhile the econometric study of Roman olive oil is just an initial approach, a series of papers on the modelling of the *Riparia-Vinea Ratio* has been published by delving deeper into specific theoretical and practical matters. Based on a statement given by the Latin agronomist Columella (4. 30. 2), this Ratio

¹⁶ Crema 2012; Cooper and Green 2016.

¹⁷ Verhagen and Whitley 2012.

¹⁸ <https://limeslimits.wordpress.com/> Verhagen and Whitley 2012; Verhagen 2018. ‘Finding the Limits of the Limes: Using spatial dynamical modelling to reconstruct and understand the development of the cultural landscape in the Dutch part of the Roman limes’, 2012-2017, Faculty of Humanities of the Vrije Universiteit Amsterdam, financed by NOW (The Netherlands Organisation for Scientific Research) under the VIDI Innovative Incentives scheme (project number 276-61-005).

¹⁹ Martín-Arroyo 2019a.

concerns the proportion between the size of a vineyard and the riparian land required for growing reeds and osier-willows, which were used in the making of the vine training system (*uinea iugata*). In this case, the general objective of the modelling is to get a better understanding of the implications of this agronomic rule in the configuration of Roman settlement patterns and rural landscapes.

A first approach²⁰ on the exploitation of the riparian vegetation summarized the diversity of usages, species and land management strategies that are attested in the written evidence. A study area was selected to test the usefulness of the available GIS resources in the understanding of the relationship between Roman settlement and other landscape components. The diversity of riparian spaces and the previous research in the zone were the main criteria of the choice. The area is located on the Baetican coast, in the hypothecal *confinium* between the *municipium Gaditanum* and the *colonia Hasta Regia*.

A second paper²¹ was focused on the riparian species related to the vine training systems by reviewing written sources. The study area was divided with Thiessen polygons surrounding the Roman rural sites. The related *riparia* and *non-riparia* land was quantified and analysed with regards to the Ratio. A third paper²² offers some considerations on the utility and limits of the modelling. Furthermore, the typology of amphorae related to the grape-based products is analysed with respect to the research of the study area and the overall Baetican production of wine.

The fourth paper²³ compiled iconographic and arqueobotanic data in relation to the vine training systems and the Ratio. Geographic, cultural and economic factors on Roman viticulture are discussed with regards to some Latin and modern studies. Two systems of vine training could have coexisted in the study area, with and without supports respectively. The first one could be related to an Italic agricultural model imported to the *colonia Hasta Regia*, the second one to the Punic tradition, as maintained in the *municipium Gaditanum*. The results of the modelling were discussed in that sense. In this instance, the main improvement of the modelling consisted of the estimation of the self-sufficiency in the land plots, including manpower and trained vineyards. This self-sufficiency was weighted in units of exploitation and quantified within two versions of the model (Models 1 and 2, with and without the growing of reeds in the *riparia* land respectively).

A fifth paper²⁴ increased the number of archaeological sites from the original 73 to 225, involving new geographical and civic zones. Methodological details on GIS analysis and quantification of the results were offered in a complete set of maps and graphics. The size of the resulting vineyards was contrasted to the ideal sizes of catonian and collumellian plots in order to offer new perspective to the historiographic discussion on the land properties in Roman times. The results of Models 1 or 2 were quantified and summarized with specific figures, showing the remarkable impact of some small changes in the parameters of the modelling.

²⁰ Martín-Arroyo and Trapero 2015.

²¹ Martín-Arroyo 2016.

²² Martín *et al.* 2017: 205-208 and 216-218.

²³ Martín-Arroyo and Remesal 2018.

²⁴ Martín-Arroyo and Castro in press.

3. Amphorae epigraphy from Pompeii: contexts, contents and structures

3.1. An overall perspective of the inscribed amphorae from *Pompeii* and its surrounding area

The eruption of Vesuvius generated paradigmatic archaeological contexts in *Pompeii* and the surrounding area. From the beginning of the excavations under the Bourbons to the current archaeological missions, the singularity of such contexts attracts international scientific interest. Furthermore, this area is recognised as a UNESCO World Heritage site since 1997.

Amphorae epigraphy is an essential piece of evidence for the understanding of these exceptional contexts. Most of these inscriptions has been recorded in the *CIL IV* (1871-1970) and in a later compilation.²⁵ In relation to this information, research interest in the Roman economy increased rapidly, with studies like those of Remark (1912), Day (1932), Andreau (1974) and Tchernia (1986). However, the lack of overall visions, cross-references and typological studies limited the scope of the results.

The diversity of the Pompeian epigraphic cases highlights the complexity in the understanding of the amphorae record.²⁶ The revision of these inscriptions has been carried out by researchers such as Panella (1976; 1977) and Marangou-Lerat (1995). However, few *tituli picti* have been preserved in the stored amphorae. Only recent excavations of intact *lapilli* deposits have provided new inscriptions of this type.²⁷ Furthermore, the research has paid little attention to the record of the *tituli picti*, in marked contrast to the importance given to archaeological trenches and structural studies. Epigraphic analysis has been limited to certain amphorae types and epigraphic repertoires.²⁸ There is a lack of comprehensive systematic studies about issues such as the epigraphic parallelisms between different types of amphorae or the contextual relationships in specific domestic spaces.

Although most of the documented *tituli picti* come from *Pompeii* and its surroundings, some complementary evidence is relevant to its interpretation. Some epigraphs show the extent of certain business circles, beyond the cases that could be interpreted as exclusively Vesuvian. Thus, as well as in the Pompeian cases, the *gens Claudia*²⁹ and the wine from *Lyttus*³⁰ have also been recorded on Cretan amphorae from *Roma* and *Ostia*.³¹

The amphorae epigraphy of *Roma* has been a fundamental reference source ever since the works of Dressel. Already in the work of this author we can distinguish a minority and a majority epigraphic set. On the one hand, the *tituli picti* from *Castra Praetoria* were written on a heterogeneous and relatively small set of amphorae.³² On the other hand, the inscriptions from Monte Testaccio were written mostly on the Dressel 20 type. The huge volume of the latter set is compiled in the CEIPAC database. Within the EPNet Project, efforts have been made to offset the deficiencies in the documentation relating to wine and salted fish-based products. In that sense, a systematic study of *CIL IV* has been carried out.³³ When comparing these records with the information available in Rome, remarkable similarities and

²⁵ Giordano and Casale 1991.

²⁶ Peña 2007.

²⁷ Timby 2004; Bernal *et al.* 2014.

²⁸ Peña 2007b.

²⁹ Martín-Arroyo in press, a; Martín-Arroyo 2020a.

³⁰ Martín-Arroyo 2020b.

³¹ Casaramona *et al.* 2010: 116 and 120; Rizzo 2014: 325.

³² Lagóstena 2002-2003.

³³ Martín-Arroyo and Remesal 2017.

differences are found. For example, the quantity of Cretan amphorae recorded in the excavations of the Nuovo Mercato di Testaccio³⁴ stands out, as well as their number among the Vesuvian *tituli*, reaching 31% of the inscribed amphorae³⁵ (Fig. 2). On the other hand, the Dressel 20 amphorae hardly appear in the Pompeian context,³⁶ despite their massive influx to *Roma*.

This sort of comparison can be implemented within the study of the respective epigraphic evidence and their archaeological contexts. Quantitative studies can reinforce such research, as shown in the case of the Terme del Nuotatore in *Ostia*.³⁷ In addition, the study of supply networks and port systems has reached a high degree of international scientific interest, as shown by the European Research Council grants to the Portus-Limen and EPNet projects.

In relation to the development of the epigraphic methodology for these Pompeian inscriptions, three aspects have been considered: description, criticism and analysis. Groups of inscriptions have been selected according to the amphorae typology or other factors. General descriptions have included quantitative and spatial approaches. A Geographic Information System database has been developed with the available digitalized cartography. Kernel Density maps and other outcomes are expected to be useful tools for the forthcoming research, as shown in a previous paper.³⁸

Academic appraisal has been focused on the archaeological and historiographical contexts.³⁹ The relationship between the inscriptions and the objects on which they are inscribed can be stated in time and space, regarding aspects such as their residual character or their distribution in sets for storage or sale. Evaluation of the bibliography states how a good technical record of the inscriptions and the accumulation of similar cases allow corroboration or refutation of the readings. These factors have been considered in particular cases to determine new interpretations of the *tituli picti*.

The analysis consists of the identification and comparison of semantic contents and epigraphic structures. The Codex methodology simplifies this task. Codex proposes the conceptual deconstruction of inscriptions into categories comprising products, personal names, figures, consular datings, symbols, vestiges or uncertain readings. Every concept is transcribed as a letter or symbol. Additional features, such as the language (Latin or Greek; upper or lowercase letters respectively) or a certain degree of uncertainty (added question mark), are incorporated by modifying these letters. Furthermore, another set of symbols includes the spatial relationship of the concepts or changes in the colour of the inks. The resulting strings of characters can be easily commented upon and compared in texts and tables or analysed in databases in order to cluster them and resolve uncertainties. Some of the initial outcomes show an interesting relationship between the Crétoise 2 amphorae (Pompeii VIII; PO08) and the Cilician Pompeii 13 (PO13) (Fig. 2). Structural patterns and the use of inks point to similar contexts for both amphorae types in the trade route from *Alexandria* to *Roma*.⁴⁰

³⁴ Casaramona *et al.* 2010.

³⁵ Martín-Arroyo *et al.* 2017: 183.

³⁶ Manacorda 1977: 131.

³⁷ Rizzo 2014.

³⁸ Martín-Arroyo 2018b: esp. fig. 3.

³⁹ Martín-Arroyo 2018b.

⁴⁰ Martín-Arroyo 2019b and 2020.

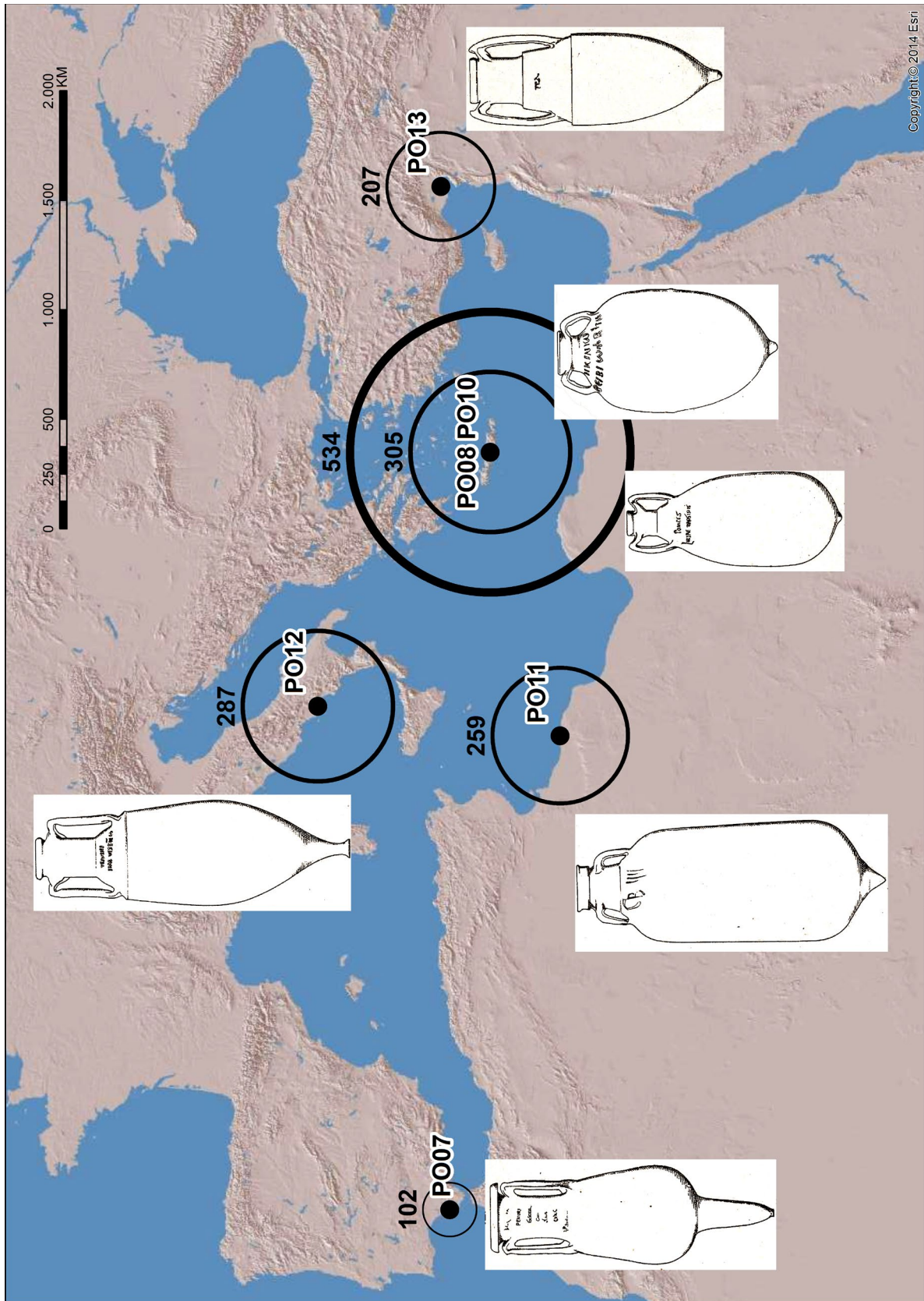


Figure 2. The most recorded amphorae types in the *CIL* IV and some complementary sources. Central productive locations and quantitative graphic of amphorae by type.

3.2. The case of *Sextus Pompeius Amarantus*: evidence of the high degree of specialization in the Roman distribution of wine

A typology of places of finding has been defined from the *CIL* data on the domestic contexts from *Pompeii* and *Herculaneum*.⁴¹ This typology is useful in order to understand aspects of the use cycle of amphorae. A total amount of 534 PO08 amphorae were studied, from which 239 (44,8%) do not have recorded information on the functionality of their respective places of finding. The types of spaces are:

1. Distribution establishments, where the contents from amphorae were sold or consumed by customers (75 amphorae; 14%): *caupona*, *taberna*, *thermopolium*.
2. Domestic spaces for storage and private consumption of amphorae contents (13; 2,4%): *apotheca*, *culina*, *horreum*, *repositorium*, *triclinium*.
3. Other domestic spaces where empty amphorae were in stock or being reused (90; 16,9%): *atrium*, *balneus*, *cella*, *cella servilis*, *conclave*, *crypta*, *cryptoporticus*, *cubiculum*, *impluvium*, *latrina*, *ludus*, *membrum*, *palaestra*, *peristylum*, *porticus*, *posticum*, *tabulatum*, *tablinum*, *sub scala*, *vestibulum*, *villa*, *xystum*.
4. Craft spaces, where the amphorae would contain raw material or would be used in a different way with respect to their original purpose (5; 0,9%): *cella vinaria*, *fullonica*, *officina tinctoria*, *pistrinum*.
5. Marginal spaces, outdoors or of ephemeral structure, or intended for livestock; where the amphorae were deposited without a specific function or without containing a product of considerable value (112; 21%): *ambulacrum*, *area*, *area sub dio sita*, *cellula rustica*, *cors*, *equile*, *hortus*, *membrum sub dio sita*, *piscina*, *praedium*, *sepulcretum*, *sepulcrum*, *solarium*, *stabulum*, *tabernaculum*, *trichila*, *via*, *viridarium*.

These functional types can be chronologically clustered in order to detect sequences related to the *tituli picti*. In that sense, there are primary uses (amphorae found in functional spaces from types 1 and 2), reuses (3 and 4) and marginal uses/discards (5). Approximately a third of the 295 PO08 amphorae is involved within each chronological category: 88 (29,8%), 95 (32,2%) and 112 (37,9%) respectively. Consular datings on PO08 amphorae offers a minimal temporal framework from 52 to 78 A.D. for the complete process from the arrival to the discarding of the amphorae with the preserved *tituli picti*. Factors such as the progressive disappearance of the inscriptions must be considered with respect to the observed ratio.

The limits in the use of these categories must be reviewed with the help of study cases. Beyond other Pompeian *domus* where mainly olive oil or fish-based products were attested by amphorae,⁴² the case of the *Domus Amaranti* (I, 9, 11-12) (Fig. 3A) must be highlighted from a previous paper. Here a remarkable quantity of Eastern wine amphorae were found. Berry (1997) described structures and groups of artifacts from excavations of 1952-1935 and 1995-1996 (Fig. 3B-E). She defined the house as a group of buildings affected by the earthquake in 62 A.D. and occupied by the *Sex. Pompeius Amarantus'* *caupona* after that. It could have been abandoned before 79 A.D., according to its ruinous state and the absence of other objects such as common ceramics. Evidence of unfinished rehabilitation was found elsewhere in the *Domus*. The remarkable presence of amphorae (especially in the *atrium*) and the skeleton of a mule (I, 9, 12, 4) were interpreted as evidence that housing still had some commercial use.

⁴¹ MARTÍN-ARROYO 2018b: 160-163.

⁴² *Domus* IX, 9, 6-7 and I, 12, 8 (*Bottega del Garum*) for both types of amphorae contents respectively.

Berry did not recognise the homogeneity of the amphorae record. She did not correlate the contents and provenances of a majority of wine Eastern amphorae found in the *Domus*. She performed a search of the relevant *CIL* inscriptions, citing them in association with the different spaces in which they were found. She mistook certain typological equivalences,⁴³ but identified the set of amphorae Crétoise 1 (AC1) (with some AC3) located in the northwestern corner of the *atrium*.⁴⁴ She also indicated the Aegean origin of certain amphorae, such as those inscribed with the name *Sex. Pompeius Amarantus*.⁴⁵ She also reviewed the excavation of remaining *lapilli* in the *viridarium* behind the *caupona* and the related finding of amphorae. This ensemble of amphorae was fundamentally composed of Campanian Dressel 2-4 stacked face down in the southeast corner. On the other hand, a group mainly composed of Aegean and Cretan amphorae with Greek *dipinti* was found in the southwest corner. These amphorae were generally preserved in worse conditions, some of them laying on one side, not in a vertical position. Inscriptions were observed in 15 of these amphorae, but no more information is given about them.⁴⁶ In the other *viridarium* (I, 9, 12, 8) an indeterminate number of amphorae was found in six separated groups.⁴⁷ The records of the excavations of the 50s also show amphorae next to the east and west walls of an intermediate room (I, 9, 12, 6), some of them with black ink *tituli*. Berry linked these amphorae with a group of *CIL* inscriptions whose location is not stated, most of them with black ink inscriptions. In addition, several amphorae appeared next to the west wall of the *tablinum*.⁴⁸ Only one inscribed amphora was found in the *caupona*⁴⁹ and another in the adjacent room (I, 9, 11, 4).⁵⁰

The pictures taken in the 50s and the plan of the 1995-1996 excavations can be complemented by the study of the distribution of amphorae (Fig. 3B-E). Other photographs show the concentration of fragments (I, 9, 12, 4) or their storage in boxes (I, 9, 12, 3 and 10) in 2009.⁵¹ It is difficult to make a typological cataloging and quantification of the amphorae from these documents. However, some information could be specified from them.

In the *CIL* compilation, 8 PO08⁵² appear related to the *atrium*; furthermore, 1 PO08⁵³ and 1 PO12⁵⁴ were deposited in the *impluvium*. The negative n.º. 1601 of the Soprintendenza Archeologica di Pompei shows the northwest corner of the *atrium* and its *impluvium* in 1952 (Fig. 3D). From this photograph, there were 17 amphorae in the *impluvium*: 8 PO08, 2 PO10, 3 PO13 and 4 of doubtful ascription due to their fragmentation or partial view. The northwest corner would offer 1 PO12, 57 AC1 and another 5 amphorae difficult to identify due to their inverted position, fragmentation or partial photography. The existence of other amphorae in the *atrium* could be considered. Alternatively, the 9 PO08 of the *CIL* would outnumber the 8 PO08 from the photograph. Some of the amphorae that could not be typologically identified in the photograph could correspond to the remaining PO08 from the *CIL*. Thus, it can be said that practically all PO08 of the *atrium* carried *tituli*.

⁴³ Berry 1997: 107-111, footnotes 2-7. The mistaken equivalences: Mau VIII/Dressel 10, Mau XIII/Dressel 4, Mau XLII/Dressel 12 and Mau V/Dressel 29.

⁴⁴ Berry 1997: 113, note 9.

