

Objetos o materia prima: problemas en la interpretación de procedencias con análisis de isótopos de plomo

Objects or raw material: problems on the interpretation of provenance with lead isotope analysis

Ignacio Montero-Ruiz (ignacio.montero@cchs.csic.es)

Departamento de Arqueología y procesos sociales. Instituto de Historia. CSIC

Eduardo Galán (eduardo.galan@mecd.es)

Departamento de Prehistoria. Museo Arqueológico Nacional

M.ª Isabel Martínez Navarrete (isabel.martinez@cchs.csic.es)

Departamento de Arqueología y procesos sociales. Instituto de Historia. CSIC

Resumen: Se aborda un caso complejo de estudio de procedencia de materias primas: los circuitos de circulación de lingotes y de objetos elaborados durante la Edad del Bronce. Para ello se han seleccionado una punta de lanza de San Esteban de Río Sil (Ourense) y la espada de Santa Ana (Herrerías, Almería), depositadas en el Museo Arqueológico Nacional, cuya tipología sugiere que fueron importadas. La metodología combina los análisis de isótopos de plomo con la caracterización elemental y el estudio crono-tipológico de piezas análogas de la península ibérica, las Islas Británicas y la costa atlántica francesa. Se concluye que los resultados geoquímicos pueden identificar el área de origen del mineral utilizado en un metal, pero no su desplazamiento como mineral, lingote u objeto elaborado. Ahí el recurso alternativo a las hipótesis históricas y los conocimientos arqueológicos se enfrenta, a su vez, con las limitaciones del registro arqueológico para fundamentar el debate.

Palabras clave: Edad del Bronce. Arqueometalurgia. Análisis elemental. Armas. Espada tipo Ballintober. Punta de lanza con orificios basales.

Abstract: A complex case study of provenance of raw materials is addressed: trade networks of ingots or metal objects developed during the Bronze Age. We have selected two case studies: the spearhead of San Esteban Río Sil (Ourense) and the sword of Santa Ana (Herrerías, Almería), deposited in the Museo Arqueológico Nacional, whose typology suggests that were imported. The methodology combines lead isotope and elemental analysis with chrono-typological study of similar items from the iberian peninsula, the British Isles and the French Atlantic coast. It is concluded that the geochemical results may identify the area of origin of the mineral used in a metal, but not its movement as a mineral, raw material ingot or finished object. The historical hypothesis and archaeological knowledge as alternative to the archaeometric data faces, in turn, with the limitations of the archaeological record to inform the debate.

Keywords: Provenance. Bronze Age. Archaeometallurgy. Chemical analysis. Weapons. Ballintober type sword. Basal-loop spearhead.

Introducción

Uno de los temas centrales en la investigación de la Prehistoria Reciente europea es la procedencia de las materias primas. Las opciones que se proponen oscilan entre el consumo autosuficiente y los intercambios bien esporádicos bien basados en un comercio regular de productos. En general, los argumentos para optar entre esas opciones pasan por identificar el origen geográfico del material con el que están manufacturados los objetos que, si es inorgánico, se establece a partir de sus rasgos geoquímicos.

Los materiales (principalmente líticos, cerámicos y metálicos) se caracterizan mediante técnicas de análisis arqueométrico. Destacan las técnicas de caracterización elemental usadas desde etapas tempranas en Arqueología (Montero *et alii*, 2007) y cada vez más habituales en la investigación. En el caso de las piezas metálicas, el proceso tecnológico de transformación de la materia prima (de mineral a metal) altera los rasgos de composición por lo que actualmente el procedimiento más fiable para determinar la procedencia es el análisis de isótopos de plomo (Pernicka, 2014) que, sin embargo, debe manejarse junto al análisis elemental para su correcta interpretación.

El metal mantiene inalterada la signatura isotópica del mineral de procedencia. Esa signatura únicamente cambia o se modifica al mezclar metales de procedencia distinta y por tanto con signaturas isotópicas también distintas. También se ve afectado por la aleación con plomo en los bronce ternarios, pero no así por la aleación con estaño debido al muy bajo contenido en plomo que puede aportar al metal este elemento aleado. Stos-Gale y Gale (2009) y Pernicka (2014) explican los principios que rigen estos análisis y la historia de la investigación.

Los resultados de los análisis de isótopos de plomo, como los de cualquier otro análisis arqueométrico, pueden responder ciertas preguntas pero no siempre logran interpretaciones concluyentes o definitivas. La óptica geoquímica (con ayuda de la caracterización elemental) es una base indispensable para abordar la procedencia de los objetos de metal pero no puede ser la única información manejada en la interpretación (Baron *et alii*, 2014).

Este artículo discute un caso complejo de esta problemática: los circuitos de circulación del metal y del objeto elaborado. Los resultados de los análisis de isótopos de plomo pueden identificar el área de origen del mineral utilizado en un metal, pero no concretan bajo qué forma (mineral, materia prima en lingote o el propio objeto elaborado) se desplazó. Llegado este punto entran en juego las hipótesis sobre nuestro pasado y los conocimientos arqueológicos correspondientes.

Lo que sabemos de la Edad del Bronce, y especialmente del Bronce Final, nos muestra que la circulación de metal es una realidad muy compleja. Ya hace más de treinta años Northover (1982) con los datos de composición de los objetos proponía cambios en el abastecimiento de metal de las Islas Británicas desde el Calcolítico al Bronce Final. Los análisis de isótopos de plomo confirmaron que, en los diferentes periodos, cambió el metal dominante (Rohl y Needham, 1996) que incluía alguno de procedencia continental. La llegada de cobre

chipriota en forma de lingotes piel de buey hasta Cerdeña durante el periodo nurágico es también una realidad constatada y aceptada (Lo Schiavo *et alii*, 2009). Recientemente se ha propuesto basar la producción metalúrgica de la Edad del Bronce nórdica en metales de procedencias diversas, incluida el área alpina y mediterráneas de la península ibérica y Cerdeña (Ling *et alii*, 2014), lo que de confirmarse aumentaría la complejidad del movimiento del cobre como materia prima.

Este panorama donde la materia prima circula en forma de lingotes complica determinar si cierto objeto se intercambió o comercializó en su forma definitiva. Es evidente que, si los lingotes de cobre circularon, independientemente del grado de regularidad que queramos atribuir a sus desplazamientos, también pudieron moverse objetos acabados. El caso de la pieza hallada en Salcombe e identificada como fragmento de un arado con paralelos tipológicos en Sicilia (Needham y Giardino, 2008) podría ser también el de otra serie de objetos con singularidades tipológicas claras en los contextos geográficos de aparición que sugieren una procedencia externa.

Los ejemplos que hemos seleccionado para tratar la problemática de los circuitos de circulación del metal y del objeto elaborado son dos piezas del Museo Arqueológico Nacional cuya tipología sugiere que fueran importadas: una punta de lanza de San Esteban de Río Sil (Ourense) y la espada de Santa Ana (Herrerías, Almería). Los análisis de isótopos de plomo obtenidos gracias al proyecto «II milenio a.n.e.: investigación de sus interacciones a partir de métodos científico-naturales», cofinanciado en 2011-12 por el CSIC y la Russian Foundation For Basic Research (n.º referencia 2010RU0086), nos permiten reflexionar sobre cuestiones que deben tenerse en cuenta en futuras investigaciones como el valor asignable a los datos arqueológicos y tipológicos, o el grado de discriminación que los propios datos de isótopos de plomo pueden alcanzar al tratar espacios geográficos de gran amplitud.

La estrategia predominante hasta la fecha ha sido centrar las discusiones y valoraciones de esos análisis en comparación directa con la evidencia geológica. Ahora, gracias a la ampliación de la base de datos de material arqueológico, podemos analizar sus tendencias y pautas e incorporar esta perspectiva a la argumentación sobre procedencias. Este enfoque no garantiza la identificación precisa de los orígenes de cada pieza analizada pero sí concreta y enriquece los debates sobre circulación de objetos y materiales en el pasado. Además el estudio del material arqueológico permite observar y deducir tendencias generadas por el empleo de metal reciclado, principal problema al que se enfrenta la identificación de la procedencia a través del análisis de isótopos de plomo. En la resolución del mismo, de momento, la información histórica es la mejor alternativa.

