

Metales y aleaciones en las acuñaciones antiguas de la Península Ibérica

Publicamos una muestra amplia de análisis de los metales utilizados para la fabricación de los cospelos de aes. Los resultados revelan que la aleación más utilizada fue la ternaria de cobre, plomo y estaño, con porcentajes bastante erráticos. No obstante, también se han detectado dos zonas que utilizaron composiciones metálicas diferentes: algunas cecas de la Meseta Norte emplearon el cobre puro y otras en la Alta Andalucía y Sur de la Mancha una aleación binaria de cobre y plomo.

A large number of metal analysis of Hispanic aes coins are published. They have revealed that the ternary alloy (copper, lead and tin), with an erratic composition was the most employed. Nevertheless, two areas with different metal compositions have been identified: some mints in the north of the Meseta employed pure copper and others in Alta Andalucía and south Mancha, during the second century B.C., used an alloy of copper and lead.

INTRODUCCIÓN

El estudio que ahora presentamos, ha tenido como objetivo inicial la determinación de la composición metálica de las monedas de cecas situadas en el actual territorio valenciano (Arse, Saiti, Kili, Keli y Valentia), pero también se han analizado otras producciones pertenecientes a ciudades ibéricas y romanas, con el propósito de obtener un panorama lo más amplio posible. El conocimiento de la aleación utilizada nos ha permitido vislumbrar la existencia de algunas orientaciones relativas al tipo de metal empleado, en función de la repetición o de la peculiaridad de las diferentes muestras. Además, la valoración del contenido metálico de las monedas ha posibilitado inscribir las acuñaciones antiguas de las ciudades valencianas dentro del contexto conocido de las monedas antiguas de

Hispania y evaluar su papel dentro del sistema monetario de la Península Ibérica, durante el período republicano y el inicio del Imperio.

El número de análisis realizados y el banco de datos que ha sido elaborado, constituyen un sólido punto de partida para el conocimiento de las aleaciones monetarias utilizadas en las acuñaciones antiguas de Hispania, las cuales hasta ahora no han recibido un tratamiento suficiente y eran relativamente escasos los datos que se disponían.

El desarrollo del trabajo incluye en primer lugar una introducción sobre el método empleado para la realización de los análisis (I), la exposición y comentario de los resultados, ordenados por cecas (II) y, por último, una valoración e interpretación global de los análisis (III).

I. PROCEDIMIENTO EMPLEADO PARA EL ANÁLISIS DE LAS MONEDAS

1.1. Determinación del método y características del equipo.

La procedencia de las monedas analizadas en este estudio, todas ellas pertenecientes a museos y colecciones valencianas, condicionó desde el primer momento el método a emplear, ya que éste debía ser, ante todo, no destructivo, e incidir de forma somera sobre las piezas a fin de preservar su hipotético uso expositivo en el futuro.

Esta premisa nos obligó a descartar un método analítico como el de absorción atómica que, siendo altamente preciso para evaluaciones cuantitativas, requería la disolución de una pequeña parte de la muestra a estudiar, lo que hubiera obligado a realizar pequeños taladros en las piezas.

Ante esta circunstancia optamos por llevar a cabo los análisis mediante microscopía electrónica de barrido, que permite identificar elementos químicos de número atómico $Z > 9$, utilizando un espectrómetro de energía dispersiva de rayos X, y que funciona acoplado a un equipo de medición y a un software de cálculo matemático.

Este procedimiento, de tipo semi-cuantitativo, es especialmente apropiado para cantidades elevadas de muestras, en las que se pueden establecer patrones internos de comparación que minimizan las oscilaciones producidas en la medición. Es decir, establecida la imposibilidad de conferir valor absoluto a las mediciones, y debiendo aceptar márgenes de error en torno a $\pm 1\%$, los resultados deben ser siempre interpretados por comparación con el resto de las mediciones.

Los análisis fueron realizados, entre octubre de 1994 y junio de 1995, por Andrés Amorós con el equipo de microscopía electrónica de los Servicios Técnicos de Investigación de la Universidad de Alicante. El modelo empleado ha sido un JEOL JSM-840, acoplado a un equipo de microanálisis LINK QX-200, con los siguientes accesorios:

- Dos unidades de fotografía, que trabajan al mismo régimen de aumentos que la pantalla del módulo. Una de estas unidades, con cámara MAMIYA 6x7 permite obtener negativos de las tomas: la segunda unidad es un equipo de fotografía instantánea con una cámara POLAROID 552.
- Interfase EDX-Mapping.

- Sputter Coater SCD 004.
- Evaporador de carbón CEA o3o
- Punto crítico SAMDRI-780

La moneda sobre la que actúa el cañón de electrones del equipo empleado se encuentra dentro de un portamuestras metálico y en condiciones de vacío. La propia condición conductora del espécimen evita recubrirlo con cualquier otra sustancia.

Uno de los elementos que particulariza los resultados cuando se comparan con los obtenidos con otros equipos es el programa de cálculo empleado por el instrumental para cuantificar los resultados del espectro. El software del ordenador que controla el equipo dispone de un programa ZAF-PB par la comparación de intensidades de los rayos X emitidos por la muestra con las intensidades de patrones puros del elemento a analizar que previamente han sido grabadas en el ordenador, pudiéndose realizar de esta forma un análisis cuantitativo del elemento. Como patrón de referencia se empleó una lámina de cobre del 99,7% de la firma Merck (Art. 2700) con una estimación del 0,0002% de arsénico.

Los datos obtenidos pasan a la memoria central del ordenador, que los almacena hasta el final de la sesión, considerando archivos independientes los datos de cada una de las muestras o tomas realizadas por el operador. A continuación éste puede optar por imprimir de forma gráfica los resultados, quedando identificados los picos no sólo por su posición e intensidad sino con la marca gráfica del elemento correspondiente, u obtener los listados que muestran cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos.

En este último caso, el analista dispone de informaciones complementarias como el porcentaje real de la muestra analizada y la normalización porcentual de la composición. En el proceso de análisis es posible discriminar determinados componentes desde la consola de trabajo, entendiendo que esto reduce el porcentaje de muestra estudiada. Pese al nivel de precisión del instrumental debe tenerse en cuenta que este porcentaje, en situaciones óptimas, no suele rebasar el 93-95%, y que los valores de composición inferiores al 1% sólo pueden considerarse identificaciones seguras si reaparecen en muestreos repetitivos.

1.2. Definición del espectro a medir.

Habida cuenta de que la mayor parte de los análisis a realizar tenían como sujeto monedas de bronce, se

determinó un patrón en el que estuvieran presentes todos los posibles elementos que en anteriores ocasiones habían sido detectados. Aún a sabiendas de que muchos de ellos podrían no aparecer en las mediciones del conjunto y, frente a series más reducidas pero igualmente fiables empleadas hasta la fecha en otros laboratorios, la relación final quedó integrada por los siguientes 12 elementos: cobre (cu), plomo (pb), estaño (sn), cloro (cl), plata (ag), hierro (fe), arsénico (as), antimonio (sb), níquel (ni), bismuto (bi), cinc (zn) y cobalto (co).

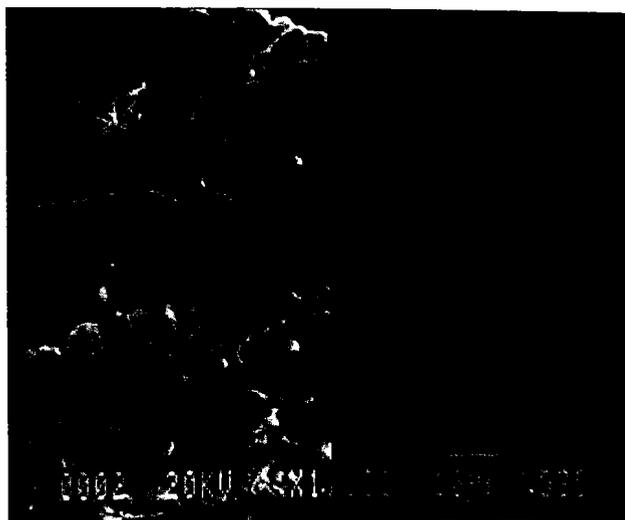
1.3. Estado de las muestras y preparación para el análisis.

La mayor parte de las monedas a analizar presentaban diferentes grado de oxidación en superficie, algunas de ellos con fuertes afloramientos de cloruros, cuya intensidad se determinó antes de establecer el área de la moneda en la que debía practicarse el análisis.

En las mediciones llevadas a cabo se llegaron a detectar concentraciones en superficie del 34% de cloro (Saitabi: Museo de Alicante, inv. 731), lo que impedía cualquier actuación directa sobre las monedas y obligó a seleccionar un área a limpiar sobre la que pudiera incidir el haz de electrones.

La segunda premisa a establecer era el grado de aumentos al que habrían de efectuarse las mediciones. En un nivel muy bajo, en torno a los 500-700 aumentos, el área medida era superior y más completo el resultado, pero esto exigía la alteración por medios mecánicos de una superficie considerable de cada moneda. Por el contrario, en un nivel alto, en torno a los 2000-3000 aumentos, la alteración de la moneda era mínima pero se corría el riesgo de detectar concentraciones de un solo elemento que distorsionaran los resultados.

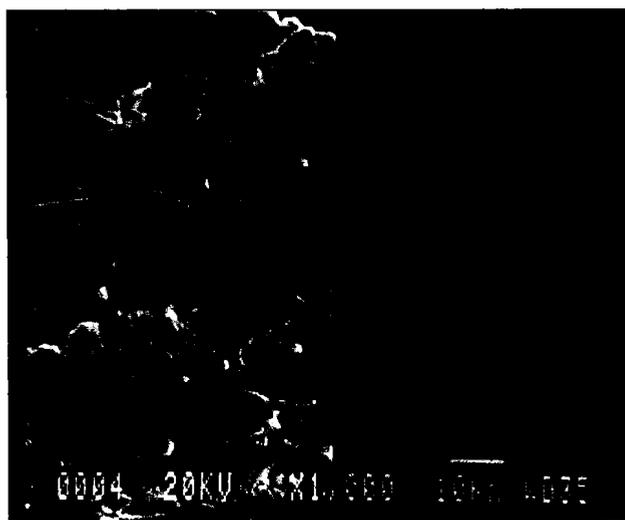
A fin de calibrar las ventajas de una u otra opción se realizaron radiografías a 1000 aumentos de superficies previamente desprovistas de óxidos, hasta llegar a la superficie original de la moneda. Tales radiografías tenían por objeto evaluar la dispersión de los elementos en la superficie de los aumentos. Los resultados de la búsqueda de plomo (fig. 1-a), cobre (fig. 1-b) y estaño (fig. 1-c) sobre una de las monedas se observan como puntos blancos sobre fondo negro junto a la imagen de la superficie estudiada; la evidencia que proporcionan es la de un reparto bastante homogéneo de los diferentes metales y, en consecuencia, un bajo riesgo para realizar la microscopía a un elevado número de aumentos. A la vista de estos resultados se



1a



1b



1c

Fig. 1. Radiografía del canto de una moneda de Arse (JMA 721) que evidencia la dispersión de los elementos (puntos blancos sobre la superficie negra). A plomo; B cobre; C estaño.

estableció un nivel de 3.000 aumentos para todo el procedimiento analítico.

Ante el nivel de oxidación y afloramiento de cloruros que presentaban algunas monedas se decidió realizar la limpieza uniforme de un área reducida de cada ejemplar. Este área debía ser la misma en todas las piezas, no visible en la exposición museística y, al mismo tiempo, cómoda para la colocación en el portamuestras del equipo; su superficie, en torno a 3-4 mm², debía ser lisa y uniforme en todos los casos. El único lugar de la moneda que reunía esas condiciones era el canto. En los ejemplares analizados se eliminó la característica pátina verdosa hasta alcanzar la superficie del metal. Para ello se empleó un taladro Makicraft 50100, con cabezal pulidor, alimentado a 12-18 vol.

Para reducir el riesgo de una sobrevaloración de componentes al trabajar a tantos aumentos, sobre cada moneda se realizó un mínimo de 3 análisis en diferentes puntos, que llegan a 6 en aquellos ejemplares en los que las diferencias porcentuales así lo aconsejan.

I.4. La lectura del espectro y las trazas de elementos minoritarios.

La imagen que ofrece el monitor durante el análisis de cada una de las muestras presenta los característicos "picos" correspondientes a cada uno de los elementos; ahora bien, incluso para aquellos no presentes en la muestra el gráfico ofrece una posición teórica en la que deberían aparecer si hubieran existido. En la zona derecha del espectro, lejos de los picos de mayor intensidad correspondientes a los planos K, L o M en cada caso de los elementos de la composición, aparece una serie de dientes de sierra en donde se encuentran los planos no empleados así como los espacios correspondientes al resto de los elementos del sistema periódico.

Cuando el operador pide, como en este caso, una plantilla de doce elementos, el ordenador mide la superficie de los picos que les corresponden, exista o no en la muestra, por lo que, en ocasiones, algunos de ellos aparecen con valores negativos en el análisis final.

