

SOBRE EL ORIGEN DE LOS LINGOTES DE CHIPIONA. APORTACIÓN DEL MÉTODO DE LOS ISÓTOPOS DEL PLOMO

Antonio Nesta
Dipartimento di Fisica, Politecnico di
Torino
a_nesta@libero.it

Sabine Klein
Institut für Geowissenschaften, J.W. Goethe
Universität
sabine.klein@kristall.uni-frankfurt.de

Piero Quarati
Dipartimento di Fisica, Politecnico di
Torino e INFN, Sezione di Cagliari
piero.quarati@polito.it

Piero Renato Trincerini
LIMS (Laboratory for Isotope Mass
Spectrometry) ITI "Cobianchi", Verbania
galois23@libero.it

Christian Rico
TRACES, UMR 5608 CNRS – Université
de Toulouse II-Le Mirail
rico@univ-tlse2.fr

Claude Domergue
TRACES, UMR 5608 CNRS – Université
de Toulouse II-Le Mirail
claude.domergue@wanadoo.fr

ABOUT THE ORIGIN OF CHIPIONA INGOTS. THE CONTRIBUTION OF LEAD ISOTOPE ANALYSES

RESUMEN: Este artículo presenta los resultados de los análisis isotópicos del plomo realizados en algunos de los 22 lingotes romanos de plomo y de cobre de Chipiona (Cádiz), estudiados en un primer artículo publicado en 2010 por la revista *Habis*. El objetivo de dichos análisis era determinar la o las zonas de fabricación de los lingotes, que su estudio arqueológico y epigráfico orientaba hacia la Sierra Morena oriental para el plomo, la Faja Pirítica para el cobre. La arqueometría sólo confirma en parte estas conclusiones, designando una misma área, la Sierra Morena oriental, como lugar de procedencia del conjunto de lingotes.

PALABRAS CLAVE: Comercio del metal, plomo, cobre, isótopos del plomo, Sierra Morena oriental

ABSTRACT: The paper presents the results of the lead isotope analyses made on some of the 22 Roman lead and copper ingots found in Chipiona (Cádiz), yet studied in a first article *Habis* published in 2010. The aim of such analyses was to precise the geographical origin of the ingots, as the archaeological and epigraphic study seems to indicate the Eastern part of Sierra Morena as the area of provenience of the lead, and the Piritic Belt as the origin of the copper. The archaeometry only partly confirms these conclusions ; it appoints the Eastern Sierra Morena as the unique raw source for the whole lead and copper ingots.

KEYWORDS: Ancient metal trade, lead, copper, lead isotopes, Eastern Sierra Morena.

RECIBIDO: 02.05.2011. ACEPTADO: 09.05.2011

En su número 41 del año 2010, la revista *Habis* publicó un artículo -firmado por dos de nosotros- sobre un conjunto de 22 lingotes romanos, cuatro de plomo y los demás de cobre, hallados en 1992, en el mar, cerca de Chipiona (provincia de Cádiz), en la desembocadura del Guadalquivir, y en la actualidad conservados en el Museo Provincial de Cádiz; es allí donde pudimos estudiarlos en octubre de 2009¹.

Los lingotes estudiados eran, por una parte, cuatro galápagos alargados de plomo, de un peso medio de 49-50 kg., y, por otra, dieciséis tortas de cobre del tipo “plano-convexo”, de dimensiones muy similares entre ellas y con pesos que varían entre 13,700 kg. y 20,600 kg. Unos y otros llevaban inscripciones: unas hechas en el momento de su fabricación, que se relacionaban con los productores de los lingotes; otras añadidas en un momento posterior, por lo que se vinculaban con el proceso de su comercialización. Entre las primeras, encontramos grandes inscripciones moldeadas en una cartela rectangular en el dorso de los lingotes de plomo; su estudio nos permitió dar a conocer nuevos fabricantes hispánicos, como *Biguus (-eus)*, una *societas* compuesta por dos miembros de una misma familia, los *Rutilii*, además de una marca difícil de entender que comprende tres numerales seguidos, LX.III.LXXX. Entre las segundas encontramos contramarcas, en los flancos o las caras de los lingotes de plomo, que identifican a los comerciantes, como *M(...)* *L(...)* *G(...)* y *C(aius) Kac(ius) Phil(argyrus)*. Más problemática es la interpretación de los distintos sellos de los lingotes de cobre: Q. ANT, M y HEL, aparecían asociados, sin lógica aparente, de dos en dos o los tres en un mismo lingote.

Diferentes argumentos permitían plantear hipótesis muy verosímiles sobre la procedencia de los metales de Chipiona y el origen de la nave que los transportaba.

Sin lugar a dudas, por la situación del hallazgo, estábamos en presencia de una nave que se hundió al salir al mar desde el Guadalquivir. Su punto de partida no pudo ser otro que *Hispalis*-Sevilla. Al puerto de *Hispalis* llegaban, en efecto, los metales producidos en las zonas centrales y orientales de la Sierra Morena, río arriba. Y así fue para los cuatro lingotes de plomo del pecio de Chipiona, como parecían demostrar:

- 1- las perforaciones que todos llevaban en su base, características de un transporte por barcaza fluvial desde las zonas mineras del Alto Guadalquivir, tal y como se ha podido comprobar en varios lingotes de otros pecios del Mediterráneo, como *Cabrera 5* y *Sud-Perduto 2*;
- 2- la contramarca del *mercator*, *C. Kacius Phylargyrus*, cuyo sello aparecía en tres de ellos; éste es conocido por otros lingotes, en concreto los del pecio *Sud-Perduto 2*, los cuales sabemos, gracias a los isótopos de plomo, que proceden de la región minera de Linares-La Carolina.

¹ Rico y Domergue 2010: 163-184. Remitimos a ese artículo para la bibliografía que sostiene esta introducción.

Las tortas de cobre de Chipiona podían también proceder de alguna mina de Sierra Morena central y llegar a *Hispalis* de la misma forma que los lingotes de plomo. Sin embargo, la presencia en varias de ellas del sello Q. ANT apuntaba hacia otro lugar de producción. Esta marca recuerda a la marca Q. ANTO, atestiguada en gran parte de los 237 lingotes de cobre sacados del pecio *Sud-Lavezzi 2*, excavado a finales de los años 1980 en el estrecho de Bonifacio. Por otra parte, las 16 tortas de Chipiona eran muy parecidas en cuanto a morfología y peso a estos últimos. Hoy sabemos, gracias a los análisis de isótopos realizados sobre el cobre de *Sud-Lavezzi 2*, que éste procede de la Faja Piritica del Suroeste; con mucha probabilidad, los lingotes de cobre de Chipiona tenían la misma procedencia.