Los materiales

La espada de Santa Ana de Herrerías (N.º Inv. 1984/159/SA/1)

Esta espada, conocida en la bibliografía como espada de Herrerías, estaba acompañada de una etiqueta manuscrita donde el propio Luis Siret, precisa el lugar y el débil contexto inmediato del hallazgo: «Herrerías / (Sta Ana, barranco de / los depósitos de mineral, / nivel de la vía - 12 / Marzo 1913) / una espada; a 2 m. S. / 2 tiestos». Los «tiestos» son cerámicas a torno, de cronología bastante posterior a la de la espada (fig. 1).



Fig. 1. Espada de Santa Ana de Herrerías (Cuevas del Almanzora, Almería). Vista general y detalle de la lengüeta (Foto: Ángel Martínez Levas. Archivo Fotográfico MAN). Dibujo de la pieza (según Brandherm, 2007).

Su conservación incompleta no ha impedido vincularla con las espadas con lengüeta de tipo Ballintober, datables entre las de tipo Rosnöen (característico del Bronce Final I) y las pistiliformes (típicas del Bronce Final II) (Brandherm, *op. cit.*). Más en concreto se han fechado o en un momento avanzado del Bronce Final I en la fase Penard/Rosnöen (1275-1140/1125 AC) (Colquhoun y Burgess, 1988: 22) o al inicio del Bronce Final II, en el horizonte Rédéné de la fase Wilburton/Saint-Brieuc-des-Iffs (1140/1125-1050 AC) (Milcent, 2012: 99), según se interprete su presencia en el depósito bretón de Rédéné/Kerguérou (Finistère). Ello las sitúa en su zona de origen en un intervalo máximo entre el último cuarto del siglo XIII y mediados del siglo XI a. C.

El nombre del tipo, *Ballintober*, acuñado por Hodges (1956) corresponde a uno de los hallazgos más occidentales del tipo, en el Condado de Mayo, en Irlanda. Son espadas de longitud variable, pero en general cortas (30-56 cm), existiendo también dagas o puñales (de 23 a 28 cm). La hoja es de tendencia pistiliforme y de sección romboidal (salvo la variante Chelsea definida por Colquhoun y Burgess con sección aplanada en el centro) y una lengüeta ancha y corta para el empuñadura. Está dotada de dos –y excepcionalmente tres– pares de orificios para remaches, a veces marcados solo como escotaduras, caso de Herrerías. Según diferentes autores son espadas de influencia mixta entre los tipos de inicios de Campos de Urnas centroeuropeos y los estoques de tipo Rosnöen. Para unos el tipo se habría gestado en la costa atlántica francesa y para otros en el sureste de Inglaterra, lo que podría estar avalado por el mayor número de hallazgos (un resumen de las diversas interpretaciones en Colquhoun y Burgess, *op. cit.*: 21-24).

El único ejemplar cercano asimilable a este tipo de espada procede del río Loukkos a la altura de Lixus/Larache (Marruecos) (Ruiz-Gálvez, 1983; Brandherm, *op. cit.*: 34), pero tanto este caso como el de Herrerías son excepciones a la distribución general, que abarca las Islas Británicas, sobre todo Gran Bretaña con una marcada concentración en el valle del Támesis y en menor medida Irlanda, y la costa atlántica francesa. Brandherm (*op. cit.*: 34-35) sitúa el origen más razonable para la espada de Herrerías en el continente por los paralelos de las acanaladuras decorativas de la hoja en una espada dragada en el río Loira a la altura de Nantes y otra procedente del río Charente a su paso por Cognac. A ellas se podría añadir otra publicada posteriormente y más similar al ejemplar de Herrerías, localizada en Rigny-Ussé, en el valle medio del Loira (Cordier, 2009: 592, fig. 322, 4). Se interpreta como la hoja de una espada de lengüeta tripartita con la empuñadura retallada copiando el modelo de lengüeta del tipo Ballintober, apuntalando así la opción cronológica más tardía (Milcent, *op. cit.*: 99, lám. 41, 1).

Algunos rasgos propios de la pieza almeriense desentonan de los ejemplares Ballintober más clásicos. Su acusada estrechez, con poco más de 3,3 cm en los hombros marcados en el ensanchamiento de la hoja en su unión a la lengüeta, contrasta con los 4 y 5 cm de media de la mayoría de los ejemplares catalogados en Irlanda por Eogan (1965) y en Gran Bretaña por Colquhoun y Burgess (*op. cit.*). Lo mismo podría decirse de la anchura máxima de la hoja, si bien está peor conservada para aseverarlo por completo. Por último, el escaso desarrollo de la lengüeta, tanto en longitud como en anchura, la aproxima más, por ejemplo, a algunos ejemplares de puñal sobre hoja de espada reaprovechada del depósito de la Ría de Huelva, donde la opción de empuñadura elegida también ha sido una lengüeta corta con escotaduras (Ruiz-Gálvez, 1995: láms. 10, 5 y 10).

Los hallazgos metálicos de momentos tempranos del Bronce Final no son demasiado frecuentes en el sur de la península ibérica y zonas aledañas, pero tampoco resultan extraordinarios. Acompañan a la citada espada del Loukkos, otra espada de espiga procedente de Carcabuey (Córdoba), conservada en el *British Museum* (Brandherm, *op. cit.*: 31, n.º 9, lám. 2), y las hachas de talón de Osuna, en Sevilla (Almagro-Gorbea, 1996) y Arroyomolinos, en Granada (Siret, 1913: 358-359, fig. 131, 1-3), esta última acompañada de dos hachas de alerones mesiales. Todos estos tipos apenas están representados en la península ibérica.

La espada de Herrerías cuenta con varios análisis compositivos (tabla 1). Siret (1913: lám. XV) identificó un bronce con baja proporción de estaño (7,9 %), pero con una alta tasa

Análisis	Zona	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb
AA1183	Espada	0,16	0,08	86,8	nd	nd	nd	13,0	nd	nd
PA10474C	Mango (metal limpio)	0,11	nd	91,3	nd	nd	0,002	8,51	0,035	tr
PA10475C	Hoja (metal limpio)	0,54	nd	91,87	nd	nd	0,007	7,52	0,025	tr
PA10474B	Mango (pátina marrón)	0,52	nd	89,0	nd	nd	nd	10,5	0,015	tr
PA10475B	Hoja (pátina marrón)	0,37	nd	82,9	nd	nd	nd	16,7	0,021	tr
PA10474	Mango (pátina verde)	2,24	nd	96,8	nd	nd	0,008	0,99	0,023	tr
PA10475	Hoja (pátina verde)	1,11	nd	98,4	nd	nd	0,004	0,42	0,027	tr
SIRET	Espada	-	-	89,6	-	-	-	7,87	1,96	-

Tabla 1. Análisis de composición realizados a la espada de Santa Ana (Herrerías). valores expresados en % en peso (tr=trazas; nd=no detectado).

de antimonio (1,96 %). Ésta convertía su composición en algo singular ya que tales proporciones escasean en los metales peninsulares desde el Calcolítico al Bronce Final. En cambio, sí aparecen en espadas y otros tipos de piezas de las fases Penard y Wilburton (Rohl, y Needham, *op. cit.*), mayoritariamente asociadas con altos contenidos de arsénico.

Según el primer análisis realizado por el «Proyecto de arqueometalurgia de la Península Ibérica» con el espectrómetro KEVEX (Rovira, 1995), se trata de un bronce con una proporción más elevada de estaño (13 %) pero sin antimonio. Ante esta discrepancia, y dado que la pieza está fragmentada en dos, decidimos comprobar si la diferencia de resultados se debía a que cada parte procedía de un objeto distinto (PA10474Cy PA10475C).

Este segundo estudio, más detallado y realizado con el espectrómetro METOREX, ha verificado que los dos fragmentos tienen una baja proporción de estaño que los asemeja entre sí y con la ofrecida inicialmente por L. Siret (7,5-8,5 %). En cambio sigue sin identificar la presencia de antimonio (apenas un 0,03 %). Destaca la fuerte corrosión de la pátina y su conformación en dos capas. La más superficial de tono verdoso, en contra de lo habitual en los metales peninsulares, presenta proporciones mucho menores de estaño hasta casi desaparecer dando como resultado un cobre. En la capa inferior de color marrón se ha concentrado el estaño que en un caso alcanza el 16,7 %.

Los resultados evidencian la influencia determinante de la pátina y los restos de corrosión en la composición del análisis con técnicas superficiales y, consiguientemente, la necesidad de disponer de superficies de metal limpio y sano para obtener buenos resultados analíticos.