Durante la realización de toda la serie de análisis se prestó una especial atención a la detección de los niveles de arsénico, que podían evidenciar diferencias entre unas cecas y otras. Los resultados finales, sin embargo, han mostrado un relativo equilibrio en la presencia de ese elemento, que suele oscilar, salvo

contadas excepciones, entre 1, 3 y 2,5%. Tal cantidad es excesiva a todas luces si se compara con análisis realizados previamente en otros equipos sobre muestras similares, y se debe considerar resultado de la estimación semicuantitativa que permite la difracción de rayos X que, en proporciones tan reducidas, carece de la necesaria precisión.

Para calibrar el alcance real de las posibles desviaciones en la medición del arsénico, y por sugerencia del Dr. Miguel Molina, se decidió hacer una comprobación mediante análisis de difracción y absorción atómica sobre una misma muestra extraída, mediante procedimiento destructivo, de una moneda de la ceca de Iulia Traducta, del tipo *RPC 108*.

A tal fin, y con el taladro de cabezal pulidor empleado en anteriores ocasiones, se extrajo una muestra en polvo de 1 gramo de peso del núcleo de la moneda, previo pulido exterior para evitar la aparición de impurezas. Esta muestra fue analizada por difracción de rayos X a 500 (JMAP 6-10) y 3000 aumentos (JMAP 1-5), con cinco ensayos para cada posición. Los resultados han sido los siguientes:

<i>Muestra</i>	<i>JMAP1-5</i>	<i>JMAP 6-10</i>
Cu	85,88	85,86
Pb	6,00	6,46
Sn	4,39	3,75
Ag	0,16	0,28
Fe	0,04	0,07
As	2,15	2,11
Sb	0,49	0,51
Ni	0,09	0,26
Bi	0,06	0,02
Zn	0,12	0,25
Co	0,02	0,02

Como puede verse, las oscilaciones en la medición a diferencia de aumentos no son sensibles en el cobre, pero tienen mayor importancia en los valores de plomo, estaño y arsénico, sin llegar a ser significativos.

II. LOS ANÁLISIS

Los análisis que presentamos a continuación han sido divididos en dos grupos, atendiendo a la fecha de emisión de las monedas. En el primero de ellos se

relacionan los análisis de las emisiones que se acuñaron durante el período republicano romano y a continuación las del período imperial. En los cuadros de los análisis se da en primer lugar la identificación de la muestra, en segundo lugar el tipo al que pertenece la moneda (se han utilizado las siguientes abreviaturas V. = Vives, 1926; *MHC* = Villaronga, 1973 Vill = Villaronga, 1967; *CNH* = Villaronga, 1994; *RPC* = Burnett-Amandry-Ripollès, 1992); a continuación la media de los porcentajes normalizados de los distintos elementos detectados (una introducción a la metalurgia antigua y a los diversos elementos puede verse y seguirse a partir de Forbes, 1972 y Tylecote, 1976). Al final de este trabajo se indica las colecciones a las que pertenecen las monedas analizadas.

A. *Época republicana.*

Hispano-cartaginesas

Moneda	JMA-30	JMA-156b	JMA-157	JMA-31	JMA-158
Ref.	MCH-111	MCH-111	MCH-116	MCH-126	MCH-126
Cu	96,90	95,55	95,72	97,53	96,29
Pb	0,03	2,14	0,08	0,01	0,20
Sn	0,10	0,02	0,06	0,01	0,39
Ag	0,16	0,08	0,17	0,13	0,08
Fe	0,04	0,05	-	0,24	0,37
As	2,16	2,25	2,12	2,13	1,68
Sb	0,74	0,39	1,04	0,59	0,69
Ni	0,05	0,26	0,16	0,27	0,11
Bi	-	-	0,01	0,06	-
Zn	0,27	0,43	0,46	0,58	0,33
Co	-	0,04	0,05	0,03	0,02

Las monedas analizadas corresponden en todos los casos a piezas de "bronce", emitidas por los cartagineses durante su permanencia en la Península Ibérica (Villaronga, 1973). Se trata de monedas acuñadas en el transcurso de la segunda Guerra Púnica que, en consecuencia, deben datarse a fines del siglo III a.C.

La característica más importante que se desprende de los resultados de los análisis de estas emisiones es que son de cobre, al que en algún caso se añadió un poco de plomo; de las cinco monedas analizadas, tan sólo en una de ellas se detecta un porcentaje medio de

plomo del 2,14 %, mientras que en el resto de piezas la presencia de este metal oscila entre 0,01 y 0,29 %. El estaño también se atestigua en unas cantidades insignificantes, entre 0,01 y 0,30 %. Estos resultados coinciden con los que han obtenido C. Alfaro y C. Marcos (en prensa) en los análisis de dos piezas del tipo *MHC* 115; no obstante, la emisión *MHC* 122, de la que se han analizado tres monedas, muestra un menor contenido de cobre (92,40-94,84 %) e incluye pequeños porcentajes de plomo (0,77-1,26 %) y de estaño (0,46-4,97 %).

Por consiguiente, es posible proponer que las acuñaciones cartaginesas de "bronce" de la Península Ibérica fueron en realidad de cobre, con bastantes impurezas, o de cobre que, en casos muy concretos, se combina con pequeños porcentajes de plomo y de estaño. Esta composición difiere de los resultados obtenidos para las emisiones púnicas del Norte de Africa, durante el período de la Segunda Guerra Púnica, en donde fue habitual la existencia de altos porcentajes de plomo, que en ocasiones pueden situarse en torno al 90 % (Alfaro, 1994, 234, nota 28). Las acuñaciones púnicas de Cerdeña, de los años 300-264 a.C. y 241-238 a.C., también difieren de las hispano-cartaginesas, pues el cobre se alea con estaño (5 ó 6 %) y en ocasiones con un porcentaje bastante elevado de plomo (Ingo, 1994, 204).

Carteia

Moneda	JMA-29
Ref.	V. 127-8
Cu	96,48
Pb	0,15
Sn	0,02
Ag	0,09
Fe	0,14
As	1,64
Sb	0,14
Ni	-
Bi	-
Zn	0,90
Co	-

La ciudad de Carteia fue una colonia de derecho latino, fundada en el año 171 a.C. (Liv. 43, 3, 1-4).

Inició sus emisiones durante la segunda mitad del s. II a.C. y a intervalos regulares las mantuvo hasta el reinado de Tiberio (Chaves, 1979). La moneda analizada se fecha (Chaves, 1979, 123) en el último decenio del s. II a.C. Los análisis atestiguan que el metal utilizado para la acuñación de esta emisión fue el cobre, sin más elementos, pues aunque sólo hayamos podido disponer de una pieza para analizar, su resultado es comparable al que obtuvo Chaves para una moneda de esta misma emisión. Del estudio de Chaves (1979, 86) se deduce, no obstante, que el bronce con o sin plomo fue la aleación más utilizada para las restantes acuñaciones de la ciudad y, de momento, sólo la emisión Vives 127-8 parece que se acuñó en cobre.

Obulco

Moneda	JMA-36	JMA-735	JMA-745	JMA-35
Ref.	V. 95-3	V. 95-5	V. 95-4	V. 96-7
Cu	85,95	96,46	84,16	83,64
Pb	8,11	1,37	11,15	13,55
Sn	0,04	0,08	0,15	0,01
Ag	-	0,16	0,19	0,15
Fe	0,07	0,05	0,11	0,10
As	1,33	1,75	1,62	2,5
Sb	-	0,02	0,18	1,76
Ni	0,17	0,11	0,15	0,66
Bi	-	0,06	-	0,36
Zn	0,66	0,44	0,22	0,30
Co	-	0,03	0,02	-

La ciudad ibérica de Obulco (Porcuna, Jaén) se caracterizó por sus abundantes y continuas emisiones, que se extienden desde fines del siglo III hasta mediados del I a.C (Untermann, 1975, ceca A.100 Arévalo, 1993). Las tres primeras piezas analizadas han de fecharse en torno a mediados del s. II a.C., mientras que la cuarta es probable que se acuñara poco después que la anterior. A pesar de que sean escasas las monedas que han podido ser analizadas, sus resultados son significativos, ya que, aun perteneciendo a emisiones diferentes, la identidad de los elementos de su aleación son coincidentes. El metal utilizado para la fabricación de los cospeles fue una aleación de cobre (83,64-96,46 %) y plomo (1,37-13,55 %), sin estaño.

Castulo

Moneda	JMA-37	JMA-756	JMA-707	JMA-831
Ref.	V. 70-9	V. 71-2	V. 71-2	V. 71-14
Cu	85,65	82,83	76,72	88,52
Pb	8,51	8,20	11,07	3,70
Sn	-	4,83	5,04	4,16
Ag	0,14	0,27	0,20	0,11
Fe	0,04	0,10	0,07	0,06
As	4,06	1,85	1,99	2,07
Sb	1,06	0,29	0,40	0,63
Ni	0,25	0,30	0,20	0,18
Bi	0,36	0,01	0,20	0,03
Zn	0,43	0,26	0,32	0,34
Co	-	0,06	0,04	0,04

Las acuñaciones de la ciudad ibérica de Castulo (Cazlona, Linares, Jaén) fueron, sin duda, las más voluminosas de la provincia Hispania Ulterior y probablemente de toda la Península Ibérica (Untermann, 1975, ceca A.97; García-Bellido 1982). Su producción, como la de Obulco, se sitúa entre fines del s. III y mediados del s. I a.C. Las monedas analizadas pueden dividirse en dos grupos, al primero corresponde una pieza que pertenece a una de las emisiones más numerosas de esta ceca, la que lleva el símbolo mano en el anverso. La aleación que atestiguan los análisis está formada por cobre y plomo, sin trazas siquiera de estaño. Poco énfasis se puede hacer con una sola pieza analizada, pero no debe pasar desapercibido que otras ciudades más o menos próximas, como Obulco, Ikalesken o Kelin utilizaron, de forma continua u ocasional, una aleación similar.

Las monedas del segundo grupo pertenecen a dos tipos distintos, aunque ambos utilizan leyendas latinas, en su totalidad (V. 71-14) o sólo parcialmente (V. 71-2). La composición metálica que revelan los análisis es diferente de la pieza del primer grupo, pues se trata de una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño. El contenido de estaño es en este grupo bastante uniforme, situándose entre 4 y 5 %. Esta diferente composición, que necesariamente deberá ser ratificada con más análisis de las emisiones con símbolo mano y de otras, como las que llevan el delfín, el creciente y el signo ibérico *ko*, abre una nueva vía de investigación que puede contribuir a sistematizar mejor las emisiones que sólo utilizan el signario ibéri-

co meridional y las que adoptaron el latín. Hasta ahora no existe unanimidad a la hora de ubicar las diferentes emisiones de Castulo; por un lado L. Villaronga (1994, 332-3) coloca algunas emisiones con leyenda latina o bilingüe en medio de la producción con leyenda exclusivamente ibérica; por otro G.K. Jenkins (1979), opina que las emisiones con leyenda ibérica anteceden a las que utilizaron el latín, de la misma opinión es M.P. García-Bellido. Se hace evidente la necesidad de disponer de una amplia serie de análisis, porque pueden contribuir a esclarecer esta controversia.

Ikalesken

Moneda	JMA-720	JMA-722	JMA-723	JMA-12
Ref.	V. 66-6	V. 66-7	V. 66-7	V. 67-2
Cu	91,19	92,20	85,59	86,73
Pb	7,45	2,05	7,70	6,71
Sn	0,42	0,38	6,11	1,38
Ag	0,04	0,09	-	0,65
Fe	0,12	0,06	0,05	-
As	1,52	1,43	1,86	1,65
Sb	0,10	-	0,22	-
Ni	0,07	0,07	0,35	0,24
Bi	0,11	-	0,18	0,06
Zn	0,25	0,46	0,21	0,36

Las emisiones ibéricas con leyenda *ikalessken* (Villaronga 1978, 5-9; Untermann, 1975, ceca A.95;

Villaronga, 1988), pertenecen a una ciudad que todavía no ha sido localizada, pero, por su dispersión, su emplazamiento ha de buscarse en la zona situada entre el río Júcar y el Cabriel, en las proximidades de la provincia de Valencia (Martínez Valle, 1994, 59-66). Las emisiones que se atribuyen a esta ciudad cubren un período que oscila entre el s. II y el I a.C. Las cuatro monedas que han sido analizadas corresponden a una misma emisión que presumiblemente se acuñó en la segunda mitad del siglo II a.C. Los resultados indican que se trata de una aleación poco homogénea, pues en dos ocasiones el porcentaje de estaño es tan bajo que se puede hablar de una aleación binaria de cobre y plomo, semejante a la que ha sido atestiguada en algunas monedas de Obulco y Castulo. El cobre tiene un porcentaje bastante alto (85-92 %), el plomo presenta unos niveles normales (2,05-7,70 %) y el estaño es el elemento que muestra una mayor variabilidad (0,38-6,11 %).