Con estos datos, los arqueólogos del equipo presentaron, en el artículo de 2010, sus hipótesis sobre la procedencia de dichos lingotes y su itinerario, basándose en una argumentación principalmente arqueológica y epigráfica, sin esperar los resultados de los análisis isotópicos del plomo. Ahora ya disponemos de los resultados de los análisis isotópicos y estamos en grado de comparar las primeras conclusiones con la interpretación de los análisis, tema al cual dedicamos este artículo².

1. LOS LINGOTES DE PLOMO. ANÁLISIS Y ADVERTENCIAS

Antes de presentar y discutir los análisis isotópicos del plomo de las muestras tomadas en los lingotes de Chipiona, haremos una advertencia preliminar. Recordaremos que, en los años pasados, procedimos a la caracterización de los campos isotópicos del plomo antiguo del área mediterránea occidental gracias a las medidas realizadas, en el Laboratorio de Espectrometría de Masas (LIMS) de Verbania (Italia), de varios centenares de muestras recogidas por uno de los autores (CD) entre 1965 y 2006; éstas fueron asimismo completadas por otros análisis obtenidos de la literatura científica³.

La construcción de un campo isotópico del plomo consiste en situar, en un plano cartesiano, los valores de las ratios isotópicas del plomo presente en los minerales de una región determinada. Una vez caracterizados los campos de las mineralizaciones, podemos compararlos con los resultados isotópicos de las micromuestras tomadas en productos arqueológicos que contienen plomo. La finalidad es determinar la procedencia mineralógica del plomo presente en dichos productos.

Aquí nos interesa saber el origen del mineral con que se obtenían los lingotes de época romana; sabemos que se elaboraban directamente en los sitios mineros y, por consiguiente, si caracterizamos el mineral de origen determinaremos la proce-

² Damos las gracias a los editores de la Revista, que aceptaron amablemente este plan un poco arriesgado (los resultados de los análisis pueden ser problemáticos) y nos permitieron publicar ese estudio en dos artículos seguidos.

³ Trincherini *et al.* 2009; Domergue *et al.* en prensa (1); Domergue *et al.* en prensa (2).

dencia de dichos lingotes. Al tratarse éstos de objetos elaborados en la Antigüedad, hallados en un contexto determinado y al presentar inscripciones y marcas diversas, los datos arqueométricos no son más que una información complementaria a los datos aportados por la arqueología, la historia y la epigrafía.

Cada muestra de mineral procedente de un área minera determinada se caracteriza, isotópicamente, en función del momento en que ese depósito se formó. Esto permite diferenciar los que se constituyeron en épocas distintas; sin embargo depósitos metalíferos alejados geográficamente unos de otros pueden compartir campos isotópicos porque se formaron en un mismo momento⁴.

Cuando se analizan muestras procedentes de objetos manufacturados que contienen plomo, se calcula, del mismo modo que en los minerales o en materiales relacionados con éstos (p. ej. escorias), las ratios isotópicas correspondientes con una precisión análoga, incluso mejor, ya que se dispone de un material más refinado, o, por lo menos, más limpio. Se comparan entonces estos valores a los de los minerales de zonas, distritos o áreas metalíferas distintas, situándolos en un plano cartesiano. De forma general, cuando los puntos que los representan coinciden con las medidas de un campo isotópico conocido de un sitio minero, se dirá que el plomo contenido en la muestra (o, si se trata de un lingote, todo el plomo de dicho lingote) puede proceder de este sitio.

Sin embargo, en realidad, es más correcto decir que el plomo del objeto analizado no procede de ninguno de los otros sitios mineros representados en el plano cartesiano. En efecto, podría haber existido un yacimiento hoy día totalmente desconocido, o bien que no sea referenciado entre los sitios explotados en la Antigüedad y, por consiguiente, del cual desconocemos su composición isotópica, que bien pudiera presentar las mismas ratios isotópicas del plomo del objeto estudiado.

En una región o un distrito metalífero, o bien en un conjunto de minas vecinas, los puntos que les representan en un campo isotópico no coinciden exactamente, aunque sean relativamente vecinos, pero están dispersos por un área más o menos extensa. Podemos entonces constituir grupos de puntos (*clusters*) y designar de este modo esta área como característica de esta región o de este distrito. Por ejemplo, la Sierra de Cartagena comprende distintas minas representadas por puntos que no coinciden; sin embargo, el conjunto que forman delimita un área distinta de la que representa a la Sierra Morena. Se dirá entonces que tal objeto manufacturado está constituido de plomo procedente de la Sierra de Cartagena o de la Sierra Morena por ejemplo.

⁴ No es el lugar aquí de exponer en detalle la cuestión de los isótopos del plomo en la arqueología de los metales antiguos. El lector encontrará una presentación sintética en Domergue 2008: 79-80. Para una explicación más completa, ver Gale 1989 o Stos-Gale 1993.

Sin embargo, medir las cantidades isotópicas no es el único medio que permite determinar el origen de un objeto metálico manufacturado. Es necesario tener en cuenta la arqueología y la historia; en efecto, de modo general, los resultados de los análisis de los objetos arqueológicos no siempre coinciden con los obtenidos de los sitios mineros, por causa de imprecisiones y errores, y eso a pesar de las precauciones que se puedan tomar. Insistimos pues sobre el hecho de que, de entrada, el método de los isótopos del plomo aplicado a un objeto sólo permite decir de dónde dicho objeto no procede aunque, en realidad, se propone su procedencia porque empezamos a conocer la mayoría de los sitios mineros explotados por los romanos en la Antigüedad en el área mediterránea.

Los problemas pueden surgir en el caso de que los objetos manufacturados hubieran sido fabricados con materiales mezclados; es decir, procedentes de distintas áreas o distritos mineros, de modo que no se puede determinar el posible origen del plomo. Se puede, sin embargo, excluir esta posibilidad para lingotes producidos en el sitio mismo de extracción del mineral o en sus alrededores inmediatos. Los análisis isotópicos del plomo conducirán para este tipo de objetos a conclusiones bastante seguras.

En las conclusiones del artículo publicado en 2010, los dos autores recordaban con cierta insistencia la necesidad de disponer de los análisis isotópicos del plomo, tanto de los lingotes de cobre como de los lingotes de plomo del pecio de Chipiona, con vistas a confirmar el modelo de comercialización de los metales que proponían. Como se acaba de explicar, es aquí donde la confrontación entre los datos arqueológicos e históricos y los datos arqueométricos puede revelarse importantísima.