Las metalografías publicadas por Rovira (2007a: 160 y fig. 9) permiten entender el bajo contenido medio de estaño de los análisis de L. Siret y del METOREX. Estructuralmente es un bronce en estado bruto de colada, pero el dato más relevante es la presencia de bolas de cobre sin alear. Esto sugiere que la aleación debió prepararse probablemente cementando granalla de cobre con casiterita. Según Rovira (2007b) esta forma de alear bronce es conocida a partir del horizonte Soto de Medinilla (I Edad del Hierro) en el yacimiento de El Castro de Gusendos de los Oteros (León), por tanto bastante posterior a la cronología de la espada y podría apoyar un origen foráneo de la pieza. La distribución irregular de cobre sin alear es

el responsable del resultado obtenido, ya que aunque el bronce propiamente dicho debe tener una concentración de estaño del orden 12-13 % Sn, el valor medio bajará en función de una mayor o menor presencia del cobre sin alear en el área de análisis.

Las espadas del Bronce Final de la península ibérica suelen tener un contenido de estaño más elevado, así en la Ría de Huelva el valor es de 10,8 % Sn (Rovira, 1995) mientras que en el depósito de Puertollano es de 13,3 % Sn (Montero *et alii*, 2002). Por el contrario valores bajos de estaño son más frecuentes en las espadas inglesas. Si observamos la composición de las espadas del periodo Penard (Rohl y Needham, *op. cit.*: 225-226) el valor de la media es 8,4 % Sn y solo 5 ejemplares de los 35 considerados supera el 10 % Sn.

Punta de lanza de San Esteban de Río Sil (N.º Inv. 38244)

Es una larga y esbelta punta de lanza de hoja flameada con orificios u orejetas basales, tubo corto y decoración puntillada en y alrededor del nervio central de la hoja y rodeando los orificios en la base de la misma. Procede de una poza u hoyo creado por la misma corriente del río Sil y se halló durante la construcción de la presa de San Esteban. Junto a ella se descubrieron otra punta de lanza, una espada pistiliforme y un colgante amovible macizo (López, 1955; Almagro, 1958 y 1960). Sin embargo, la dispar cronología de los hallazgos permite plantear que probablemente su deposición no tuviera lugar en un mismo momento (fig. 2).

Las puntas de lanza de orificios basales (*basal-loop spearheads*) son características de las Islas Británicas, con marcadas concentraciones en Gran Bretaña (el 54 % de las más de 550 piezas catalogadas en todas sus variantes) e Irlanda (32 %). De la Europa continental solo procede un 14 %, distribuido sobre todo en el área atlántica francesa. En la península ibérica el ejemplar de San Esteban del Río Sil es caso único. Sus mejores paralelos se encuentran en Irlanda, área donde parece tener su origen estilístico la decoración puntillada que porta la pieza y de donde procede la práctica totalidad de las piezas conocidas con esta ornamentación (Davis, 2006: 204).

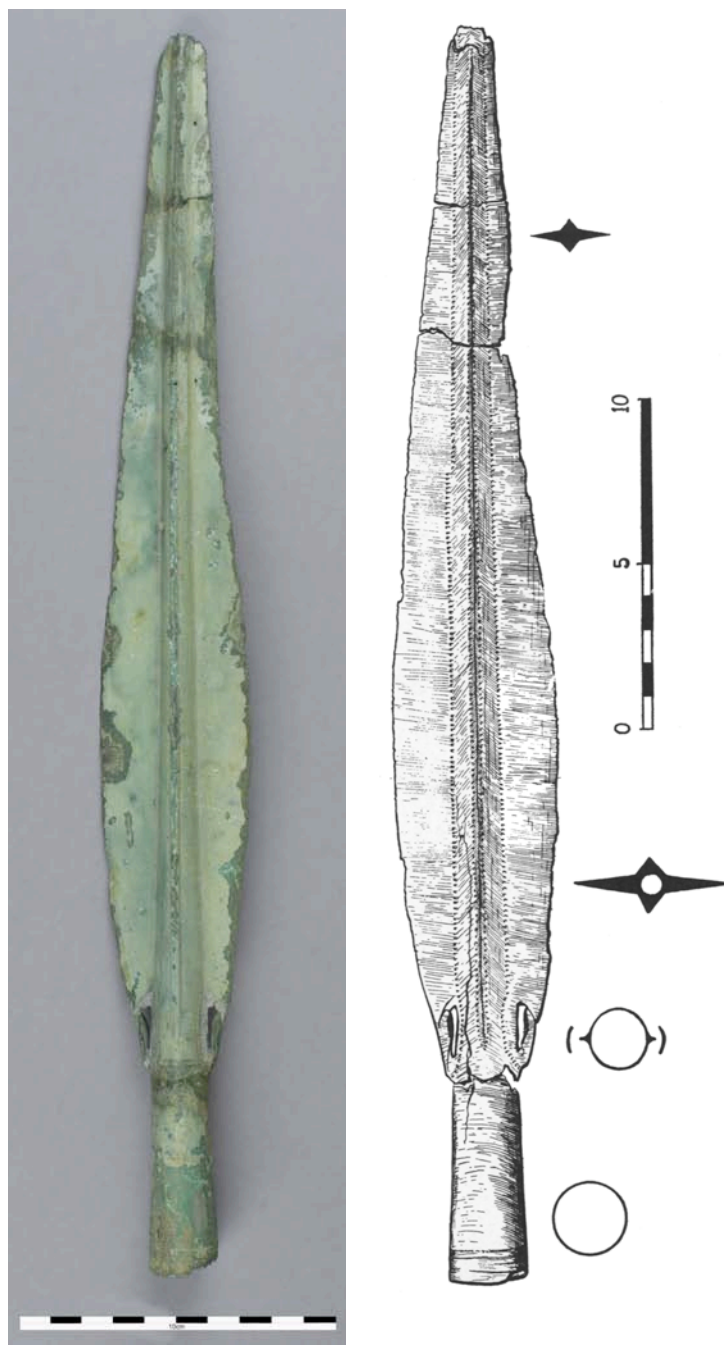


Fig. 2. Punta de lanza de orificios basales de San Esteban de Río Sil (Ourense). A. Vista general (Foto: Verónica Schulmeister Guillén. Archivo Fotográfico MAN). B. Dibujo (según Almagro, 1960).

NUM_ANALIS	TIPO	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb
AA1282	Punta lanza	0,66	0,61	77,3	0,34	0,21	nd	20,3	nd	nd
SAM	Punta lanza	-	0,074	-	-	0,35	-	0,12	-	-

Tabla 2. Análisis de composición realizados a la punta de lanza de San Esteban de Río Sil. Valores expresados en % en peso (nd= no detectado).

En su estudio monográfico, Davis incluye nuestra pieza en su tipo 3 (lanzas de hoja flameada), que considera originario de la Fase Acton Park/Killymaddy (1500/1450-1300 a. C.), pero cuyo desarrollo y apogeo tendrá lugar en la siguiente fase, Taunton/Bishopland (1300-1150 a. C.). Serían por tanto contemporáneas de la última fase de nuestro Bronce Pleno y de los inicios del Bronce Final. La cronología propuesta viene avalada por las dataciones de sendas puntas de lanza de la misma tipología procedentes de Lanesborough (Irlanda): 3150 ± 40 BP (GrN-12347) con un intervalo entre 1520-1320 cal AC (Brindley, 2001: 154) y de Datchet (Buckinghamshire, Inglaterra): 3035 ± 40 BP (OxA 5196), que calibrada a 2 sigma proporciona un intervalo de 1405-1131 cal AC (Needham *et alii*, 1997: 72).

Por su parte, la punta de lanza de San Esteban cuenta también con una fecha, ya antigua: 2880 ± 70 BP (CSIC-215) (Almagro Gorbea, 1977: 522), que calibrada a 2 sigma da un amplio intervalo entre 1264 y 857 cal AC, con el rango de mayor probabilidad centrado en el Bronce Final II (1130-973 cal AC), por tanto genéricamente más tardío que el de estas piezas en su zona de origen. Ello la acercaría a la cronología de la espada pistiliforme con la que se halló, correspondiente al tipo *Cordeiro*, un modelo avanzado dentro de la serie de espadas pistiliformes, cercano ya a las espadas en lengua de carpa (Brandherm, *op. cit.*: 50-51, n.º 39, lám. 7). Davis (*op. cit.*: 204) sugiere como explicación a esta perduración, que por su origen exótico pudiera haber sido considerada un objeto de prestigio y conservada durante un largo período previo a su amortización definitiva. En consecuencia la datación correspondería a un momento de uso, pero no al de su manufactura.

