

Aportación a la composición metalográfica de las monedas hispanas. Análisis cuantitativos de monedas de la ceca de *Bolskan/Osca*

ALMUDENA DOMÍNGUEZ*

SALVADOR ROVIRA**

IGNACIO MONTERO***

Summary

In this paper, 148 *Bolskan/Osca* coins dated between second half of 2nd Century B.C. and first third of 1st Century B.C., are analyzed through X-Ray Spectrometry and energy dispersion (XRF-ED). The results point out that metals beared manipulation, adulteration and refining practices prior to coinage and, in case of bronze, show absence or coinage rules as well as disconnected face and ponderal values.

Regarding to Julio-claudian period coinage as a whole, these bronze coins diverge from those from other contemporary mints since they have tin and copper but not lead. As tin value was higher than other metals, production cost were higher too, and thus was the ponderal value of these coins.

*Universidad de Zaragoza.

**Museo Arqueológico Nacional.

***Departamento de Prehistoria, CSIC.

Resumen

Se analizaron 148 monedas de *Bolskan/Osca* a través de fluorescencia de rayos X energía dispersiva (XRF-ED), datadas entre la segunda mitad del siglo II y primer tercio del siglo I. En general se ponen de relieve prácticas de manipulación y refinado del metal previas a la acuñación de los denarios, con un alto contenido en plata, y se confirma en los broncees la ausencia de normativa en la aleación y desconexión entre el valor nominal y el ponderal.

En cuanto a las monedas del período julio-claudio, a falta de más análisis, se aprecia una tendencia diferente a otras cecas contemporáneas, dado que el aumento en el contenido medio de estaño no compensa totalmente la ausencia de plomo en las aleaciones, con lo cual resultan más ricas en cobre pero, al mismo tiempo, más caras de coste, pues es el estaño el aleado de mayor precio.

El estudio que presentamos se centra en los análisis cuantitativos elementales realizados en 1992, dentro del Proyecto de Arqueometalurgia de la Península Ibérica a 148 monedas del Gabinete de Monedas y Medallas del Museo Arqueológico Nacional,¹ comprende 79 monedas de *Bolskan*, de ellas 44 son denarios (cuadro 1) y 35, broncees (cuadro 2), y 69 monedas de *Osca*, de ellas 9 denarios de *Cn. Domitius Calvinus* (cuadro 5) y 60 broncees acuñados bajo los reinados de Augusto, Tiberio y Calígula (cuadros 6 a 13). La técnica de análisis empleada ha sido la fluorescencia de rayos X, energía dispersiva (XRF-ED) porque es un método que no daña las monedas.² Para el trabajo se ha empleado un espectrómetro Kevex mod. 7000, cuyas características técnicas generales son: análisis de superficie, fuente de excitación de ²⁴¹Am, ventana de berilio y detector de Si(Li).

Sobre los estudios monetarios se ha producido en los últimos años una investigación intensa con una metodología que ha evolucionado desde los simples inventarios, que no deben menospreciarse, hasta los estudios más recientes que incorporan las nuevas tendencias con el auxilio de otras ciencias como la epigrafía, la filología, la estadística, la metrología, entre otras. Sin embargo, desde la perspectiva de la producción científica de la Península Ibérica, todavía se viene mostrando un mayor interés por los análisis iconográficos, los metroológicos, los de tesoros y circulación monetaria, por su contribución a la cronología de las emisiones monetarias, se ha ido incrementando la investigación sobre la cuantificación del volumen de producción de las emisiones monetarias, o las imitaciones y falsificacio-

1. Un avance de los análisis que aquí se presentan aparece en Domínguez-Arranz 2003, contribución presentada al XI Congreso Nacional de Numismática.

2. Son ya clásicos los trabajos de Carter, Both y Razi, en particular, sobre los procedimientos de análisis y su aplicación a las monedas antiguas, hoy bastante difundidos en la comunidad científica, me refiero principalmente a Carter 1964; Carter, Booth 1984, p. 49-69, y Carter, Razi 1989, p. 213-230. Véase: Domínguez-Arranz 2002, donde se recoge la bibliografía principal sobre estos procedimientos.