Según el estudio arqueológico y epigráfico, se ha defendido que los cuatro lingotes de plomo de Chipiona procederían de una región minera de la Sierra Morena oriental, en concreto el distrito de Linares-La Carolina; los autores no conocían aún los resultados de los análisis isotópicos del plomo. Éstos fueron realizados hace poco por el Laboratorio de Espectometría de Masas LIMS de Verbania (Italia). Veamos ahora cuales son estos resultados.

La figura 1 abajo presenta las ratios isotópicas del plomo de los lingotes de plomo de Chipiona; fueron tomadas tres muestras para cada uno de los dos galápagos sellados Q. BIGVEI F, y dos para cada uno de los otros dos.

Estas ratios fueron comparadas con los de la base de datos de la que disponemos en Verbania; ésta comporta más de 300 medidas efectuadas por el LIMS con el mismo método experimental y la misma precisión. En el gráfico siguiente (fig. 2) están indicados los grupos (*clusters*) que identifican los sitios mineros españoles y la posición de los cuatro lingotes.

Como se puede ver, en el caso de los lingotes de plomo de Chipiona, el análisis isotópico no es totalmente determinante. Sin embargo, podemos hacer las conclusiones siguientes:

n°	Muestra	206/204	207/204	208/204	206/207	208/206
09-01	Q. BIGVEI. F (1)	18,180	15,559	38,187	1,1685	2,1005
09-02	Q. BIGVEI. F (1)	18,186	15,565	38,197	1,1684	2,1003
09-03	Q. BIGVEI. F (1)	18,195	15,570	38,238	1,1686	2,1016
09-04	Q. BIGVEI. F (2)	18,182	15,554	38,211	1,1689	2,1016
09-05	Q. BIGVEI. F (2)	18,190	15,567	38,217	1,1685	2,1010
09-06	Q. BIGVEI. F (2)	18,194	15,570	38,231	1,1685	2,1013
09-07	RVTILIORVM	18,268	15,659	38,567	1,1667	2,1112
09-08	RVTILIORVM	18,228	15,633	38,535	1,1672	2,1121
09-09	L.X. III LXXX	18,260	15,628	38,609	1,1684	2,1145
09-10	L.X. III LXXX	18,236	15,608	38,552	1,1683	2,1141

Figura 1. Ratios isotópicas del plomo de los lingotes de plomo de Chipiona (LIMS Verbania)

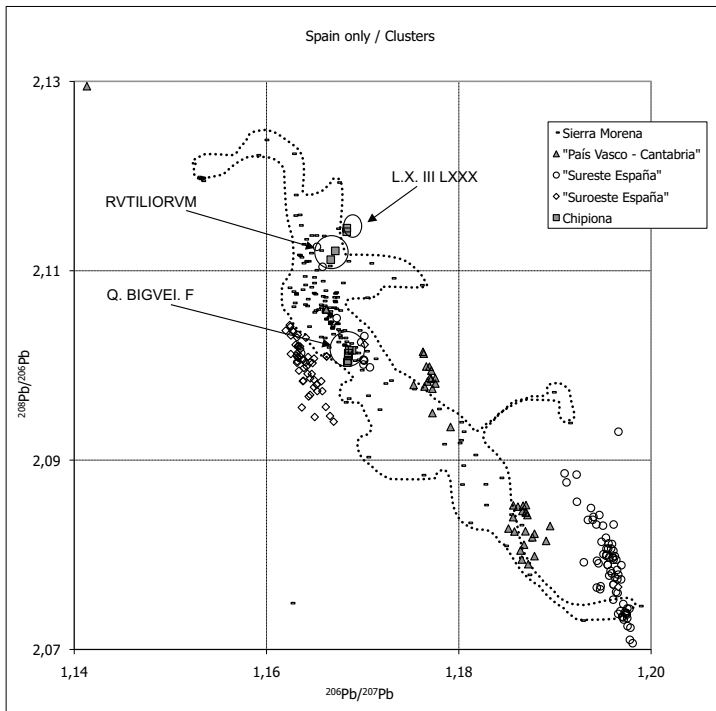


Figura 2. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ de los lingotes de plomo y de las zonas mineras hispánicas referenciadas

- los tres grupos de lingotes (dos sellados Q. BIGVEI F por una parte, uno RVTILIORVM por otra parte, y uno LX.III.LXXX) presentan composiciones diferentes del uno al otro, pero cada uno tiene una coherencia interna;
- parece claro que los tres grupos proceden de zonas diferentes:
- los lingotes Q. BIGVEI F muestran consistencia isotópica con las minas de Los Pedroches, pero también con las de Linares. El diagrama isotópico (fig. 3) no permite dar prioridad a una o a otra de las dos hipótesis;
- el lingote RVTILIORVM está próximo a algunas muestras procedentes de El Centenillo (La Carolina) y de San Quintín (distrito geográfico de La Alcudia-San Quintín-La Serena) (fig. 4). Como hay pocos datos para esta parte del campo isotópico, el índice no es determinante;