Objetos de supuesta procedencia foránea correspondientes a este momento en la península ibérica se concentran en el noroeste peninsular, destacando los estoques atlánticos dragados en la desembocadura del río Ulla, en Pontevedra (Peña, 1985; Brandherm, *op. cit.*: 26-29, n.ºs 2-3, lám. 1) o el fragmentado procedente de la Croa de Zoñán, en Lugo (Villaamil, 1875), así como las primeras hachas de talón peninsulares (Suárez, 2000).

Hay dos análisis compositivos contradictorios (tabla 2). Según el realizado en el proyecto *Studien zu den Anfängen der Metallurgie (SAM)* el metal es cobre sin alear. En cambio, el análisis del Proyecto de Arqueometalurgia de la península ibérica identificó una proporción muy elevada de estaño (20 %).

Esta contradicción no puede explicarse por las técnicas de análisis empleadas. Tampoco parece factible que el resultado del SAM corresponda a una pátina, con un efecto similar al comentado en la espada de Santa Ana, ya que lo habitual era extraer la muestra del núcleo metálico mediante perforación. Por el contrario el análisis en superficie del Proyecto de Arqueometalurgia puede estar sobrevalorado en su proporción de estaño (como sugiere el alto contenido de hierro) por una limpieza incompleta. El núcleo metálico contendría menos estaño, pero hasta la fecha no hemos observado nunca que el metal sea

un cobre sin alear cuando la pátina registra un bronce. La explicación pudiera encontrarse en un error de identificación de muestra en el SAM, ya que en su primera publicación Almagro (1958: 25) señala que «no ha podido aún ser analizado su metal» aunque sí se presentan los datos de los análisis de las otras tres piezas aparecidas conjuntamente.

En el texto de la ficha del *Inventaria Archaeologica* correspondiente al conjunto de San Esteban del Río Sil se incorpora ese resultado anómalo, que el propio autor, consciente de su peculiaridad, califica como de «especial interés» (Almagro, 1960). A partir de esta publicación lo reproducen igualmente autores como Coffyn (1985: 202 y 401) y Davis (*op. cit.*: 204), ambos resaltando la excepcionalidad de que se trate de un cobre sin alear, y aportando en algún caso posibles explicaciones. El análisis se publicará por el equipo del SAM en 1968, años después de la publicación de Almagro, pero entonces se identifica como un fragmento de espada procedente del Salto de San Esteban, perteneciente a la colección del Museo Municipal de Madrid (Junghans *et alii*, 1968: n.º 1038). Todos estos datos hacen pensar en un posible error en la identificación de ese análisis dentro de la base de datos del proyecto SAM, compuesta no lo olvidemos por millares de piezas procedentes de múltiples países e instituciones, como la mejor explicación de esta composición tan anómala, que en consecuencia creemos no debiera ser tomada en cuenta de aquí en adelante.

Procedencia del metal

Las dos piezas seleccionadas presentan una composición de bronce binario, sin apenas otros elementos como impurezas. De manera general responden al tipo de metal predominante durante el Bronce Final en la península ibérica. Si bien la composición no permite discriminar su procedencia, sus tipologías, como hemos visto, sugieren áreas geográficas lejanas, donde estos tipos son más frecuentes.

Para interpretar los resultados (tabla 3), vamos a ir presentándolos como respuesta a las preguntas que nos interesan acompañados de los gráficos donde se visibilice mejor la respuesta más probable:

1. El metal de la espada y la punta de lanza, ¿puede ser peninsular? Al ser piezas encontradas en la península ibérica es la primera cuestión a considerar. Podemos abordarla comparando los resultados con una doble información geológica de referencia, en primer lugar con los minerales de las zonas más próximas al hallazgo, y luego con los de las restantes. Esta comparación la realizamos a partir de la base de datos de isótopos de plomo actual (diciembre de 2015) que cuenta con 1 036 registros.

Yacimiento	Objeto	208Pb/206Pb	207Pb/206Pb	206Pb/204Pb	207Pb/204Pb	208Pb/204Pb
San Esteban de Río Sil	Punta lanza	2,08265	0,84648	18,4633	15,6288	38,4527
Santa Ana (Herrerías)	Espada	2,09938	0,8556	18,2923	15,6509	38,4026

Tabla 3. Análisis de isótopos de plomo realizados mediante MC-ICP-MS en el laboratorio de Geocronología de la Universidad del País Vasco.

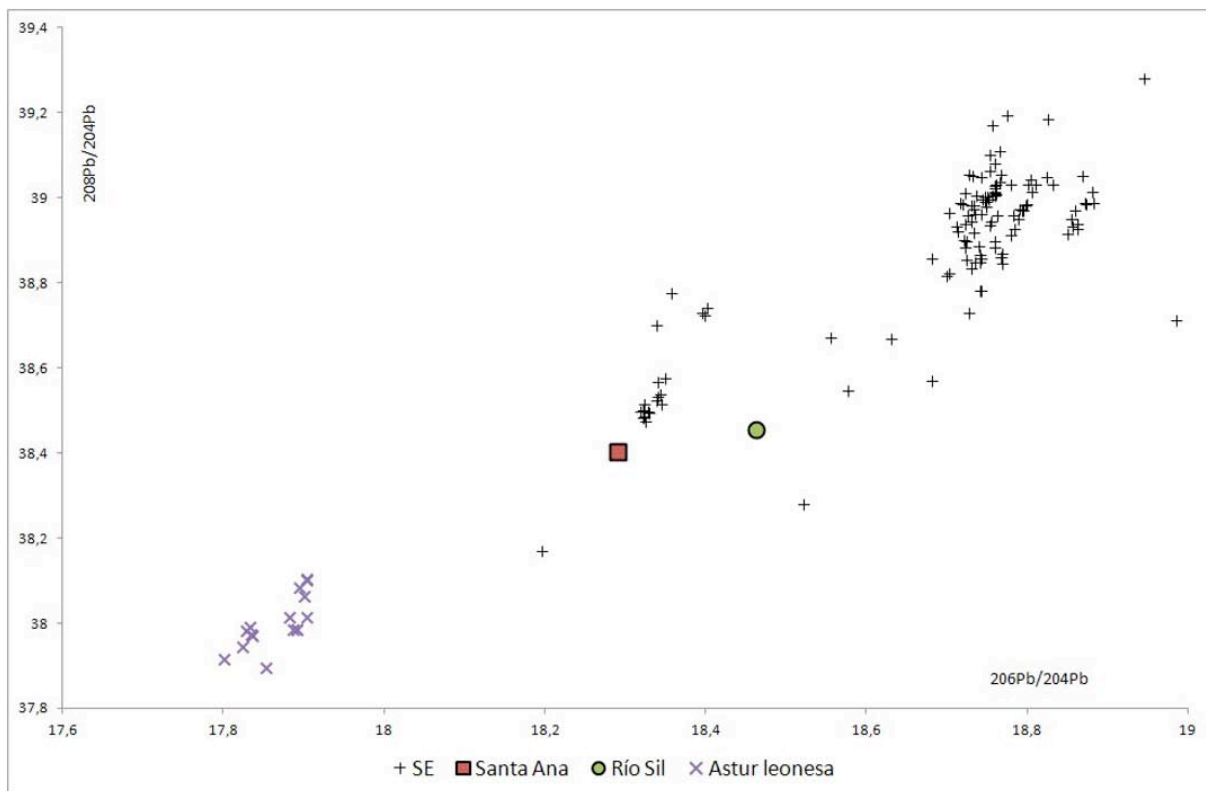


Fig. 3. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con los minerales del sureste (SE) y de la región asturleonesa.