Merece la pena señalar la similitud que presentan algunas piezas, las que tienen un escaso contenido de estaño, con las de la ciudad de Kelin, cuyos análisis han dado resultados comparables; con éstas, además, también se detectan afinidades estilísticas entre algunos cuños. Todo ello sugiere la probable contemporaneidad de ambas emisiones.

La ciudad de Arse comenzó su acuñación en la segunda mitad del s. III a.C. y las mantuvo de forma más o menos continua hasta el reinado de Tiberio (Villaronga, 1967; Untermann, 1975, ceca A. 33), cuando la ciudad ya había obtenido el estatuto jurídico

Arse

Moneda	Ref.	Cu	Pb	Sn	Ag	Fe	As	Sb	Ni	Bi	Zn	Co
JAA-1281	V. 19-2	82,94	6,47	8,57	0,29	1,13	1,38	-	0,06	-	0,40	-
JMA-726	V. 17-2	73,50	10,82	9,12	0,12	0,02	1,49	-	-	0,32	-	-
JMA-727	Vill. 89	88,29	5,84	4,03	-	0,12	1,83	0,38	0,04	0,54	0,24	-
JMA-19	V. 17-3	81,56	6,54	9,82	0,08	0,09	1,55	0,16	0,23	0,03	0,62	-
JMA-17	V. 17-3	79,18	8,92	9,39	0,15	0,04	1,68	0,28	0,13	0,04	0,38	-
JMA-16	V. 17-3	80,09	5,51	11,82	0,05	0,01	1,63	0,06	-	0,01	0,42	0,05
JAA-2541	V. 19-6	80,03	11,04	6,56	0,07	0,21	1,41	0,43	0,41	-	-	0,08
JAA-2540	Vill. 77	84,62	7,36	4,36	0,15	0,09	1,55	0,08	0,03	0,08	-	0,06
JMA-747	V. 19-6	88,74	4,46	5,90	0,10	0,14	1,70	0,09	0,25	-	0,41	-
JMA-18	Vill. 94	76,30	16,70	3,94	0,17	0,10	1,50	0,39	-	1,21	0,86	0,14
JMA-721	V. 19-19	85,17	6,95	6,74	0,29	-	1,56	0,38	-	0,03	0,85	0,12

Saiti

<i>Moneda</i>	<i>Ref.</i>	<i>Cu</i>	<i>Pb</i>	<i>Sn</i>	<i>Ag</i>	<i>Fe</i>	<i>As</i>	<i>Sb</i>	<i>Ni</i>	<i>Bi</i>	<i>Zn</i>	<i>Co</i>
JAA-1278	V. 20-2	84,44	6,37	6,59	0,39	0,10	1,57	-	0,20	0,04	0,45	-
JAA-2539	V. 20-2	83,57	6,80	7,81	0,03	0,003	1,40	0,36	-	0,24	0,55	0,11
JMA-38	V. 20-2	82,03	7,64	6,17	0,12	0,08	1,48	0,06	0,18	-	0,09	-
JMA-743	V. 20-2	73,78	14,11	8,28	0,23	0,36	1,64	0,04	0,35	0,10	0,73	-
JMA-731	V. 20-2	70,20	14,60	4,95	0,05	0,02	1,48	0,77	-	-	0,09	-
JMA-728	V. 20-2	76,51	12,33	5,21	-	0,32	1,57	-	0,31	0,23	0,27	0,12
JMA-730	V. 20-2	78,09	10,53	6,34	0,15	0,13	1,47	0,20	-	-	0,63	0,05
JMA-746	V. 20-2	79,63	8,75	5,90	-	0,14	1,37	-	0,06	0,26	0,80	-
JMAM-729	V. 20-2	81,23	4,96	8,74	-	0,08	1,62	-	0,02	0,34	0,16	-
JMA-2	V. 20-2	79,21	11,67	7,00	-	-	1,55	-	-	0,29	-	0,11
JMA-1	V. 20-2	25,29	26,96	46,11	0,26	0,98	0,90	-	0,85	-	0,49	-
JMA-736	V. 20-2	86,16	5,47	5,41	0,18	0,16	1,69	0,09	0,05	-	0,43	-
JMA-732	V. 20-2	80,00	7,07	8,38	0,02	0,03	1,47	0,78	0,19	-	-	-
JMA-11	V. 20-7	82,02	11,78	1,91	0,12	0,005	1,38	0,44	0,04	0,27	0,36	0,05
JMA-24	V. 20-10	78,45	14,76	2,86	0,17	0,05	1,75	0,40	0,09	0,31	0,69	0,09

de Municipio. Todas las monedas analizadas son de bronce y se emitieron durante la segunda mitad del s. II a.C. y los inicios de I a.C. A pesar de que los análisis se han efectuado sobre piezas emitidas durante un amplio período de tiempo, los resultados muestran una fluctuación normal en la cantidad en la que el cobre, el plomo y el estaño entran a formar parte de la aleación. El cobre oscila en una banda bastante estrecha, entre 73,50 y 88,74 %; las cantidades de plomo y de estaño fluctúan un poco más, pero se encuentran dentro de lo que se observa que fue normal en las acuñaciones de bronce de esta época, sin que se hayan detectado porcentajes que excedan la franja del 4-17 %.

La ciudad ibérica de Saitabi (Untermann, 1975, ceca A.35) emitió moneda desde fines del siglo III a.C. hasta el I a.C. Las monedas que han sido analizadas corresponden todas ellas, excepto dos, a un mismo tipo monetario, que debe datarse a mediados del s. II a.C. o quizás dentro de las primeras décadas de la segunda mitad de este mismo siglo. La numerosa cantidad de monedas analizadas permite afirmar

que las coladas de metal pretendieron fundir bronce, en cuanto al contenido de cada uno de los diversos elementos de la aleación ternaria es bastante similar al que se atestigua en las emisiones de Arse, ya que los porcentajes de cobre, plomo y estaño se mueven en una banda comparable, 70,20-86,16 para el cobre, 5-15 para el plomo y 2-9 para el estaño. Sólo una moneda ha dado resultados discordantes con los porcentajes anteriormente señalados (moneda JMA-1), ya que de forma anómala contiene mucho estaño (46,11%) y muy poco cobre (25,29%). Por lo que se refiere al resultado de la monedas del tipo Vives 20-10, que por su carácter bilingüe se fecha a mediados del siglo I a.C., no difiere de la banda en la que se ubican los porcentajes de las monedas del tipo Vives 20-2, anteriormente comentadas.

La conclusión que se desprende de estos resultados es que en Saitabi se tendió a acuñar un bronce bastante rico en cobre y que esa tendencia parece que se mantuvo bastante uniforme. Sin duda, hemos de considerar, a la vista de los resultados, que no hubo una

intención de mantener una exactitud en la proporción de los diversos elementos, lo cual es obvio que no debió considerarse importante.

Valentia acuñó tres series de monedas de bronce (Ripollès, 1988). La primera serie la controlaron los magistrados *C. Lucienus* y *C. Munius* y se acuñó poco tiempo después de que se fundara la ciudad, en el 138 a.C.; la segunda se acuñó a nombre de los magistrados *T. Ahius* y *L. Trinius* y la tercera a nombre de *L. Coranius* y *C. Numius*. Para ninguna de ellas se dispone de elementos de datación seguros, aunque su emisión debió efectuar entre la fecha de fundación de la ciudad, en el 138 a.C. y las guerras sertorianas. Hasta ahora sólo se han podido analizar monedas de la primera y tercera emisión; en ellas los elementos analizados son bastante similares y permiten afirmar que las monedas se fabricaron con un bronce rico en cobre (82,59-89,36 %), aleado con porcentajes bastante uniformes de plomo (entre 2 y 8 %) y, sobre todo, de estaño (entre 6,51 y 7,39 %), lo cual pone de manifiesto que se cuidó bastante el porcentaje de los diversos elementos en el proceso de fabricación de los cospeles.

La ciudad ibérica que acuñó monedas con la leyenda *kelin* se localiza en el yacimiento de Los Villares (Caudete de las Fuentes, Valencia) (Untermann, 1975, ceca A.99; Ripollès, 1979, 127-137). Emitió una única serie de monedas, formada por unidades y mitades, que se fecha hacia mediados del siglo II a.C.

Valentia

Mone.	JMA-15	JMA-14	JMA-10	JAA-1271	JMA-7	JMA-4
Ref.	V. 125-1	V. 125-1	V. 125-1	V. 125-1	V. 125-3	V. 125-3
Cu	83,54	85,74	85,79	82,59	87,27	89,36
Pb	4,41	4,22	6,71	8,27	3,89	2,32
Sn	6,51	6,77	6,55	7,39	6,69	7,07
Ag	-	0,03	0,01	0,09	0,14	-
Fe	0,06	0,05	0,14	0,02	0,10	0,27
As	1,57	1,47	1,37	1,57	1,63	1,77
Sb	-	0,09	0,27	-	-	-
Ni	-	0,32	-	0,17	0,10	-
Bi	-	0,04	0,18	0,12	0,06	-
Zn	0,72	0,26	0,59	0,42	0,92	0,53
Co	0,26	0,06	0,08	0,15	-	0,20

Kelin

Moneda	JMA-20	JMA-21	JMA-22
Ref.	V. 67-1	V. 67-1	V. 67-1
Cu	83,33	88,41	85,74
Pb	10,42	7,31	11,38
Sn	0,30	0,07	0,24
Ag	0,05	0,37	0,12
Fe	0,09	0,05	0,04
As	2,74	3,11	1,50
Sb	0,76	0,99	0,31
Ni	0,26	0,26	0,09
Bi	0,01	-	0,53
Zn	0,315	0,58	0,67
Co	0,05	-	-

Los análisis se han efectuado sobre las unidades, ya que los divisores son muy raros; ninguno de ellos se conserva en instituciones públicas, ni hemos podido obtenerlos de colecciones privadas. No obstante, los resultados han sido particularmente interesantes, pues atestiguan el uso de una aleación de cobre y plomo; la presencia de estaño es tan escasa (mínimo 0,07 y máximo 0,30 %) que permite pensar que no fue intencionada.

Kili

Moneda	JAA 1261	JMA 23
Ref.	V. 21-1	V. 21-1
Cu	81,5	86,12
Pb	10,11	6,42
Sn	6,27	4,52
Ag	0,2	0,06
Fe	0,06	0,11
As	1,70	1,41
Ni	-	0,05
Bi	0,06	0,15
Zn	0,32	1,17
Co	-	-

Las monedas con leyenda *kili* fueron emitidas por una ciudad que no ha sido todavía localizada (Untermann, 1975, ceca A.34), pero que por las características tipológicas y estilísticas y por la localización

de los hallazgos se situó, sin lugar a dudas, dentro de la actual provincia de Valencia. Acuñó dos emisiones, de escaso volumen, que se fechan en la segunda mitad del siglo II a.C. y a mediados del s. I a.C., respectivamente. Los análisis se han efectuado sobre monedas de la primera emisión y revelan que se utilizó una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño, de características similares a las de las monedas de Arse o de Saitabi.

Karbika

Moneda	JMA-795	JAA-1265	JMA-32
Ref.	V. 39-3	V. 172-2	V. 172-2
Cu	85,55	77,29	82,47
Pb	6,93	14,32	9,49
Sn	6,31	4,46	5,23
Ag	0,44	0,17	0,16
Fe	–	0,01	0,09
As	1,52	1,43	1,53
Sb	0,09	0,44	0,21
Ni	0,42	0,26	–
Bi	0,04	0,63	0,21
Zn	0,22	0,25	0,30
Co	0,01	–	–

Konterbia Karbika (Fosos de Bayona, Villasviejas, Huete, Cuenca) fue una ciudad celtibérica, que acuñó moneda de plata y de bronce desde mediados del siglo II hasta mediados del I a.C. (Untermann, 1975, ceca A.75; Villaronga, 1986-89, 364-366). La escasa presencia de monedas de Karbika en las colecciones públicas y privadas, tan sólo nos ha permitido analizar tres monedas de bronce, pertenecientes a dos emisiones diferentes. Una de ellas corresponde a la emisión de unidades de bronce con la leyenda *karbika* en anverso, del tipo Vives 39-3, y las dos restantes a unidades con leyenda *karbikom* en anverso, del tipo V. 172-2.

Los resultados de los análisis indican que en ambas emisiones el metal fundido y utilizado para la fabricación de los cospeles fue una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño. De ellos, el primero alcanza un porcentaje importante, entre el 77,29 % y el 85,55 %; el estaño se mantiene en una proporción estable, entre el 4,46 y el 6,31 %; mientras que el plomo es el que ofrece un poco más de oscilación, entre un mínimo de 6,93 % y un máximo de 14,32 %.