⁴⁵ Berry 1997: 122.

⁴⁶ Berry 1997: 114-116.

⁴⁷ Berry 1997: 107.

⁴⁸ Berry 1997: 109.

⁴⁹ *CIL IV* 10322 (PO08).

⁵⁰ *CIL IV* 10359 (PO10).

⁵¹ See the respective *Domus* in the web site *Pompeii in Pictures*.

⁵² *CIL IV* 10438, 10439 (5 amphorae), 10401 and 10472.

⁵³ *CIL IV* 10455.

⁵⁴ *CIL IV* 10420.

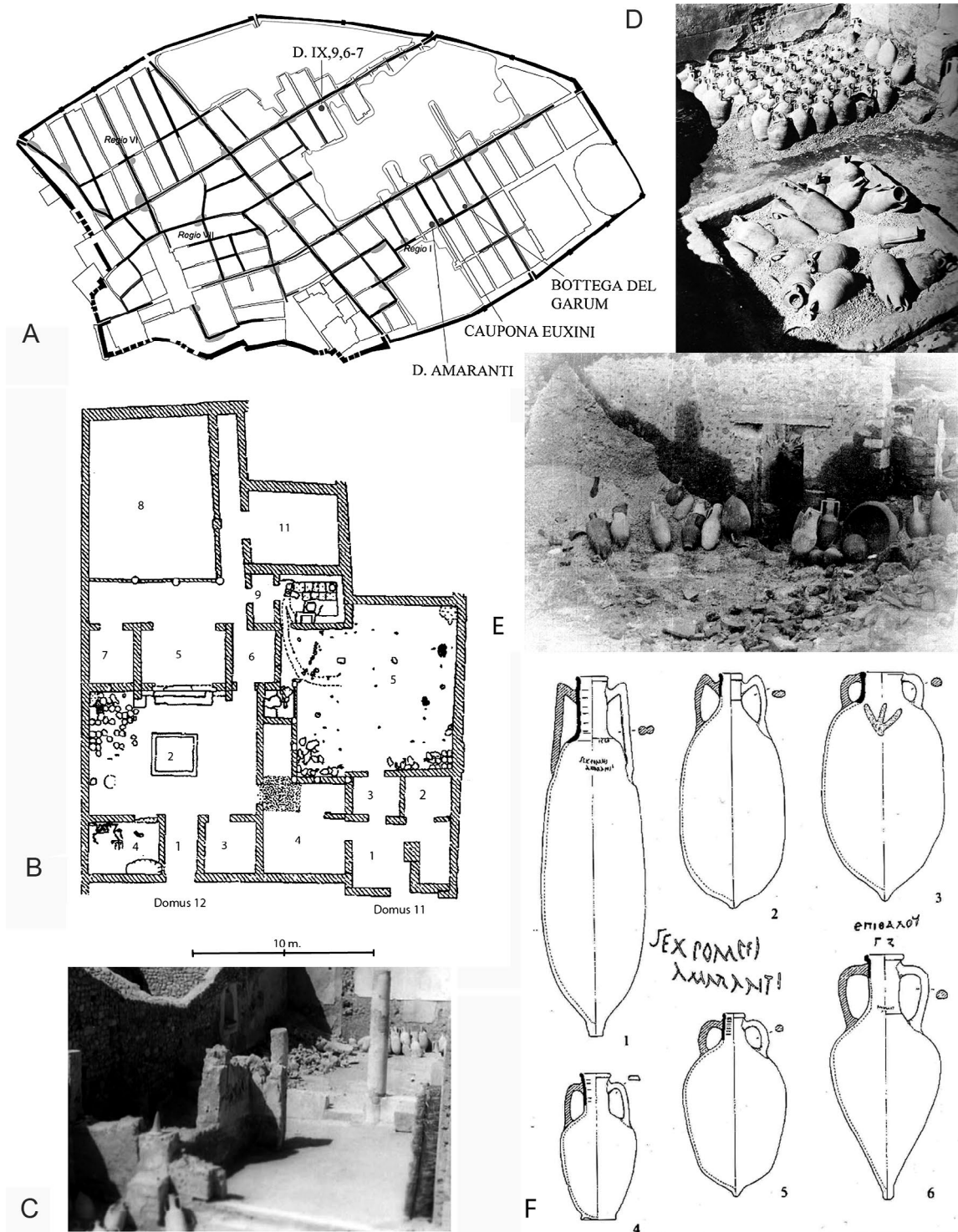


Figure 3. A. Location of referred *Domus* on the map of the urban activity of *Pompeii* (from Viitanen et al. 2013, p. 65, fig. 3). B. Plan of the *Domus Amaranti* with the remained archaeological layer from 79 A.D. that was excavated in 1995-1996 (from Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 86, fig. 9). E-C. Photographs after the excavations of 1952-1953: C. View of the *tablinum* and *viridarium* 8; D. *Impluvium* and northwest corner of the *atrium* (from the website *Pompeii in pictures*); E. View of the *viridarium* 5 towards the Southeast (from Berry 1997: 115, fig. 4). F. Amphorae of the levels of 79 d.C. (Timby 2004: 386, fig. 6).

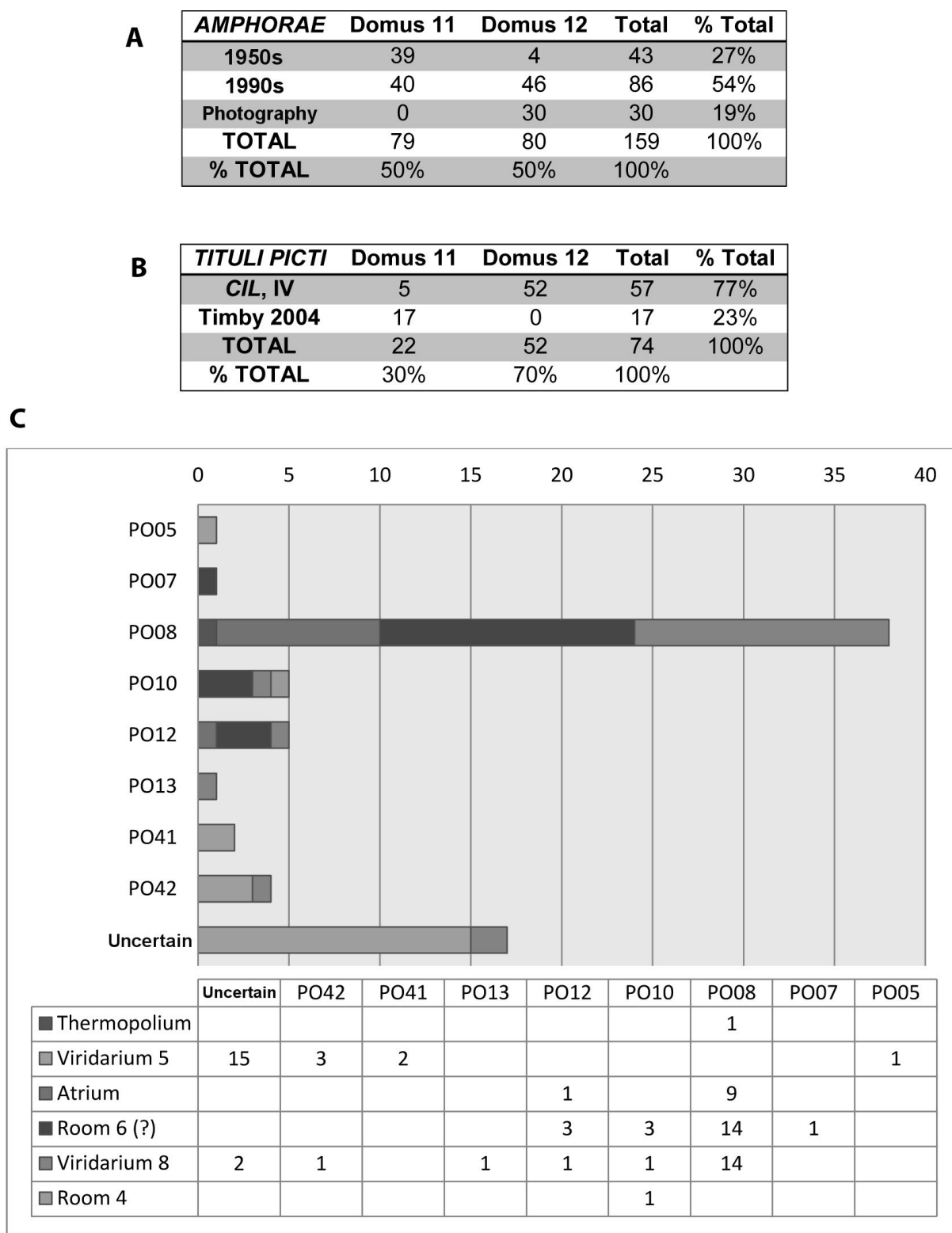


Figure 4. Quantification of amphorae found in the 79 A.D. archaeological level of the *Domus Amaranti* by number of objects (A), by presence of *tituli picti* (B) and by types of amphorae and functional spaces (C).

It is convenient to add another perspective on the deposit of AC1 from the photographic negative 1601. Berry related the skeleton of the mule (I, 9, 12, 4) and the vertical position of the AC1, “and therefore presumably full”, to some commercial activity still carried out in 79 A.D. It could simply have been risky to stack the empty AC1, by the shape and size of their mouths and feet. In the same lot appeared inverted amphorae and other objects that suggest a provisional accumulation, related to the partial abandonment and/or rehabilitation of the house. In this sense, the remains of a Dressel 2-4 full of *cocciopesto* were found in the southwest corner of the *atrium*.⁵⁵

Continuing on about the excavations in the 90s, the quantification of the amphorae from the archaeological level of the 79 A.D. was not exhaustive, nor was the typological research. The main purpose of this research was to determine chronological sequences for the different building techniques used in *Pompeii*, with special attention to the information coming from archaeological trenches.⁵⁶ From these trenches, the resulting percentages of amphorae dating from the 1st century B.C. and 1st century A.D. are elevated, but they do not reach their almost exclusive presence from the 79 A.D. level. The Aegean amphorae are well represented, although not in the proportion to the level of 79 A.D. The Italian productions are in the majority and the Aegean ones are similar in volume to the African and Iberian ones. The most common Aegean types are AC1 and AC2.⁵⁷

Regarding the level of the 79 A.D., Timby indicated that 43 amphorae were removed according to the inventories of the 50s (Fig. 4A).⁵⁸ During the excavations of the 90s, 86 amphorae were counted.⁵⁹ A total amount of 80 amphorae can be counted in the photograph of the *atrium* of the *Domus* 12 (Fig. 3D). Since 50 amphorae were removed from the *Domus* 12 in the 50s and 90s, another 30 amphorae can be added to the count. The general count of the amphorae indicates a fairly homogeneous distribution between both *Domus* 11 and 12. The typology of these objects gives a predominant place for the AC1 form, with a total of 62 amphorae (57 + 5) that represents more than 36% of the total. The Dressel 2-4 type (equivalent to PO12) with 23 (5 + 18) exceeds 13%. The AC2 computed in this way are 6 (2 + 4), exceeding 3%.

As regards the remaining amphorae, wine was the predominant content, especially the varieties from the Eastern Mediterranean. The exception would be a single fragment of PO07.⁶⁰ Other types drawn by Timby can be compared to those from the tables *Vasorum Formae* of the *CIL*. One of these amphorae (Fig. 3F4) resembles the PO20. It is described as a Campanian amphora and it has not been related to any particular content. Another amphora (Fig. 3F3) is compared by Timby to the Apulian productions, but it equally resembles the PO10 form. Among the specimens classified as Eastern types, the amphora in the Fig. 3F1 fits the PO41's shape and that in the Fig. 3F6 fits the PO42's shape. The AC1 and AC2 (PO08)

⁵⁵ Berry 1997: 109 and 113-114.

⁵⁶ Fulford and Wallace-Hadrill 1998a; Fulford and Wallace-Hadrill 1999.

⁵⁷ Timby 2004: 389-391.

⁵⁸ Timby 2004: 388. The removed 39 amphorae from the *Domus* I, 9, 11 but just 5 amphorae were recorded in the *CIL* (Fig. 4A and B). Approximately a dozen of amphorae appears completely excavated in the photography of the *viridarium* (Fig. 3E). After consulting the photographic archive, Fulford and Wallace-Hadrill stated that a certain amount of amphorae laying or leaning against the walls in the northwestern sector of the *viridarium* 5 have disappeared in 1995. Fulford & Wallace-Hadrill 1998a, p. 140 and Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 90-91.

⁵⁹ Timby 2004: 386-388. Timby referred 48 amphorae with respect to the *Domus* 12. Two of them were identified in archive photography. These two amphorae have not been identified in archive photography (Fig. 3E) and they have not been included in the correspondent count (Fig. 4A). Timby stated 39 complete or semi-complete amphorae in the *Domus* 11. However, her count by amphora type allows incorporate a total of 40 amphorae (Fig. 4A).

⁶⁰ *CIL IV* 10395. Timby proposed the identification of a Dressel 21-22 (PO04) amphora from the archive photography related to the *Domus* 12. Timby 2004: 387.

types were drawn too (Fig. 3F2 and 5). It is possible to add the presumed wine content and Cilician origin of the PO05 type (Fig. 4C).⁶¹ In addition, another amphora would come from the surroundings of Tyre.⁶²

The epigraphic results are quite different for both *Domus* (Fig. 4B). Timby recorded 17 amphorae with *tituli picti* from the excavations of the *viridarium* 5,⁶³ 14 of their respective inscriptions have not been transcribed or drawn. These later amphorae have been counted among those with an uncertain type (Fig. 4C). Fig. 3F3 is also included as an uncertain form. Figs. 3F1 and 6 correspond to the PO41 and 42 types respectively. The type PO08 carries the majority of inscriptions, surpassing 51% of the total of objects and 66% of those to which a specific form has been assigned. The PO08 is also preponderant in the set of the *tituli picti* from the *CIL* IV, although with smaller figures that approach 20%.⁶⁴

The *Domus Amaranti* would be mainly occupied by an establishment concentrating on to the sale of wine in bulk and/or wholesale, using mainly Eastern wines. *Sextus Pompeius Amarantus* would be its administrator and/or owner sometime between 62 and 79 A.D. This hypothesis is supported by different theories of a functional and chronological nature. The *Domus* is characterized by the poverty of building materials and decoration, with evidence of unfinished construction-repair and marginality or abandonment. The lack of tableware also contradicts the idea of a residential use,⁶⁵ as well as the location of the stable. The functionality proposed by the historiography⁶⁶ does not seem to be proved by the artifacts, the structural conditions or the epigraphy of the *Domus* in the 79 d.C., at least in the consulted bibliography. There is no evidence of food preparation nor its public consumption, although the counter of the *Domus* 11 can be related to its sale. The structural conditions do not suggest prostitution or accommodation as contemporary activities to the deposition of amphorae.

The interpretation as *thermopolium* can be related to the presence of a kitchen (I, 9, 11, 3), but it is contradicted by the aforementioned absence of other testimonies. The indications of higher rooms over this part of the *Domus*, as well as over another supposed kitchen (I, 9, 12, 9),⁶⁷ suggest an alternative interpretation. Other superior rooms were completely ruined, like those that would cover rooms 3 and 4 of the *Domus* 12.⁶⁸ However, the rooms over the so-called kitchens could have been *apothecae* or *fumaria*. In these rooms the amphorae were smoked to give the wine a more aged flavour. In any case, exposure to the sun on rooftops and other spaces could have been a parallel practice with the same purpose.⁶⁹ For the rest, the opening of a door from room 4 of the *Domus* 11 communicated this space with the *atrium* of the *Domus* 12 and the other related marginal rooms, where presumable empty amphorae would be deposited.⁷⁰ Perhaps the rooms 4 and 2 were used for storage in the *Domus* 11. The scarcity of amphorae in such spaces could indicate that the business had ceased. The same hypothesis cannot be firmly proposed for room 1, in which the counter is located, since the *lapilli* was removed here

⁶¹ Rizzo 2014: 340. See the Pompeii 5 type in the catalog *Roman Amphorae: a digital source*. University of Southampton, 2005 (Updated 2014).

⁶² Timby 2004: 389.

⁶³ Timby 2004: 388.

⁶⁴ Martín-Arroyo *et al.* 2017: 183; Martín-Arroyo and Remesal 2017: fig. 8.

⁶⁵ Berry 1997: 120; Timby 2004: 388. This latter author compares the tableware record with that from the *Domus* I, 9, 13.

⁶⁶ The commentaries on the inscription *CIL* IV 10322 refer to a *thermopolium* in the *Domus* I, 9, 11. Laurence 1994: 83, Map 5.3, located a *popina* in the southern side of the *Insula*. Berry 1997: 104 used the denominations given by Della Corte (1958) for the *Domus* 11 and 12 as *Lupanar di Amarantus* and *Casa di Q. Mestrius Maximus* respectively. McGinn 2002, p. 38 stated some differences between both *Domus* in order to distinguish them as *lupanar* and *caupona* respectively.

⁶⁷ Berry 1997: 108-109 and 111; Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 82.

⁶⁸ Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 86.

⁶⁹ Brun 2003: 86.

⁷⁰ Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 100.

in a previous moment to the archaeological excavation. If there were amphorae and the despoilers had not been interested in them, they would have left them. Or maybe the full amphorae were recovered after the eruption, perhaps along with other objects of greater value. In any case, the ruinous state of the counter⁷¹ can also be related to a previous cessation of the business. On the other hand, the sale of wine in bulk or wholesale would not require a presentation as careful as expected for retail. In fact, the *Domus* seems to be in a busy corner, in relation to other establishments and public spaces, but in a relatively peripheral or secondary position with respect to other indicators of urban activity.⁷²

There is a conflict between the proposal of *Sextus Pompeius Amarantus* as owner or tenant of the *Domus* and the finding of a *signaculum* with the inscription *Q. Mestr. Maximi*. However, this finding is not decisive and the seal may belong to another phase of occupation of the *Domus*. Neither the presence of a *rogator* in an electoral inscription or the *tituli picti* of the amphorae are decisive,⁷³ but both facts together reinforce the hypothesis of habitation in the case of *Sextus Pompeius Amarantus*.⁷⁴ Its name appears on two PO41 from the *viridarium* 5 in the *Domus* 11.⁷⁵ One of them could be a graffiti,⁷⁶ a form of writing that is usually related to the habitual possession of a ceramic pot, instead of a commercial indication. Another *titulus*⁷⁷ was written on a PO12 amphora (equivalent to the Dressel 2-4 type). The provenance of this type of amphora is uncertain, because it was produced in several places along the Mediterranean. Then the hypothesis of the commercial indication becomes weaker because close points of departure cannot be attested for both amphorae, within the likely commercial sphere of the same trader. In addition, by its location in the *viridarium* 8, it offers an epigraphic coincidence that links the amphorae sets from both *viridaria*.

The amphora with the inscription *Sex. Pompei Amaranti* was classified as Dressel 2-4 Aegean (Fig. 3F1), similar or equivalent to the PO41 or Dressel 5 type.⁷⁸ Another amphora of this type was found in the *Euxinus' caupona* (I, 11, 11) (Fig. 3A). It carried a *titulus* which mentioned *Euxinus*.⁷⁹ In a parallel case to the *Amarantus'* one, he also appears as a *rogator* of the same candidate.⁸⁰ *Q. Postumius Proculus* was presumably son of *Q. Postumius Modestus* (duumvir in 56-57 A.D.) and colleague in their candidacy with *M. Cerrinius Vatia*. The candidacy would date from an indeterminate moment under the Flavian dynasty.⁸¹ This fact reinforces the hypothesis on the *Amarantus'* period of activity, which is related to the building phase after the earthquake in 62 A.D. *Amarantus* was probably occupied in the sale in bulk and/or wholesale of wine, mostly of those with Eastern provenance, from the years before the eruption of 79 A.D.

⁷¹ Berry 1997: 110-111.

⁷² See the location of the *Domus Amaranti* in the maps from Viitanen *et al.* 2013 and Poehler 2017.

⁷³ Mouritsen 1988: 13-27.

⁷⁴ CIL IV 9829a: *Q(uintum) Postum(ium) Proculum aed(ilem) o(ro) v(os) f(aciatis) / Amarantus Pompeianus rog(at) / Papilio*.

⁷⁵ Berry 1997: 122; Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 89; Timby 2004: 388. The latter author mentioned three Aegean Dressel 2-4 amphorae, maybe making a mistake in the count of objects from the *Domus* 11.