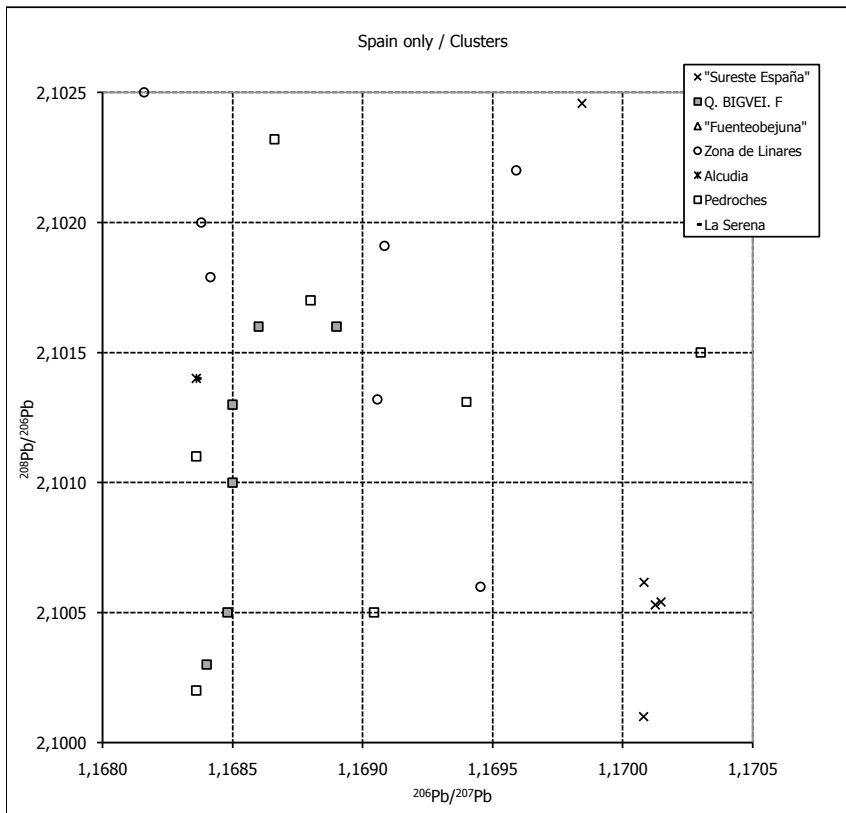


Figura 3. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ de los lingotes sellados Q. BIGVEI F y de los distritos mineros de Sierra Morena y del Sureste.

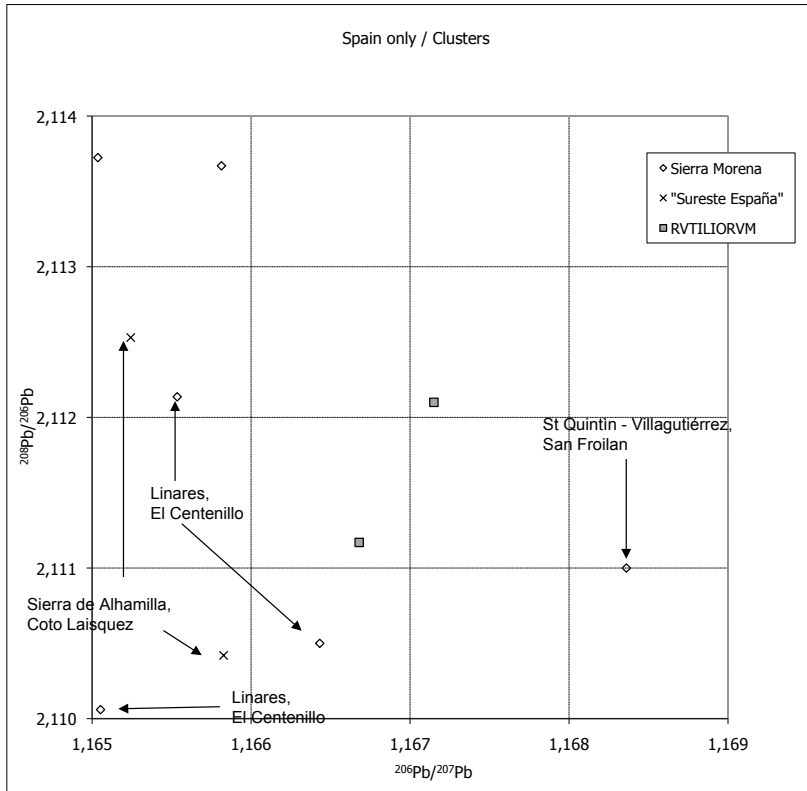


Figura 4. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ del lingote sellado RVTILIORVM y de las minas de Sierra Morena y del Sureste.

- el lingote LX. III. LXXX se sitúa un poco aislado (fig. 5), en los márgenes del campo de Sierra Morena; sólo disponemos para esta zona de una única muestra procedente de los alrededores de La Carolina⁵.

DISCUSIÓN

Los lingotes de plomo de Chipiona ofrecen un excelente ejemplo de la manera con la que conviene utilizar los datos de la arqueometría conjuntamente con los de las otras Ciencias de la Antigüedad. Recordemos que las conclusiones del estudio arqueológico y epigráfico se basaban principalmente en la comparación con los lingotes de otro pecio, *Sud-Perduto 2*, que presentaban características semejantes a los de Chipiona: tanto por lo que se refiere a la tipología, a la presencia

⁵ Hunt 2003.

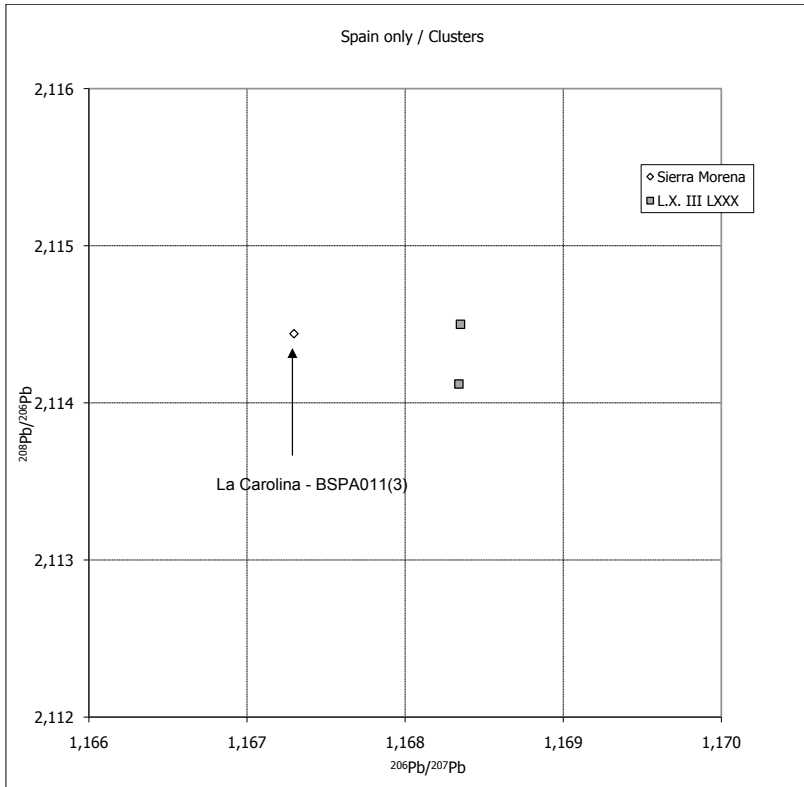


Figura 5. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ del lingote sellado LX III LXXX y de la zona de La Carolina.

de grandes perforaciones en la base de los galápagos debidos al uso de grandes clavos para sujetarlos, y a la epigrafía. Fue un mismo comerciante, *C. Caciús Philargyrus*, quien colectó al menos tres de los lingotes de Chipiona y la mayoría de los de *Sud-Perduto 2*, y los análisis de éstos últimos ya sugirieron que, con mucha probabilidad, procederían de La Carolina-Linares⁶. El lugar de hallazgo de los galápagos, cerca de la desembocadura del Guadalquivir, concordaría con el modelo de un transporte fluvial, desde la cuenca superior del Guadalquivir hasta *Hispalis*⁷.