Kueliokos

Moneda	JAA-1282
Ref.	V. 50-1
Cu	97,65
Pb	0,30
Sn	0,31
Sn	0,31
Ag	0,10
Fe	0,15
As	1,60
Sb	–
Ni	0,01
Bi	–
Zn	0,45
Co	0,09

La ciudad celtibérica (?) que acuñó monedas con la leyenda kueliokos no ha sido todavía localizada, pero se cree que debió estar situada en el Alto Ebro, en la zona limítrofe entre celtíberos y vascones (Untermann, 1975, ceca A.54). Los análisis muestran que la moneda de la emisión del tipo Vives 50-1, acuñada dentro de la segunda mitad del s. II a.C., utilizó cospeles de cobre. Nuevos datos deben confirmar la frecuencia del uso de este metal en esta ceca, pero los análisis de otras monedas de ciudades celtibéricas parecen sugerir que, en esta zona, el uso del cobre virgen, sin alea con otros elementos, fue bastante habitual.

Ekualakos

Moneda	JMA-213	JMA-214
Ref.	V. 55-2	V. 55-2
Cu	97,27	97,20
Pb	0,25	0,03
Sn	0,24	0,55
Ag	0,25	0,05
Fe	0,06	0,03
As	1,53	1,41
Sb	0,14	0,07
Ni	0,15	0,23
Bi	0,01	0,01
Zn	0,31	0,65
Co	–	0,02

Se desconoce la localización de la ciudad que emitió estas monedas (Untermann, 1975, ceca A.63), pero se considera que debió situarse en la zona del Alto Duero.

Sus acuñaciones se fechan dentro de la segunda mitad del s. II a.C. Los análisis muestran que la tendencia de la ciudad fue la de acuñar sobre cospeles de cobre; las cantidades de plomo y estaño detectadas son tan escasas que su presencia bien pudo no haber sido intencionada.

Areikoratikos

Moneda	JMA-216
Ref.	V. 40-10
Cu	6,95
Pb	0,38
Sn	-
Ag	93,34
Fe	0,03
As	0,55
Sb	0,27
Ni	-
Bi	0,51
Zn	0,01
Co	0,02

La ceca de Areikoratikos (Untermann, 1975, ceca A.52) se localiza en un lugar indeterminado de la Celtiberia central, aunque tradicionalmente se ha situado en Agreda (Soria). Acuñó monedas de plata y de *aes* a partir de mediados del s. II a.C. La moneda analizada pertenece a una emisión de denarios; posee un alto contenido de plata (93,34 %) en comparación con el resultado de otros análisis de denarios (Serafin, 1988, 165; Parrado, 1994, 125, la moneda nº 1 contiene un 73 % de plata) emitidos por esta ciudad, los cuales registran valores de plata diversos, situados preferentemente por debajo del 90 %.

La ceca de Sekobirikes (García-Bellido, 1974, 379-395; Untermann, 1975, ceca A.89), de localización incierta, pero situada entre los ríos Ebro, Duero y Pisuerga, emitió moneda de plata y de "bronce" a fines del s. II e inicios del I a.C. De esta ceca han sido analizadas dos monedas; una de ellas es un denario con un contenido de plata relativamente elevado dentro de lo que fue habitual en este taller (Serafin, 1988, 165. Parrado, 1994, 124, la moneda nº 6 contiene un 82 % de plata). La segunda moneda analizada muestra un mayor interés; el cospel puede considerarse de cobre, ya que el plomo detectado alcanza un porcentaje del 0,75 % y el estaño un 0,66 %. Es evidente que se precisan más análisis para comprobar la frecuencia de este metal para los cospeles.

Sekobirikes

Moneda	JMA-220	JMA-224
Ref.	V. 37-1	V. 37-3
Cu	6,86	95,61
Pb	0,93	0,75
Sn	-	0,66
Ag	92,48	0,52
Fe	0,07	0,03
As	0,64	1,72
Sb	0,33	0,19
Ni	0,03	0,14
Bi	0,40	-
Zn	0,13	0,65
Co	0,06	0,01

Titiakos (Untermann, 1975, ceca A.58) fue una ciudad que posiblemente deba identificarse con Tritium Magallum (Tricio, Logroño). Su producción monetaria se fecha a fines del s. II e inicios del I a.C. Las cuatro piezas analizadas parecen corresponder todas ellas a una misma emisión, lo cual permite definir con bastante seguridad el metal utilizado para sus monedas. El resultado es inequívoco, los cospeles son de cobre; la escasa cantidad de plomo y de estaño detectada sugiere que, aún en el caso de que su presencia pudiera ser intencionada, lo cual es incierto, la intención fue la de fabricar monedas de cobre.

Titiakos

Moneda	JMA-227	JAA-1269	JMA-225	JMA-226
Ref.	V. 57-3	V. 57-10	V. 57-10	V. 57-11
Cu	97,27	93,31	97,64	97,08
Pb	0,24	0,08	0,08	0,06
Sn	0,35	0,58	0,29	0,17
Ag	0,08	0,10	-	0,06
Fe	0,01	0,01	0,02	-
As	1,64	1,33	1,54	1,42
Sb	0,07	0,22	-	0,09
Ni	0,15	0,18	0,18	0,30
Bi	-	0,06	0,06	0,02
Zn	0,43	0,54	0,24	0,52
Co	-	0,04	0,03	-

Turiasu

Moneda	JMA-201	JMA-202
Ref.	V. 172-11	V. 52-5
Cu	87,57	97,19
Pb	2,01	0,18
Sn	7,27	0,20
Ag	0,08	0,13
Fe	0,29	0,12
As	1,71	1,58
Sb	0,02	0,04
Ni	0,22	0,23
Bi	0,04	0,02
Zn	0,47	0,37
Co	0,02	-

Turiasu (Tarazona, Zaragoza) fue una ciudad celtíbera con una importante producción monetaria (Untermann, 1975, ceca A.51; Domínguez, 1979, 172 ss; sobre el emplazamiento y el balance de las emisiones, véase Asensio, 1995, 117 ss.). Sus acuñaciones se fechan dentro de la segunda mitad del siglo II y la primera del s. I a.C. Los resultados de los análisis no muestran uniformidad en la aleación empleada, pues uno de ellos atestigua el uso del bronce con una pequeña cantidad de plomo; mientras que el otro muestra el uso de cospeles de cobre, los cuales ya hemos visto que han sido atestiguados en otras ciudades de la Celtiberia nororiental.

Bilbilis

Moneda	JMA-758	JAA-1279
Ref.	V. 63-8	V. 63-9
Cu	87,46	77,38
Pb	3,52	12,65
Sn	6,79	8,18
AG	0,10	0,18
Fe	0,12	0,13
As	1,75	1,47
Sb	0,02	n.b.
Ni	0,20	n.b.
Bi	0,09	n.b.
Zn	0,07	n.b.
Co	0,04	n.b.

(Nota: n.b = no buscado)

El núcleo indígena de Bilbilis no parece compartir ubicación con la ciudad romana situada después en el "Cerro de Bámbola", junto a Calatayud. Los conocedores del terreno, a partir de una sugerencia de F Burillo y M. Ostalé (1983-84, 288 ss.), vienen aceptando que el núcleo prerromano estuvo situado en "Valdeherrera", un emplazamiento separado unos 5 km del núcleo posterior (Untermann, 1975, ceca A.73; Burillo, 1988, 55-7; Asensio, 1995, 63 ss.). Acuñó moneda de bronce durante la segunda mitad del s. II y la primera mitad del I a.C. No disponemos más que de dos piezas analizadas, de las que se desprende el uso de la aleación ternaria más habitual, formada por cobre, plomo y estaño.

Sekaisa

Moneda	JMA-205	JMA-206	JMA-754	JMA-207	JMA-759
Ref.	V. 65-2	V. 65-6	V. 65-11	V. 65-11	V. 65-11
Cu	88,55	84,60	87,89	82,91	84,87
Pb	2,84	2,61	1,13	4,60	3,97
Sn	6,03	10,70	8,9	8,61	9,00
Ag	0,25	0,06	0,10	0,13	0,04
Fe	0,05	0,08	0,07	0,07	0,05
As	1,56	1,55	1,67	1,41	1,56
Sb	0,01	-	0,22	0,02	0,10
Ni	0,08	0,18	0,08	0,12	0,21
Bi	0,03	0,04	0	0,10	0,03
Zn	0,77	0,46	0,12	0,48	0,09
Co	0,01	0,02	0,02	-	0,08

La ceca de Sekaisa (Durón o El Poyo de Mara ?, Belmonte y Mara, Zaragoza) (Untermann, 1975, ceca A.78; Burillo-Ostalé, 1983-84, 287-309; Domínguez, 1982, 23-39; Asensio, 1995, 101-107) fue, probablemente, la que mayor volumen de moneda acuñó de la Celtiberia y de la zona del Valle del Ebro. Sus emisiones se iniciaron durante la primera mitad del s. II y las mantuvo de forma intermitente hasta la primera mitad del s. I a.C. Las monedas analizadas corresponden a emisiones de fines del s. II o comienzos del I a.C. y atestiguan el uso de bronce con una pequeña cantidad de plomo.

Las monedas con leyenda *sesars* se emitieron en una ciudad cuya localización se desconoce, pero todo parece indicar que ha de encontrarse en la zona del Alto-Aragón, posiblemente en la provincia de Huesca

(Untermann, 1975, ceca A.44). La única moneda que ha sido posible analizar pertenece a una emisión acuñada a mediados del siglo II a.C. (una moneda de este tipo apareció en el campamento III de Renieblas, véase Haeblerlin, 1929, 242, nº 134) y el resultado atestigua, de momento, el uso de cospeles de cobre aleados con un poco de plomo y con porcentajes muy bajos de estaño.

Sesars

Moneda	JMA-776
Ref.	V. 43-4
Cu	90,90
Pb	3,18
Sn	0,42
Ag	0,08
Fe	0,32
As	2,75
Sb	1,38
Ni	0,34
Bi	0,07
Zn	0,21
Co	0,06

Bolskan

Moneda	JMA-187	JMA-710
Ref.	CNH 4	CNH 4
Cu	89,53	87,01
Pb	4,32	2,53
Sn	3,92	8,40
Ag	0,03	0,04
Fe	0,15	0,04
As	1,63	1,65
Sb	0,11	0,16
Ni	0,10	0,11
Bi	0,05	0,02
Zn	0,54	0,11
Co	-	0,05

La ciudad ilergete de Bolskan (Untermann, 1975, ceca A.40; Domínguez, 1991; Asensio 1995, 65 ss.), reducida geográficamente a la que en época imperial

sería la ciudad de Osca (Huesca), acuñó, entre la segunda mitad del s. II y los inicios del s. I a.C., un gran volumen de moneda de plata y una modesta serie de monedas de bronce. Las piezas analizadas corresponden a monedas del tipo Vives 43-4, 5 y el resultado atestigua que se utilizaron cospeles de bronce, en este caso rico en cobre y con niveles muy modestos de plomo y estaño.

La ciudad de Belikiom (Untermann, 1975, ceca A.47; Burillo, 1979, 186-190; Asensio, 1995, 60-62) no ha sido localizada con seguridad, aunque se ha propuesto ubicarla en Azuara o Belchite (Zaragoza). Acuñó monedas de plata y de bronce entre la segunda mitad del s. II y el primer tercio del s. I a.C. Los análisis atestiguan que, durante la segunda mitad del s. II a.C., se utilizó una aleación de cobre, plomo y estaño.

Belikiom

Moneda	JMA-190
Ref.	V. 44-2
Cu	79,15
Pb	6,61
Sn	8,06
Ag	0,18
Fe	0,45
As	1,44
Sb	0,37
Ni	0,17
Bi	0,05
Zn	0,17
Co	0,07

La grafía *kelse* en escritura indígena identifica el importante núcleo de la colonia *Lepida*, que con este nombre y con el de *Celsa* emitirá series provinciales romanas a comienzos del Principado. No hay duda en la ubicación del núcleo en el paraje de "Las Eras" de Velilla de Ebro (Zaragoza). La ciudad ibérica de Kelse (Untermann, 1975, ceca A.21; Asensio, 1995, 84 ss.) acuñó durante los siglos II-I a.C. diversas emisiones de monedas de bronce y una de denarios. Las monedas analizadas corresponden a emisiones que han de datarse a fines del s. II o a comienzos del s. I a.C. Es poco lo que de momento podemos decir sobre las aleaciones utilizadas por esta ciudad, ya que han sido analizadas pocas monedas; no obstante, el resul-

tado revela que se trata de la aleación más común: ternaria de cobre, plomo y estaño.

Kelse

<i>Moneda</i>	<i>JAA-2532</i>	<i>JMA-26</i>	<i>JMAM-711</i>
Ref.	V. 61-6	V. 61-8	V. 62-6
Cu	78,87	81,48	69,44
Pb	12,16	9,37	13,82
Sn	6,89	5,89	6,11
Ag	0,15	0,25	-
Fe	0,14	0,10	0,11
As	1,45	1,51	1,28
Sb	0,05	0,15	0,13
Ni	0,01	0,24	0,13
Bi	0,35	-	0,20
Zn	0,52	0,36	0,07
Co	0,12	0,04	0,04

Iltirta (Untermann, 1975, ceca A.18; Villaronga, 1978) (Lleida) fue una ciudad ilergete que acuñó abundantes emisiones tanto en plata como en bronce, desde fines del s. III hasta mediados del s. I a.C. La primera moneda analizada corresponde a una emisión de los últimos años del s. II o los primeros del s. I a.C. y el resultado muestra que utilizó una aleación ternaria con las proporciones más usuales. Similares resultados proporcionan las dos últimas monedas, que Villaronga (1994, 181) sitúa en el período de las guerras sertorianas, 80-72 a.C.