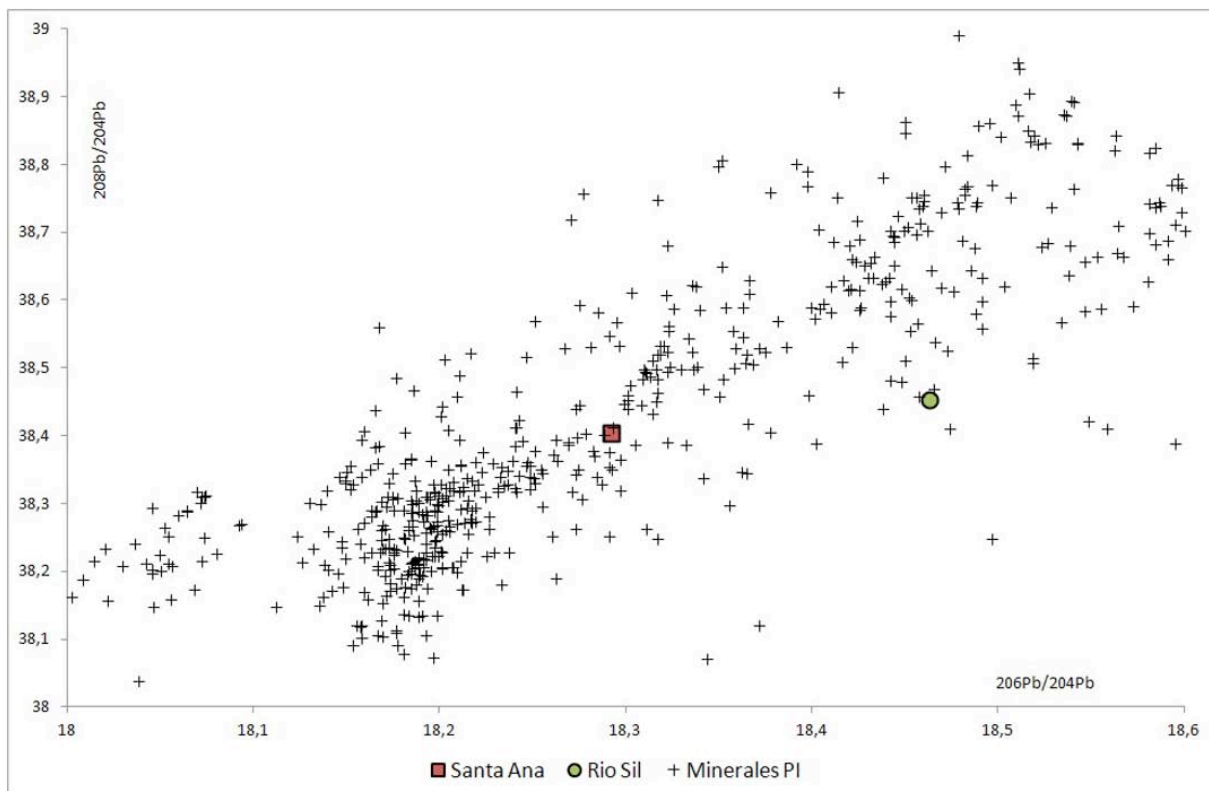


Fig. 4. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con todos los minerales de la península ibérica disponibles.

La figura 3 muestra la falta de coincidencia entre los minerales de la zona asturleonés (principalmente de la provincia de Lugo) y la punta de lanza. En relación a la espada unos pocos minerales del sureste (minas de plomo de Gador) presentan algunas similitudes en las ratios $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, pero en la figura 3 que utiliza la ratio $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ se distancian y quedan fuera de ese campo isotópico. La primera respuesta a la cuestión que podemos responder es que ninguna de las dos piezas se manufacturó con metal obtenido en su entorno regional más próximo.

La siguiente comparación incluye los minerales del resto de la península en las que algunos resultados se acercan a los valores de las piezas arqueológicas (fig. 4). Una perspectiva más en detalle nos permite identificar la región de procedencia de esas muestras similares y confirmar que no existe plena coincidencia. Los minerales de Linares son los más próximos a la espada de Santa Ana (fig. 5), pero en la parte inferior del gráfico se aprecia que se aparta ligeramente de ese campo isotópico. Por el contrario la punta de lanza tiene próximos minerales de los Pedroches, pero siempre queda fuera de su campo isotópico en la representación con diversas ratios.

2. ¿Puede ser metal de las Islas Británicas? Para confirmar si el metal tiene un origen en las zonas que sugiere la tipología comparamos los datos disponibles en OXALID¹. La figura 6 muestra que hay minerales próximos a la espada, especialmente de minas de plomo de Gales, pero no se integra claramente en ninguno de sus campos isotópicos. La lanza de San Esteban de Río Sil sí coincide con minerales de Inglaterra (principalmente minas de plomo) pero también con los del campo isotópico de Great Orme² (Gales), mina de cobre cuya cronología de explotación se centra en el periodo de producción de este tipo de lanza (Bronce Medio y Final) (O'Brien, 2015). La composición del metal obtenido de esta mina suele ser de gran pureza pero con pequeñas proporciones de arsénico y níquel (Williams, 2016), elementos presentes en la punta de lanza.
3. ¿Existen en Inglaterra y Gales objetos de la Edad del Bronce con firmas isotópicas similares? La comparación por periodos a partir de los datos de OXALID muestra (fig. 7) que la punta de lanza coincide más con los metales de la fase LBII o Ewart Park (1000-800 cal AC), una cronología ligeramente más tardía o en el límite inferior de la proporcionada por el radiocarbono. También los metales de la fase Taunton (MBA II) son compatibles, especialmente los del grupo isotópico 12 de Rohl y Needham (*op. cit.*).

Por tanto, según los isótopos de plomo, la lanza de San Esteban de Río Sil encaja en la distribución de los materiales ingleses. A su vez, la cronología tipológica asignada a parte de los mismos puede encajar con la de la lanza, pero esa cronología no se corresponde con la fecha radiocarbónica de la lanza.

La situación para el metal de la espada es compatible con la de los de la fase Penard (MBA III) donde esta tipología de espada se desarrolla (fig. 7). Si nos centramos únicamente en los datos disponibles de espadas tipo Ballintober (fig. 8), vemos que la de Santa Ana se localiza en el entorno del grupo principal de distribución,

¹ OXALID es la base de datos publicada on line (<http://oxalid.arch.ox.ac.uk/>) que recoge los análisis realizados por el Isotope Laboratory de Oxford entre 1978 y 2001. Este listado incluye los publicados por ROHL y NEEDHAM (*op. cit.*).

² No hemos podido incluir otros resultados de minerales de Great Orme representados en las gráficas del trabajo de Williams (2016) por no contar con los valores precisos. Esos datos delimitan mejor su campo isotópico, pero no modifican la perspectiva inicial de los datos recopilados en OXALID.