Los análisis isotópicos de los lingotes de Chipiona muestran que los que fueron producidos por *Q. Biguus (-eus)* tienen igual afinidad con los distritos de

⁶ Estos análisis no han sido aún publicados. Se hace una alusión en Domergue y Rico en prensa.

⁷ Domergue 1998: 208.

Linares y de Los Pedroches, sin que sea posible decidirse por uno de los dos. Pero la comparación con los lingotes de *Sud-Perduto 2* permitiría estar más a favor de Linares, fundamentalmente por cuestiones de orden geográfico. En efecto, el distrito de La Carolina está muy próximo al de Linares, lo que explica que, en los siglos XIX y XX, se yuxtaponían los dos nombres y se hablaba comúnmente del distrito de Linares-La Carolina. A nuestro juicio, sería más normal que *C. Caciús Philargyrus* concentrase su actividad comercial en una zona geográfica limitada, en vez de correr de un lado a otro de la Sierra Morena. O sea, mejor Linares que Los Pedroches. Asimismo, parece más lógico que el lingote RVTILIORVM proceda de las minas de sector del Centenillo (distrito de La Carolina) más bien que de las de San Quintín, por estar éstas a unos 90 km al noroeste. Finalmente, en lo que se refiere al cuarto lingote, que su procedencia fuera las minas del sector de La Carolina sería igualmente satisfactorio, a falta de datos arqueométricos más precisos. La conclusión es que, con mucha probabilidad, los lingotes de plomo de Chipiona provengan de los dos distritos vecinos de Linares y de La Carolina.

2. LOS LINGOTES DE COBRE. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ISOTÓPICOS DEL PLOMO Y DISCUSIÓN

Las dieciséis tortas de cobre estudiadas en el artículo de 2010 muestran una gran homogeneidad en cuanto a dimensiones y leyendas epigráficas, lo que nos proporciona un argumento sólido para proponer que los lingotes proceden de un único taller. Se tomaron muestras en cuatro de ellos, en concreto los n° 1, 2, 3 y 5. Fueron analizadas, en un primer lugar, con microsonda electrónica (EPMA) para la caracterización química del metal y, en un segundo lugar, mediante un espectrómetro de masas multicolector (MC-ICP-MS) para determinar la composición isotópica del plomo. Los análisis, a cargo de la Dra. Sabine Klein, fueron llevados a cabo en el Instituto de Geociencias de la Universidad Goethe de Frankfurt, Alemania.

Desde el punto de vista químico, los análisis por microsonda han revelado un cobre muy puro y homogéneo con una presencia bajísima de otros elementos (elementos traza), como plomo, estaño, antimonio, arsénico, plata, hierro, azufre, manganeso, níquel y cobalto (fig. 6).

	Cu	Pb	Sn	Sb	As	Zn	Ag	Fe	S	Mn	Ni	Co	Total
C117	99,553	0,007	0,024	0,024	0,031	0,000	0,009	0,066	0,025	0,011	0,217	0,028	100,00
C118	99,648	0,005	0,012	0,027	0,101	0,000	0,045	0,020	0,023	0,007	0,101	0,013	100
C119	99,643	0,033	0,010	0,018	0,028	0,000	0,019	0,002	0,024	0,009	0,204	0,014	100
C120	99,537	0,011	0,006	0,030	0,084	0,000	0,022	0,008	0,109	0,008	0,152	0,030	100

Figura 6. Composición química de los lingotes de cobre de Chipiona (Institut für Mineralogie, J.W. Goethe Universität, Frankfurt).

La composición isotópica del plomo muestra a su vez unas ratios isotópicas muy uniformes que sitúan todos nuestros lingotes en un campo bastante delimitado, como se puede ver en la tabla de la figura 7 y en los diagramas de las figuras 8 y 9. Estos resultados fueron confrontados con los de las mineralizaciones publicadas y que sabemos fueron explotadas para el cobre en la Antigüedad⁸. En particular, se compararon con los datos isotópicos de las zonas del sur de la península Ibérica de donde, con mucha probabilidad según el estudio arqueológico y epigráfico, procederían los lingotes⁹.

	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	StdErr (abs)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	StdErr (abs)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	StdErr (abs)	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StdErr (abs)	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	StdErr (abs)
CI 117	18,29084	0,00012	15,62532	0,00014	38,40790	0,00027	0,85427	0,00000	2,09984	0,00001
CI118	18,22852	0,00115	15,61095	0,00147	38,33327	0,00475	0,85640	0,00003	2,10293	0,00013
CI119	18,27014	0,00156	15,61744	0,00215	38,35577	0,00698	0,85477	0,00004	2,09928	0,00019
CI120	18,24496	0,00117	15,61581	0,00145	38,35213	0,00463	0,85591	0,00002	2,10207	0,00012

Figura 7. Ratios isotópicas del plomo de los lingotes de cobre (Institut für Mineralogie, J.W. Goethe Universität, Frankfurt)

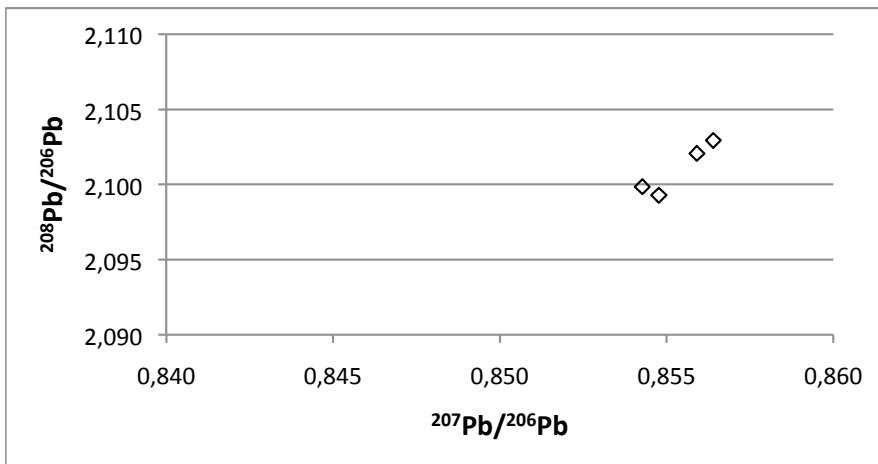


Figura 8. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ de los lingotes de cobre.