⁷⁶ Berry 1997: 122: *SEX POMP* painted on its belly. Fulford and Wallace-Hadrill 1998b: 89: *SEX POMP* incised faintly on its belly.

⁷⁷ CIL IV 10362b: *Sex. Pa()*. Here, the proposed reading is: *Sex. P(ompei) A(maranti)*.

⁷⁸ Rizzo 2014: 315-318; Martín-Arroyo 2018c: 72.

⁷⁹ AE 1967, 86d: *Pompeis / ad amphitheatr(um) / Euxino coponi(!)*. Véanse las imágenes del sitio web Pompeii in Pictures.

⁸⁰ CIL IV 9851: *Q(uintum) Postum(ium) M(arcum) Cerrinium / aed(iles) o(ro) v(os) f(aciatis) / Euxinus rog(at) / nec sine Iusto scr(ibat) Hinnulus*.

⁸¹ Franklin 2001; Camodeca 2002: 68-69. Camodeca proposed an overall data in the 70s of the first century A.D., more precisely by the years 73-77 A.D.

3.3. On the nature of names: Roman onomastic, networks and the case of the *Ti. Claudii*

Personal names have a remarkable presence in the amphorae epigraphy, but understanding the role of these people involved in trade is still difficult. Producers of the contained food, traders or consumers could be mentioned in *tituli picti*, but even within these categories, relevant nuances can be made in order to research the historical implications of these inscriptions. Homonymy, bad preservation or fragmentation of inscriptions, and use of abbreviations are some of the problems to deal with. In this respect, challenges in Epigraphy include the proposition of new questions and methodologies. Within the EPNet Project, a network (Fig. 5) has been created by linking the *tituli picti* on PO08 amphorae with the general distribution of Greek names in the Roman Empire.⁸² A considerable labour of data mining has been performed by crossing the information from different databases in an automated and probabilistic way. Beyond the amphorae epigraphy, the departure hypothesis and the resulting methodological approach can be used with different databases, for example, in the research of the mobility of families or communities.

New technologies are useful, but traditional epigraphic analysis is still necessary, particularly within the systematic review of sources. In the case of the *tituli picti*, this type of analysis requires a full understanding of inscriptions, which involves the amphorae, inks, transcriptions, semantic contents, relationships between contents and *tituli* from the same and different amphorae, etc. In this respect, when dealing with the more 2500 *tituli picti* from the *CIL IV*,⁸³ the selection of study samples has been a quite important point in the work plan. The focus on the PO08 type, with over 500 amphorae, was a decisive step in this direction. But even more targeted samples have been required within the group of the PO08 amphorae. In that sense, the study of just 11 yellow marks has deserved a full paper,⁸⁴ by showing the multiple relationships that can be established within a higher number of inscriptions. On the research of the semantic contents, a paper has been dedicated to the *titulus* ΛΥΤΤΙΟΣ.⁸⁵ This *titulus* names a variety of the Cretan wine that was attested in 66 inscriptions, including 49 PO08 amphorae. The majority of the wine amphorae showed no indication about the contents, which were quite standard for the same amphora type or were tested by buyers. For example, as pointed by the epigraphic evidence, the Crétoise 4 type probably contained aged wine.⁸⁶ The exhaustive review of the Vesubian record showed a wide variety of cases (reuses in Latin or Greek context, translations, abbreviated forms...). All of them are attested by a short number of inscriptions. It has encouraged the research of factors of differentiation in the rare case of the ΛΥΤΤΙΟΣ: raw material, winemaking techniques and historical-geographical conditions. In the rest of cases, the attentive examination of the inscriptions has allowed the refuting of some erroneous interpretations. Frequently, the identification of the contained product results from the mistaken reading of an abbreviated personal name.

Even when the personal names are the most frequent semantic content, no more than two or three individuals from a single family (*gens*) appear in the researched inscriptions, just attested each one of them by a few amphorae. There is a remarkable exception pointed out by the historiography: the *Ti. Claudii*. An exhaustive review of the evidence provides a total amount of 106 objects on which a minimum of 34 individuals (*cognomina*) are attested. From this group, 25 individuals are mentioned on Cretan amphorae, mostly in Greek. The PO08 type is predominant one more time (Fig. 6).⁸⁷

⁸² Martín-Arroyo *et al.* 2017: 180.

⁸³ Martín-Arroyo and Remesal 2017.

⁸⁴ Martín-Arroyo 2019b.

⁸⁵ Martín-Arroyo 2020b.

⁸⁶ Martín-Arroyo 2019b: esp. 464

⁸⁷ Martín-Arroyo in press, a.

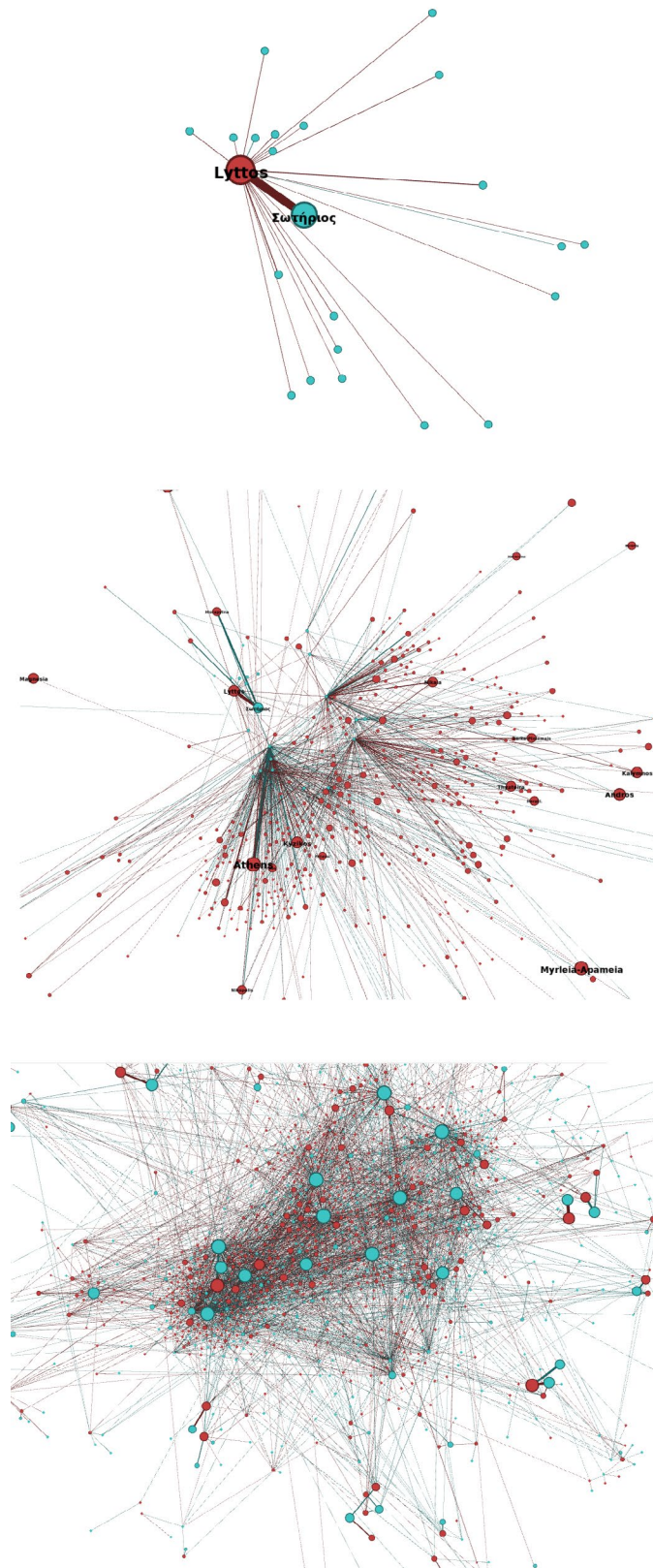


Figure 5. Examples of increasing complexity in the network by linking names from the PO08 amphora epigraphy (blue nodes) and places (red nodes) where these names are attested (Martín-Arroyo *et al.* 2017: fig. 3).

It has usually been assumed that the *Ti. Claudii* were imperial freedmen, without further reflection on the historical implications of this statement, not being challenged. The EPNet research carried out exploration of other hypotheses with respect to the Cretan wine in three types of contexts: production, distribution, and consumption.

In relation to the production, the payment of *vectigalia* from the Cretan *praefectura* of *Capua*, neighbouring city of *Pompeii*, has been considered an explanatory factor in the abundance of Cretan amphorae.⁸⁸ In some way, the export of Cretan wine would have benefited from this relationship with the Italian Peninsula. However, the scarcity of other epigraphic evidence about the *Ti. Claudii* in Crete makes it difficult to support this hypothesis. Only a prominent family group in the province *Creta et Cyrenaica* must be mentioned in this respect.⁸⁹

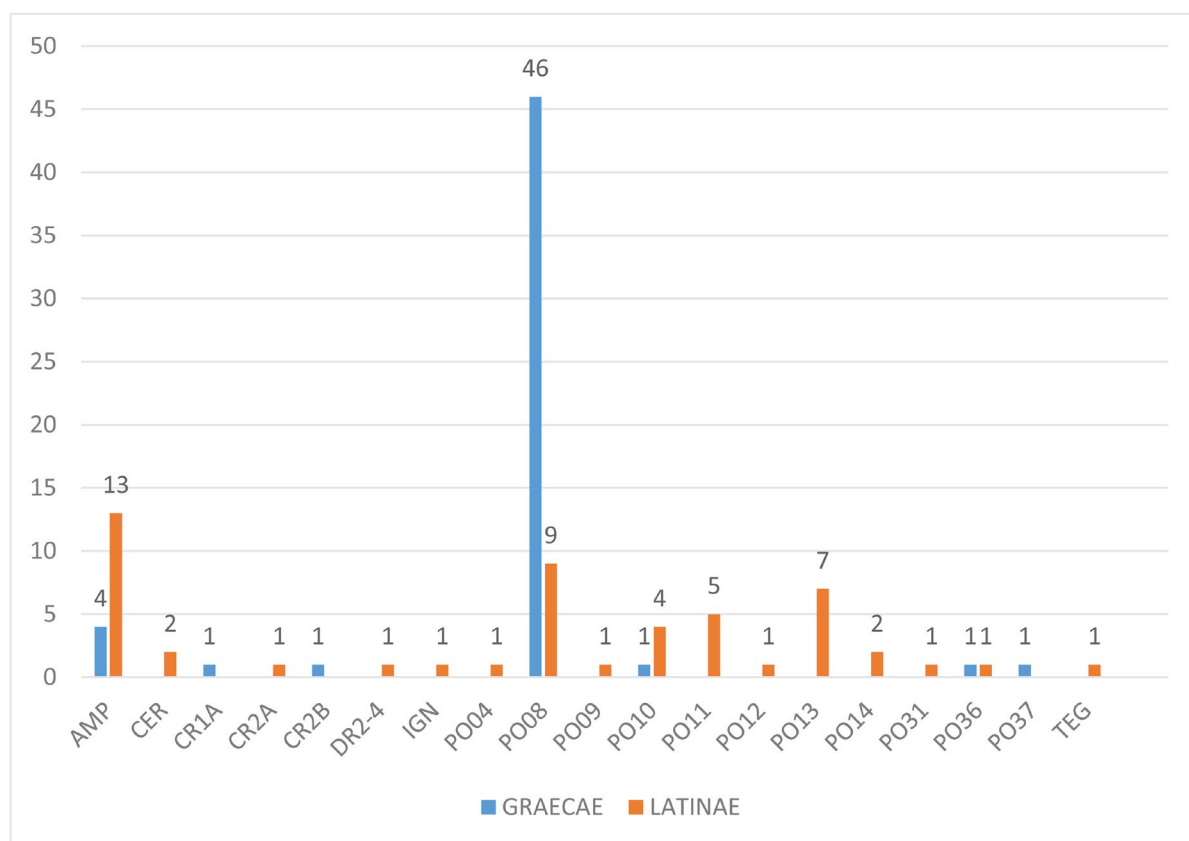


Figure 6. Typology of carrying objects and language used for the *Tiberii Claudii*'s inscriptions. Typology of objects: *ignotae* (IGN), *tegula* (TEG), ceramic pot (CER), amphorae (AMP), amphora types Pompeii (PO), Dressel (DR), and Crétoise (CR) (Martín-Arroyo in press, a: fig. 3).

With regard to the distribution, the benefits of the grain-supply route from *Alexandria* to Rome, and particularly with the stopover of *Puteoli*, has been the main explanatory hypothesis for the plentiful record of Cretan amphorae.⁹⁰ The presence of Eastern amphorae, especially the Cilician PO13, has been

⁸⁸ Marangou-Lerat 1995: 157 and 159; Tchernia 2007: 61-63; Rizzo 2014: 324.

⁸⁹ LARONDE 1998: 335-337 and 339.

⁹⁰ Tchernia 2007: 61-63; Rizzo 2014: 324.

highlighted in the epigraphic study with respect to this route. The cases of the *Ti. Claudius Orpheus*, vector of a cargo of wheat,⁹¹ and the imperial freedmen *Potiscus*⁹² must be mentioned too. Furthermore, *Τιβέριος Κλαύδιος Ἐπαφρόδιτος* is mentioned in 16 amphorae, mostly PO08.⁹³ A *signaculum* carries the abbreviated form *Ti. C. Ep.*⁹⁴ and a military diploma dated in 71 A.D. mentions *Tiberius Claudius Epaphroditus*, *Antiochesus*, and *Tiberius Claudius Demosthenes*, *Laudicenus*.⁹⁵ The nearby location of one of these amphorae and the *signaculum* must be highlighted in order to interconnect these pieces of evidence.⁹⁶ This case again poses the question of who were the *Ti. Claudii*, by suggesting that their common promotion to the citizenship (or at least for some of them) and their commercial relationships could be related to an Eastern military context.

In relation to the contexts of consumption, the case of the duumvir *Ti. Claudius Verus* has been explored, by focusing the aforementioned question on the role of the local elite. However, the supposed remarkable reach of the researched trade network and the Pompeian evidence, encourage the detailed examination of the case of *Eutyclus*, by investigating in the hypothesis of the imperial freedmen. The *titulus pictus* 10326 (ΘΥ / ΒΙ; *inferius* TI · CLAVDI EVTVC, see Fig. 7) refers to this *Caesaris l(ibertus)*, as proposed by the finding of a *signaculum*. Della Corte was interested in this Latin name, reproducing it first in the *Notizie degli Scavi di Antichità*⁹⁷ and then in *CIL* IV. Its reading does not offer doubts in *praenomen* and *nomen*, but it requires the restitution *Eut[y]c(hi)* for the *cognomen*. It was written in black on a PO10 amphora, similar to the Crétoise 3 type, as well as the Greek *tituli* on the same amphora. The combination of *tituli* ΘΥ / ΒΙ appears in 16 other Cretan amphorae distributed by *Pompeii*.⁹⁸ In a PO10 of this group is attested the abbreviation in red *C·P·E*.⁹⁹ This abbreviated *tria nomina* would appear in a second phase in the life of this amphora, passing from a Greek context to another Latin one. The *tria nomina* *Ti. Claudius Eutyclus* would have a parallel epigraphic context. The reading proposal given by Della Corte, however, refers to different locations in the Vesuvian archaeological area. While the *titulus* 10326 was found in the Pompeian *domus* II·XI·1, the *signacula* that identify the freedman *Eutyclus* (Fig. 7) appeared in the Villa “Santini” (Boscotrecase).

The *signacula* were found in 1904 in a closet of the *apotheca g*, located in the servile or rustic atrium (part A in the plan of the *villa*). The transcriptions of their respective inscriptions are TI·CL·EV·T and EVTYCHI / CAESARIS·L.¹⁰⁰ Mau suggested in 1909 that the *villa* was owned by *Agrippa* or *Agrippa Postumus*, a proposal accepted by Della Corte. This suggestion was based on a *titulus pictus* (6499) on a PO25 amphora found in the same *villa*, among other epigraphs. Rostovsev examined the epigraphic evidence alluded to

⁹¹ *CIL* IV 5894.

⁹² *Epigraphische Datenbank Clauss-Slaby*: EDCS-21200392, 22600530-22600531, 22600552, 22600624, 22600629, 22901258, 22902019, 38701834, 40100143-40100144 and 62000167.

⁹³ The PO08 record in *CIL* IV 5942, 6408 (six amphorae), 9764-9765, 10443-10444 (three amphorae) and 10889 (two amphorae). On the amphora 9765, only the *cognomen* is attested. Furthermore, the *tria nomina* is attested in an undetermined type of amphora; see in this respect *CIL* IV 10890.

⁹⁴ *CIL* X 8058,9.

⁹⁵ *Epigraphic Database Roma*: EDR126381.

⁹⁶ One of the four amphorae from *CIL* IV 6408 was found 7 Oct. 1880 in *atrio aedium* IX 7, 4. This location could be related to that of the *signaculum* found 17 Mart. 1879 in IX, 7.

⁹⁷ Volume of the year 1958, p. 167, n. 477bis, with figure in *tabula* VII.

⁹⁸ On PO08 amphorae: *CIL* IV 9750-9751, 10425-10429 y 10431. PO08-10: *CIL* IV 10430. PO10: 6367, 6375, 9752 (two amphorae) and 10360. Undetermined amphora type: *CIL* IV 10424 (two amphorae). The *titulus* ΘΥ is attested in other amphorae too.

⁹⁹ *CIL* IV 10360.

¹⁰⁰ Della Corte 1922: 459-460.

by Mau.¹⁰¹ It includes two *tegulae*¹⁰² and an inscription relating to the *pagus Augustus Felix Suburbanus*,¹⁰³ all of them mentioning *Postumus* and with consular dates of 11 and 7 a.C. respectively. As a piece of the same evidence, a wall graffiti mentioned a *Caesaris Augusti femina mater*.¹⁰⁴ The epigraphy and decorative wealth of the town support this hypothesis of imperial ownership. However, the readings extracted from the amphorae evidence are questionable. Rostovsev offered this interpretation from the copy of the *titulus* 6499 given by Mau: ΝΕΙΚΑΣΙΟΥ Ἀγρ(ίππου) [*ac*]toris (Fig. 7). Then he indicated that the same Greek name is connected to the *Agrippa*'s one in the *tituli* 6995-6997. Furthermore, the title ΔΙΣ(ΠΕΝΣΑΤΩΡ?) would be added to the latter of them (Fig. 7). Firstly, these last three amphorae do not refer to ΝΙΚΑΣΙΟΣ.¹⁰⁵ Neither does any of the *tituli* on the other 11 amphorae from the Villa "Santini".¹⁰⁶ Other *tituli* show similar names, but they were found in other Pompeian locations.¹⁰⁷ Secondly, the readings Ἀγρ(ίππου) [*ac*]toris and ΔΙΣ(ΠΕΝΣΑΤΩΡ?) are questionable with respect to the transcription of the characters and their interconnections. Within the *titulus* 6499, the Greek letter Π was written in a stylized form, superimposed on the Γ. Next to these supposed Greek characters, other Latin letters appear together. There is no separation in this unique string. The character A corresponding to the word *actor* does not exist. The C is actually a well-defined T. The S appears on a lower line. Despite being in Greek, the aforementioned abbreviation in the *titulus* 6997 has been linked to the Latin term *dispensator*. In addition, it is preceded by other Greek characters in a continuous string. On the other hand, ΚΛ ΛΥΣΙΛΙΟΣ appears in the same *titulus*, perhaps *Cl(audius) Lucilius*¹⁰⁸ and maybe related to the *Ti. Claudii*.

The case of *Eutyclus* is connected to a larger sphere of study. Therefore, it is convenient to examine the scope of the imperial rustic properties in Campania, its impact on the wine economy, and the related activity of the imperial freedmen. Della Corte identified five imperial *villae* in the environs of *Pompeii* from indirect evidence, mostly epigraphic.¹⁰⁹ Three of these *villae* belonged periodically to individuals named *Ti. Claudius Eutyclus*, *Anicetus* and *Amphio* respectively. The *signacula* were interpreted as evidence that these imperial *procuratores* continued to manage (*Amphio*)¹¹⁰ or eventually acquired (*Eutyclus*) such properties. This would happen in the framework of a process of liquidation of properties from the Julio-Claudian dynasty by *Vespasianus*, as noted by Rostovsev.¹¹¹ However, the relation between properties and owners through the *signacula* must be questioned, considering the ancient usefulness of these objects and the meaning of their locations in the Pompeian contexts. One of these findings would affect, for example, the examined case of *Sex. Pompeius Amarantus*. In any case, the presence of the properties of the imperial house and its managers, can be understood as probable taking into account the testimonies mentioned in relation to the Villa "Santini". The later Neronian relationship with the Pompeian *Poppaei*¹¹² can also be considered, since the freedmen of *Claudius* were able to continue serving the imperial house under Nero.