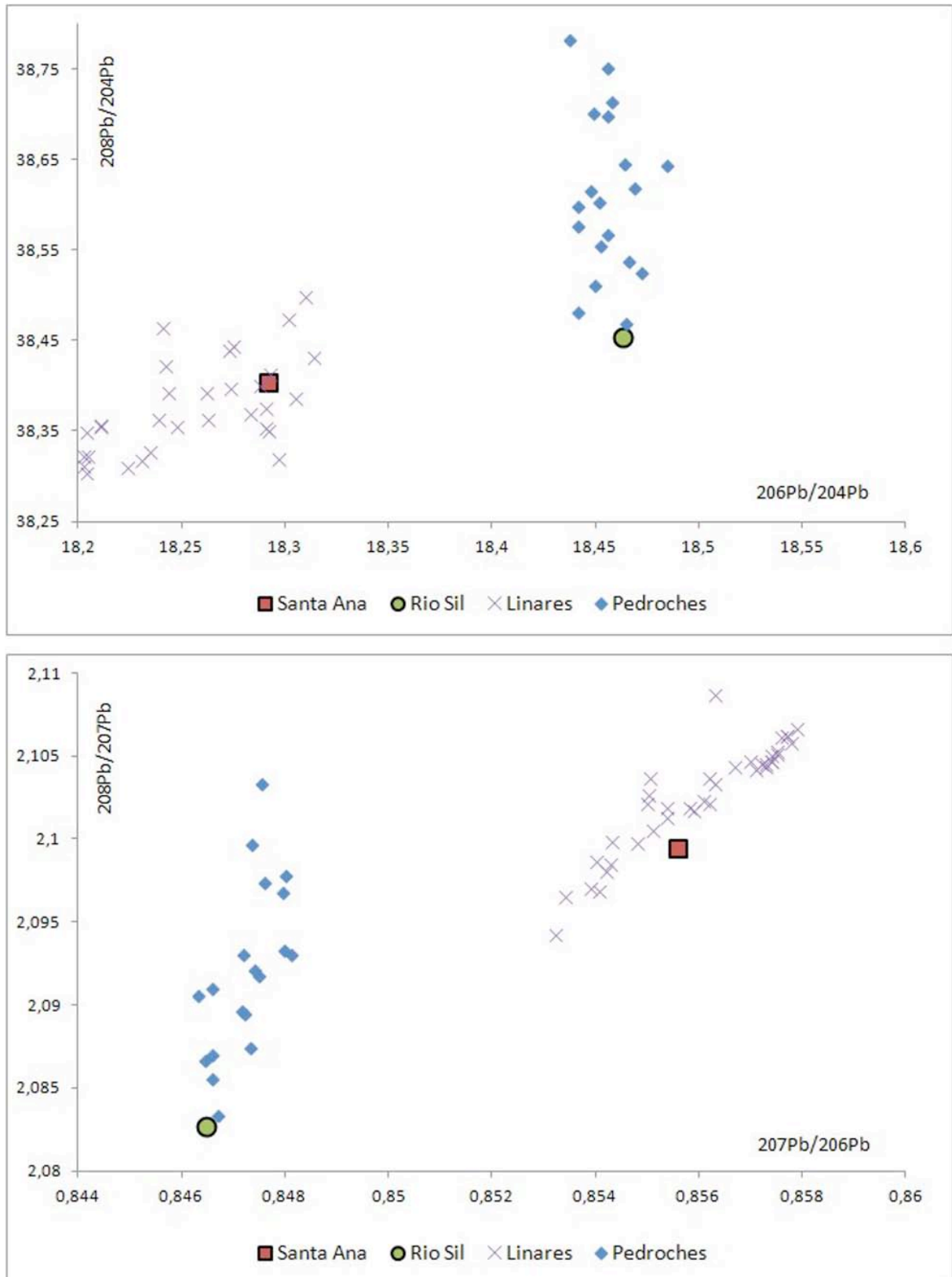


Fig. 5. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con los minerales de Linares y de Los Pedroches.

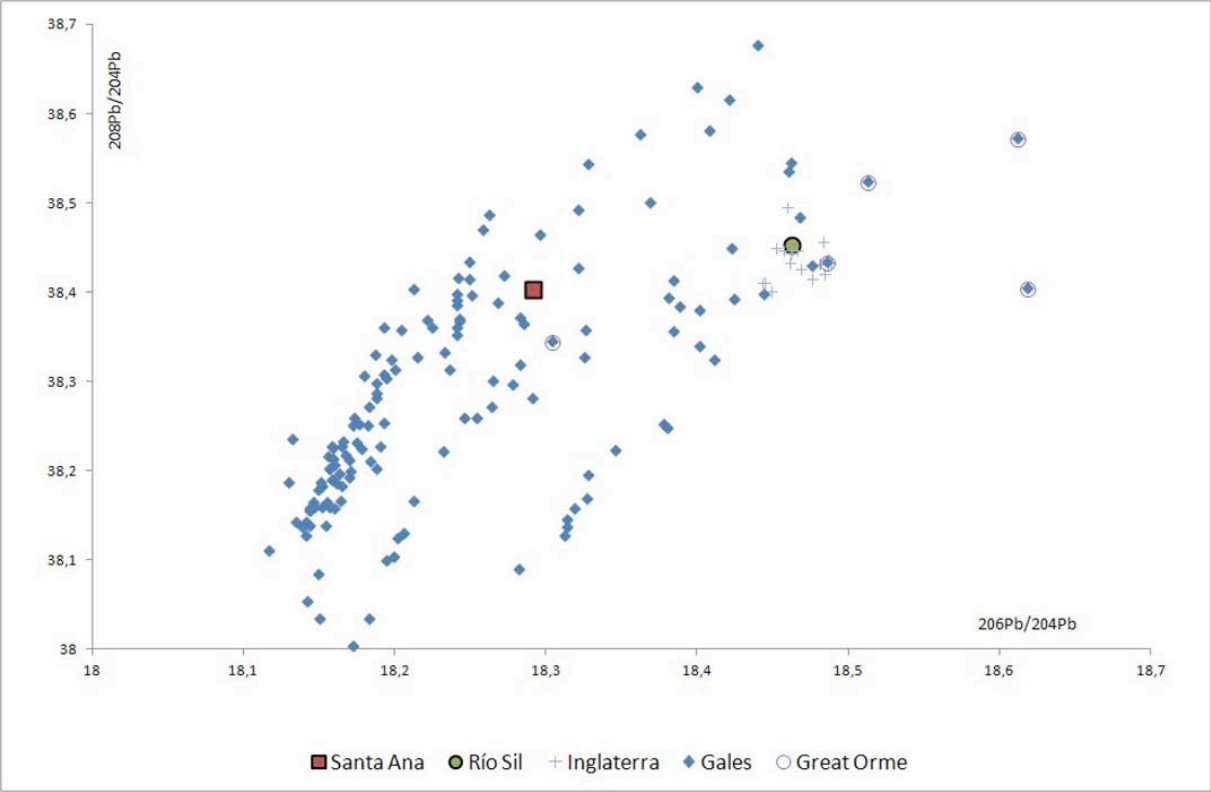


Fig. 6. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con minerales de Gales e Inglaterra, diferenciándose los datos de la mina de Great Orme.



Fig. 7. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con los metales ingleses y galeses de la base de datos OXALID ordenados por periodos cronológicos.

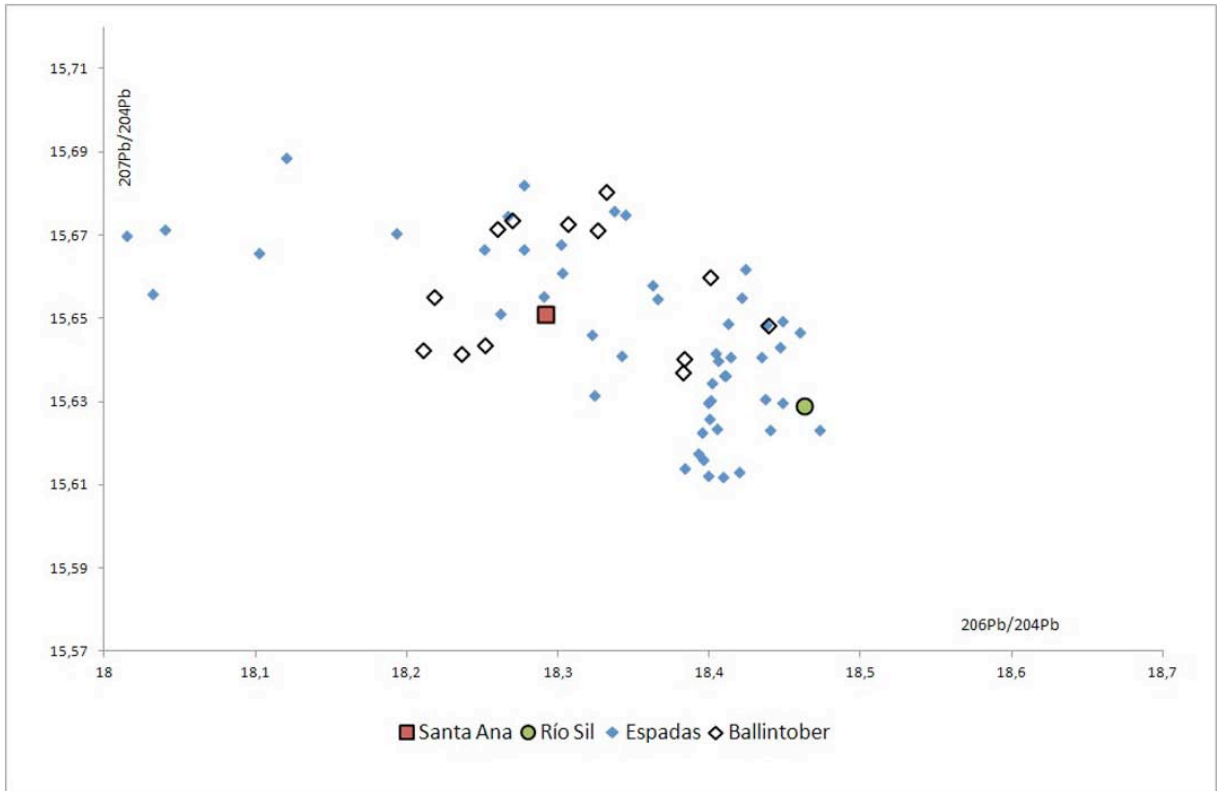


Fig. 8. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con las espadas de la Edad del Bronce de Inglaterra y Gales, y las del tipo Ballintober.