⁸ Lescuyer *et al.* 1998; Stos-Gale *et al.* 1995.

⁹ Hunt 2003; Klein *et al.* 2009; Santos Zalduegui *et al.* 2004; Tornos y Chiaradia 2004; Marcoux *et al.* 1992; Marcoux 1998; Pomiès *et al.* 1998.

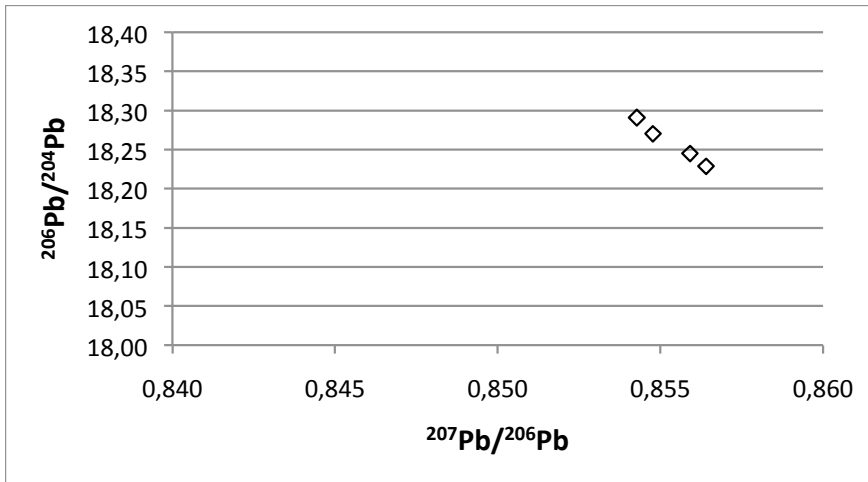


Figura 9. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de los lingotes de cobre

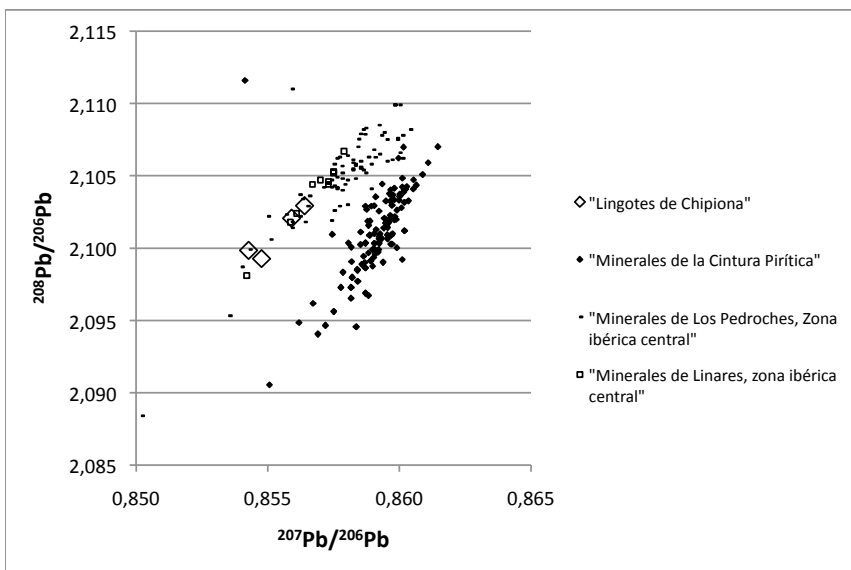


Figura 10. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de los lingotes de cobre y de las zonas mineras referenciadas del sur de España.

Así, los lingotes de Chipiona muestran consistencia isotópica con las mineralizaciones de cobre de la llamada Zona Ibérica Central, que engloba los depósitos poli-metálicos de Sierra Morena central y oriental (fig. 10), a los que pertenecen los distritos del Batolito de los Pedroches y de Linares, hacia los cuales apuntan

las ratios isotópicas obtenidas. Sin embargo, éstas se sitúan en una zona de solapamiento de los respectivos campos isotópicos de los dos distritos, por lo que no es posible decidir de cual proceden los lingotes de Chipiona. Lo que sí es obvio, es que en ningún caso pueden proceder del cinturón pirítico del suroeste de la península.

DISCUSIÓN

Los análisis isotópicos del plomo de los lingotes de cobre de Chipiona cambian casi por completo las perspectivas que fueron extraídas del estudio arqueológico y epigráfico. Se recordará que el paralelo que hicimos entre uno de los sellos presentes en los lingotes, Q. ANT, y la marca Q. ANTO observada en varios tortas de cobre encontradas en el pecio *Sud-Lavezzi 2*, fue uno de los argumentos que permitía asignar los lingotes de Chipiona a las grandes minas de la Faja Pirítica (¿Riotinto?)¹⁰. Este sector fue efectivamente el lugar de producción de los lingotes de *Sud-Lavezzi 2* según los análisis isotópicos realizados también por el Instituto de Geociencias de la Universidad de Frankfurt¹¹. La similitud morfológica entre los dos conjuntos de lingotes de cobre, así como las fechas muy próximas de hundimiento de los dos pecios que los contenían, daban por otra parte más fuerza a la hipótesis que hacíamos sobre la procedencia de las tortas de cobre de Chipiona. Los análisis no dejan cabida a ninguna duda. Por consiguiente, parte de la reconstrucción del proceso comercial que hicimos en el primer artículo es caduca.

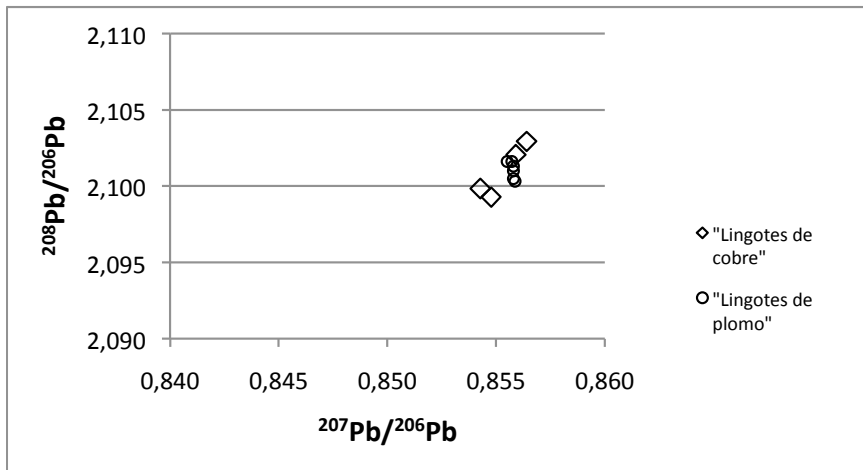


Figura 11. Diagrama de las ratios isotópicas de plomo $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ versus $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ de los lingotes de plomo y de los lingotes de cobre de Chipiona.