¹⁰¹ Rostovsev 1933: p. 34, n. 26,31.

¹⁰² Della Corte 1922: 478. See Della Corte 1954: 345.

¹⁰³ *CIL* X 924.

¹⁰⁴ *CIL* IV 6893.

¹⁰⁵ This name from the catalogue *LGPN* is proposed as the more similar form to the genitive ΝΕΙΚΑΚΙΟΥ.

¹⁰⁶ *CIL* IV 6920, 6937, 6945-6946, 6952-6953, 6961, 6979, 7004, 7007 and 9542.

¹⁰⁷ *CIL* IV 6498, 9799 and 10458 (two amphorae).

¹⁰⁸ The Greek *cognomen* is not recorded in the *LGPN*. The assimilation to *Lucilius* is proposed here. This name is recorded in the *Onomasticon Provinciarum Europae Latinarum*. Apparently, some vestiges of ink between the Κ and the Λ could be read as a point to distinguish the initials of the *praenomen* *Kaeso* and a *nomen*. The short distance between both letters points to the reading as an abbreviated *nomen* starting with ΚΛ.

¹⁰⁹ Della Corte 1954: 344-364.

¹¹⁰ Sogliano 1895: 211.

¹¹¹ Della Corte 1954: 341. Della Corte included a footnote and commentary to the chapters III, VI and VII from Rostovsev 1933.

¹¹² Della Corte 1954: 58-69 and 243-253.

CIL IV 10326 _____

superius

ΘΥ

ΒΙ

inferius

ΤΙ. ΚΛΑΥΔΙΟΥ ΕΥΤΥΧΟΥ

Della Corte 1922: 460 _____

ΕΥΤΥΧΟΥ ΤΙ. ΚΛΑΥΔΙΟΥ

ΚΑΙΣΑΡΕΩΣ ΕΥΤΥΧΟΥ

CIL IV 6499 _____

ΝΕΙΚΑΚΙΟΥ
ΑΓΓΕΛΟΥ

CIL IV 6997 _____

Κ. ΚΛΑΥΔΙΟΥ
ΕΥΤΥΧΟΥ

Figure 7. Inscriptions related to the case of *Ti. Claudius Eutyclus* (Martín-Arroyo 2020a: fig. 2).

The wall *titulus* 9189 was written with a charcoal in Villa Iuliana or “dei Misteri”. It includes the name *Ti. Claudi Ani[ce]t[i]*. This *tria nomina* also appeared in some Cretan amphorae. In addition, there is a *torcularium* and a *cella vinaria* in the *villa*. From such evidence, Della Corte related the activity of *Anicetus* with the production of wine. Also three wall graffiti in the Villa “Santini” offer indirect evidence about the dedication to the viticulture of the lands to this property. They indicate the presence of considerable quantities of stakes (up to 1300), which were carved (*acutos, quadri*) and stored (*in acervo magno*). Another accumulation of stakes was found in another Pompeian *villa* with *torcularium* and *cella vinaria*, similar to what was described for the Villa “Santini”. The stakes (*pali*) were used in the vine training systems, according to the written sources. In addition, the use of the trellis is archaeologically attested in *Pompeii*. The Latin agronomy also recommends the self-sufficiency in the production of these supports for the properties with vineyards. Therefore, a hypothetical framework can be proposed in which large imperial properties were exploited in a complex way for the production of wine, including different functional spaces. Some individuals would be in charge of managing the economic activity in these country estates, as proposed in the cases of *Eutyclus* and *Anicetus*. Such individuals could have participated in a wide commercial network, exporting the production from the *villae* and importing other wines, particularly the Cretan ones. This network of imperial freedmen, their own freedmen, and their descendants, would be the *Ti. Claudii* mentioned on the amphorae. Even if they were only mentioned occasionally on some amphorae, the large quantity of the resulting *tituli picti* would explain their remarkable presence in the record.

4. Conclusions

The benefits for the research of a systematic compilation of data have been shown by allowing critical and exhaustive analysis. The complementarity of different sources is equally required for the full understanding of the evidence. The computational management of epigraphical and geographical databases has proved to be highly convenient for the implementation of new approaches of historical research. However, the multiplicity of factors and contexts in which the evidence was generated must not be forgotten. They deserve equally systematic and exhaustive approaches by considering as wide a range of hypotheses as possible, the evidential weight of various testimonies and arguments, and the selection of the most probable explanations. This type of approach requires the focus of the research to be on specific matters and case studies.

With respect to the specific matters and case studies summarized in this chapter, several historical perspectives can be offered. The case of the Ratio Riparia-Vinea reveals the tensions between environmental and technological determinism on the one side, and the search for profit in a market economy on the other side. It offers the possibility of discussing this economic complexity avoiding an absolute conceptual abstraction, concentrating on specific problems, factors, contexts and figures as references. From a wider perspective, similar tensions have been considered in the case of the olive oil production. The imperial politics in Rome and the *limes* and the related demand of olive oil could have promoted a high volume of production, as pointed out by the preliminary result of the econometric study carried out. The complexity and magnitude of the described Roman economic system would allow a high degree of specialization, as suggested by the case of *Amarantus*, focused on supplying wine. The influence of the interventionism of the imperial house has been discussed in this respect, concerning its rural properties in *Pompeii* and the activity of the *Ti. Claudii*. Additionally, the commercial success of the Cretan wine must be highlighted too and its historical bases must be rethought, as well as the type of social origins and links that positioned the *Ti. Claudii* in such a trade network. The overview of

these cases depicts a panorama in which, despite the limits of a preindustrial technology, politics, social structure, and consumption promoted some modernizing features of the Roman food economy.

Bibliography

Andreau, J. 1974. *Les Affaires de Monsieur Jucundus*. Rome: École Française de Rome.

Bernal *et al.* 2014 = Bernal, D., D. Cottica, E. García-Vargas, L. Toniolo, C.G. Rodríguez-Santana, C. Acqua, R. Marlasca, A.M. Sáez, J.M. Vargas, F. Scremin and S. Landi 2014. Un contexto excepcional en Pompeya: la pila de ánforas de la Bottega del Garum (I, 12, 8). Avance de un estudio interdisciplinar. *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta* 43: 219-232.

Berry, J. 1997. The conditions of domestic life in Pompeii in AD 79: a case-study of houses 11 and 12, Insula 9, Regio I. *Papers of the British School at Rome* LXV: 103-125.

Brun, J.P. 2003. *Le vin et l'huile dans la Méditerranée antique. Viticulture, oléiculture et procédés de fabrication*. Paris.

Camodeca, G. 2002. I Q. Postumii, magistrate pompeiani, in un'iscrizione incompresa dell'Antiquarium di Stabia (CIL X 8138), in G. Bonifacio and A.M. Sodo (Eds.) *Stabiae: Storia e Architettura. 250° Anniversario degli Scavi di Stabiae 1749-1999. Convegno Internazionale Castellammare di Stabia 25-27 Marzo 2000* (Studi della Soprintendenza archeologica di Pompei 7). 65-71. Rome.

Casaramona *et al.* 2010 = Casaramona, A., S. Colantonio, B. Rossi, C. Tempesta and G. Zanchetta 2010. Anfore cretesi dallo scavo del Nuovo Mercato di Testaccio. *Rei Cretariae Romanae Fautorum Acta* 41: 113-122.

Crema, R. 2012. Modelling temporal uncertainty in archaeological analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory* 19: 440-461.

Cooper, A. and C. Green 2016. Embracing the complexity of 'Big Data' in archaeology: the Case of the English landscape and identities project. *Journal of Archaeological Method and Theory* 23-1: 271-304 (DOI 10.1007/s10816-015-9240-4).

Day, J. 1932. Agriculture in the Life of Pompey, in A.M. Harmon (Ed.) *Yale Classical Studies*, Vol. 3. 165-208. New Haven.

Della Corte, M. 1922. VIII. Pompei – Scavi eseguiti da privati nel territorio di Pompei (secondo rapporto), *Notizie degli Scavi di Antichità* XIX: 459-485.

Della Corte, M. 1954. (Seconda edizione) *Casa ed abitanti di Pompei*. Rome.

Fornell Muñoz, A. 1997. La navegabilidad en el curso alto del Guadalquivir en época romana. *Florentia Iliberritana* 8: 127-147.

Franklin, J. L. 2001. *Pompeis Difficile Est. Studies in the Political Life of Imperial Pompeii*. Ann Arbor.

- Fulford, M. and A. Wallace-Hadrill 1998a. Unpeeling Pompeii. *Antiquity* 72 (275): 128-145.
- Fulford, M. and A. Wallace-Hadrill 1998b. The House of *Amarantus* at Pompeii (I, 9, 11-12): An Interim Report on Survey and Excavations in 1995-1996. *Rivista di Studi Pompeiani* 7: 77-113.
- Fulford, M. and A. Wallace-Hadrill 1999. Towards a history of pre-roman Pompeii: excavations beneath the House of *Amarantus* (I.9.11-12), 1995-8. *Papers of the British School at Rome* LXVII: 37-144
- Giordano, C. and A. Casale 1991.. Iscrizioni pompeiane inedite scoperte tra gli anni 1954-1978. *Atti della Accademia pontiniana, Nuova serie-volume XXXIX*: 273-378.
- Lagóstena Barrios, L. 2002-2003. La aportación al conocimiento de la sociedad de la costa Ulterior en época republicana y julio-claudia. El registro δ en los *tituli picti* de las ánforas salsarias de *Castra Praetoria*, *Lucentum XXI-XXII*: 227-236.
- Laronde, A. 1998. Claude et l'extension de la cité romaine à Cyrene, in Y. Burnand, Y. Le Bohec and J.-P. Martin (eds.) *Claude de Lyon empereur romain. Actes du Colloque Paris-Nancy-Lyon Novembre 1992*. 333-339. Paris.
- Laurence, R. 1994. *Roman Pompeii. Space and society*. London, New York.
- Manacorda, D. 1977 Anfore spagnole a Pompei. In: *L'instrumentum domesticum di Ercolano e Pompei nella prima età imperiale* (Quaderni di Cultura Materiale 1). 121-133. Rome.
- Marangou-Lerat, A. 1995. *Le vin et les amphores de Crète. De l'époque classique à l'époque impériale*. Paris.
- Martín, F. 2001. *De re olearia*: la ley ateniense de Adriano y el rescripto de Cástulo, in J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez (ed.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) II* (Instrumenta 10). 475-486. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Martín *et al.* 2017 = Martín, A., D.J. Martín-Arroyo and V. Revilla 2017. The wine economy in Roman Hispania. Archaeological data and modellization, in J. Remesal (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New Perspectives* (Instrumenta 55). 189-236. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2016. Modelización de la *ratio riparia/uinea*: el emparrado romano entre *Hasta Regia* y *Gades*, in L. Lagóstena Barrios (ed.) *Lacus autem idem et stagnus, ubi inmensa aqua convenit. Estudios históricos sobre humedales en la Bética (II)*. 105-124. Cádiz.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2018a. *Colonización romana y territorio en Hispania. El caso de Hasta Regia* (Instrumenta 61). Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Martín-Arroyo Sánchez, D.J. 2018b. Contexto arqueológico e historiográfico de las ánforas Crétoise 2 en *Pompeii*: una crítica cuantitativa, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo, (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y Métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 319-344. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.

- Panella, C. 1976. Per un Studio delle anfore di Pompei. Le forme VIII e X della tipologia di R. Schoene, in *Seminario di Archeologia e Storia dell'Arte Greca e Romana dell'Università di Roma* (Studi Miscellanei 22). 149-166. Rome.
- Panella, C *et al.* 1977 = Panella, C. and M. Fano 1977. Le anfore con anse bifide conservate a Pompei: contributo ad una loro classificazione, in *Méthodes classiques et méthodes formelles dans l'étude typologique des amphores. Actes du colloque de Rome, 27-29 mai 1974*. 133-177. Rome.
- Peña, J.T. 2007a. *Roman Pottery in the Archaeological Record*. Cambridge.
- Peña, J.T. 2007b. Two groups of *tituli picti* from Pompeii and environs: Sicilian wine, not flour and hand-picked olives. *Journal of Roman Archaeology* 20: 233-254.
- Peña Cervantes, Y. 2016. Instalaciones productivas agropecuarias. In: Hidalgo Prieto, R. (Coord.) (2016) *Las villas romanas de la Bética*, vol I. 283- 322. Seville.
- Pérez *et al.* 2018 = Pérez González, J., M. Morvan, L. Prignano, I. Morer, A. Díaz-Guilera, J.M. Bermúdez Lorenzo and J. Remesal Rodríguez 2018. Reconstruir lo roto. Un método para vincular entre sí las inscripciones del Testaccio, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 251-280. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Poehler, E. 2017. Measuring the Movement Economy: A Network Analysis of Pompeii., in M. Flohr and A. Wilson (eds.) *The Economy of Pompeii* (Oxford Studies on the Roman Economy). 163-208. Oxford.
- Remark, P. 1912 *De amphorarum inscriptionibus Latinis quaestiones selectae*. Tubingiae.
- Remesal Rodríguez, J. 2011. *La Bética en el concierto del Imperio Romano*. Madrid.
- Remesal Rodríguez, J. 2018. El valor estadístico de la epigrafía sobre ánforas Dressel 20, in J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 215-236. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona.
- Remesal *et al.* 2014 = Remesal Rodríguez, J., A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo, A. Mosca and G. Rull 2014. The EPNNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics, in S. Orlandi, S. Santucci, V. Casarosa and P.M. Liuzzo (eds.) *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage. Proceedings of the First EAGLE International Conference*. 455-464. Rome.
- Remesal *et al.* 2015 = Remesal Rodríguez, J., A. Aguilera, M. García Sánchez, D.J. Martín-Arroyo, J. Pérez González and V. Revilla Calvo 2015. Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica (CEIPAC). *Pyrenae* 46 (1): 245-275.
- Rizzo, G. 2014. Le anfore, Ostia e i commerci mediterranei, in C. Panella and G. Rizzo (eds.) *Ostia VI. Le Terme del Nuotatore* (Studi Miscellanei 38). 65-481. Rome.

Rostovsev, M. 1933. *Storia economica e sociale dell'Impero Romano*. Firenze.

Rubio *et al.* 2017 = Rubio-Campillo, X. M. Coto Sarmiento, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2017. Bayesian analysis and free market trade within the Roman Empire. *Antiquity* 91 (359): 1241-1252.

Rubio *et al.* 2018 = Rubio-Campillo, X., J.-M. Montanier, G. Rull, J.M. Bermúdez Lorenzo, J. Moros Díaz, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez 2018. The ecology of Roman trade. Reconstructing provincial connectivity with similarity measures. *Journal of Archaeological Science* 92: 37-47.

Sáez Fernández, P. 1987. *Agricultura romana de la Bética*. Écija.

Sogliano, A. 1895. IX. Boscoreale – Scoperta di una villa rustica. *Notizie degli Scavi di Antichità*: 207-214.

Tchernia, A. 1986 *Le vin de l'Italie romaine. Essai d'Histoire économique d'après les amphores*. Rome: Bibliothèque des Écoles Françaises d'Athènes et de Rome.

Tchernia, A. 2007. Entrepôt et cargaisons complémentaires sur la route du blé d'Alexandrie, in J. Pérez Ballester and G. Pascual Berlanga (eds.) *Comercio, redistribución y fondeaderos. La navegación a vela en el Mediterráneo*, *Actas V Jornadas Internacionales de Arqueología Subacuática - Gandía, 8 a 10 de noviembre de 2006*. Valencia: 57-64.

Timby, J. 2004. Amphorae from Excavations at Pompeii by the University of Reading, in J. Eiring and J. Lund (eds.) *Transport of Amphorae and Trade in the Eastern Mediterranean. Acts of the International Colloquium at the Danish Institute at Athens, September 26-29, 2002*. 383-392. Aarhus.

Verhagen, P. 2018. Spatial Analysis in Archaeology: Moving into New Territories, in C. Siart, M. Forbriger and O. Bubenzer (eds.) *Digital Geoarchaeology. New Techniques for Interdisciplinary Human-Environmental Research*. Natural Science in Archaeology (DOI 10.1007/978-3-319-25316-9_2).

Verhagen, P. and T.G. Whitley 2012. Integrating Archaeological Theory and Predictive Modeling: a Live Report from the Scene, *Journal of Archaeological Method and Theory* 19 (1): 49-100.

Viitanen *et al.* 2013 = Viitanen, E.-M., L. Nissinen and K. Korhonen 2013. Street Activity, Dwellings and Wall Inscriptions in Ancient Pompeii : A Hollistic Study of Neighbourhood Relations, in A. Bokern, M. Bolder-Boos, S. Krmnicek, D. Maschek and S. Page (eds.) *TRAC 2012. Proceedings of the Twenty-Second Annual Theoretical Roman Archaeology Conference which took place at Goethe University in Frankfurt 29 March - 1 April 2012*. 61-80. Oxford: Oxbow Books.

Bibliography of the EPNet Project

Leticia Sierra Díaz

Jordi Pérez González

Scientific Publications

Books

2019

- **Remesal Rodríguez, J., V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) 2019. *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>

2018

- **García Sánchez, M., Gleba, M.** (eds.) 2018. *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner.* (Instrumenta 59). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>

- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2018. *Colonización romana y territorio en Hispania. El caso de Hasta Regia* (Instrumenta 61). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-078-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132987>

- **Remesal Rodríguez, J.** (ed.) 2018. *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>

- **Remesal Rodríguez, J., V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.). 2018. *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>

- Mongardi, M. *Firmissima et splendidissima populi Romani colonia. L'epigrafia anforica di Mutina e del suo territorio* (Instrumenta 62). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-185-4. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128525>

2017

- Bermejo Barrera, J.C. and **M. García Sánchez** (eds.) 2017. *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ. Bons of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of Francisco Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 58). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>

- **Remesal Rodríguez, J.** (ed.) 2017. *Economía romana. Nuevas perspectivas / The Roman economy. New perspectives* (Instrumenta 55). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>

2016

- Mateo Corredor, D. 2016. *Comercio anfórico y relaciones mercantiles en Hispania Ulterior (s. II a. C. - II d. C.)*. (Instrumenta 52). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4027-3. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104805>

2015

- Shehi, E. 2015. *Terra sigillata en Illyrie méridionale et en Chaonie: importations et productions locales, IIe S. av. J.-C. - IIe S. ap. J.-C.* (Instrumenta 48). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 9788447542383. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104802>

2014

- **Blázquez Martínez, J. M. and J. Remesal Rodríguez** (eds.) 2014. *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>

Journal Papers

2021

-**Remesal Rodríguez, J., Bermúdez Lorenzo, J. M.** (2021). La presencia de sellos sobre ánforas Dressel 20 en Londinium–Camulodunum y Mogontiacum: un análisis cuantitativo-comparativo y sus dinámicas comerciales derivadas. *Gerión. Revista de Historia Antigua*, 39(1): 125-147. <https://doi.org/10.5209/geri.74785>

2020

-**Carrignon, S., Brughmans, T., Romanowska, I.** 2020. Tableware trade in the Roman East: Exploring cultural and economic transmission with agent-based modelling and approximate Bayesian computation. *Plos One* 25, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240414>.

-**Ozcáriz Gil, P., J. Pérez González and J. Heredero Berzosa** 2020. The Logistics of Marking in the Baetic Amphoras. The Use of Numerals in the Organizational Systems of Ceramic Productions. *Studia Antiqua et Archaeologica* 26(2): 231-247.

- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2020. ΑΥΤΤΙΟC. Epigrafía anfórica y contexto económico de un vino de la Creta romana. *Latomus* 79 (1): 126-157.