Iltirta

<i>Moneda</i>	<i>JMA-25</i>	<i>JMA-750</i>	<i>JMA-749</i>
Ref.	V. 28-1	V. 28-12	V. 28-11, 12
Cu	85,98	82,49	82,29
Pb	8,07	8,18	7,13
Sn	3,69	4,99	2,39
Ag	0,09	0,11	0,10
Fe	0,22	0,11	0,08
As	1,58	1,63	1,92
Sb	0,23	1,71	1,06
Ni	0,29	0,20	0,31
Bi	0,16	0,04	-
Zn	0,40	0,39	0,18
Co	-	0,04	-

La ceca de Seteisken se ubicó en un lugar indeterminado en la zona del bajo Ebro (Untermann, 1975, ceca A.25). La moneda analizada corresponde a una emisión de la segunda mitad del siglo II a.C. (una moneda de este tipo apareció en el campamento de Escipión, véase Haeblerlin, 1929, 244, n° 170). El resultado del análisis ha puesto de manifiesto el uso de la aleación ternaria habitual: cobre, plomo y estaño.

Seteisken

<i>Moneda</i>	<i>JMA-755</i>
Ref.	V. 38-4
Cu	83,61
Pb	7,74
Sn	3,36
Ag	0,08
Fe	0,09
As	1,78
Sb	0,19
Ni	0,30
Bi	0,02
Zn	0,20
Co	0,06

B. *Época imperial.*

Carthago Nova

<i>Moneda</i>	<i>JMA-9</i>	<i>JMA-34</i>
Ref.	RPC 157	RPC 172
Cu	81,69	79,40
Pb	7,80	7,33
Sn	5,33	11,02
Ag	0,56	0,09
Fe	0,25	0,15
As	1,68	1,47
Sb	-	0,10
Ni	0,10	0,13
Bi	0,16	0,15
Zn	0,28	0,48
Co	0,09	-

La Colonia Urbs Iulia Nova Carthago (Cartagena) (Llorens, 1994) desde su fundación como ciudad pri-

vilegiada, en época de César o de Octavio, emitió abundantes emisiones de monedas de bronce, casi siempre a nombre de Iiviri quinquennales. Las monedas analizadas corresponden a emisiones efectuadas durante el reinado de Augusto; son de bronce, con una aleación ternaria en la que los elementos entran en la proporción que es más habitual. Un análisis publicado de una moneda acuñada durante el reinado de Calígula revela que se acuñó en cobre, sugiriendo que la ciudad pudo haber adoptado la reforma de Augusto durante el reinado de Tiberio, como sucedió en otras ciudades.

Saguntum

Moneda	JMA-3	JMA-13
Ref.	RPC 202	RPC 202
Cu	83,22	84,17
Pb	7,01	7,28
Sn	7,95	6,83
Ag	0,02	0,13
Fe	0,06	0,14
As	1,63	1,57
Sb	0,21	-
Ni	0,16	0,06
Bi	-	0,55
Zn	0,23	0,38
Co	0,08	-

La ciudad de Saguntum (Llorens-Ripollès, 1988, 157-206), obtuvo el estatuto de municipio en una fecha indeterminada entre el 56 y el 4-3 a.C. Durante el reinado de Augusto o unos pocos años antes se emitieron las monedas de L. Sempronius Vettus y L. Fabius Post., que utilizaron los tipos característicos de las acuñaciones de los s. II-I a.C.: la cabeza de Roma y la proa de nave. Con Tiberio sólo se acuñó una emisión, para cuyos reversos se eligieron diseños marinos: proa de nave para los dupondios (?) y la galera legionaria, copiada de los denarios de M. Antonio, para los ases y los semis. La emisión fue acuñada por duunviros a excepción de una parte de los semis que también fue emitida por ediles; probablemente al dejar el cargo los duunviros, la emisión no se había concluido.

De los ases acuñados en época de Tiberio hemos realizado dos análisis que, junto con los que ya hici-

mos en fechas anteriores (Ripollès, 1992, 135-137), permiten tener una idea bastante ajustada de la composición metálica de esta emisión. Todos ellos evidencian que se utilizó una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño, de características similares a la que ya utilizó durante los siglos II-I a.C.

Una cuestión evidente que se deduce de estos resultados es que la emisión de Saguntum se encuentra en sintonía con las aleaciones utilizadas en la mayor parte de las ciudades provinciales de Hispania y que, como la mayor parte de ellas, en época de Tiberio no siguió la reforma monetaria iniciada por Augusto en Roma, según la cual los ases debían ser de cobre y los dupondios y sestercios de oricalco; esta reforma es la que ponen de manifiesto los análisis de las monedas imperiales, sobre este tema véanse los recientes trabajos de G.F. Carter y T.V. Buttrey (1977, 49-65), de P.T. Craddock, A.M. Burnett y K. Preston (1980, 58) y de A. Burnett, P.T. Craddock y K. Preston (1982, 263-268).

Ilici

Moneda	JMA-6	JMA-8	JMA-5	JMA-33
Ref.	RPC 190	RPC 192	RPC 196	RPC 194
Cu	85,70	77,08	96,65	97,83
Pb	4,86	8,69	0,10	0,16
Sn	8,55	12,34	0,32	0,13
Ag	0,13	0,22	-	0,10
Fe	0,13	-	-	0,02
As	1,17	1,67	1,34	1,58
Sb	0,33	0,38	0,30	n.b.
Ni	0,16	0,26	-	n.b.
Bi	0,14	-	-	n.b.
Zn	0,61	-	1,20	n.b.
Co	-	0,12	0,04	n.b.

(Nota: n.b. = no buscado)

La colonia Ilici (L'Alcúdia, Elx, Alacant) (Llorens, 1987) fue fundada en una fecha incierta durante el Segundo Triunvirato o durante el reinado de Augusto. Las dos primeras monedas corresponden al reinado de Augusto (27 a.C.- 14 d.C.), mientras que las dos restantes fueron emitidas en época de Tiberio (14-37 d.C.). Los resultados son todos bastante uniformes; las dos primeras monedas, que se acuñaron durante el reinado de Augusto, tienen un alto contenido de cobre, pero

mantienen la aleación ternaria característica del *aes* utilizado en la mayor parte de las cecas ibéricas y romanas de Hispania. Por lo que se refiere a las dos últimas monedas, los análisis demuestran lo que podía intuirse por la coloración de las monedas, que la colonia sólo utilizó cobre puro a partir del reinado de Tiberio, ajustándose a las directrices del sistema monetario romano imperial, que distinguía los valores mediante el uso de oricalco (cobre y cinc) y de cobre puro.

Lepida/Celsa

<i>Moneda</i>	<i>JMA-27</i>	<i>JMA-28</i>
Ref.	RPC 264	RPC 278
Cu	74,02	75,07
Pb	12,35	14,19
Sn	7,09	6,40
Ag	0,14	0,18
Fe	0,12	0,21
As	1,41	1,57
Sb	0,27	n.b.
Ni	0,24	n.b.
Bi	0,27	n.b.
Zn	0,27	n.b.
Co	-	n.b.

(Nota: n.b. = no buscado)

La colonia Lepida-Celsa (Velilla del Ebro, Zaragoza) (RPC pp. 110-114) fue fundada por Lépido en la época en que fue gobernador de la Citerior, aunque se discute si fue en la primera o segunda ocasión en que desempeñó este cargo. Una de las monedas analizadas pertenece al período triunviral y el análisis evidencia el uso de una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño.

Después de la caída y del exilio de Lépido la ciudad suprimió el nombre de Lepida y lo sustituyó por el de Celsa. A este período y, más concretamente, al reinado de Augusto pertenece la segunda moneda analizada, que atestigua de nuevo el uso del bronce, con un apreciable porcentaje de plomo.

El municipio Turiaso (Tarazona, Zaragoza) (RPC pp. 130-133) inició sus acuñaciones a partir del 29 a.C. y las terminó durante el reinado del emperador Tiberio. De esta ciudad se conocen diversos análisis (véanse los que se han efectuado en RPC 387, 388,

389, 393, 397, 398 y 400). que atestiguan el uso continuado del bronce en sus emisiones de ases y del oricalco para los sestercios (las monedas del tipo RPC 422, con un peso medio de 23,31 g, son de cobre y cinc). La nueva moneda analizada no hace más que ampliar la evidencia del uso del bronce.

Turiaso

<i>Moneda</i>	<i>JMA-269</i>
Ref.	RPC 418
Cu	81,04
Pb	5,95
Sn	9,10
Ag	0,05
Fe	0,24
As	1,63
Sb	0,16
Ni	0,08
Bi	0,01
Zn	0,57
Co	0,01

III. COMENTARIO

El número de análisis que hemos efectuado, sin ser excesivo permite ya proceder a sintetizar los resultados, intentando definir las pautas seguidas en la fabricación de los cospesles. Para el comentario de las muestras seguimos los períodos cronológicos en que éstas han sido presentadas, debiéndose tener presente que los comentarios y las pautas que se puedan establecer o proponer han tenido en cuenta otros análisis realizados y publicados con anterioridad (Serafin 1988, 161-167; Chaves 1978, 337-357; Olcina-Ripollès, 1987-88, 417-426; Chaves, 1989, 113-132; Ripollès, 1992, 133-137; Burnett, Amandry, Ripollès, 1992; Parrado, 1994, 107-128; Martín Gil, 1994, 129-130. Martín Calleja-Feliú Ortega-Moral de Dios, 1994, 463-471).

La primera característica que se destaca de los resultados obtenidos es la heterogeneidad del contenido metálico de las monedas acuñadas en todo el conjunto de Hispania durante el período republicano, no sólo en lo que respecta a las diferentes cecas entre sí, sino también, con frecuencia, dentro de una misma

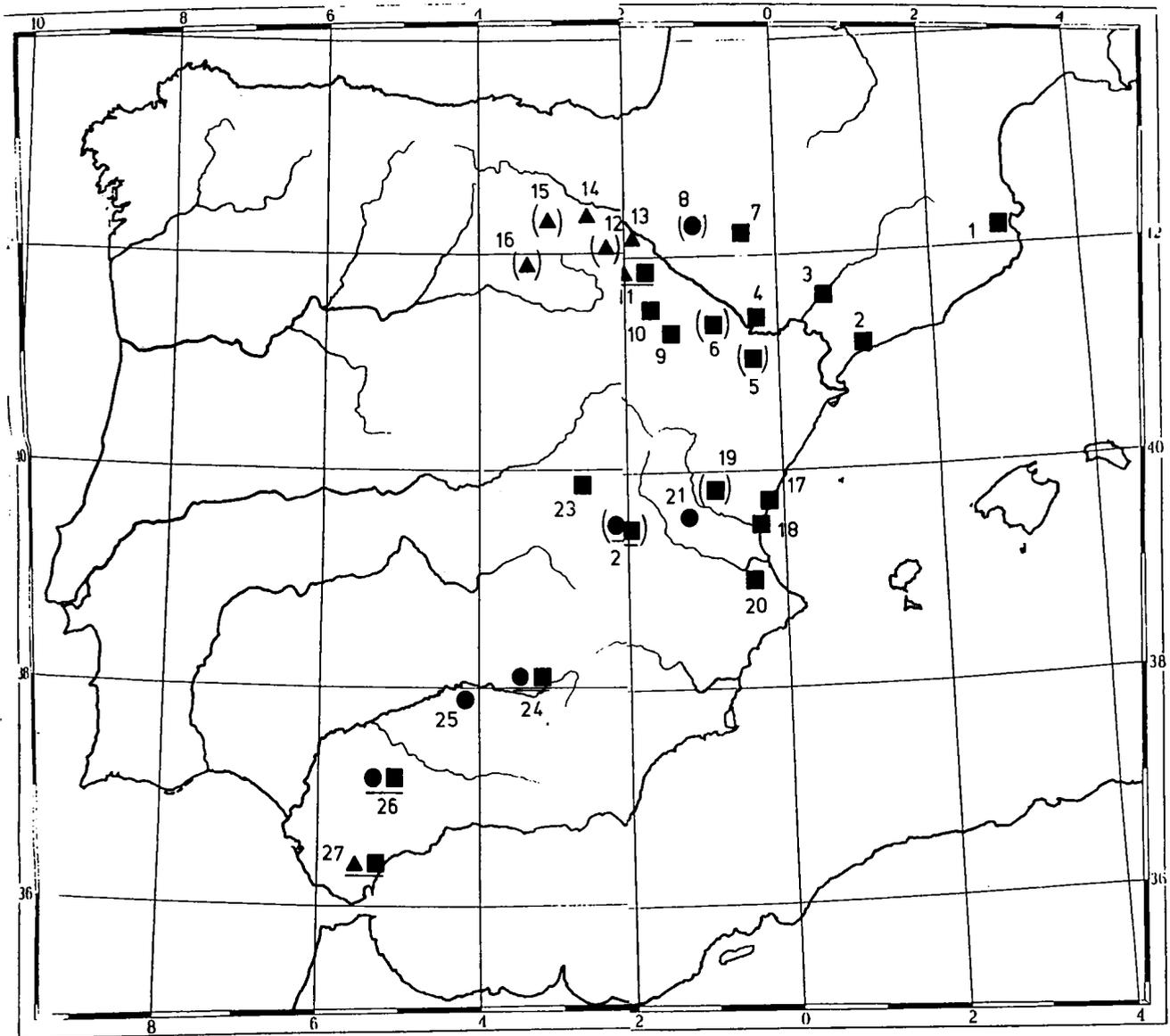


Fig. 2. Composición metálica de los cospeles de las cecas hispánicas (siglos II-I a.C.). Los triángulos indican cobre; los círculos representan la aleación de cobre y plomo; y los cuadrados, de cobre, plomo y estaño. Los paréntesis indican que la ceca no ha sido localizada. 1 Untikesken; 2 Kese; 3 Iltirta; 4 Kelse; 5 Seteiskan; 6 Belikiom; 7 Bolskan; 8 Sesars; 9 Sekaisa; 10 Bilbilis; 11 Turiasu; 12 Ekualakos; 13 Kalakorikos; 14 Titiakos; 15 Kueliokos; 16 Sekobirikes; 17 Arse-Saguntum; 18 Valentia; 19 Kili; 20 Saitabi; 21 Kelin; 22 Ikalesken; 23 Konterbia Karbika; 24 Castulo; 25 Obulco; 26 Urso; 27 Carteia.