¹⁰ Rico y Domergue 2010 : 178.

¹¹ Klein *et al.* 2007 : 214.

Hoy estamos seguros de que los lingotes de cobre proceden de la misma área que los lingotes de plomo, o sea la Sierra Morena oriental (ver fig. 11). De algún modo, esto simplifica la reconstrucción del proceso comercial, desde la salida de los dos metales de las fundiciones respectivas hasta *Hispalis*, cabecera del comercio ultramarino de los productos del interior de la Bética, entre los cuales encontramos los metales y aceite de la cuenca del Guadalquivir. Sin embargo, nada permite decir que un mismo negociante se hizo cargo de todos ellos. Si bien por un lado los análisis isotópicos han mostrado que la homonimia no es un argumento suficientemente fuerte como para poder atribuir los dos conjuntos de lingotes a un mismo productor -en este caso, el *Q. Antonius* de Chipiona resulta ser diferente del *Q. Antonius* atestiguado en los lingotes de *Sud-Lavezzi 2*-, la presencia de sellos de comercio distintos en el plomo y en el cobre sugiere que cada metal llegó al lugar de su embarque siguiendo circuitos diferentes, aunque, evidentemente, cada uno de ellos utilizó la vía fluvial, el *Baetis*, para alcanzar el puerto hispalense.

Al señalar a los distritos de Sierra Morena oriental como lugar de producción de los lingotes de cobre de Chipiona, los análisis isotópicos aportan un dato de interés sobre el protagonismo de éstos en el comercio del cobre hispánico a principios de siglo I d.C. Hasta hoy, muy pocos eran los datos sobre la difusión del cobre producido en Sierra Morena oriental. Casi todos los análisis de isótopos de plomo realizados en lingotes de cobre apuntaban hacia las minas de la Faja Pirítica, por una parte, y a la Ossa Morena, a la cual pertenecen los distritos de Azuaga-Fuenteobejuna y Córdoba, por otra¹². A la Zona Ibérica Central, en concreto al distrito de Los Pedroches, solo se había asignado un conjunto de trece lingotes descubiertos en 2004 en el golfo del León, frente al enclave de Maguelone¹³. Al sumarse a éstos, los lingotes de Chipiona son un testimonio más del papel jugado por las minas de los distritos mineros orientales en el comercio hispánico, aún pendiente de valoración frente a zonas de mayor producción como pudo ser, en particular, el cinturón pirítico, en plena expansión desde la época augustea.

CONCLUSIÓN

Hemos podido comprobar cómo arqueología y arqueometría no siempre coinciden totalmente. Por una parte, los análisis han confirmado las conclusiones del estudio arqueológico y epigráfico de los cuatro lingotes de plomo. No ocurre lo mismo para los lingotes de cobre, por lo que debemos tomar nota de ello. ¿Fue el artículo publicado en 2010 prematuro? Obviamente, un trabajo que presentase conjuntamente los datos arqueológicos, epigráficos y arqueométricos y su confron-

¹² Klein *et al.* 2007: 214-216.

¹³ Rico *et al.* 2005-2006 : 467. Son del mismo tipo que los lingotes de Chipiona, pero más pequeños, y con un peso medio inferior; varios de ellos llevan un sello en posición central identificando una *societas Amat(...)*.

tación hubiera sido más satisfactorio. Pero desde el punto metodológico, la publicación del 2010 y las correcciones que hemos aportado en el presente trabajo han puesto de relieve la fragilidad de algunos argumentos cuando éstos están tomados solos, como los basados en la similitud tipológica y/o epigráfica que orientaron hacia una vía errónea parte de las conclusiones. O sea que podemos de nuevo insistir aquí en la necesidad, cuando se trata de los metales antiguos y de su difusión, de llevar a cabo un estudio pluridisciplinar completo en el que la confrontación de datos de índole diferente, arqueológicos, epigráficos y arqueométricos, es la única solución para acercarse lo más posible a la realidad.

Aquí, la realidad parece más sencilla que lo que se había supuesto en un primer momento. Los lingotes de cobre, como los lingotes de plomo, fueron producidos en una misma zona geográfica, los distritos metalíferos de Sierra Morena oriental, en torno a los Pedroches y Linares-La Carolina (fig. 12); fueron embarcados en una misma nave en *Hispalis*, donde habían llegado, bajando el *Baetis*, mediante barcazas. Pero no fueron los mismos negociantes los que se encargaron de ellos. Para el plomo, fue *Gaius Cacius Philargyrus*. Para el cobre, el comerciante nos es desconocido; tal vez se esconda detrás de uno de los tres sellos atestiguados en los lingotes, Q ANT, HEL y M.

Así, el cargamento de metal del pecio de Chipiona no es la ilustración de que en *Hispalis* pudieron convergir metales de distritos diferentes y alejados, tanto de las minas más orientales de la Faja Pirítica como de Sierra Morena. La idea era que el puerto hispalense hubiera podido ser una alternativa a lo que fue sin duda la vía principal de difusión de los metales producidos en este distrito, por Hueva-*Onuba*

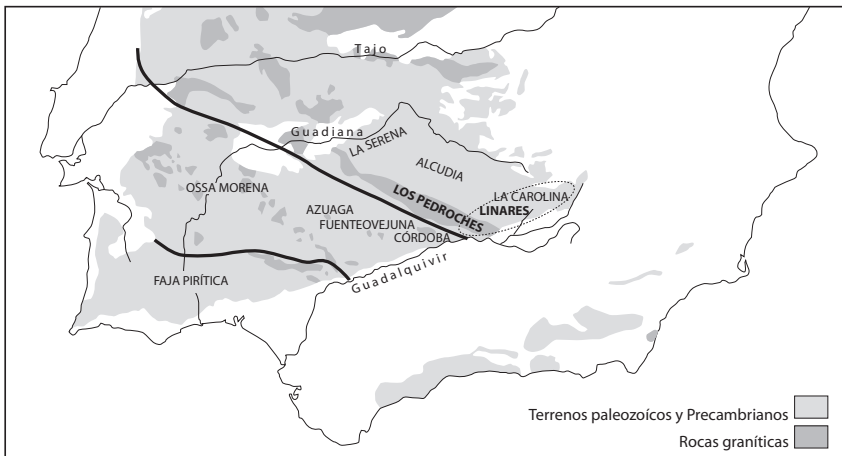


Figura 12. Mapa geológico simplificado del sur de la península Ibérica, con situación de las zonas mineras y de la zona de producción probable de los lingotes del pecio de Chipiona.

y Cádiz-*Gades*¹⁴. Habrá que esperar nuevos pecios y los estudios correspondientes de sus cargamentos de metales para saber si la idea se puede mantener o no.