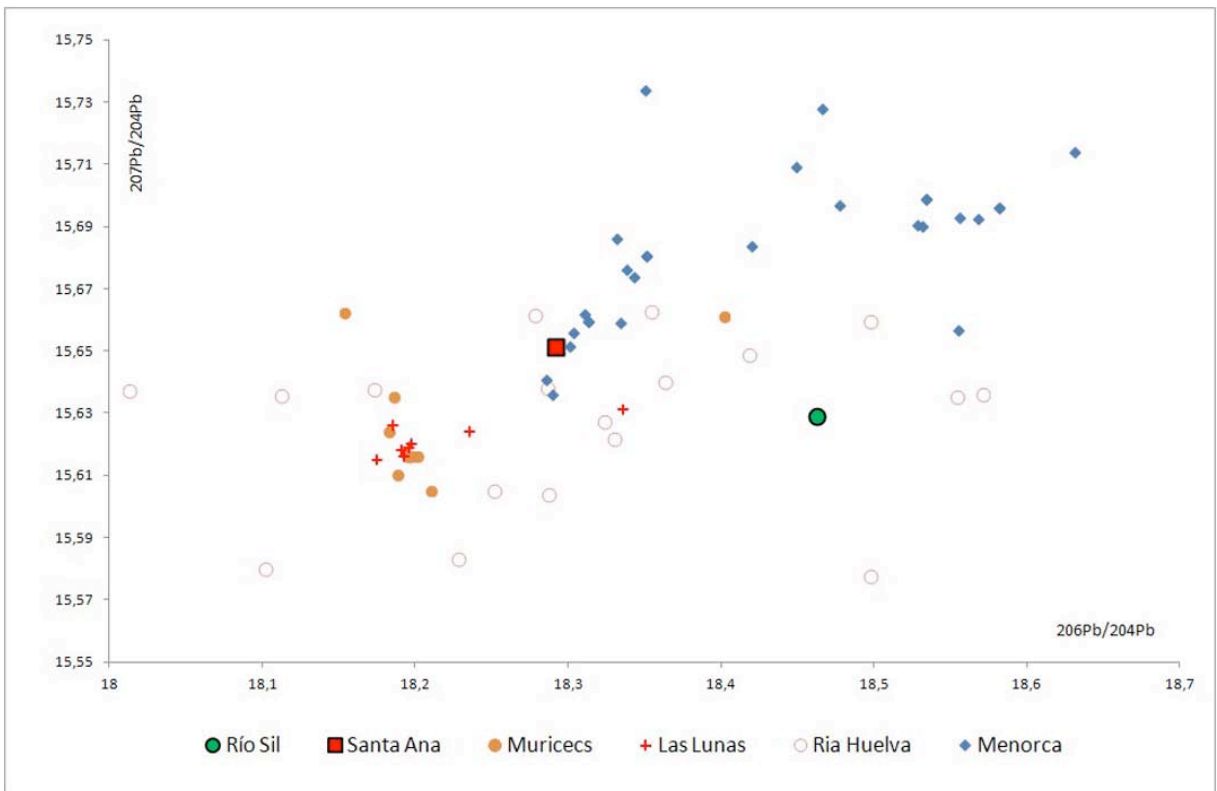


Fig. 9. Comparación de análisis de isótopos de plomo de la espada de Santa Ana y la punta de lanza de San Esteban de Río Sil con los metales del Bronce Final de la península ibérica.

aunque también las ratios isotópicas son similares a algunas de las espadas tipo Rosnöen o Mortlake.

4. ¿Hay objetos del Bronce Final de la península ibérica con firmas isotópicas similares a las de la espada y la punta de lanza? En estos momentos el número de objetos del Bronce Final con datos de isótopos de plomo es reducido. Los principales conjuntos estudiados (Montero *et alii*, 2015) como la Ría de Huelva, Muricecs o Las Lunas muestran distribuciones diferentes, correspondiendo a la Ría de Huelva la mayor variabilidad en las posibles procedencias. Si añadimos los metales recuperados en las cuevas sepulcrales menorquinas (Stos-Gale *et alii*, *op. cit.*) detectamos algunas piezas con valores similares a la espada. Sin embargo, al ser bronce plomados, reflejan la procedencia del plomo y no la del cobre. La punta de lanza siempre queda alejada de los metales peninsulares analizados y publicados hasta la fecha (fig. 9).

Conclusiones

Los comentarios previos permiten apuntar con bastantes probabilidades que la punta de lanza de San Esteban de Río Sil pueda ser un objeto importado ya manufacturado. La tipología apunta a modelos irlandeses, pero en este periodo, entre el 1500-1000 cal BC, según O'Brien (*op. cit.*: 299) en Irlanda dejan de explotarse las minas tipo Mount Gabriel y empieza a importarse metal de otras zonas. Esto justificaría que no exista relación isotópica con los minerales irlandeses, pero sí con los de Gales. Las principales minas en explotación en este periodo son las citadas de Great Orme. Además bastantes metales de los periodos cronotipológicos contemporáneos pueden relacionarse con el mineral de Great Orme y algunos de ellos (especialmente los de la fase Ewart Park y en menor medida con la fase Taunton) coinciden con la punta de lanza. La composición también es compatible ya que el cobre con algunas impurezas de arsénico y níquel parece ser característico del metal obtenido a partir de los minerales de Great Orme.

Aunque el desarrollo del tipo de lanza con decoración puntillada y orificios basales corresponde a las fases Acton y Taunton, la datación obtenida en la lanza de San Esteban de Río Sil podría estar condicionada por una amplia perduración de la pieza, con reemplazo de su astil de madera original. Los análisis de isótopos de plomo pueden justificar un metal similar al de otras piezas de la fase Taunton. Finalmente cabe considerar que ningún mineral u objeto arqueológico peninsular de los analizados hasta la fecha tiene una firma isotópica similar.

El metal de la espada de Santa Ana, tampoco encaja con minerales de la península ibérica (muy próximo queda el campo de Linares), pero no es totalmente descartable su origen peninsular ya que hay objetos con valores similares. Si bien no hemos identificado minerales compatibles en Gales, Irlanda o Inglaterra, las similitudes con metales ingleses y galeses de la fase Penard (grupo isotópico 14 de Rohl y Needham), y especialmente con las espadas tipo Ballintober, permite argumentar su probable procedencia foránea. Pero no debemos olvidar que tipológicamente se la vincula más con piezas francesas con las que no hemos podido establecer comparación isotópica. Precisamente Rohl y Needham (*op. cit.*: 99-101) atribuyen una aportación de metal continental significativa en su grupo isotópico 14, que incluye la mayoría de las variantes de espadas sin asociación y que presentan bajos porcentajes de impurezas.

Otros argumentos que apoyarían su origen extrapeninsular son el bajo contenido en estaño y sobre todo la tecnología de aleación de bronce mediante la mezcla de cobre metálico y casiterita. De momento sólo está documentada en la península ibérica en momentos más tardíos, ya en la transición con la I Edad del Hierro.

Como hemos expuesto, los análisis de isótopos de plomo son un elemento básico para valorar la procedencia del metal, pero no son concluyentes por sí mismos en determinados casos. La punta de lanza de San Esteban de Río Sil muestra inequívocamente que el metal es foráneo y el cobre probablemente procedente de las minas galesas de Great Orme. El panorama de la espada de Santa Ana es más complejo. No es totalmente descartable que el metal se obtuviera en la península, pero los datos tipológicos y tecnológicos sugieren que pudiera ser importado. Su origen no puede concretarse, pero es similar al de otras producciones de la fase Penard en Inglaterra que usaron metal procedente del área continental. Llegara de Inglaterra o Francia la espada acabo depositada en Herrerías (Almería).

La circulación de objetos manufacturados de manera paralela o complementaria a la de los lingotes se produjo en la península ibérica durante la Edad del Bronce, al menos antes del cambio al I milenio cal A. C. Parecen confirmarlo las dos piezas estudiadas en este artículo, combinando el análisis de isótopos de plomo con datos crono-tipológicos y dataciones absolutas, correspondientes a otras de similares características tipológicas.

Quedaría pendiente confirmar si objetos o metal peninsular llegaron a circular y con qué intensidad fuera de nuestras fronteras como algunos trabajos sugieren (Ling *et alii*, *op. cit.*) con cierta controversia. Al margen de propuestas más o menos polémicas lo necesario es incrementar el número de materiales arqueológicos adecuados y correctamente contextualizados para debatir con fundamento esta cuestión.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad «Circulación de cobre en el final de la Edad del Bronce del Mediterráneo occidental: Península Ibérica y Cerdeña» (HAR2014-52981-R).