- **Morer, I., A. Cardillo, A. Diaz-Guilera, L. Prignano and S. Lozano** 2020. Comparing spatial networks: A 'one size fits all' efficiency-driven approach. *Phys. Rev. E* 101, 042301. DOI: 10.1103/PhysRevE.101.042301

2019

- **Remesal Rodríguez, J. and J. Moros Díaz** 2019. Los negocios de Caius Iuventus Albinus en la Bética, *Journal of Roman Archaeology* 32: 224-249. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1047759419000138>
- **Pérez González, J.** 2019. How Roman Sumptuary Specialists Named Themselves: A Corpus-Based Study. *Latomus* 78/4: 996-1037. DOI: 10.2143/LAT.78.4.0000000
- **Remesal-Rodríguez, J., Ll. Pons-Pujol, J. Pérez-González and J.M. Bermúdez-Lorenzo** 2019. Nuevas Propuestas de datación de la epigrafía anfórica a través de la cronología de los asentamientos militares del limes renano-danubiano. *Espacio, Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua* 32: 173-214. DOI: <https://doi.org/10.5944/etfii.32.2019.24343>
- Ayllón Martín, A., **J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez** 2019. Olive Oil at the Border of the Roman Empire. Stamps on Baetican Dressel 20 found on the Tyne-Solway Isthmus, in S. Günther, T. Mattern, R. Rollinger, K. Ruffing and C. Schäfer (Hrsg.) *Marburger Beiträge zur Antiken Handels-, Wirtschafts- und Sozialgeschichte*. Band 36 2018. Rahden/Westf. Leidorf: 167-216.
- **Bérmudez Lorenzo, J.M.** 2019. Nueva epigrafía sobre ánforas Dressel 20 encontrada en Straubing. *Archivo Español de Arqueología* 92: 229-240. DOI: 10.3989/aespa.092.019.012
- **Pérez González, J.** 2019. Gems in Ancient Rome: Pliny's Vision. *Scripta Classica Israelica* 38: 139-151. URL: <https://scriptaclassica.org/index.php/sci/article/view/2053>. URI: <http://hdl.handle.net/2445/165038>
- Francesc Roig, J. and **J. Moros Diaz** 2019. L'atelier de production d'amphores et de céramiques d'époque romaine d'El Vila-sec (Alcover, Tarragona, Catalunya). *Revue Archéologique de Narbonnaise* 50-51 (2017-2018): 257-274. URI: <http://hdl.handle.net/2072/358539>
- **Pons Pujol, Ll.** 2019. El jardí com a font històrica: Mesopotàmia, Egipte, Grècia i Roma. *Nilus* 27: 22-23.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2019. Los *tituli picti gilvi* de las ánforas Pompeii 8 - Crétoise 2. *Epigraphica. Periodico Internazionale di Epigrafia* 81, 1-2: 443-470.
- **Bermúdez Lorenzo, J.M.** 2019. Los nuevos grafitos sobre ánforas encontrados en Raetia. *Epigraphica. Periodico Internazionale di Epigrafia* 81, 1-2: 634-642.
- **Prignano, L., I. Morer, F. Fulminante and S. Lozano** 2019. Modelling terrestrial route networks to understand inter-polity interactions (southern Etruria, 950-500 BC). *Journal of Archaeological Science* 105: 46-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2019.02.007>.

2018

- **Bermúdez Lorenzo, J.M.** 2018. La administración subalterna en Raetia durante el Imperio Romano. *Studia Antiqua et Archaeologica* 24 (1): 71-82.
- **Coto-Sarmiento, M., X. Rubio-Campillo and J. Remesal Rodríguez** 2018. Identifying social learning between Roman amphorae workshops through morphometric similarity. *Journal of Archaeological Science*, 96: 117-123. DOI: 10.1016/j.jas.2018.06.002.
- Marí i Sala, Ll., **Revilla Calvo, V.** 2018. Cultura material y cultura escrita en la sociedad rural de Hispania en los siglos I-II d.C.: el conjunto cerámico y los grafitos del asentamiento de Cal Montblanc (Albesa, Lleida). *Archivo Español de Arqueología* 91: 217-242. DOI: <https://doi.org/10.3989/aespa.091.018.011>
- Marí i Sala, Ll., **Revilla Calvo, V.** 2018. Arquitectura i hàbitat al territori d'Ilerda: La vil·la del Romeral (Albesa, la Noguera) entre els segles I i VI dC. *Revista d'Arqueologia de Ponent* 28: 9-35. URI: <https://racocat/index.php/RAP/article/view/353377>.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D. J. and J. Remesal Rodríguez** 2018. Modelado geográfico de la agricultura romana. Vegetación de ribera y viticultura en Hasta Regia. *Spal* 27.1: 211-235. DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/spal.2018i27.08>.

- **Pérez González, J.** 2018. Elaboración y comercialización de perfumes y ungüentos en Roma. Los unguentarii. *Revista de Estudos Filosóficos e Históricos da Antiguidade* 31: 82-110. URL: <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/cpa/article/view/3031>.
- **Pons Pujol, Ll. and J. Pérez González** 2018. La presencia del aceite bético en Mauretania Tingitana. Nuevos métodos de análisis. *Studia Antiqua et Archaeologica* 24(2): 279-302.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2018. El monte Testaccio (30 años de investigación). *Tribuna d'Arqueologia* 2015-2016. URI: <http://hdl.handle.net/10687/310479>.
- **Revilla, V.** 2018. Hàbitat rural, sistemes agraris i dinàmiques de la romanització a les terres de l'Ebre. *Miscel·lània del Centre d'Estudis de la Ribera d'Ebre* 28: 247-262. URI: <https://raco.pre.csuc.cat/index.php/MiscellaniaCERE/article/view/349041>.
- **Rubio-Campillo, X., J.-M. Montanier, G. Rull, J.M. Bermúdez Lorenzo, J. Moros Díaz, J. Pérez González and J. Remesal Rodríguez** 2018. The ecology of Roman trade. Reconstructing provincial connectivity with similarity measures. *Journal of Archaeological Science* 92: 37-47. DOI: 10.1016/j.jas.2018.02.010.
- Heiko, H., K. Yara, J. Botev, S.M. Divband, E. Ferrante, O. Kosak, **J.-M. Montanier**, S. Mostaghim, R. Redpath, J. Timmis, F. Veenstra, M. Wahbu and A. Zamuda 2016. Hybrid Societies: Challenges and Perspectives in the Design of Collective Behavior in Self-organizing Systems. *Frontiers in Robotics and AI*, 3. 14 pages. URL: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00014>. DOI: 10.3389/frobt.2016.00014.

2017

- **Prigano, L., I. Morer and A. Diaz-Guiler** 2017. Wiring the Past: A Network Science Perspective on the Challenge of Archeological Similarity Networks. *Frontiers in Digital Humanities* 4. 13pages. URL=<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fdigh.2017.00013>. DOI=10.3389/fdigh.2017.00013.
- Fulminante, F., **L. Prignano, I. Morer** and S. Lozano 2017. Coordinated Decisions and Unbalanced Power. How Latin Cities Shaped Their Terrestrial Transportation Network. *Frontiers in Digital Humanities* 4. 4 pages. URL: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fdigh.2017.00004>. DOI: 10.3389/fdigh.2017.00004.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2017. *Interpretatio* de la titulación cívica de *Hasta Regia* a partir del culto a Juno Regina. *Dialogues d'Histoire Ancienne* 43-1: 175-211. ISSN 0755-7256.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J. and J. Remesal Rodríguez** 2017. Los tituli vasis fictilibus inscripti del CIL IV. Informatización y análisis cuantitativo de sus objetos epigráficos. *Gerión. Revista de Historia Antigua* 35-1: 257-277. ISSN 0213-0181. DOI: <https://doi.org/10.5209/GERI.56965>.
- **Pérez González, J.** 2017. *Ex Oriente Luxus*. Marco teórico sobre la existencia de una red libre de escala y el uso de superconectores durante el Alto Imperio romano. *Anabasis. Studia Classica et Orientalia* 8: 128-159.
- **Pérez González, J.** 2017. *Aurifices* en la Roma Julio Claudia. La fiebre del oro romana. *Studia Antiqua et Archaeologica* 23(1): 37-70.
- **Pérez González, J.** 2017. *Mare Nostrum et Mare Erythraeum*: el canal del Wadi Tumilat. *Riparia* 3: 30-57. ISSN: 2443-9762. URL: <https://revistas.uca.es/index.php/sig/article/view/353>.
- **Pérez González, J.** 2017. Nuevos ejemplares de marcas sobre ánforas Dressel 20 en el territorio del Conventus Hispalensis: Villar Tesoro, Azanaque y La Catria. *Onoba. Revista de Arqueología y Antigüedad Universidad de Huelva* 5: 75-87. ISSN: 2340-4027.
- **Pérez González, J.** 2017. *Purpurarii et vestiarii*. El comercio de púrpuras y vestidos en Roma. *Studia Antiqua et Archaeologica* 22(2): 149-194.
- **Rubio-Campillo, X., M. Coto-Sarmiento, J. Pérez-Gonzalez and J. Remesal Rodríguez** 2017. Bayesian analysis and free market trade within the Roman Empire. *Antiquity* 91(359): 1241-1252. DOI: 10.15184/aqy.2017.131.

2016

- **Rubio-Campillo, X.** 2016. Model selection in historical research using approximate Bayesian Computation *PLoS ONE*, vol. 11, no. 1, e0146491. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146491>.
- Montanier, J.M., S. Carrignon** and B. Nicolas 2016. Behavioral Specialization in Embodied Evolutionary Robotics: Why So Difficult?. *Frontiers in Robotics and AI* 3: 38 pages. URL: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00038>. DOI: 10.3389/frobt.2016.00038.
- Calvanese, D., P. Liuzzo, **A. Mosca, J. Remesal Rodríguez, G. Rezk and G. Rull** 2016. Ontology-based data integration in EPNet: Production and distribution of food during the Roman Empire. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 51, may 2016: 212-229. ISSN: 0952-1976. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132988>.

2015

- **Pons Pujol, Ll.** 2015. La invención de un concepto geopolítico: el Estrecho de Gibraltar en la Antigüedad (s. I-III d.C.). *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 1 de julio de 2015, vol. XIX, nº 513: 1-36, online <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-513.pdf>>. ISSN: 1138-9788.
- Ramírez-Sánchez, M., **M. García Sánchez** and S. Giralt Soler 2015. Epigraphia 3D. Un proyecto de innovación científica en la divulgación del patrimonio epigráfico de Hispania. *Epigraphica* 77: 371-396. ISSN: 0013-9572. URI: <http://hdl.handle.net/10553/13793>.
- **Remesal Rodríguez, J., A. Aguilera, M. García-Sánchez, D.J. Martín-Arroyo, J. Pérez-González and V. Revilla Calvo** 2015. Centro para el Estudio de la Interdependencia Provincial en la Antigüedad Clásica CEIPAC. *Pyrenae: Revista de Prehistòria i Antiquitat de la Mediterrània Occidental* 50: 245-275, ISSN: 0079-8215. DOI: 10.1344/Pyrenae2015.SpecialNumber.1.6

2014

- Almeida, R.R. de and **J. Moros Díaz** 2014. Um Testemunho da Figlina Scalensia em Lagos (Portugal), a propósito de grande fossa detrítica da fábrica de salga da Rua Silva Lopes. *Al-Madam online*. II serie 19 (tomo 1) Julio 2014: 44-59.
- **García Sánchez, M.** and S. Giralt 2014. La realeza aqueménida: ¿reyes o dioses?. *ARYS* 12: 129-158. ISSN-e: 1575-166X.

Book Chapters

2021

- Remesal Rodríguez, J., Rull Fort, G.** (2021) Roman Open Data. CEIPAC's Amphora Epigraphy Database in I. Velázquez Soriano, D. Espinosa Espinosa (Eds.) *Epigraphy in the Digital Age: Opportunities and Challenges in the Recording, Analysis and Dissemination of Epigraphic Texts*. Oxford: Archeopress: 177-184.
- Bermúdez Lorenzo, J.M.** (2021) From CIL XV to the CEIPAC Database: Some Results of Dissemination Data, in I. Velázquez Soriano, D. Espinosa Espinosa (Eds.) *Epigraphy in the Digital Age: Opportunities and Challenges in the Recording, Analysis and Dissemination of Epigraphic Texts*. Oxford: Archeopress: 185-193.
- Pérez González, J.** (2021) Doing Epigraphy with Digital Support: Tools for the Study of Lapidary Epigraphy – The Case of Roman Goldsmiths, in I. Velázquez Soriano, D. Espinosa Espinosa (Eds.) *Epigraphy*

in the Digital Age: Opportunities and Challenges in the Recording, Analysis and Dissemination of Epigraphic Texts. Oxford: Archeopress: 201-212.

-**Pérez González, J., Bermúdez Lorenzo, J.M., Aguilera Martín, A.** (2021) Roman Open Data: una herramienta para la formación del alumnado universitario, in Sein-Echaluce Lacleta, M^a.L., Fidalgo Blanco, A., García Peñalvo, F.J. (eds.) *Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI Congreso Internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2021 (20-22 de Octubre de 2021, Madrid, España)*. Zaragoza: Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza: 341-346. <https://doi.org/10.26754/CINAIC.2021.0066>.

2020

- **García Sánchez, M.** 2020. Familia y propiedad en el derecho griego antiguo: los sellos anfóricos, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 73-94. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/165876>.

- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2020. Los *Ti. Claudii* en la epigrafía de *Pompeii*, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 369-388. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. URI: <http://hdl.handle.net/2445/165898>.

- **Pons Pujol, Ll.** 2020. La legación de *M. Licinius Crassus Frugui* en *Mauretania* (CIL VI 31721), in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 389-408. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/165890>.

- **Aguilera Martín, A.** 2020. *Lucius Vibius Polyanthus*, salsamentario, oleario y sevirio augustal en *Corduba*, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 585-604. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/166058>.

- **Bermúdez Lorenzo, J.M.** 2020. Nuevos sellos anfóricos hallados en Bregenz, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 647-654. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/166060>.

- **Moros Díaz, J.** 2020. La mecánica del sellado de las ánforas olearias béticas, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 681-700. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/166064>.

- **Pérez González, J.** 2020. Depredadores romanos. En busca del oro, in V. Revilla Calvo, A. Aguilera Martín, Ll. Pons Pujol and M. García Sánchez (eds.) *Ex Baetica Romam. Homenaje a José Remesal Rodríguez* (Col·lecció Homenatges 58). 821-840. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9768-410-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/166066>.

2019

- **García Sánchez, M.** 2019. Sabidurías no tan bárbaras, in C. Cruz Andreotti (ed.) *Tras los pasos de Momigliano. Centralidad y alteridad en el mundo greco-romano*. 87-108. Barcelona. ISBN: 978-84-7290-945-8.

- **Remesal Rodríguez, J.** 2019 Senadores en el comercio de aceite bético, in G. Baratta, A. Buonopane and

- J. Velaza (a cura di) *Cultura epigráfica y cultura literaria. Estudios en homenaje a Marc Mayer i Olivé* (Epigrafia e Antichità 44). 821-840. Faenza: Fratelli Lega Editori. ISBN: 978-84-9768-410-7.
- **García Sánchez, M.** 2019. Que viva el que ama: Sexualidad y género en la época de Augusto, in M. García Sánchez and R.S. Garraffoni (eds.) *Mujeres, género y estudios clásicos: un diálogo entre España y Brasil / Mulheres, Gênero e Estudos Clássicos: um diálogo entre Espanha e Brasil* (Instrumenta 66). 215-240. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-318-6.
 - **García Sánchez, M.** 2019. La invención de la alteridad: griegos y persas, in F. Marco Simón, F. Pina Polo and J. Remesal Rodríguez (eds.) *Xenofobia y Racismo en el Mundo Antiguo* (Instrumenta 64). 13-47. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-207-3.
 - **Remesal Rodríguez, J.** 2019. Prólogo, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 9-10. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - **Remesal Rodríguez, J.** 2019. Monte Testaccio. Un archivo único, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 11-28. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - Matthews, S.R. 2019. Moving food supplies to the Roman garrison of the Dobrogea, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 29-40. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - **Martín i Oliveras, A., V. Revilla Calvo and J. Remesal Rodríguez** 2019. The Economy of Roman wine: A proposal for analyse an intensive wine production system and trade. Case Study Research: Regio Laeetana (Hispania Citerior Tarraconensis) from 1st century BC to 3rd century AD, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 41-72. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** and M.M. Castro García 2019. GIS-Based Modelling for the *Riparia/Vinea Ratio*: from *Portus Gaditanus* to *Nabrissa Veneria*, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 73-88. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - Lagóstena Barrios, L. and P. Trapero Fernández 2019. La localización de los viñedos de Marco Columela: literatura agronómica y análisis GIS en el inter luvio Guadalquivir-Guadalete, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 89-114. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.
 - Ruiz Gil, J.A., L. Lagóstena Barrios, J. Pérez Marrero, D. Martín Morales, P. Trapero Fernández and J. Catalán González 2019. *Villae y Figlinae* a orillas del *Lacus Ligustinus*. Análisis GIS y prospección geofísica en el territorium ribereño de Hasta Regia, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 115-138. Barcelona:

Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Gorton, P. 2019. Food and Power in the Post-Roman North: The Role of Food Supply in the Shaping of Power in Post-Roman Britannia, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 139-154. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Goodchild, H. 2019. *De Agri Cultura Experientia*. From Modern Agronomy to Roman Economic Analysis, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 155-178. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Seiler, F., S. Vogel and D. Esposito 2019. Ancient rural settlement and land use in the Sarno River plain (Campania, Italy): Predictive models and quantitative analyses, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 179-200. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- **Coto-Sarmiento, M., S. Carrignon, X. Rubio-Campillo and J. Remesal Rodríguez** 2019. Simulando el aprendizaje: modelización basada en agentes para comprender la producción anfórica en el Imperio Romano, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 201-214. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Guaglianone, A. 2019. The *Porticus* bears all the grain: an update of the area of the *Porticus Minucia* (Rome), between archaeology and social history, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 215-234. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Cipriano, S. and S. Mazzocchin 2019. Dressel 6B and Dressel 6A's oil and wine production in North Italy and the Adriatic western coast (1st century BC – 2nd century AD), in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 235-248. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>.

- Witcher, R. E. 2019. Epilogue. Modelling Roman agricultural production: people, pots and power, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo, D.J. Martín-Arroyo and A. Martín i Oliveras** (eds.) *Paisajes productivos y redes comerciales en el Imperio Romano / Productive Landscapes and Trade Networks in the Roman Empire* (Instrumenta 65). 249-256. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-263-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/136287>

-**Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2019. El impacto de la producción olearia romana sobre los ríos *Baetis* y *Singilis*, in Lagóstena Barrios, L.G. (coord.) *Economía de los humedales. Prácticas sostenibles y aprovechamientos históricos* (Instrumenta 68). 153-178. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-395-7.

2018

- **García Sánchez, M.** 2018. Prefacio, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 11-14. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Wild, J.P. 2018. Carmen Alfaro Giner in textile archaeology and history: an appreciation, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 27-30. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Tellenbach, M. 2018. Sobre vestimenta e identidad en el Imperio romano: el proyecto DressID y su proyección en la investigación europea, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 31-44. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Andrés-Toledo, M.A. 2018. Food and Clothing: a Mesopotamian and Indo-European Formula, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 45-54. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Droß-Krüpe, K. 2018. κατά περ Πέρσαι ἔσκευάδατο – the function of ‘Persian’ dress in Herodotus’ catalogue of Xerxes’ forces (7, 61–90), in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 55-64. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Ortiz-García, J. 2018. Yaciendo bajo el cielo que se extingue: la tienda cósmica de la tumba de Tutanjamón, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 65-78. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Cabrera Lafuente, A. 2018. Indumentaria en el Egipto de la Antigüedad tardía y Edad media temprana conservada en la colección del antiguo Museu Tèxtil i d’Indumentària de Barcelona, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 79-96. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Fluck, C. 2018. Kostümgeschichtliche Zeichnungen spätantiker Kleidung aus ägypten im Museum für byzantinische Kunst, Berlin – eine Spurensuch, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 97-118. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Constantinidis, D. and L. Karali 2018. Textiles and Culture: the flounced skirt in Aegean Bronze Age art, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 119-128. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.