BIBLIOGRAFÍA

- Domergue 1998: Cl. Domergue, “A view of Baetica’s external commerce in the 1st c. A.D. based on its trade in metals”, S. Keay (éd.), *The Archaeology of Early Roman Baetica. Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series 29* (Portsmouth-Rhode-Island 1998) 201-215.
- Domergue 2008 : Cl. Domergue, *Les Mines Antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine* (Paris 2008).
- Domergue *et al.* en prensa (1): Cl. Domergue, A. Nesta, P. Quarati, P. R. Trincherini, “Les lingots de plomb romains des mines de Sierra Morena. L’identification par les isotopes du plomb. Questions de méthode”, *Actes de la table Ronde ACI Métal, Université de Toulouse-le Mirail, juin 2009* (en prensa).
- Domergue *et al.* en prensa (2): Cl. Domergue, P. Quarati, A. Nesta, P. R. Trincherini, “Retour sur les lingots de plomb de Comacchio (Ferrara, Italie) en passant par l’archéométrie et l’épigraphie”, A. Orejas, Chr. Rico (ed.), *Minería antigua. Visiones y revisiones* (Madrid, en prensa).
- Domergue y Rico en prensa: Cl. Domergue, Chr. Rico, “L’exportation des métaux de l’Occident méditerranéen à l’époque romaine. L’exemple de la Gaule et de l’Hispanie”, M. Pasquinucci (ed.), *Porti antichi e retroterra produttivi. Actas del coloquio de Livorno (marzo 2009)* (en prensa).
- Gale 1998: N. H. Gale, “Lead isotope analyses applied to provenance studies - a brief review”, Y. Maniatis (ed.), *Archaeometry - Proceedings of the 25th International Symposium. Athens, 1986* (Oxford 1989) 469-502.
- Hunt 2003: M. A. Hunt Ortiz, *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula* (Oxford 2003).
- Klein *et al.* 2007: S. Klein, Chr. Rico, Y. Lahaye, H.-M. von Kaenel, C. Domergue, G. P. Brey, “Copper ingots from the western Mediterranean Sea: chemical characterisation and provenance studies through lead- and copper isotope analyses”, *JRA* 20.1 (2007) 202-221.
- Klein *et al.* 2009: S. Klein, Cl. Domergue, Y. Lahaye, G. P. Brey, H.-M. von Kaenel, “The lead and copper isotopic composition of copper ores from the Sierra Morena (Spain)”, *Journal of Iberian Geology* 35-1 (2009) 59-68.
- Lescuyer *et al.* 1998: J.-L. Lescuyer, J.-M. Leistel, E. Marcoux, J.-P. Milési, D. Thiéblemont, “Late Devonian-Early Carboniferous peak sulphide minera-

¹⁴ Domergue y Rico en prensa.

- lization in the Western Hercynides”, *Mineralium Deposita* 33 (1998) 208-220.
- Marcoux 1998: E. Marcoux, “Lead isotope systematics of the giant massive sulphide deposits in the Iberian Pyrite belt”, *Mineralium Deposita* 33 (1998) 45-58.
- Marcoux *et al.* 1998: E. Marcoux, J.-M. Leistel, F. Sobol, J.-P. Milesi, J.-L. Lescuyer, X. Leca, “Signature isotopique du plomb des amas sulfurés de la province de Huelva, Espagne. Conséquences métallogéniques et géodynamiques”, *Comptes-Rendus de l’Académie des Sciences de Paris* 314, Série II (1992) 1469-1476.
- Pomiès *et al.* 1998: C. Pomiès, A. Cocherie, C. Guerrot, E. Marcoux, J. Lancelot, “Assessment of the precision and accuracy of lead-isotope ratios measured by TIMS for geochemical applications: Example of massive sulphide deposits (Rio Tinto, Spain)”, *Chemical Geology* 144 (1998) 137-149.
- Rico y Domergue 2010: Chr. Rico, Cl. Domergue, “Nuevos documentos sobre el comercio de los metales hispánicos en la época romana. Los lingotes de Chipiona (Cádiz)”, *Habis* 41 (2010) 163-184.
- Rico *et al.* 2005-2006: Chr. Rico, M. Rauzier, S. Klein, Y. Lahaye, G. Brey, Cl. Domergue, H.M. von Kaenel, “La provenance des lingots de cuivre romains de Maguelone (Hérault, France). Étude archéologique et archéométrique”, *Revue Archéologique de Narbonnaise* 38-39 (2005-2006) 459-472.
- Santos Zalduegui *et al.* 2004: J. F. Santos Zalduegui, S. García de Madinabeitia, J. I. Gil Ibaruchi, F. Palero, “A lead isotope database: The Los Pedroches - Alcudia Area (Spain). Implications for Archaeometallurgical connections across southwestern and southeastern Iberia”, *Archaeometry* 46.4 (2004) 625-634.
- Stos-Gale 1993: Z. Stos-Gale, “Isotopic analyses of ores, slags and artefacts: the contribution to archaeometallurgy”, R. Francovich (ed.), *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche* (Firenze 1993) 593-627.
- Stos-Gale 1995: Z. Stos-Gale, N. H. Gale, J. Houghton, R. Speakman, “Lead Isotope Data from the Isotrache Laboratory, Oxford: Archaeometry Data Base 1, Ores from the Western Mediterranean”, *Archaeometry* 37.2 (1995) 407-415.
- Tornos y Chiradia 2004: F. Tornos, M. Chiaradia, “Plumbotectonic Evolution of the Ossa Morena Zone, Iberian Peninsula: Tracing the Influence of Mantle-Crust Interaction in Ore-Forming Processes”, *Economic Geology* 99 (2004) 965-985.
- Trincherini *et al.* 2009: P. R. Trincherini, Cl. Domergue, I. Manteca, A. Nesta, P. Quarati, “The identification of lead ingots from the Roman mines of Cartagena : the rôle of lead isotope analysis”, *JRA* 22 (2009) 123-145.