emisión. No obstante, y a pesar del modesto número de monedas analizadas, sí que se vislumbra la posibilidad de establecer algunas tendencias que de momento es difícil calibrar en su justa medida.

La aleación de cobre, plomo y estaño, con un amplio margen de oscilación de cada uno de estos elementos, fue la más utilizada en las ciudades hispanas de época republicana (fig. 2). La delimitación de un grupo de ciudades que utilizaron la aleación ternaria

no implica necesariamente que no existan coladas en las que pueda faltar el plomo, el estaño o ambos a la vez, debido al escaso control o interés existente en mantener una aleación con porcentajes constantes. El número de ciudades que utilizaron esta aleación es tan amplio que no vamos a dar una relación pormenorizada; por lo que se refiere a las cecas antiguas situadas en el territorio del actual País Valenciano todas ellas emplearon cospeles con esta aleación ternaria, excepto

la de Kelin, que utilizó una aleación binaria de cobre y plomo. Las cecas que emplearon la aleación ternaria, que como hemos dicho fueron la mayoría, se enmarcan dentro de las tendencias de la época, pues la aleación ternaria fue la más usual en las diferentes acuñaciones de las ciudades del Mediterráneo Occidental durante el período helenístico (Craddock-Burnett-Preston, 1980, 53-64), incluyendo, por supuesto, a la propia Roma (para las acuñaciones romanas republicanas y del período de las guerras civiles, véase Crawford, 1974, 572-576; Carter y Razi, 1989, 213-230; Amandry y Barrandon, 1988, 141-148).

Pero también se han atestiguado otras composiciones, cuya repetición en una misma ceca permite definir posibles pautas. En este sentido, algunas cecas acuñaron sobre cospeles de cobre o de cobre con un poco de plomo; en estas monedas, la escasa presencia de los restantes elementos que han sido detectados inducen a creer que su inclusión fue accidental, bien porque vayan asociados al cobre como impurezas o bien porque estaban en objetos que presumiblemente pudieron haberse fundido. Las cecas que utilizaron el cobre fueron algunas de las que se localizan en la Meseta Norte y Alto Valle del Ebro (fig. 2); entre las que se ha detectado el uso del cobre se encuentran Sekobirikes, Titiakos, Ekualakos, Kueliokos, Kalakorikos (Ruiz, 1968, 51) y Turiasu. No obstante, el número de piezas analizadas es todavía escaso y no permite muchas afirmaciones, pero a la vista de lo que se conoce se abre la posibilidad de definir su uso en un conjunto de emisiones y cecas y, al mismo tiempo, atestigua la disponibilidad de cobre refinado.

La moneda de Carteia que hemos analizado también es de cobre, pero en este caso sabemos que esta composición sólo se utilizó en esa emisión, pues las monedas analizadas de otras emisiones (Chaves, 1979, 86) son de cobre aleado con plomo, con estaño o con ambos elementos.

La explicación de la utilización del cobre para la fabricación de cospeles plantea un difícil problema, al que se añade el hecho de que las monedas no se puedan datar más que de una forma bastante vaga. Una circunstancia que quizás pudo tener relación con el uso exclusivo o preferente del cobre fue que los ases romano-republicanos posteriores a la promulgación de la Lex Papiria, c. 92 a.C., se acuñaron, la mayor parte de ellos, con cospeles de cobre (Burnett, 1987, 36). La medida de acuñar con cobre casi puro sor-

prende, porque la adición de una pequeña cantidad de estaño redundaría en un menor desgaste de la moneda por el uso; por ello, o bien en ese momento y en esas ciudades existió poco estaño disponible o bien se trató de una medida totalmente intencionada.

Los análisis también han permitido detectar una zona geográfica en la que, siendo prudentes, diremos que con frecuencia se utilizó una aleación de cobre y plomo. Esta aleación la hemos documentado en monedas de Obulco, Kelin y en algunas, no todas, de Castulo e Ikalesken (fig. 2). Es interesante señalar que todas ellas delimitan un área que comprende la Alta Andalucía y el sur de la Mancha.

En líneas generales cabe concluir que, a pesar de las excepciones que parecen vislumbrarse, existió poco control en la fundición de los cospeles, y que la aleación ternaria de cobre, plomo y estaño, con porcentajes erráticos, fue la más utilizada; en ella, el plomo suele duplicar o triplicar el porcentaje del estaño, justificándose su elevada presencia por ser mucho más barato que el estaño (Liv. *NH* 34, 161; Crawford, 1974, 572). Es difícil pronunciarse sobre el significado de las excepciones a esta aleación ternaria, atestiguadas en la Alta Andalucía, sur de la Mancha y en la Celtiberia nororiental, y sólo la realización de un mayor número de análisis confirmará la existencia de una tendencia generalizada, premisa necesaria para poder proponer explicaciones hipotéticas.

Por lo que respecta a las aleaciones utilizadas durante el período imperial el panorama parece bastante más claro, después de que en el catálogo *RPC* hayan sido publicados más de doscientos análisis de monedas emitidas por las ciudades romanas de Hispania. En este caso los análisis que nosotros hemos efectuado no suponen variaciones sustanciales a lo que hasta ahora conocíamos.

La producción monetaria de las ciudades romanas de Hispania utilizó mayoritariamente la aleación de cobre, plomo y estaño, a pesar de que en c. 23 a.C. Augusto introdujera nuevas aleaciones en la moneda del estado romano. Los análisis hasta ahora conocidos ponen de manifiesto que un número muy reducido de ciudades y de emisiones adaptaron sus aleaciones a la reforma auspiciada por Augusto, pero aún así no lo hicieron durante el reinado de este emperador, sino en el de Tiberio. De momento sabemos que Romula empleó el cobre durante el reinado de Tiberio en toda la gama de valores que acuñó. Ilici hizo lo mismo a

partir del reinado de Tiberio. Caesaraugusta siguió una práctica progresiva tendente a la adecuación al modelo monetario de Augusto; a partir de Tiberio comenzó a emplearse el oricalco para algunos múltiplos (dupondios y sestercios) y con Calígula lo emplearon la totalidad de ellos; el cobre también se introduce en el sistema monetario, primero en algunas monedas del período de Tiberio¹ y después para todos los ases de Calígula. Tarraco acuñó sestercios de oricalco durante el reinado de Tiberio, aunque para el resto de valores utilizó el bronce. Segobriga ofrece un panorama similar al de Ilici, a partir de Tiberio sus acuñaciones se hacen con cobre. Turiaso utilizó el oricalco de forma puntual para los sestercios, ya que para el resto de la producción empleó una aleación ternaria.

El uso del oricalco tiene un gran interés, porque no sólo presupone la disponibilidad del cobre refinado, sino que implica unos conocimientos técnicos sofisticados, ya que el elevado contenido de cinc que muestran las monedas sólo podía conseguirse mediante el método de la cementación (Craddock-Burnett-Preston, 1980, 60) y descarta la posibilidad de se trate de metal reciclado a partir de objetos y monedas romanas.

Por lo que respecta a las cecas de las ciudades romanas valencianas, Saguntum e Ilici, los nuevos análisis ratifican la tendencia que los anteriores habían perfilado. Para Saguntum se confirma que la emisión de Tiberio utilizó la aleación ternaria de cobre, plomo y estaño que utilizaron la mayor parte de las ciudades hispanas durante el período republicano, incluida la propia Arse-Saguntum. En el caso de Ilici

ha quedado patente que durante el reinado de Tiberio sus emisiones se adaptaron a la reforma de Augusto y comenzaron a emitirse con cobre.

Los porcentajes de cobre, plomo y estaño de las aleaciones estudiadas y, más aún, la distribución geográfica de las cecas que presentan particularidades como el elevado porcentaje de cobre o la notoria presencia de plomo, obligan a realizar unas sumarias consideraciones sobre las disponibilidades metálicas en la Hispania prerromana.

La investigación moderna ha dedicado una atención considerable a la minería de Hispania en época prerromana y romana; al margen de algunos estudios parciales anteriores, el estudio que inaugura una nueva etapa en la historiografía es el de A. Schulten (1963, 221-347), que no sólo recopiló la información suministrada por las fuentes, sino que redactó un detenido trabajo con las evidencias arqueológicas conocidas hasta la fecha, individualizando cada uno de los metales. En los últimos treinta años el tema ha sido abordado desde muchas perspectivas, atendiendo no sólo a las noticias de los textos clásicos sobre la riqueza minera peninsular, sino a la ubicación de las minas, las técnicas de extracción de mineral, la identidad de los mineros, el papel de las minas en la vida económica del territorio y, obviamente, la cronología de las explotaciones, buscando tanto las trazas de una producción de época prerromana como las de su mantenimiento hasta el Bajo Imperio. Cabe reseñar aquí los numerosos trabajos consagrados al tema por J.M. Blázquez², la extensa bibliografía de Cl. Domergue³, dejando al margen sus

¹ Los análisis de las monedas de la emisión de M. Cato y L. Vetticus (*RPC* 345-351) indican que se trata de dupondios y ases acuñados en cobre; también se tiene constancia de un dupondio y un sestercio acuñados en oricalco (*RPC* 342 y 344); con todo, la práctica más generalizada durante el reinado de Tiberio fue la de acuñar sobre cospeles de bronce.

² J.M. Blázquez, "Roma y la explotación económica de la Península Ibérica", en *Las Raíces de España*, Madrid 1967, pp. 262-267; "Exportación e importación en Hispania al final de la República romana y durante el gobierno de Augusto y sus consecuencias", en *Anuario de Historia Económica y Social I*, 1968, pp. 39-50; "Explotaciones mineras en Hispania durante la República y el Alto Imperio romano. Problemas económicos sociales y técnicos", en *Seminario de historia social y económica 2*, 1969, pp. 3-61; "Fuentes literarias griegas y romanas referentes a las explotaciones mineras en la Hispania romana", en *La Minería Hispana e Iberoamericana*, León, 1970, pp. 117-150; "Economía de Hispania al final de la República romana y a comienzos del Imperio según Estrabón y Plinio", en *Revista de la Universidad de Madrid* 20, nº78, 1972 (*Estudios de Historia Económica 1*), pp. 86-99; "Economía de la Hispania romana republicana (minas, agricultura, ganadería, caza, pesca y salazones)", en *Hispania* 33, 1973, pp. 205-247; *Economía de la Hispania romana*, Bilbao 1978; *Historia Económica de la Hispania romana*, Madrid 1978; "Administración de las minas de época romana", en *Actas del Congreso de Minería y Metalurgia*, Madrid 1985.