- Benda-Weber, I. 2018. Women's dress in Early Greek art: types, patterns and regional development, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 129-142. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Meo, F. 2018. Primi dati sulle produzioni tessili tarantine nel III-II secolo a.C., in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 153-164. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Busana, M.S. and A. Tricomi 2018. Archeologia tessile nella *Venetia* romana tra storia e archeologia: I casi di Altino, Padova e Verona, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 165-176. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona.. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Larsson Lovén, L. 2018. *Vestis virum facit*. Male clothing and social status in ancient Rome, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 177-184. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Harlow, M. 2018. Satirically Sartorial: colours and togas in Roman satire, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 185-196. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Hildebrandt, B. and I. Demant 2018. "Seamingly" customized – Tassels as decorative elements on statuary depictions of the toga in the *Ny Carlsberg Glyptotek*, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 197-210. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Grömer, K. and L. Bender Jørgensen 2018. Visuality – Movement – Performance. The costume of a rich woman from Franzhausen in Austria, c. 2000 BC, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 211-224. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Andersson Strand, E., K.M. Frei, U. Mannering and M.-L. Nosch 2018. *La donna è mobile*. Biographies of mobile women in ancient European societies, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 225-234. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Martínez García, M^aJ. 2018. Imitaciones, adulteraciones y sucedáneos de la púrpura marina: las noticias de las fuentes y los restos textiles, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona (Instrumenta 59). 235-252. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- Costa, B. 2018. Captura y gestión de recursos malacológicos en algunos talleres productores de púrpura de la isla de Ibiza, in **M. García Sánchez** and M. Gleba (eds.) *Vetus Textrinum. Textiles in the Ancient World. Studies in Honour of Carmen Alfaro Giner*. Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona

- (Instrumenta 59). 253-270. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-081-9. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132986>.
- **Bermúdez Lorenzo, J.M.** 2018. The new amphorae epigraphy found in Raetia, in C.S. Sommer, S. S. and S. Matesic (Hrsg.) *Limes XXIII. Proceedings of the 23rd International congress of Roman frontier studies*. Ingolstadt. 2015. II.
 - **García Sánchez, M.** 2018. Los intelectuales griegos y la monarquía aqueménida: discusiones de escuela y realidad política, in J. Pascual, B. Antela-Bernárdez and D. Gómez Castro (eds.), *Cambio y pervivencia. El mundo griego en el siglo IV a.C.* 351-359. ISBN: 978-84-834-642-3.
 - **Remesal Rodríguez, J.** 2018. Prólogo, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 9-11. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - **Remesal Rodríguez, J.** 2018. Introducción, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 11-20. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - Carreras Montfort, C. and P. De Soto 2018. Metodología – estudio cuantificado de las ánforas, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 21-58. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2018. Las ánforas orientales de Xanten, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 59-78. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - Mateo Corredor, D. and J. Molina Vidal 2018. Abastecimiento de alimentos y comercio anfórico de origen itálico en la *Colonia Ulpia Traiana*, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 79-98. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - Marimon Ribas, P. and S. Calzada Baños 2018. Las ánforas de vino galas en Xanten, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 99-116. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - Marimon Ribas, P. 2018. Las imitaciones anfóricas galas en Xanten, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 117-134. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - **Pérez González, J.** 2018. Las ánforas de alumbre de Lipari: Richborough 527, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 135-142. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - Carreras Montfort, C., A. Gutiérrez, A. Alvarez and A. Doménech 2018. Producción local: las ánforas germanas, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 143-170. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - **Revilla Calvo, V.** 2018. Las ánforas norteafricanas de Xanten, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 171-180. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.
 - **Revilla Calvo, V.** 2018. El vino del noreste de *Hispania Citerior* en Xanten y las provincias germanas.

Características y dinámicas de un mercado secundario, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 181-210. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- Carreras Montfort, C. 2018. Las otras ánforas béticas del Valle del Guadalquivir: Dressel 2-4, Dressel 7-11, Dressel 28, Haltern 70 y Verulamium 1908, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 211-283. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- Lagóstena Barrios, L. and **V. Revilla Calvo** 2018. Importación y consumo de salazones del litoral de la provincia Baetica en la *Colonia Ulpia Traiana (Xanten)*, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 239-274. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- **Remesal Rodríguez, J.** 2018. Las ánforas olearias béticas Dressel 20, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 275-420. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- **Remesal Rodríguez, J. and J. Pérez González** 2018. Los grafitos sobre ánforas en Xanten, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 421-462. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- **Remesal Rodríguez, J.** 2018. Conclusiones, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Colonia Ulpia Traiana (Xanten) y el Mediterráneo. El comercio de alimentos* (Instrumenta 63). 473-514. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-197-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/128515>.

- **Remesal Rodríguez, J.** 2018. Prólogo, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 9-12. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Rizzo, G. 2018. Quantificare la storia: questioni esegetiche intorno alla cultura materiale, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 13-32. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Fabiao, C. 2018. Contar para comparar: algunas reflexiones sobre el tema, con ejemplos desde la Lusitania, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 33-56. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Laubenheimer, F. 2018. Comptages, comparaisons, évaluations: l'exemple des amphores en Gaule, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 57-70. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Carreras Monfort, C. 2018. Algunos apuntes sobre la cuantificación: el protocolo de Sevilla (PRCS/14), in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60).

- 71-88. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- Daems, D. 2018. A matter of formalities. A basic measure of social complexity in the past, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 89-106. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- **Romanowska, I.** 2018. Using agent-based modelling to infer economic processes in the past, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 107-118. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- Molina Vidal, J. 2018. Cuantificación arqueológica para la construcción de hipótesis históricas: métodos, protocolos (PCRS/14) y correctores estadísticos (MR y AC/CM), in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 119-136. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- Adroher Auroux, A.M. and M. Abelleira Durán 2018. Testeo sobre sistemas de cuantificación en ceramología antigua. La aplicación de los protocolos de Sevilla sobre un contexto votivo ibérico de Iliberri (Albaicín, Granada), in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 161-214. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- García Vargas, E. and A.M. Sáez Romero 2018. Todo el pescado vendido. Una lectura cuantitativa de la producción púnica y romana de ánforas, sal y salazones en la Bahía de Cádiz, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 161-214. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- Remesal Rodríguez, J. 2018. El valor estadístico de la epigrafía sobre ánforas Dressel 20, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 215-236. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- **Rubio-Campillo, X., J.M. Bermúdez Lorenzo, J.-M. Montanier, J. Moros Díaz, J. Pérez González, G. Rull Fort and J. Remesal Rodríguez** 2018. Provincias, sellos e hipótesis nulas: la identificación de rutas de comercio a través de medidas de distancia cultural, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 237-250. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.
- **Pérez González, J., M. Morvan, L. Prignano, I. Morer, A. Díaz Guilera, J.M. Bermúdez Lorenzo and J. Remesal Rodríguez** 2018. Reconstruir lo roto. Un método para vincular entre sí las inscripciones del Testaccio, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 251-280. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-

84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Corbeel, S., Q. Desbonnets, I. González Tobar and S. Mauné 2018. Que compte-t-on et comment, sur les ateliers d'amphores Dr. 20 de la vallée du Guadalquivir, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 281-294. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Carrato, Ch., O. Tiago, S. Mauné, E. García Vargas, O. Bourgeon and Ph. Lanos 2018. Sobre la capacidad de carga de los hornos romanos de ánforas: balance metodológico y reflexiones a partir de un horno de Dressel 20 del alfar de Las Delicias (Écija, Sevilla), in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 295-318. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** 2018. Contexto arqueológico e historiográfico de las ánforas Crétoise 2 en Pompeii: una crítica cuantitativa, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 319-344. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>

- Verboven, K. 2018. Ancient cliometrics and archaeological proxy-data. Between the devil and the deep blue sea, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 345-372. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

- Panella, C. 2018. Riflessioni conclusive, in **J. Remesal Rodríguez, V. Revilla Calvo and J.M. Bermúdez Lorenzo** (eds.) *Cuantificar las economías antiguas. Problemas y métodos. Quantifying Ancient Economies. Problems and Methodologies* (Instrumenta 60). 373-378. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-9168-107-6. URI: <http://hdl.handle.net/2445/125982>.

2017

- **Remesal Rodríguez, J.** 2017. Presentación, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 11-12. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168-043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.

- Almagro Gorbea, M. 2017. El "medianeto", una institucion de origen celta en los fueros de Extremadura, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 23-42. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168-043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.

- Alonso Troncoso, V. 2017. Alejandro en la nao capitana (336 - 323 a. C.), in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 43-52. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168-043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.

- Baltar Veloso, R. 2017. Filología a tumba abierta, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 53-56. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168-043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.

- Barceló, P. 2017. Religiöser Fundamentalismus im späten römischen Reich. Strömungen, Tendenzen, Wirkungen, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 57-72. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Bermejo Barrera, J.C. 2017. Historia antiqua sub specie melancholiae, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 73-86. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona: Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Brodersen, K. 2017. Barbaren bei Plinius d. ä. und seinem “Affen“ Solinus: vom Kulturbezogenen zum geographischen Barbarenbegriff, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 87-94. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Costabile, F. 2017. La *pecunia püblica et alimentaria* traianea e l'origine di una *gens* di magistrati di Locri Epizefiri, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 95-104. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Encarnação, J. d' 2017. A singularidade cultural do SW da Lusitânia romana, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 105-122. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Díez de Velasco, D. 2017. Balnearios y divinidades indígenas testificadas en la epigrafía de época romana en la Península Ibérica: reflexiones en torno a Bormanico, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 123-136. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Eck, W. 2017. Rechtsunsicherheit heilen: Hadrian und seine Prätorianer am Beginn seiner Regierung, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 137-144. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- García Moreno, L. 2017. Magno, cónsul occidental del 460 ¿También fue comes Hispaniarum?, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 145-156. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- **García Sánchez, M.** 2017. El Gran Rey en la ópera, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 157-177. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- García Teijeiro, M. 2017. ΤΑΝΤΑΛΟΥ ΚΗΠΟΙ y banquetes mágicos, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 179-190. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Hamza, G. 2017. *Ius privatum and ius publicum* in Roman Law – Some Reflections, in J.-C. Bermejo Barrera

- and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 191-208. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Llinares García, M^a.M. 2017. El estudio arqueológico de la religión: una búsqueda sin fin, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 209-222. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Maffi, A. 2017. Nuove riflessioni su IC IV 72 col. II 16-20, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 223-232. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Montero Herrero, S. 2017. Mecenas y las aves, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 233-242. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Pérez Jiménez, A. 2017. Religión y astrología en el *Tetrabiblos* de Tolomeo o las servidumbres del sistema, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 243-258. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Sartori, A. 2017. Nessi epigrafici nei titoli di *Mediolanum*: arrangiamento o arricchimento?, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 259-270. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Schattner, Th. 2017. Dejadados para el pasto de las aves. Un motivo en vasos y relieves del norte de Hispania y de las culturas celtas, etruscas y griegas, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 271-334. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Siles Ruiz, J. 2017. Observaciones sobre la inscripción lusitana de Arronches, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 335-348. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Wallace, R. W. 2017. The bronze coinage of Iberian Irippa after Sextus Pompeius. Politics and necessity in an age of uncertainty?, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 349-360. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- Fernández Nieto, F.J. 2017. Advertencias a mis verdaderos discípulos, in J.-C. Bermejo Barrera and **M. García Sánchez** (eds.) *ΔΕΣΜΟΙ ΦΙΛΙΑΣ Bonds of Friendship. Studies in Ancient History in Honour of F. Javier Fernández Nieto* (Instrumenta 59). 361-387. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-9168- 043-7. URI: <http://hdl.handle.net/2445/132985>.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2017. Introducción. Economía Romana: nuevas perspectivas, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 9-11. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- Buonopane, A. 2017. L'instrumentum inscriptum da curiosità antiquaria a fonte per la storia economica

- e sociale del mondo romano, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 17-36. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- Sebastiani, R. 2017. Gli scavi a Testaccio: porto fluviale, *Porticus Aemila, horrea*, Monte Testaccio, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 37-74. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- Fabiao, C. 2017. La contribución del CEIPAC a la historia económica del Imperio Romano, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 75-88. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/10451/27153>. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- Schäfer, Ch. 2017. The debate on the ancient economy as a “battlefield” and the question of transport routes to the Rhine region, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 89-118. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- **Remesal Rodríguez, J. and B. Rondelli** 2017. The EPNet Project: a non-conventional framework for falsifying historical sources, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 119-124. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- **Prignano, L., I. Morer, S. Lozano, J. Pérez González, F. Fulminante and A. Díaz-Guilera** 2017. The weird, wired past. The challenges of applying network science to archaeology and ancient history, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 125-148. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>.
- **Carrignon, S., X. Rubio and J.-M. Montanier** 2017. Theory-building of social change using computer simulation, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 149-166. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>
- Calvanese, D. **A. Mosca, J. Remesal, M. Rezk and G. Rull** 2017. Tecnología semántica e integración de datos en EPNet, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 167-188. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>
- **Martí Oliveras, A., D.J. Martín-Arroyo Sánchez and V. Revilla Calvo** 2017. Wine economy in Roman Spain: archaeological data and modelization, in **J. Remesal Rodríguez** (ed.) *Economía romana. Nuevas perspectivas. The Roman Economy. New perspectives* (Instrumenta 55). 189-237. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 978-84-475-4150-8. URI: <http://hdl.handle.net/2445/111064>
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J., L. Prignano, I. Morer, G. Rull, M. García Sánchez, A. Díaz-Guilera and J. Remesal Rodríguez** 2017. The Wine Trade of Roman Crete: Construction of Onomastic and Geographical Networks, in J. Velaza (ed.) *Insularity, Identity and Epigraphy in the Roman World*. 177-194. Cambridge: Cambridge Scholars Publishing. ISBN 978-1-4438-4704-9.
- **Revilla, V.** 2017. La economía en las ciudades romanas del noreste de la Hispania Citerior, in M^a.D. Dopico Cainzos and M. Villanueva Acuña (eds.) *In Roma nata, per Italiam fusa, in provincias manat. A cidade romana no noroeste: novas perspectivas* (Philtáte 2). 125-165. Santiago de Compostela: Studia et acta antiquae Gallaeciae. ISBN 978-84-8192-550-0.

2016

- **Carrignon, S., J.-M. Montanier and X. Rubio-Campillo** 2016. Modelling the co-evolution of trade and culture in past societies, in *Winter Simulation Conference, Dec 2015*, Huntington Beach, United States. HAL id: halshs-01276789, version 1
- Medernach, D., **S. Carrignon**, R. Doursat, T. Kowalik, J. Fitzgerald and C. Ryan 2016. Evolution of Heterogeneous Cellular Automata in Fluctuating Environments, in: *The 15th International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems Cancún, Mexico, 4-8 July 2016*. "Proceedings of the Artificial Life Conference 2016. 216-223. The MIT Press. URI: <http://hdl.handle.net/2117/89362>
- **Pérez González, J.** 2016. El Canal de los dos Mares. Época Antigua, in *CIRILLI. City, River, Littoral*, ISSN: 2494-551X. Lien: <https://cirili.hypotheses.org/783>.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2016. Prólogo, in C. Fabiao and A. Guerra (Dir.) J. Almeida, R.R. Almeida de, J. Pimenta and V. Filipe (autores) *Marcas de ánforas romanas na Lusitânia (Do Museo Nacional de Arqueologia de Lisboa ao Museo Nacional de Arte Romano de Mérida)* (Fascicule 19). 5-6. Lisboa: Union Académique Internationale. URI: <http://hdl.handle.net/10451/25621>.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2016. *De Re Rustica Baeticae*, in R. Hidalgo Prieto (Coord.) *Las villas romanas de la Bética*. Vol. I. 27-37. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide: 27-37.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2016. Sellar para qué?, in M. Buora and S. Magnani (eds.) *Antichità altoadriatiche: v. 83, Le iscrizioni con funzione didascalico-esplicativa. Committente, destinatario, contenuto e descrizione dell'oggetto nell'Instrumentum Inscriptum*. 73-90, ISSN, 1972-9758.

2015

- Calvanese, D., **A. Mosca, J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull** 2015. A 'Historical Case' of Ontology-Based data Access, in *2015 Digital Heritage*, vol. 2. 291-298. Granada8. ISBN: 978-1-5090-0048-7. DOI: 10.1109/DigitalHeritage.2015.7419510.
- **Mosca, A., J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull** 2015. Knowledge Representation in EPNet, in T. Morzy, P. Valduriez and L. Bellatreche (eds.) *New Trends in Databases and Information Systems. ADBIS 2015. Communications in Computer and Information Science*, vol. 539. 427-437. Cham: Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-23201-0. DOI: 10.1007/978-3-319-23201-0_43.
- **Remesal, J., A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo, A. Mosca and G. Rull** 2015. The EPNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: Economics and Political Dynamics, in S. Orlandi, R. Santucci, V. Casarosa and P.M. Liuzzo (eds.) *Information Technologies for Epigraphy and Cultural Heritage Proceedings of the First EAGLE International Conference*. 455-464. Roma: EUROPEANA Eagle Project; ISBN: 978-88-98533-42-8. URI: <http://hdl.handle.net/2117/85564>. DOI: 10.13133/978-88-98533-42-8.

2014

- **Blázquez Martínez, J. M. and J. Remesal Rodríguez** 2014. Introducción, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 13-14. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Blázquez Martínez, J. M. and J. Remesal Rodríguez** 2014. Las campañas de excavación 2000 y 2005, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI*

- (Instrumenta 47). 15-38. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Remesal Rodríguez, J. and A. Aguilera Martín** 2014. *Los tituli picti*, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 39-414. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2014. Los sellos, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 415-464. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Remesal Rodríguez, J., R. Ayllón Martín, S. Calzada Baños, J. Moros Díaz and R. Rovira Guardiola** 2014. Los grafitos, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 465-536. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Remesal Rodríguez, J.** 2014. Tipología de las ánforas Dressel 20, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 537-558. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- **Revilla Calvo, V.** 2014. Ánforas africanas de fines del s. II d.C. del Monte Testaccio (Campañas 2000 y 2005), in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 559-570. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Ruiz del Pozo, P. 2014. Miscelánea: Las otras ánforas hispanas, galas, itálicas y del Mediterráneo oriental, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 571-592. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>
- Di Nezza, M^a and M. Di Filippo 2014. Rilievi elettromagnetici a Monte Testaccio, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 593-600. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Pecci, A and M.A. Cau Ontiveros 2014. Análisis de residuos orgánicos en algunas ánforas del Monte Testaccio (Roma), in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 601-614. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Mrabet, A., M. Ben Moussa and T. Mani 2014. Nouvelles découvertes de marques amphoriques (Tunisie), in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 615-628. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Mrabet, A., T. Mani and M.R. Hamrouni 2014. Nouvelles découvertes de marques amphoriques à Sullecthum (Salakta, Tunisie), in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 629-682. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Berg, J.J.H., van den 2014. Amphora stamps from Fectio (Vechten, NL), in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 683-724. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.
- Ruiz Cabrero, L.A. 2014. La pax Assyriaca y el aceite en Filistea. Tel Miqne-Ekron, in **J.M. Blázquez**

Martínez and J. Remesal Rodríguez (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 725-750. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.

- **Blázquez Martínez, J. M.** 2014. El aceite en Chipre en la Antigüedad, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 751-772. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.

- **Moros Díaz, J.** 2014. La intervención severiana en la producción del aceite bético, in **J.M. Blázquez Martínez and J. Remesal Rodríguez** (eds.) *Estudios sobre el Monte Testaccio (Roma) VI* (Instrumenta 47). 773-860. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN: 978-84-475-4245-1. URI: <http://hdl.handle.net/2445/104804>.

Participations at Conferences, Seminars, Congress, Courses

EPNET Workshops

1. EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics. Universitat de Barcelona, July 2-3, 2015.

- **Remesal Rodríguez, J.** “Introduction to EPNet Workshop”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 9.30-10.00.

- **Remesal Rodríguez, J.** “Introduction to Theories on Roman economy and trade”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 1: Theories on Roman economy and trade. Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 10.00-10.15.

- Schäfer, Ch. “The efficiency of riverine trade routes and sea-routes in the Roman Empire”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 1: Theories on Roman economy and trade. Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 10.15-11.00.

- Arnaud, P. “Maritime Infrastructure. Between Public and Private Initiative”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 1: Theories on Roman economy and trade. Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 11.15-12.00.

- **Revilla, V.** “Sistemas agrarios, territorio y propiedad rural: el litoral NE de Hispania como caso de estudio”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Universitat de Barcelona, Universitat de Barcelona, July 2, 2015.

- Aubert, J.-J. “Did the Romans invent “commercial” law?”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 1: Theories on Roman economy and trade. Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 12.00-12.45.