Bibliografía

- ALMAGRO BASCH, M. (1958): «Un nuevo depósito de Bronce Final hallado en San Esteban del río Sil». *Memorias de los Museos Arqueológicos 1954*, 15, pp. 21-26.
- (1960): *Inventaria Archaeologica. España. Fascículo 5*. Madrid: Instituto Español de Prehistoria.
- ALMAGRO GORBEA, M. (1977): *El Bronce Final y el Período Orientalizante en Extremadura*. Valencia: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Bibliotheca Praehistorica Hispana, 14).
- (1996): «El depósito del Bronce Final de Osuna, Sevilla», *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 26, pp. 269-279.
- BARON, S.; TAMAS, C.-G., y LE CARLIER, C. (2014): «How Mineralogy and Geochemistry Can Improve the Significance of Pb Isotopes in Metal Provenance Studies Issue», *Archaeometry*, 56 (4), pp. 665-680.
- BRANDHERM, D. (2007): *Las espadas del Bronce Final en la Península Ibérica y Baleares*. Stuttgart: Franz Steiner (Prähistorische Bronzefunde, IV, 16).

- BRINDLEY, A. L. (2001): «Tomorrow is another day: some radiocarbon dates for Irish bronze artefacts». En *Patina: Essays presented to Jay Jordan Butler on the Occasion of his 80th Birthday*. Edición de W. H. Metz, B. L. van Beek y H. Steegstra. Groningen & Amsterdam, pp. 145-160.
- COFFYN, A. (1985): *Le Bronze Final Atlantique dans la Péninsule Ibérique*. París: Boccard.
- COLQUHOUN, I., y BURGESS, C. B. (1988): *The swords of Britain*. Munich: C. H. Beck (Prähistorische Bronzefunde, IV, 5).
- CORDIER, G. (2009): *L'Âge du Bronze dans les pays de la Loire Moyenne*. Joué-lès-Tours: Editions La Simarre.
- DAVIS, R. (2006): *Basal-looped spearheads. Typology, chronology, context and use*. Oxford: Archaeopress (BAR Int. Ser. 1497).
- EOGAN, G. (1965): *Catalogue of Irish Bronze Swords in the National Museum of Ireland*. Dublin: Stationery Office.
- HODGES, H. W. M. (1956): «Studies in the Late Bronze Age in Ireland: 2. The typology and distribution of bronze implements», *Ulster Journal of Archaeology*, 19, pp. 29-56.
- JUNGHANS, S.; SANGMEISTER, E., y SCHRÖDER, M. (1968): *Kupfer und Bronze in der Frühen Metallzeit Europas: Katalog der Analysen Nr. 985-10040*. Berlin: Mann (Studien zu den Anfängen der Metallurgie 2, 3).
- LING, J.; STOS-GALE, Z.; GRANDINC, L.; BILLSTRÖMD, K.; HJÄRTHNER-HOLDARC, E., y PERSSON, P.-O. (2014): «Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses», *Journal of Archaeological Science*, 41, pp. 106-132.
- LO SCHIAVO, F.; MUHLY, J. D.; MADDIN, R., y GIUMLIA-MAIR, A. (Eds.) (2009): *Oxide Ingots in the Central Mediterranean*. Roma: CNR.
- LÓPEZ CUEVILLAS, F. (1955): «Armas de bronce ofrendadas al río Sil», *Zephyrus*, 5, pp. 233-240.
- MILCENT, P.-Y. (2012): *Le temps des élites en Gaule atlantique. Chronologie des mobiliers et rythmes de constitution des dépôts métalliques dans le contexte européen (XIII^e-VII^e S. av. J.-C.)*. Rennes: Presses Universitaires.
- MONTERO, I.; FERNÁNDEZ, M.; GÓMEZ, B., y ONTALBA, M.^a A. (2002): «Espadas y Puñales del Bronce Final: el depósito de armas de Puertollano (Ciudad Real)», *Gladius*, XXII, pp. 5-28.
- MONTERO RUIZ, I.; GALLART, J.; GARCÍA-VUELTA, Ó., y MARTINEZ NAVARRETE, M.^a I. (2015): «Homogénéité ou hétérogénéité dans le métal des dépôts de l'Âge du Bronze: estimations sur leur formation à partir des isotopes du plomb», *L'Anthropologie*, 119, 1, pp. 89-105.
- MONTERO RUIZ, I.; GARCÍA HERAS, M., y LÓPEZ-ROMERO, E. (2007): «Arqueometría: cambios y tendencias actuales», *Trabajos de Prehistoria*, 64 (1), pp. 23-40.
- NEEDHAM, S. P.; BRONK RAMSEY, C.; COOMBS, D.; CARTWRIGHT, C., y PETTIT, P. (1997): «An independent chronology for British Bronze Age metalwork: the results of the Oxford radiocarbon accelerator programme», *Archaeological Journal*, 154, pp. 55-107.
- NEEDHAM, S., y GIARDINO, C. (2008): «From Sicily to Salcombe: a Mediterranean Bronze Age object from British coastal waters», *Antiquity*, 315, pp. 62-75.
- NORTHOVER, P. (1982): «The exploration of the long-distance movement of bronze in Bronze and Early Iron Age Europe», *Bulletin of the London Institute of Archaeology*, 19, pp. 45-72.
- O'BRIEN, W. (2015): *Prehistoric copper mining in Europe, 5500-500 BC*. Oxford: Oxford University Press.
- PEÑA SANTOS, A. de la (1985): «Neue bronzzeitliche Funde im Museo Provincial de Pontevedra», *Madriider Mitteilungen*, 26, pp. 22-28.
- PERNICKA, E. (2014): «Provenance Determination of Archaeological Metal Objects». *Archaeometallurgy in Global perspective*. Edición de B. W. Roberts y C.r P. Thornton. New York: Springer, pp. 239-268.
- ROHL, B., y NEEDHAM, S. (1998): *The Circulation of Metal in the British Bronze Age: the Application of Lead Isotope Analysis*. London: British Museum (Occasional Papers, 102).
- ROVIRA LORENS, S. (1995): «Estudio arqueometalúrgico del depósito de la Ría de Huelva». *Ritos de paso y puntos de paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo*. Edición de M. Ruiz-Gálvez. Madrid: Universidad Complutense, pp. 33-57 (*Complutum* Extra, 5).
- (2007a): «Las espadas del Bronce Final de la Península Ibérica: estudio Arqueometalúrgico».

- Las espadas del Bronce Final en la Península Ibérica y Baleares*. Dirk Brandherm. Stuttgart: Franz Steiner, pp. 155-175. (Prähistorische Bronzefunde, IV, 16).
- (2007b): «La producción de bronce en la Prehistoria», *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Edición de J. Molera, J. Farjas, P. Roura y T. Pradell. Girona: Universitat de Girona, pp. 21-35.
- RUIZ-GÁLVEZ PRIEGO, M. (1983): «Espada procedente de la Ría de Larache en el Museo de Berlín Oeste». *Homenaje al Prof. Martín Almagro Basch*, vol. II. Madrid: Ministerio de Cultura, pp. 63-68.
- (1995): *Ritos de paso y puntos de paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo*. Madrid, Universidad Complutense (*Complutum Extra*, 5)
- SIRET, L. (1913): *Questions de Chronologie et d'Ethnographie ibériques. I: De la fin du Quaternaire a la fin du Bronze*. París.
- STOS-GALE, Z. A., y GALE, N. H. (2009): «Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database (OXALID)», *Archaeological and Anthropological Sciences*, 1 (3), pp. 195-213.
- SUÁREZ OTERO, J. (2000): «Las hachas de talón sin anillas y la introducción del Bronce Atlántico en el NO hispánico», *Boletín Auriense*, 30, pp. 9-46.
- VILLAAMIL Y CASTRO, J. (1875): «Armas, utensilios y adornos de bronce recogidos en Galicia». *Museo Español de Antigüedades*, IV, pp. 59-71.
- WILLIAMS, R. A. (2016): «Linking Ore to Metal - Geochemical and Isotopic Opportunities to Characterize and Trace the Metal from the Great Orme Bronze Age Copper Mine». *The Bronze Age in the Atlantic Archipelago. Proceedings from the Bronze Age Forum held at Queen's University Belfast, 9th-10th November 2013*. Edición de D. Brandherm y G. Plunkett.