³ Especialmente, Cl. Domergue, *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, Roma 1990; cfr. además C. Domergue, "La mine antique de Diógenes", *MCV* 3, 1967, pp. 29 ss.; "Galápagos de plomo romanos del Museo Naval de Madrid", en *AEA* 39, 1966, pp. 41 ss.; "Un témoignage sur l'industrie minière et métallurgique du plomb dans la région d'Azuaga (Badajoz) pendant la guerre de Sertorius", en *XI Congre. Nac. Arq.*, Zaragoza 1970, pp. 608-624; "El Cerro del Plomo, mina 'El Centenillo' (Jaén)", en *NAH* 16, 1971, pp. 267 ss.; "Rapports entre la zone minière de la Sierra Morena et la plaine agricole du Guadalquivir à l'époque romaine", en *Revista de la Univ. Complutense* 118 (*Homenaje a García y Bellido 4*), 1979, pp. 117 ss.; *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les Tables de bronze de Vipasca*, París, 1983; C. Domergue y G. Tamain, "Notes sur le district minière de Linares-La Carolina (Jaén) dans l'antiquité", en *Mélanges de Préhistoire, archéocivilization et ethnographie offerts à A. Varagnas*, París 1971, pp. 199 ss.

numerosos estudios sobre la minería del oro en el noroeste, o los trabajos de tipo general sobre las explotaciones mineras (Huard, 1965; Edmonson, 1970 y 1987), que resumen un gran número de publicaciones más antiguas.

En la Hispania prerromana y romana uno de los metales más abundantes fue el cobre (Mela 2, 86; Plin., *NH* 3, 30; Estr. 3, 2, 9; Diod. 5, 36, 2; Domergue, 1990, 9) que se explotaba en numerosos enclaves que van desde Almería a Río Tinto en el sur, pasando por las minas cordobesas de Cerro Muriano (Plin. *NH* 34, 4); en la nómina hay que incluir el distrito minero de Vipasca, famoso por su legislación hadriana y algunos centros de menor importancia en Galicia (Justino 44, 3, 4), Asturias (Floro 2, 33, 60) y Navarra (Schulten 1963, 310 ss.).

Aunque no todas las minas están en explotación antes de nuestra era, se puede decir que cualquier ceca hispana, en mayor o menor medida, podría disponer, sin ninguna duda, de provisión suficiente de este metal, habida cuenta, además, de los numerosos afloramientos de mayor o menor riqueza, existentes por muchos puntos de la geografía peninsular. Probablemente estas vetas locales fueron la fuente de suministro para muchos talleres, lo que explicaría además las diferencias observadas en el procedimiento analítico en las trazas de elementos minoritarios.

Las referencias a la minería de plomo en Hispania aluden a la riqueza del ámbito suroriental incluyendo, obviamente, el distrito de Linares (Mela, 2,86; Plin., *NH*, 3,30 y 34, 164; Schulten, 1963, 288 ss.; Domergue, 1990, 9); sabemos por los textos que el plomo se obtenía generalmente de la galena, en donde llegaba a alcanzar proporciones del 80%, así como del proceso de purificación de la plata. Estrabón (Estr. 3,2,10) alude a la existencia de minería de plomo en el área castulonense, en donde el mineral contenía pequeñas cantidades de plata; Plinio cita entre las explotaciones meridionales de plomo el *Metallum Samariense* y el *Metallum Antonianum* (Plin, *NH*, 34,165), ambos en la Bética, y Estrabón alude la isla *Plumbaria*, cerca de Cartagena (Estr. 3,4,6; Domergue, 1990, 9), esta última ciudad ha proporcionado suficientes evidencias por medio de los lingotes para realizar una generosa estimación de su producción de plomo (Beltrán, 1944, 201 ss.; *id.*, 1947, 202 ss.; Domergue, 1967, 300 ss.; *id.*, 1966, 41 ss.). Las evidencias arqueológicas son especialmente numerosas también para la mina de El

Centenillo (Contreras, 1966; Tamain, 1961, 104 ss.; *id.*, 1963, 34 ss.; Domergue, 1971, 267 ss.) y no faltan en otros puntos del suroeste (Domergue, 1970, 608-626). No todos estos centros mineros están en explotación en época prerromana, pero tenemos evidencias en muchos de ellos (Domergue, 1990, 155 ss.).

El plomo entró en la aleación de muchos de los llamados bronce ibéricos hallados en los centros de culto de Sierra Morena. Ya Nicolini había detectado cantidades que podían alcanzar el 30% de plomo en algunas de estas piezas (Nicolini, 1969, 114 ss.), aunque las razones de su empleo deben ir desde las mayores posibilidades plásticas de la aleación hasta la dificultad de obtener suficientes cantidades de estaño en estas zonas tan meridionales de la Península.

En estas condiciones no debe extrañar la presencia de cantidades significativas de plomo en las cecas como Castulo, Obulco o Kelin, ya que la cercanía a los centros productores y la consecuente disponibilidad del metal, así como su menor precio respecto al estaño, favorecerían su empleo en el área de influencia de los distritos mineros.

El aprovisionamiento de estaño para la fundición de bronce en Hispania nos obliga a mirar hacia Lusitania y el noroeste, de donde las cecas hispanas habrían de importar este metal de forma regular. En esta zona, junto a los afloramientos graníticos que, hipotéticamente, habrían permitido la obtención de pequeñas cantidades de mineral, el centro principal de aprovisionamiento debían ser las islas Cassitérides (Estr., 2, 5, 30 y 3, 5, 11; Mela, 3, 57; Plin, *NH* 4,119 y 7, 197; Ptol. 2, 6, 73; Diod., 5, 38, 4), famosas por su riqueza en estaño y de localización discutida (la bibliografía es muy numerosa, en una cita sumaria de lo más representativo habría que incluir los siguientes trabajos: Monteagudo, 1950, 1 ss.; Dion, 1952, 306-314; Ramin, 1965; Lewuillon, 1980, 235-266).

Sabemos que la metalurgia del estaño se practicaba en algunos enclaves del extremo noroccidental de la Tarraconense y en algunos puntos de Lusitania; fuera de la información imprecisa de las fuentes, baste recordar aquí que en el castro de Carvalhelos se encontró un depósito con más de 200 kg. de casiterita (Naveiro, 1991, 81, nota 14), y que en el castro de Las Merchanas (Lumbrals, Salamanca), aún en el Bajo Imperio, continuaba la explotación de yacimientos superficiales de estaño (Maluquer, 1968, 101 ss.; Blázquez, 1978, 245); no faltan tampoco los

hallazgos de lingotes de estaño cuya procedencia sigue siendo discutida (véase la relación de hallazgos en González Blanco, "Prólogo" a Madroñero de la Cal, 1994, 25).

Todo el estaño extraído de las explotaciones hispanas procede de la casiterita (Domergue, 1990, 70). Los yacimientos documentados por Domergue en Hispania se ciñen al ámbito galaico, norte de Portugal y provincia de Salamanca, aunque es probable que en época prerromana no todos estuvieran en explotación (Domergue, 1990, 71, carte 1).

No debe extrañar que, en estas condiciones, algunas cecas de la Celtiberia prescindieran en sus aleaciones de este metal; las dificultades de aprovisionamiento y la cercanía de explotaciones cupríferas prerromanas como las de Urbiola (Navarra) (Domergue, 1990, 129, carte 1) serían motivos suficientes para emplear únicamente el cobre en las aleaciones.

A modo de conclusión y a la vista de los datos expuestos y publicados, se pueden esquematizar las líneas generales del uso de los diversos metales que conforman lo que los romanos denominaron *aes*. Desde un primer momento ya se manifiesta la heterogeneidad de las emisiones de *aes*, pues mientras las primeras acuñaciones de Gades (Alfaro y Marcos, en prensa) y las que los cartagineses emitieron, en puntos indeterminados de la Península Ibérica, utilizaron el cobre casi puro, las de Ebusus del siglo III a.C. utilizaron aleaciones con porcentajes muy irregulares de cobre y plomo. En el siglo II a.C. las emisiones de *aes* diversificaron su composición, aunque la más habitual de todas las aleaciones posibles fue la ternaria de cobre, plomo y estaño, con proporciones muy erráticas de cada uno de los tres elementos, la cual favorecía sustancialmente la vida media de las monedas, al hacerlas más resistentes al desgaste. No obstante, los análisis parecen delimitar algunas áreas en las que se atestiguan composiciones diferentes (fig. 2); éste es el caso de la zona de la Alta Andalucía y del extremo sur de la Mancha, donde se atestigua el uso de una aleación binaria de cobre y plomo. Otra zona peculiar es la Celtiberia norte, en donde un grupo de cecas utilizó cospeles de cobre.

En el siglo I a.C., la información que poseemos parece indicar que se volvió hacia el uso de la aleación ternaria habitual, que fue la que se utilizó también en la mayor parte de las acuñaciones de las ciudades privilegiadas de Hispania, durante la dinastía julio-clau-

dia. Durante este período sólo unas pocas ciudades adaptaron, a partir del reinado de Tiberio, sus acuñaciones al nuevo modelo metálico que introdujo Augusto en Roma, a pesar de que la zona de Emerita conocía de primera mano la reforma de este emperador, pues el legado P. Carisius la había seguido en sus acuñaciones (*RIC I*, nº 11-25; Burnett-Craddock-Preston, 1982, 263, indican que los ases de P. Carisius no se acuñaron con cobre puro, ya que contenían en torno a un 90 % de cobre y un 10 % de plomo; los dupondios se acuñaron sobre cospeles de oricalco).

NOTAS DE AGRADECIMIENTO

La realización de estos análisis no hubiera sido posible sin la oportuna financiación de instituciones públicas. Los de las monedas de cecas valencianas han sido realizados con cargo a una Ayuda a la Investigación, correspondiente al año 1994, de la *Institució Valenciana d'Estudis i Investigació*; los del resto de las cecas lo han sido en el marco del Proyecto "Organización del poblamiento y del territorio en el área suroriental de la Península Ibérica", financiado por la Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana y desarrollado en las áreas de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua de la Universidad de Alicante.

Las monedas analizadas pertenecen en su mayoría a las colecciones del Museo Arqueológico de Alicante, del Museo Arqueológico de Alcoi y de la Universitat de València, sin su colaboración y sin la confianza prestada este trabajo hubiera visto muy mermado su contenido.

Los análisis fueron realizados en los servicios técnicos de la Universidad de Alicante por Andrés Amorós, a quien queremos expresar nuestro agradecimiento por el enorme esfuerzo empleado en la obtención de los datos y su infinita paciencia. Nuestra gratitud también al Dr. Miguel Molina, del Departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Alicante, que atendió todas nuestras preguntas.

JUAN M. ABASCAL
Universitat d'Alacant, Ap. Correus 99
E-03080 Alacant

PERE RIPOLLÉS
Universitat de València, Av. Blasco Ibáñez 28
E-46010 València

APÉNDICE

Localización de las monedas utilizadas en los análisis
Ordenado por cecas

<i>Ceca</i>	<i>Referencia</i>	<i>Museo o Colección</i>			
Areikokratikos	JMA216	Dep. de Arqueología. Univ. Valencia, nº216	Hispano-Cart	JMA158	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº158
Arse	JMA721	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº721	Hispano-Cart	JMA30	Valencia, colección particular
Arse	JMA726	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº726	Hispano-Cart	JMA31	Valencia, colección particular
Arse	JMA727	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº727	Ikalesken	MA720	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº720
Arse	JMA747	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº747	Ikalesken	JMA722	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº722
Arse	JAA1281	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1281	Ikalesken	JMA723	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº723
Arse	JAA2540	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº2540	Ikalesken	JMA12	Valencia, colección particular
Arse	JAA2541	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº2541	Illici	JMA5	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº 272
Arse	JMA16	Valencia, Colección particular	Illici	JMA6	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº 286
Arse	JMA17	Valencia, Colección particular	Illici	JMA8	Dep. de Arqueología, Univ. de Valencia, s/n
Arse	JMA18	Valencia, Colección particular	Illici	JMA33	Valencia, colección particular
Arse	JMA19	Valencia, Colección particular	Iltirta	JMA749	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº749
Belikiom	JMA190	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº190	Iltirta	JMA750	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº750
Bilbilis	JMA758	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº758	Iltirta	JMA25	Valencia, colección particular
Bilbilis	JAA1279	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1279	Karbika	JAA1265	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1265
Bolskan	JMA710	Museo Arqueológico de Alicante, inv.710	Karbika	JMA32	Valencia, colección particular
Bolskan	JMA187	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº187	Karbika	JMA795	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº795
Carteia	JMA29	Valencia, colección particular	Kelin	JMA20	Valencia, colección particular
Carthago Nova	JMA9	Valencia, colección particular	Kelin	JMA21	Valencia, colección particular
Carthago Nova	JMA34	Valencia, colección particular	Kelin	JMA22	Valencia, colección particular
Castulo	JMA707	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº707	Kelse	JAA2532	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº2532
Castulo	JMA756	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº756	Kelse	JMA26	Valencia, colección particular
Castulo	JMA831	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº831	Kelse	JMA711	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº711
Castulo	JMA37	Valencia. colección particular	Kili	JMA23	Valencia, Colección particular
Ekualakos	JMA213	Dep. de Arqu. Univ. de Valencia, nº213	Kili	JAA1261	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1261
Ekualakos	JMA214	Dep. de Arqu. Univ. de Valencia, nº214	Kueliokos	JAA1282	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1282
Hispano-Cart	JMA156b	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº156 bis	Lepida/Celsa	JMA27	Valencia. Colección particular
Hispano-Cart	JMA157	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº157	Lepida/Celsa	JMA28	Valencia, Colección particular
			Obulco	JMA735	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº735
			Obulco	JMA745	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº745
			Obulco	JMA35	Valencia, Col. part., col.Valencia 35-R.G
			Obulco	JMA36	Valencia, Colección particular
			Saguntum	JMA3	Dep. de Arqueología. Univ. Valencia. s/n