- **Mosca, A.** “Introduction to Knowledge representation and semantic data management for Humanities”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 2: Knowledge representation and semantic data management for Humanities (KR&DM4H). Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 14.30-14.45.

- Calvanese, D. “Principles and Technologies for Ontology-Based Data Access”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 2: Knowledge representation and semantic data management for Humanities (KR&DM4H). Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 14.45-15.30.

- Rezk, M. “Ontology-Based Integration of data about the Roman Empire”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 2: Knowledge

representation and semantic data management for Humanities (KR&DM4H). Universitat de Barcelona, July 2, 2015. 15.45-16.30.

- **Rubio, X.** “Introduction to Quantitative Methods in Archaeology”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 3: Quantitative Methods in Archaeology. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 9.30-9.45.
- Altaweel, M. “Emergent Systems in Archaeology from Agent-Based Modelling: Example Case Studies”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 3: Quantitative Methods in Archaeology. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 9.45-10.30.
- Currie, Th. “Testing hypotheses about human social and cultural evolution using statistical and agent-based models”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 3: Quantitative Methods in Archaeology. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 10.45-11.30.
- Kandler, A. “Inferring cultural transmission processes from frequency data”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 3: Quantitative Methods in Archaeology. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 11.30-12.15.
- **Díaz-Guilera, A.** “Introduction to Network generation and interpretation of complex systems”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 4: Studying the past under a complex network perspective. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 14.00-14.15.
- Rivers, R. “Are Data and Theory models homomorphic or complementary?”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 4: Studying the past under a complex network perspective. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 14.15-15.00.
- Lozano, S. “Looking to the Past to better understand dynamics on & of complex networks”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 4: Studying the past under a complex network perspective. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 15.15-16.00.
- Mol, A. “Black Boxes, Probabilities and Perfect Data: How (not) to provide insights into past social networks through archaeology”. *EPNet Workshop. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*. Session 4: Studying the past under a complex network perspective. Universitat de Barcelona, July 3, 2015. 16.00-16.45.

2. Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828), Universitat de Barcelona, November 31, 2015.

- Buonopane, A. “La base de datos CEIPAC”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 10.15-10.45.
- Sebastiani, R. “Las excavaciones del monte Testaccio”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 10.45-11.15.
- Fabiao, C. “La contribución del CEIPAC a la historia económica”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and*

Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828), Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 11.30-12.00.

- Panzram, S. “La difusión de la investigación”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 12.00-12.30.

- **Remesal, J.** “Un nuevo marco: el proyecto EPNet”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 15.00-15.15.

- **Mosca, A.** “Viejas ideas, nuevos instrumentos (Bases de datos y sistemas ontológicos)”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 15.15-15.45.

- **Rubio-Campillo, X.** “Viejas ideas, nuevos métodos (modelos informáticos)”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 15.45-16.15.

- **Díaz-Guilera, A.** “Viejas ideas, nuevos métodos (estudio de redes complejas)”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 16.15-16.45.

- **Rondelli, B.** (SIRIS-EPNet), García Echevarría, S. (Universidad de Alcalá de Henares), Casanova, J. (Universidad Politécnica de Barcelona). “Discusión general: perspectivas de futuro”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro (ERC-2013-ADG 340828) / Production and Distribution of Food during the Roman Empire. Economic and political dynamics. Present and future (ERC-2013-ADG 340828)*, Universitat de Barcelona, November 31, 2015. 17.00-18.30.

3. Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims. Universitat de Barcelona, February 20-21, 2017

- **Remesal J.** “Introducción al Workshop”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 9.30-10.00.

- Laubenheimer, F. “Comptages, comparaisons, évaluations: l'exemple des amphores en Gaule”. *Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 1. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 10.00-10.30.

- Fabiao, C. “Contar para comparar. Perspectivas desde la Lusitania”. *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 1. Universitat de Barcelona, February, 20 2017. 10.30-11.00.

- **Romanowska, I.** “Let’s mine the data with agent-based modelling: uncovering the economic processes behind distribution curves”. *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 1. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 11.30-12.00.

- **Remesal, J.** “Del almacén a la base de datos: el valor estadístico de la epigrafía sobre ánforas Dr. 20”.

- Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 1. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 12.00-12.30.
- Adroher Auroux, A. “El protocolo de cuantificación de cerámica de Sevilla frente a depósitos cerrados procedentes del oppidum ibérico de Iliberri”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 2. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 15.00-15.30.
 - Molina, J. “Aplicaciones sobre cuantificación arqueológica: el protocolo de Sevilla (PCRS/14) y los correctores estadísticos fijos (MR y CM)”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 2. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 15.30-16.00.
 - Carreras Montfort, C. “Algunos apuntes sobre cuantificación: el protocolo de Sevilla (PCRS/14)”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 2. Universitat de Barcelona, February 20, 2017. 16.30-17.00.
 - **Rubio-Campillo, X.** “The ecology of trade: identifying large-scale dynamics of interaction with quantitative methods”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 3. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 10.00-10.30.
 - **Díaz-Guilera, A. and L. Prignano** “Complex networks from amphoric epigraphy. Dealing with heterogeneous quantities of data”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 3. Universitat de Barcelona, February 21 2017. 10.30-11.00.
 - Corbeel, S., Q. Desbonnets, I. González Tobar and S. Mauné “Que compte-t-on et comment, sur les ateliers d’amphores Dr. 20 de la vallée du Guadalquivir”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 3. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 11.30-12.00.
 - Carrato, Ch., E. García Vargas, E. Mauné, O. Tiago and O. Bourgeon “Quantification du nombre de Dr. 20 dans un four à amphores. Méthode et perspectives”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 3. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 12.00-12.30.
 - García Vargas, E. and A. Sáez Romero “Todo el pescado vendido. Una lectura cuantitativa de la producción púnica y romana de sal y salazones en la Bahía de Cádiz”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 4. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 15.00-15.30.
 - Daems, D. “Counting sherds is complex business. Quantifying complexity dynamics in the past”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 4. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 15.30-16.00.
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** “Contexto arqueológico e historiográfico de las ánforas Crétoise 2 en Pompeii: una crítica cuantitativa”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 4. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 16.30-17.00.
 - Rizzo, G. “Quantificare” la storia: riflessioni sull’interpretazione dei dati della cultura materiale”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 4. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 17.00-17.30.
 - Panella, C. “Clausura”. *Cuanticar: qué, cómo y para qué. Quantication in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Sesión 4. Universitat de Barcelona, February 21, 2017. 17.30-18.00.

4. Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues. Universitat de Barcelona, June 21 2018.

- Ayris, P. “From Open Access to Open Scholarship: UCL Press as a model for the Future of Scholarly Publishing”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 9.30-10.00.

- Barni, M. “Language use and open, linked data”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 10.00-10.30.
- **Mosca, A.** “Ontology-mediated data management in EPNNet”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 11.00-11.30.
- Roig Sanz, D. “Social Networks of the Past: Mapping Hispanic and Lusophone Literary Modernity, 1898-1959”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 11.30-12.00.
- Ayciriex, L. and E. González-Blanco “POSTDATA: Open poetry, open science and linked open data”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 12.00-12.30.
- Richards, J.D. “Open Science and Open Data: Twenty years of preserving the bits at the Archaeology Data Service”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 1. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 12.30-13.00.
- Tóth-Czifra, E. “Loners, pathfinders or explorers? Emerging community practices and communities of practice in Open Humanities”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 2. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 15.00-15.30.
- Irollo, A. “Europeana: how open cultural data supports discovery, reuse and innovation in digital humanities”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 2. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 15.30-16.00.
- Niccolucci, F. “ARIADNE, the European e-infrastructure for FAIR digital archaeology”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 2. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 16.00-16.30.
- Quochi, V. “CLARIN(-IT) for Open Humanities. The European infrastructure for language resources and the FAIR data principles”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 2. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 16.30-17.00.
- **Rubio-Campillo, X. and Ch. Schäfer** “Open Debate”. *Open Science and the Humanities. Results, practices and open issues*. Session 3. Universitat de Barcelona, June 21st 2018. 17.30-18.30.

Presentations, Session Organization, and Session Chairing at Conferences of the Scientific Director, Prof. José Remesal Rodríguez

- Invited presentation at the *Networking in Archaeology since 1829. Deutsches Archäologisches Institut (Rom)*, 06/12/2019 Albert Dressel e l'altra rete scientifica di Bunsen. Religione e politica tra Roma e la Prussia.
- Invited presentation at the Universidad Rey Juan Carlos I (Madrid) - J.M. Bermúdez, 15/11/2019. Title: *El monte Testaccio (Roma): un monumento y su ciudad*.
- Congress organization (with Revilla Calvo, V. and A. Martín i Oliveras) Scientific secretary J. Pérez González. Roman Agrarian & Viticultural Landscapes-Geospatial analysis statistics & predictive modelling: case studies Research. 14-15/10/2019. Universitat de Barcelona.
- Invited presentation at the *Congreso Internacional: El patrimonio epigráfico en la era digital: Documentación, análisis y socialización*. Conferencia invitada. Universidad Complutense de Madrid. 20/06/201 (with G. Rull). Title: “Roman open data. La base de datos de epigrafía anfórica del CEIPAC”.
- Invited presentation at the Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae II. Veinte años después (17-20/12/2018 (Seville), 19/12/2018, title: “El ejemplo del Monte Testaccio”.
- Invited inaugural presentation at the Seminario Internancional Producción y Comercio en la Lusitania de Augusto, Mérida (MNAR), 4/10/2018, title: “Producción y comercio en Hispania: el caso del monte Testaccio”.

- Session organization (with C. Fabião, D.J. Martín-Arroyo Sánchez, and J.M. Bermúdez Lorenzo) at the 24th EAA Annual Meeting, Universitat de Barcelona (Barcelona, Spain), 5-8/09/2018. Title session: “Navigating in a Sea of data. Trade in the Ancient Mediterranean”.
- Presentation at the 24th EAA Annual Meeting, Session “Navigating in a Sea of data. Trade in the Ancient Mediterranean”, Barcelona 8/9/2018, title: “An Introduction to the Data Management on Ancient Trade”.
- Presentation (with M. Coto-Sarmiento and X. Rubio-Campillo) at the 24th EAA Annual Meeting, Session “Navigating in a Sea of data. Trade in the Ancient Mediterranean”, Barcelona 8/9/2018, title: “The markings of the trade: exploring the patterns of olive oil production in Roman Baetica”.
- Invited presentation at the ‘Jornadas sobre cultura clásica: Grecia, Roma y nosotros’, Fundación Caja Canarias en su Espacio Cultural de la Plaza del Patriotismo, Santa Cruz de Tenerife 6/6/2018, title: “El Imperio romano y la primera globalización”.
- Invited presentation at the Instrumenta inscripta VIII: Plumbum litteratum. L’escritura sobre plom a l’època romana, Sala Pi y Sunyer del Institut d’Estudis Catalans (Barcelona), 5-7/09/2018, title: “Nigra moneta”.
- Congress organization (with I. Labastida, B. Rondello, M. Yubero, J.M. Bermúdez, J. Pérez González, M. González Vázquez and J. Rodríguez Segura) Open Science & The Humanities. 21/06/2018. Universitat de Barcelona.
- Invited presentation at the Nuevo Ciclo de Conferencias “Los Hispanos Emperadores de Roma” de La Real Academia de la Historia, 21/11/2017, title: “Trajano, el *Optimus Princeps*”.
- Invited presentations at the Öffentlicher Gastvortrag im Kolloquium “Probleme des römischen Westens”, Universidad de Kassel, 14 y 16/11/2017, title: “Monte Testaccio (Rom). Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt”.
- Invited presentation at the MCAW Vortrag im Wintersemester 2017/18, Universidad de Mälburg, 15/11/2017, title: “Baetisches Olivenöl in den Germaniae: “Big Data” und Netzwerkanalytik in der Archäologie”.
- Session chairing at *Protection and Enhancement of Cultural Heritage. The Case of Transport Amphorae. Proceedings of the Scientific Conference*, Ministry of Culture and Sports Ephorate of Antiquities of the Dodecanese, Rhodes (Greece), 30/09/2017.
- Invited presentation (with M. García Sánchez and G. Rull Fort) at *Protection and Enhancement of Cultural Heritage. The Case of Transport Amphorae. Proceedings of the Scientific Conference*, Ministry of Culture and Sports Ephorate of Antiquities of the Dodecanese, 30/09/2017, title: “La banque de données d’épigraphie amphorique grecque du CEIPAC et EPNET Project”.
- Invited presentation at *Sesión I de Historia y Arqueología. El Patrimonio Agroecológico del Olivar Español. Aspectos socioeconómicos y culturales; Amenazas y Oportunidades ante la Globalización y el Cambio Climático*, Fundación Foro Agrario, 24/05/2017, title: “El aceite de oliva español en el imperio romano: La enseñanza del Monte Testaccio”.
- Invited presentation at *Ciclo de Conferencias “La Arqueología Española en el Exterior”*, Museo Arqueológico Nacional de España, 16/05/2017, title: “Excavaciones españolas en el Monte Testaccio (Roma, Italia)”.
- Session organization (with V. Revilla Calvo, A. Martín i Oliveras and D.J. Martín-Arroyo Sánchez) at the *27th annual Theoretical Roman Archaeology Conference (TRAC)*, 29/03/2017, title: “The production and Distribution of Food during the Roman Empire: Political, Economic and Social Dynamics”.
- Session chairing and organization at the Workshop *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Universitat de Barcelona (Barcelona, Spain), 20-21/02/2017.
- Presentation at the Workshop *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Universitat de Barcelona (Barcelona, Spain), 20/02/2017, title: “Del almacén a la base de datos: el valor estadístico de la epigrafía sobre ánforas Dr. 20”.

- Invited presentation (with I. Morer, A. Díaz-Guilera, L. Prignano, and D. Martín-Arroyo) at CCA 2016. *Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology*, University of Oslo, 01/04/2016, title: “Wine trade from Roman Crete: onomastic-geographic network analysis”.
- Invited talk at *Tribuna d’Arqueologia*, Barcelona, España, 16/12/2015, title: “De vertedero a archivo. 25 años de excavaciones en el monte Testaccio (Roma, Italy)”.
- Session Chairing and Organization at the *Workshop. Producción y comercio de alimentos durante el Imperio romano. Dinámicas políticas y económicas. Presente y futuro* (ERC-2013-ADG 340828). Aula Magna de la Facultat de Geografia i Història en la Universitat de Barcelona. Barcelona (Spain), 30/10/2015.
- Invited presentation at the *Coloquio sobre La producción de aceite y de ánforas oleícolas en la cuenca del Guadalquivir en la época romana*, Casa de Velázquez (Madrid, Spain), 29/10/2015, title: “Aceite bético, nuevas perspectivas”.
- Invited presentation (with Ll. Pons and J.M. Bermúdez) at *XXIII. Limes Congress 2015, Ingolstadt Germany. 12-23 September 2015*, 14/09/2015, title: “Nuevas Propuestas de datación de la epigrafía anfórica a través de la cronología de los asentamientos militares del limes renano-danubiano y tingitano”.
- Invited presentation (with X. Rubio-Campillo) at *Complexity: a new framework to interpretate ancient economic proxy data*, Sagalassos (Turkey), 11/09/2015, title: “From hypothesis testing to model selection: a comparison of olive oil trade models identified in Monte Testaccio, Rome”.
- Invited presentation at *Congreso Complexity: a new framework to interpretate ancient economic proxy data*, Sagalassos (Turkey), 11/09/2015, title: “Food control and its economic and political repercussions in the Roman Empire”.
- Invited presentation (with A. Mosca, G. Rull, and M. Rezk) at *First International Workshop on Semantic Web for Cultural Heritage, In Conjunction with 19th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS 2015)*, Poitiers (France), 08/09/2015, title: “Knowledge representation in EPNNet”.
- Invited presentation (with A. Díaz-Guilera, L. Prignano, and A. Mosca) at *Sesión AR8 Network Science in Archaeology: Challenges and opportunities in Congress EAA Glasgow 2015*, 05/09/2015, title: “Centralised and self-organising network of goods distribution during the Roman Empire”.
- Session chairing at the *Workshop Economic & Political Network. Production and Distribution of Food during the Roman Empire: Economic and Political Dynamics*, Gran Sala de la Facultat de Geografia i Història en la Universitat de Barcelona, Barcelona (Spain), 02/07/2015
- Invited presentation at the *Cicle de Seminaris 2015, sessió II. Recerca, Transferència de coneixements i xarxes socials*, Universitat de Barcelona, (Barcelona, Spain), June 2015, title: “Nuevos parámetros de los Grupos de Investigación”.
- Invited presentation: “Sellar ¿para qué? El sistema de comunicación en los sellos de las ánforas Dressel 20”. Oral presentation at *VII Incontro Instrumenta Inscripta. ‘La iscrizioni con funzione didascalico-esplicativa. Committente, destinatario, contenuto dell’ oggetto nell’ instrumentum inscriptum*. Aquileia, 26/03/2015.
- Presentation (with A. Díaz-Guilera, B. Rondelli, X. Rubio, A. Aguilera, D.J. Martín-Arroyo, A. Mosca and G. Rull) “The EPNNet Project. Production and distribution of food during the Roman Empire: Economics and Political Dynamics”. Oral presentation at *International Conference on Information Technologies for Epigraphy and Digital Cultural Heritage in the Ancient World*, París (France), 30/10/2014.
- Oral presentation (with A. Mosca, A. Díaz-Guilera and X. Rubio Campillo) “EPNNet: Big Data & Història”. BIGBANGDATA, Barcelona (España), 07/10/2014.
- Oral Presentation at V Workshop de Econosociofísica, IPHES, Tarragona (Spain), 29/01/2014. (with A. Diaz-Guilera and X. Rubio Campillo) “El Proyecto EPNNet”.

Principal Key-Note Presentations at National and International Workshops, Seminars, Conferences by the Members of the Research Group

- **Remesal Rodríguez, J. and J.M. Bermúdez Lorenzo** “ARIADNEplus Kick-off meeting”. Ariadne Plus. 11-14 /02/2019. Patro (Italia)
- **García Sánchez, M.** “Dario I y el Imperio persa aqueménida”. *Creadores de imperios*. Madrid. 11/12/2019.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** Seminario “Concepción y desarrollo de la colonia romana” para los alumnos de la Licenciatura en Historia – Itinerario de especialización cronológica en Historia del Mundo Antiguo. Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona (08/05/2018).
- **Moros Díaz, J.** ‘Cuál era la función de los sellos. Cuarta Sesión (20/12/2018) del Congreso Internacional *Ex Baetica Amphorae II*. Veinte años después. 17-20/12/2018 (Seville).
- **Ozcáriz Gil, J., J. Heredero Berzosa and J. Pérez González** ‘Consideraciones sobre los grafitos en ánforas Dressel 20 hallados en el Monte Testaccio. Veinte años de estudio’. Cuarta Sesión (20/12/2018) del Congreso Internacional *Ex Baetica Amphorae II*. Veinte años después. 17-20/12/2018 (Seville).
- Braidotti, E., D. Dobrova and **J. Rodríguez Segura** ‘Baetican amphorae from the National Archaeological Museum of Aquileia (UD). Tercera Sesión (19/12/2018) del Congreso Internacional *Ex Baetica Amphorae II*. Veinte años después. 17-20/12/2018 (Seville).
- **Pons Pujol, Ll.** Session Chairing at XXI Convegno Internazionale l’Africa Romana, Túnez, 6-9/12/2018. Session ‘II. Epigrafia storica e Giuridica’. Session ‘III. Epigrafia militare’. Session V ‘Epigrafia funeraria’.
- **Pons Pujol, Ll. and J. Rodríguez Segura** ‘La *figlina* Virginensis e la Mauretania Tingitana. Una rilettura 18 anni dopo’ (poster), XXI Convegno Internazionale l’Africa Romana, Túnez, 6-9/12/2018.
- **Pons Pujol, Ll.**, “Enfoques metodológicos en el estudio de los jardines romanos”, Convegno internazionale Antichità in giardino, giardini nell’antichità, Verona, Palazzo Giusti, 6/10/2018.
- **Romanowska, I. and D.J. Martín-Arroyo Sánchez** “From *Tituli* to Trade System: Automated Algorithm for Syntactic Analysis of Epigraphical Material”, 24th EAA Annual Meeting, Session “Navigating in a Sea of data. Trade in the Ancient Mediterranean, 8/09/2018, Universitat de Barcelona.
- **Coto-Sarmiento, M.** “Invisible violences in Archaeology: from gender as a subject matter to examine gendered practices”. 24th EAA Annual Meeting, Session: The Women dimension in Archaeology: between Politics and Social constrains, 8/09/2018, Universitat de Barcelona.
- **Coto-Sarmiento, M.** “Invisible violences in Archaeology: from gender as a subject matter to examine gendered practices”. 24th EAA Annual Meeting, Session: The Women dimension in Archaeology: between Politics and Social constrains, 8/09/2018, Universitat de Barcelona.
- **Pons Pujol, Ll. and J. Pérez González** “Mauretania Tingitana. A review of an Atlantic Province”, 24th EAA Annual Meeting, Session “Navigating in a Sea of data. Trade in the Ancient Mediterranean, 8/09/2018, Universitat de Barcelona.
- **Ruíz, D., J. Pérez González, L. Prignano, I. Morer, A. Aguilera Martín and J. Remesal Rodríguez** “Rebuild broken amphoras in the Testaccio (II)”. *UBICS day 2018*. Poster. Universitat de Barcelona 19/06/2018.
- **Aguilera Martín, A., Ll. Marí Sala and V. Revilla Calvo** “Epigrafia quotidiana nell’ambito rurale della Spagna Citeriore: il caso del territorio di Ilerda”. *IVème Colloque Ductus. Inscriptions mineures en miroir: textes, langues et supports (Rome, 5-6-7 décembre 2018)*. Institut Suisse de Rome – École Française de Rome.
- **Revilla Calvo, V.** “¿En los márgenes del sistema de la villa? Tipología, función e imagen del hábitat rural en el noreste de Hispania Citerior”. Invited conference at “*Arqueología del campesinado en la Hispania romana (Madrid, 29-30 de noviembre de 2018)*”. Universidad Carlos III Madrid.
- Marí i Sala, Ll. and **V. Revilla Calvo** “La arquitectura de la villa del Romeral (Albesa, la Noguera) en la antigüedad Tardía”. *Las villas romana bajoimperiales de Hispania (Palencia, 15, 16 y 17 de noviembre)*. Diputación de Palencia

- García, J. and **V. Revilla Calvo** “Continuidades y rupturas del paisaje urbano en los *parva oppida* del noreste de Hispania Citerior: el caso del *municipium Iluro* (Mataró)”. Conferència invitada at “*Continuidades y rupturas en el callejero de las ciudades hispanas (Alicante, 7-9 de noviembre de 2018)*”. Museo Arqueológico de Alicante.
- **Revilla Calvo, V.** Member of the Organization Board at the *24th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists (EAA) in Barcelona, Spain, 5-8. September 2018.*
- **Martín i Oliveras, A., V. Revilla Calvo and I. Romanowska.** “Reconstructing Laetanian Roman Wine Economy using Agent-Based Modelling (1st c. BC-3rd c. AD)”. Oral presentation at *24th Annual Meeting of the European Association of Archaeologists (EAA) in Barcelona, Spain, 5-8 September 2018.*
- **Gimenez, X., G. Rull, J. Pérez González, A. Mosca, B. Rondelli and J. Remesal Rodríguez** “Roman Open Data (<http://www.romanopendata.eu>)”. *Open Science & The Humanities*. Poster. 21/06/2018. Universitat de Barcelona.
- **Carrignon, S.** DySoC workshop on Quantitative methods applied to archaeology. Knoxville, Tennessee (USA). 07/06/2018
- **Bermúdez Lorenzo, J.M.** “A través de mar y montañas: la epigrafía anfórica en Noricum”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, moderated by R. D. Klug, Panel 5.17 | Part 1, ‘Transport amphorae’.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** “Trade and Institution from Alexandria to Rome: The Amphorae from *Pompeii*”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, moderated by R. D. Klug, Panel 5.17 | Part 1, ‘Transport amphorae’.
- **Pérez González, J.** and R. Cuadra “Mobiliario textil en la casa romana. La comodidad perdida”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, moderated by M. Harlow, Panel 5.17 | Part 1 ‘Textiles and Fashion in Antiquity’.
- **Pérez González, J.** “The Singularity of Rome. The sumptuary city”. 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018.
- **Rodríguez Segura, J.** “From *Gades* to *Aquileia*: the maritime trade of foodstuffs from Spain to northern Italy during the High Empire”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, moderated by Th. Schmidts and M. Seifert, Panel 5.17 | Part 1, ‘New approaches to seaborne commerce in the Roman Empire’.
- **Martín i Oliveras, A., V. Revilla Calvo and I. Romanowska** “Quantifying Laetanian Roman wine production Function (1st century BC-3rd century AD). A microeconomic approach to vineyard’s yields and winemaking processing facilities” 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, in the Panel 3.15 | Part 3, ‘Villas, peasant agriculture, and the Roman rural economy’ moderated by A. Marzano.
- **Martín i Oliveras, A. and V. Revilla Calvo** “Reconstructing Laetanian Roman wine economy using agent-based modelling (1st century BC-3rd century AD)”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018, in the Panel 11.6 moderated by E. Paliou.
- **González Vázquez, M.** “The Iberian rural economy in the face of early Roman expansion (from the 3rd to the 1st centuries BCE)”, 19th International Congress of Classical Archaeology (AIAC), Cologne/Bonn, 22-26/05/2018. In the Panel 5.17 | Part 1, ‘Targeting economic and cultural hotspots: an alternative view on early Roman expansionism’ moderated by T. Stek.
- **García Sánchez, M.** “Los jardines del Gran Rey de Persia”. International Congress “El jardí com a font històrica: Mesopotàmia, Egipte, Grècia i Roma”. Sala Gran de la Facultat Geografia i Història, Universitat de Barcelona 29/01/2018.
- **Pons Pujol, Ll.** “Enfoques metodològics en el estudio de los jardines romanos”. International Congress

- “El jardí com a font històrica: Mesopotàmia, Egipte, Grècia i Roma”. Sala Gran de la Facultat Geografia i Història, Universitat de Barcelona 29/01/2018.
- **Pons Pujol, Ll.**, C. Farré Alana and C. Hilario (organizers) International Congress “El jardí com a font històrica: Mesopotàmia, Egipte, Grècia i Roma”. Sala Gran de la Facultat Geografia i Història, Universitat de Barcelona 29/01/2018.
 - **Bermúdez Lorenzo, J.M.**, “Amphorae Epigraphy of Raetia”. Oral presentation at *21th Symposium on Mediterranean Archaeology (SOMA)*, Universidad de Cádiz, 21-22/09/2017.
 - **Pérez González, J.** “Gold in the confines of the Roman world. Silks in the heart of the Empire”. Oral presentation at *21th Symposium on Mediterranean Archaeology (SOMA)*, Universidad de Cádiz, 21-22/09/2017.
 - **Rodríguez Segura, J.** “Il commercio delle derrate iberiche verso l’Italia settentrionale durante l’Alto Impero s. I-III d.C.”. Oral presentation at *Deuxième atelier de formation doctorale en épigraphie du monde romain. Épigraphie, économie et commerce dans le monde romain*, Labex Archimède (Université de Montpellier-Paul Valéry), l’École Française de Rome et l’Université de Poitiers, 04-08/09/2017.
 - **Remesal Rodríguez, J., M. García Sánchez and G. Rull** “La banque de données d’épigraphie amphorique grecque du CEIPAC et EPNet Project”. Oral presentation at *Protection and Enhancement of Cultural Heritage. The Case of Transport Amphorae. Proceedings of the Scientific Conference*, Ministry of culture and sports Ephorate of Antiquities of the Dodecanese, 30/09/2017.
 - **Bermúdez Lorenzo, J.M.** “Deducciones económicas de la epigrafía anfórica llegada a Raetia”. Oral presentation at *XV Congreso Internacional de Epigrafía griega y latina*, Viena (Austria), 28/08/2017-01/09/2017.
 - **Díaz-Guilera, A.** “Dynamics on multiplex networks”. *International Symposium. Topical Problems of Nonlinear Wave Physics (NWP-2017)*. 23/07/2017.
 - **Bermúdez Lorenzo, J.M.** “Raetia in the Limes, the Study of the Roman Amphorae Epigraphy within its Context”. Oral presentation at *Session III: Roman History, Society and Economy of the 46th Annual Conference of the Israel Society for the Promotion of Classical Studies*, Haifa (Israel), 14/06/2017.
 - **Pérez González, J.** “Sumptuous Rome: Socio-cultural Changes Linked to the Eastern Trade”. Oral presentation at *Session III: Roman History, Society and Economy of the 46th Annual Conference of the Israel Society for the Promotion of Classical Studies*, Haifa (Israel), 14/06/2017.
 - **Morvan, M., J. Pérez González, L. Prignano, I. Morer and J. Remesal Rodríguez** “War Economy. Food supply beyond the Wall”. Poster at *UBICS Founding Symposium*, 12/06/2017.
 - **Moros Díaz, J.** “Los sellos de las ánforas olearias Dressel 20”. Poster at *UBICS Founding Symposium*, 12/06/2017.
 - **González Vázquez, M.** “A cross-cultural approach to the Ancient Economy: storage as an economic process”. Oral presentation at *Graduate Interdisciplinary Seminar*, University of Cambridge, 12/05/2017.
 - **Pérez González, J.** “La ruta de la Seda a través de la epigrafía romana. De Sera Metropolis a Da Qin Metropolis”. Oral presentation at *La Ruta de la Seda a través de los Imperios*, Universidad Complutense de Madrid, 25/04/2017.
 - **Pérez González, J.** “Manual del buen sinodiarca o como evitar a los moradores de las arenas *in terra nullius*. El tráfico comercial internacional en los márgenes orientales del Imperio romano”. Oral presentation at *I Congreso Internacional sobre Geografía Histórica y Mítica de la Antigüedad*, Universitat de València, 04/04/2017.
 - **Martín i Oliveras, A. and V. Revilla** The Economy of the Roman Wine. Productive landscapes, archaeological data, quantification & modellization. Case Study Research: ‘Regio Laetana-Hispania Citerior Tarraconensis’ (1st century BC-3rd century AD). Invited conference at the *Theoretical Roman Archaeology Conference* (Durham, 29/03/2017).
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.** and M. del M. Castro García “GIS-based modelling for the *Riparia/*

- Uinea ratio in the territorium of Nabrisa Veneria (Lebrija, Spain)*". Oral presentation at *The 27th Annual Theoretical Roman Archaeology Conference*, Durham University, 29/03/2017.
- **Martín-Arroyo Sánchez, D.J.**, "Contexto arqueológico e historiográfico de las ánforas Crétoise 2 en Pompeii: una crítica cuantitativa". Oral presentation at *Cuantificar: qué, cómo y para qué. Quantification in Classical Archaeology: objects, methodologies and aims*, Universitat de Barcelona, 21/02/2017.
 - **García Sánchez, M.** "Epigrafía en 3D". Oral presentation at *Jornada Docent de la Titulació d'Estudis Clàssics*, Universitat de Barcelona, 01/12/2016.
 - **González Vázquez, M.** "Refuge in a Hole: the spread of siroi in northeast Iberia (2nd century BCE)". Oral presentation at *Seminar Refuge and Refugees in the Ancient World*, Columbia University (New York), 11/11/2016.
 - **Peréz González, J.** "Ante Marcum Paulum Natum. La Ruta de la Seda en Época Romana". Oral presentation at *La Ruta de la Seda*, PANGAEA (Universitat de Valencia), 04/11/2016.
 - **Díaz-Guilera, A.** "Dynamics on multiplex networks". *International Conference on Control of Complex Systems and Networks*. 06/09/2016.
 - **Pérez González, J.** "Gold and clay. The exploitation of gold and other metals together with olive oil: a comparative study. An example of controlled economy in Hispania". Oral presentation at the *World Archaeological Congress WAC 8*, Kioto (Japan), 28/08/2016-2/09/2016.
 - **Díaz-Guilera, A.** "Synchronization in time-dependent networks". *Cocktail Talk on Mediterranean School of Complex Networks*. 29/08/2016.
 - **Pérez González, J.** "The expertise of specialists: formulas used by Roman craftsmen and traders engaged in the manufacture and sale of jewellery and other luxury metal objects". Oral presentation at the *Skilled Labour and Professionalism in Ancient Greece and Rome* in University of Nottingham, 29-30 of June 2016 in Room LG140, Hallward Library, University Park Campus 29/06/2016.
 - **Revilla Calvo, V.** Cidade, territorio, economías locais: casos de estudo na Citerior nororiental. Invited conference at the *Coloquio Internacional In Roma nata, per Italiam fusa, in provincias manat. A cidade romana no noroeste: novas perspectivas* (Lugo, 24-25 outubro 2016). Universidad de Santiago de Compostela.
 - **Morer, I., J. Remesal Rodríguez, A. Díaz-Guilera, L. Prignano and D.J. Martín-Arroyo Sánchez** "Wine trade from Roman Crete: onomastic-geographic network analysis". *CCA 2016. Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology*, Session 16. University of Oslo, 01/04/2016.
 - **Prignano, L., F. Fulminante, S. Lozano and I. Morer** "A network model for the evolution of terrestrial connections in Central Italy (1175/1150-500 BC ca)". *CCA 2016. Computer Applications & Quantitative Methods in Archaeology*, Session 17. Oslo, Norway. 30/03/2016.
 - **Coto-Sarmiento, M., X. Rubio-Campillo and J. Remesal Rodríguez** "Clustering the past: the use of multivariate analysis to understand cultural dynamics", poster at *BSC 2nd International Doctoral Symposium*, poster, Barcelona Supercomputing Center, 22/03/2016-06/05/2016.
 - **Martín i Oliveras, A.**, "The Economy & the Archaeology of Roman wine. A proposal for analyse an intensive wine production system and trade. Case study: Reio Laetana (Hispania Citerior Tarraconensis)". Oral presentation at the *TRAC 2016, the 26 Theoretical Roman Archaeology Conference*, Sapienza Università di Roma, 18/03/2016.
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D. J.**, "Modelling roman agriculture as evidence of a colonial landscape. Riparian vegetation and viticulture in *Hasta Regia*". Oral presentation at *The 26th Theoretical Roman Archaeology Conference*, Sapienza Università di Roma, 17/03/2016.
 - **Martín-Arroyo Sánchez, D. J.**, "El comercio del vino de la Creta romana: análisis de redes onomástico-geográficas". Oral presentation at the *Insvlae: insularity, identity and Epigraphy in the Roman Mediterranean*, organized by Universitat de Barcelona Barcelona, 6 novembre 2015.
 - **Moros Díaz, J.** "Las alfarerías de los Severos". Invited speaker at the *Coloquio sobre La producción de aceite y de ánforas oleícolas en la cuenca del Guadalquivir en la época romana*, Casa de Velázquez (Madrid) 29-30 oct. 2015.

- **Martín-Arroyo Sánchez, D. J.**, “La vegetación riparia y sus usos agrarios en el territorio de *Hasta Regia*”. Oral presentation at the *Seminario Paisajes olvidados, paisajes recuperados: una lectura histórica de los humedales en Andalucía*, Jerez de la Frontera (Cádiz), Universidad de Cádiz, 26/09/2015.
- **Bermudez, J.M.** “Nueva epigrafía anfórica de Raetia”. Oral presentation at the *XXIII International Limes Congress, Germany. 12-23 September 2015*, 14/09/2015.
- **Remesal Rodríguez, J., J. Pérez-González, J.M. Bermúdez and Ll. Pons** “Nuevas Propuestas de datación de la epigráfica anfórica a través de la cronología de los asentamientos militares del limes renano-danubiano y tingitano”. Oral Presentation at *XXIII. Limes Congress 2015, Ingolstadt Germany. 12-23 September 2015*, 14/09/2015.
- **Remesal Rodríguez, J., M. Coto-Sarmiento, J. Pérez-González and X. Rubio** “From hypothesis testing to model selection: a comparison of olive oil trade models identified in Monte Testaccio, Rome”. Oral presentation at *Complexity: a new framework to interpret ancient economic proxy data*, Sagalassos (Turquía), 11/09/2015.
- **Mosca, A., J. Remesal Rodríguez, M. Rezk and G. Rull** “Knowledge representation in EPNet”. Oral presentation at *First International Workshop on Semantic Web for Cultural Heritage, In Conjunction with 19th East-European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS 2015)*, Poitiers (France), 08/09/2015.
- **Díaz-Guilera, A., J. Remesal Rodríguez, L. Prignano and A. Mosca** “Centralised and self-organising network of goods distribution during the Roman Empire”. Oral presentation at *Sesión AR8 Network Science in Archaeology: Challenges and opportunities in Congress EAA Glasgow 2015*, 05/09/2015.
- **Pérez González, J.** “Egypt and the Middle East. Productive and distributive centers of luxury goods in Classical Antiquity”. Oral presentation at the *22nd International Congress of Historical Sciences (CIHS 2015)*, Jinan (China) 23rd to 29th August, 2015.
- **Pérez González, J.** and J. Suñé “El Canal de los dos mares. Del Mediterráneo al mar Rojo desde época romana hasta la conquista musulmana de Egipto” poster at the *Convegno Internazionale: Il ruolo delle vie d’acqua per la circolazione delle merci e degli uomini nelle regioni dei delta e delle foci urbanizzate: Guadalquivir, Nilo, Rodano, Tevere*, in l’École française de Rome (Rome, Italy), May 2015.

Doctoral Thesis

2020

- **Coto-Sarmiento, M.** 2020. Cuantificando el cambio cultural. Una aproximación evolutiva a la producción de ánforas de aceite de oliva en la zona de la Bética. Directores: Rubio-Campillo, X. and J. Remesal Rodríguez. 10.1.2020. Universitat de Barcelona.

2019

- **Carrignon, S.** 2019. Content-dependent biases in social learning strategies a multiscale approach. Directores: Valverde Castillo, S. and X. Rubio-Campillo. 15.11.2019. Universitat Pompeu Fabra. URL: <http://hdl.handle.net/10803/668133>.
- **Moros Díaz, J.** 2019. Análisis epigráfico de los sellos olearios en centros de producción: en caso de la zona productora de la *Scalensia*. Directores: Remesal Rodríguez, J. and A. Aguilera Martín. 10.1.2019. Universitat de Barcelona. URI: <http://hdl.handle.net/10803/666949>.

Digital Tools

2018

-Roman Open Data: A Data Visualization & Exploratory interface built in the framework of the ERC Advanced Grant Project EPNNet, to foster the exploration of one of the richest database for amphorae and epigraphy, promoting the Open Science principles and practices in the context of Digital Humanities
URL: <https://romanopendata.eu>

Stay in Rome

- 18.01.2015 – 30.01.2015: Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome) from previous campaigns for subsequent publication: José Remesal Rodríguez, Antonio Agulera Martín, Victor Revilla Calvo, Claudio Carlan, Daniel Martín-Arroyo Sánchez and Jordi Pérez González.
- 31.08.2015 – 12.09.2015. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome) from previous campaigns for subsequent publication: José Remesal Rodríguez, Antonio Agulera Martín, Victor Revilla Calvo, Daniel Martín-Arroyo Sánchez, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo, Juan Moros Díaz and Jordi Pérez González.
- 16.01.2016 – 30.01.2016. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome), years 2002 and 2003: José Remesal Rodríguez, Antonio Agulera Martín, Victor Revilla Calvo, Daniel Martín-Arroyo Sánchez, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo, Juan Moros Díaz and Jordi Pérez González.
- 05.06.2016 – 18.06.2016. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome), years 2011-2012 and 2014: José Remesal Rodríguez, Antonio Agulera Martín, Victor Revilla Calvo, Daniel Martín-Arroyo Sánchez, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo, Juan Moros Díaz and Jordi Pérez González.
- 03.07.2017 – 15.07.2017. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome), years 2016, 2001-2002 and 2003-2004: José Remesal Rodríguez, Antonio Aguilera Martín, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo, Daniel Martín-Arroyo Sánchez and Jordi Pérez González.
- 03.09.2017 – 20.09.2017. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome), years 2001-2002 and 2003-2004: José Remesal Rodríguez, Victor Revilla Calvo, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo, Jordi Pérez González, Juan Moros Díaz and Bernabé Rodríguez.
- 24.06.2018 – 07.07.2018. Review of materials extracted from Monte Testaccio (Rome), years 2002 and 2003: José Remesal Rodríguez, Victor Revilla Calvo, Antonio Aguilera Martín, Daniel Jesús Martín-Arroyo Sánchez, Juan Manuel Bermúdez Lorenzo and Jordi Pérez González.