Saguntum	JMA13	Valencia, Colección particular	Titiakos	JAA1269	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1269
Saiti	JAA1278	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1278	Turiasu	JMA201	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº201
Saiti	JAA2539	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº2539	Turiasu	JMA202	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº202
Saiti	JMA1	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº 175	Turiasu	JMA269	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº269
Saiti	JMA2	Dep. de Arqu, Univ. de Valencia, nº 174	Valentia	JMA4	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº 178
Saiti	JMA11	Valencia, Colección particular	Valentia	JMA7	Valencia, Colección particular
Saiti	JMA24	Valencia, Colección particular	Valentia	JMA10	Cuenca, Colección particular
Saiti	JMA38	Museo Arqueológico de Alicante, s/n	Valentia	JMA14	Valencia, Colección particular
Saiti	JMA728	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº728	Valentia	JMA15	Valencia, Colección particular
Saiti	JMA730	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº730	Valentia	JAA1271	Museo Arqueológico de Alcoi, inv. nº1271
Saiti	JMA731	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº731			
Saiti	JMA732	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº732			
Saiti	JMA736	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº736			
Saiti	JMA743	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº743			
Saiti	JMA746	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº746			
Saiti	JMAM729	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº729			
Sekaisa	JMA754	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº754			
Sekaisa	JMA759	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº759			
Sekaisa	JMA205	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº205			
Sekaisa	JMA206	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº206			
Sekaisa	JMA207	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº207			
Sekobirikes	JMA220	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº220			
Sekobirikes	JMA224	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº224			
Sesars	JMA776	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº776			
Seteisken	JMA755	Museo Arqueológico de Alicante, inv. nº755			
Titiakos	JMA225	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº225			
Titiakos	JMA226	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº226			
Titiakos	JMA227	Dep. de Arqu., Univ. de Valencia, nº227			

BIBLIOGRAFÍA

- ALFARO, C.; MARCOS, C.; 1994: "Tesorillo de moneda cartaginesa hallado en la Torre de Doña Blanca (Puerto de Santa María, Cádiz)", *A.Esp.A.* 67, pp. 229-244.
- ALFARO, C.; MARCOS, C.; en prensa: "Avance sobre la circulación monetaria en la Torre de Doña Blanca (Puerto de Santa María, Cádiz)", *Actas del II Congreso Internacional del Estrecho de Gibraltar, Ceuta.* 1990.
- AMANDRY, M.; BARRANDON, J.N.: 1988: "Le monnayage de bronze émis au temps des guerres civiles en Italie et en Gaule: nouvelles analyses", *RIN XC*, pp. 141-148.
- ASENSIO, J.A.; 1995: *La ciudad en el mundo prerromano en Aragón. Caesaraugusta* 70.
- ARÉVALO, A.; 1993: *Las monedas de Obulco*, Madrid 1993. tesis en microfichas.
- BELTRÁN, A.; 1944: "Las minas romanas de la región de Cartagena según los datos de la colección de su Museo", *MMAP* 5, pp. 201 ss.
- BELTRÁN, A.; 1947: "Objetos de plomo en el Museo de Cartagena y sus inscripciones", *MMAP* 8, pp. 202 ss.
- BLÁZQUEZ, J.M.: 1978: *Historia económica de la Hispania romana*, Madrid.
- BURILLO, F.: 1988: "Bilbilis: "un nuevo planteamiento para la ubicación de la ciudad celtibérica". *Celtíberos*, Zaragoza, pp. 55-7.
- BURILLO, F.: 1979: "Sobre la situación de Beligio". *I Jornadas sobre el estado actual de los Estudios sobre Aragón*, Teruel, Zaragoza, pp. 186-190
- BURILLO, F.; OSTALÉ, M.: 1983-84: "Sobre la situación de las ciudades celtibéricas de Bilbilis y Segeda", *Kalathos* 3-4, pp. 287-309.
- BURNETT, A.: 1987: *Coinage in the Roman World*, Londres.
- BURNETT, A.; AMANDRY, M.; RIPOLLÉS, P.P.: 1992: *Roman Provincial Coinage*, Londres-París.
- BURNETT, A.; CRADDOCK, P.T.; PRESTON, K.: 1982: "New light on the origins of orichalcum". *Actes du 9e Congrès International de Numismatique*, Berna, pp. 263-268.

- CARTER G.F.; BUTTREY, T.V.; 1977: "Chemical Compositions of Copper-Based Roman Coins, II: Augustus and Tiberius", *MN* 22, pp. 49-65;
- CARTER G.F.; RAZI, H.; 1989: "Chemical Composition of Copper-Based Coin of the Roman Republic, 217-31 B.C.". *Advances in Chemistry Series* 220, 1989, pp. 213-230.
- CHAVES, F.; 1978: "Nuevas aportaciones al estudio metalográfico y metalúrgico de las cecas de época imperial en la Ulterior", *Numisma* 150-155, pp. 337-357.
- CHAVES, F.; 1979: *Las monedas hispano-romanas de Carteia*, Barcelona.
- CHAVES, F.; 1989: "La ceca de Urso: nuevos testimonios", *Estudios sobre Urso*, Sevilla, pp. 113-132.
- CONTRERAS, R.; 1966: "Precintos de plomo de las minas hispano-romanas de El Centenillo", *Oretania* 6.
- CRADDOCK, P.T.; BURNETT, A.M.; PRESTON, K.; 1980: "Hellenistic copper-base coinage and the origins of brass", *BM Occasional Papers* 18, pp. 53-64.
- CRAWFORD, M.H.; 1974: *Roman Republican Coinage*, Cambridge.
- DOMÍNGUEZ, A.; 1979: *Las cecas ibéricas del valle del Ebro*, Zaragoza.
- DOMÍNGUEZ, A.; 1982: "Ensayo de ordenación del monetario de la ceca de Sekaisa", *La Moneda Aragonesa*, Zaragoza, pp. 23-39.
- DOMERGUE, C.; 1967: "Galápagos de plomo romanos del Museo Naval de Madrid", *Revista General de Marina* (Madrid) 172, pp. 300 ss.
- DOMERGUE, C.; 1966: "Les lingots de plomb romains du Musée archéologique de Carthagène et du Musée Naval de Madrid", *AEA* 39, pp. 41 ss.
- DOMERGUE, C.; 1970: "Un témoignage sur l'industrie minière et métallurgique du plomb dans la région d'Azuaga (Badajoz) pendant la guerre de Sertorius", en *XI Congr. Nac. Arq.*, Zaragoza, pp. 608-626.
- DOMERGUE, C.; 1971: "El Cerro del plomo, mina 'El Centenillo' (Jaén)", en *NAH* 16, pp. 267 ss.
- DOMERGUE, C.; 1971: "Un témoignage sur l'industrie minière et métallurgique du plomb dans la région d'Azuaga (Badajoz) pendant la guerre de Sertorius", *XI Congr. Nac. Arq.*, Zaragoza, pp. 608-624.
- DOMERGUE, C.; 1990: *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*, Roma.
- DOMINGUEZ, A.; 1991: *Medallas de la Antigüedad. Las acuñaciones ibéricas y romanas de Osca*, Huesca.
- EDMONSON, J.C.; 1970: *Considerations on the Antiquity of Mining in the Iberian Peninsula*, Londres.
- EDMONSON, J.C.; 1987: *Two Industries in Roman Lusitania: Mining and Garum Production*, BAR Int. Series 362, Oxford.
- FORBES, R.J.; 1972: *Studies in Ancient Technology*, vol. IX, Leiden.
- GARCÍA-BELLIDO, M.P.; 1974: "Tesorillo salmantino de denarios ibéricos", *Zephyrus* 25, pp. 379-395.
- GARCÍA-BELLIDO, M.P.; 1982: *Las monedas de Castulo con escritura indígena: Historia numismática de una ciudad minera*, Barcelona.
- HAEBERLIN, E.J.; 1929: "Die Münzen", en A. Schulten, *Numantia* IV, München.
- HUARD, M.T.; 1965: *Recherches sur l'exploitation des mines en Espagne sous le Haut Empire*, Diss. Paris.
- INGO, G.M.; 1994: "Microstruttura chimica delle monete di bronzo punique: primi risultati", *Rivista di Studi Fenici* XXII, 2, pp. 201-208.
- JENKINS, G.K.; 1979: *Sylloge Nummorum Graecorum, Spain-Gaul*, Copenhagen.
- LLORENS, M.M.; 1987: *La ceca de Ilici*, Valencia.
- LLORENS, M.M.; 1994: *La ciudad de Carthago Nova: las emisiones romanas*, Murcia.
- LLORENS, M.M.; RIPOLLÈS, P.P.; 1988: "Saguntum: las acuñaciones de Tiberio", *Hom. A. Chabret*, Valencia, pp. 157-206.
- MADROÑERO DE LA CAL, A.; 1994: *Una posibilidad de rastreo de los orígenes de la metalurgia del estaño en España*, *CADERNOS DO SEMINARIO DE SARGADELOS* 64, Coruña.
- MALUQUER, J.; 1968: "Excavaciones arqueológicas en el castro de Las Merchanas (Lumbrales, Salamanca)", *Pyrenae* 4, pp. 101 ss.
- MARTÍN CALLEJA, J.; FELIU ORTEGA, M.J.; MORAL DE DIOS, J.; 1994: "Monedas de Gades en el término municipal de Puerto Real (Cádiz)". "Addenda: análisis de monedas por microscopía electrónica de barrido (SEM)", *VIII Congreso Nacional de Numismática* (Avilés 1992), Madrid, pp. 463-471.
- MARTÍN GIL, J.; 1994: "Estudio del análisis metalográfico en el Museo de Zamora", *Actas del IX Congreso Nacional de Numismática*, Elche, pp. 129-130.
- MARTÍNEZ VALLE, S.; 1994: "En torno a la localización de la ceca de Ikalesken", *Actas del IX Congreso Nacional de Numismática*, Elche, 1994, pp. 59-66.
- NAVEIRO, J.L.; 1991: *El comercio antiguo en el noroeste peninsular*, La Coruña.
- NICOLINI, G.; 1969: *Les bronzes figurés des sanctuaires ibériques*, Paris.
- OLCINA, P.; RIPOLLÈS, P.P.; 1987-88: "Análisis metalográficos de las cecas de Saitabi, Ilici y Carthago Nova", *Saguntum* 21, pp. 417-426.
- PARRADO CUESTA, M.S.; 1994: "Análisis metalográfico en el monetario del Museo de Zamora", *Actas del IX Congreso Nacional de Numismática*, Elche, pp. 107-128.
- RIPOLLÈS ALEGRE, P.P.; 1979: "La ceca de Celin. Su posible localización en relación con los hallazgos numismáticos", *Saguntum* 14, pp. 127-137.
- RIPOLLÈS ALEGRE, P.P.; 1988: *La ceca de Valentia*, València.
- RIPOLLÈS, P.P.; 1992: "Nous anàlisis metalogràfics: Untikesken, Kese i Saguntum", *Saguntum* 25, pp. 133-137.
- RUIZ, M.; 1968: *Las acuñaciones hispano-romanas de Calagurris*, Barcelona.
- SCHULTEN, A.; 1963: *Geografía y etnografía antiguas de la Península Ibérica*, Madrid, vol. 2.
- SERAFIN PETRILLO, P.; 1988: "Sul contenuto argenteo di alcune serie Ispaniche", *Boll. di Numismatica* 11, pp. 161-167.
- TAMAIN, G.; 1961: "Los precintos o sellos de plomo del Cerro del Plomo", en *Oretania* 8-9, pp. 104 ss.
- TAMAIN, G.; 1966: "Contribución al estudio e la arqueología hispanorromana en la zona de El Centenillo", *Oretania* 23 y 24.
- TYLECOTE, R.F.; 1976: *A History of Metallurgy*, Londres.

METALES Y ALEACIONES EN LAS ACUÑACIONES ANTIGUAS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

- UNTERMANN, J.; 1975: *Monumenta Linguarum Hispanicarum*, Wiesbaden.
- VILLARONGA, L.; 1967: *Las monedas de Arse Saguntum*, Barcelona.
- VILLARONGA, L.; 1973: *Las monedas Hispano-cartaginesas*, Barcelona.
- VILLARONGA, L.; 1978: *Las monedas ibéricas de Ilerda*, Barcelona.
- VILLARONGA, L.; 1986-89: "La qüestió de les seques de Konterbia Karbika i de Segòbriga", *Empúries* 48-50, pp. 364-366.
- VILLARONGA, L.; 1994: *Corpus nummum Hispaniae ante Augusti Aetatem*, Madrid.
- VIVES Y ESCUDERO, A.; 1926: *La moneda hispánica*, Madrid.