nes. Un interés más limitado se ha concedido a los aspectos técnicos y en concreto los que se derivan de los estudios metalográficos, que no parecen ser los favoritos de los investigadores o no se les concede demasiada atención desde los gabinetes numismáticos. Bien es cierto que la investigación de la composición metalográfica de las monedas exige una toma de decisiones importante en relación con la disponibilidad del material custodiado por los museos —también en colecciones privadas— y evidentemente con la disponibilidad presupuestaria para acometerla. Está igualmente el problema del traslado de las monedas de los museos a los laboratorios de análisis, que exige, por otra parte, enfrentarse a unas acciones previas, entre ellas disponer del beneplácito del centro, que en el caso de museos de titularidad estatal es más complejo de lo que parece porque exige la concesión de una autorización mediante orden ministerial (Ley del Patrimonio Histórico Español, art. 63.2). Por supuesto el compromiso de respetar las medidas de seguridad exigidas al ser bienes de interés cultural que es preciso remover del lugar de origen a otro depósito provisional durante un tiempo.³

No deja de sorprender el hecho de que en el mundo anglosajón se cuente con experiencias en el estudio de los metales empleados y la aleación utilizada sobre moneda antigua, al menos desde los años sesenta (entre los que cabe integrar los de Condamin, Picon 1964; Caley 1964; Carter 1964; Condamin, Picon, Cope 1972; Schweizer 1972; Barrandon, Callu, Brenot 1977; Carter, Butrey 1977). En España para el mismo período eran todavía tímidos ensayos, así los trabajos de F. Chaves sobre monedas de ciudades de la Ulterior (*Itálica, Acci, Colonia Patricia, Colonia Rómula, Iulia Traducta, Carteia, Urso, Ébora*), utilizando muestras de gran consistencia, a los que se pueden considerar como pioneros (Chaves 1973; 1976; 1978). Sin embargo, hasta los noventa no se cuenta con investigaciones verdaderamente sólidas, entre ellas las emprendidas por las cátedras de Numismática de las universidades de Sevilla, Valencia y Alicante. Son estudios de gran valor sobre la composición metálica de monedas de ciudades ibéricas y romanas de Hispania: *Untikesken/Emporion* (Ampurias, Gerona), *Kese* (Tarragona), *Saguntum* (Sagunto, Valencia), *Saitabi* (Játiva, Valencia), *Ilici* (Elche, Alicante), *Carthago Nova* (Cartagena, Murcia), entre otras (Ripollès 1992, p. 133-137; Ripollès, Muñoz, Llorens 1993, p. 315-324; Ripollès, Abascal 1995, p. 131-155; Abascal, Ripollès, Gonzalbes 1996, p. 17-51; Ripollès, Abascal 1998, p. 33-52; Campo 2000; Ripollès, Llorens 2002, p. 547-548). Una primera visión de conjunto para la moneda provincial romana se consigue con la publicación del *Roman Provincial Coinage* (RPC 1992; 1998; 1999, *passim*), donde se reúnen los corres-

3. Es el gran problema con el que nos enfrentamos los investigadores, así en este momento estamos esperando que fructifiquen las gestiones para llevar adelante los análisis de una importante colección de monedas ibéricas, romanas provinciales, medievales y modernas españolas, actualmente en depósito en el Archivo Municipal del Ayuntamiento de Huesca, que fueron ya estudiadas y publicadas en Domínguez-Arranz, Escudero, Lasa 1996.

pondientes resultados obtenidos de muestras escogidas entre el monetario de varias colonias y municipios, entre ellos los de Hispania. En esta dinámica cabe integrar otras investigaciones más recientes cuyo foco de atención son las ciudades púnicas del sur de la península Ibérica y del norte de África (Pérez López, Sánchez Andreu 1992; Ingo 1994; Chaves, Pliego, Gómez-Tubío, Respaldiza 1999, p. 199-214; Chaves, Gómez-Tubío 1999, p. 313-325; Campo, Mora Serrano 2000). Hay que decir que gran parte de este renovado interés se debe, sin duda, a un mejor conocimiento de las colecciones, la puesta en marcha de proyectos de investigación multidisciplinar y, yo diría más, a la creciente sensibilidad de las instituciones públicas para afrontar los gastos necesarios para llevar adelante estas investigaciones.

EXPOSICIÓN DE LOS ANÁLISIS METALOGRAFICOS

Para mayor claridad del lector organizamos en cuadros los resultados desglosados de la composición de las monedas de *Bolskan-Osca* que han sido analizadas. El número de inventario atribuido a cada moneda es el del monetario general del Departamento de Monedas y Medallas del Museo Arqueológico Nacional. El período cronológico considerado es el de vigencia de la ceca, que va desde mediados del siglo I aC hasta el año 38 dC. A lo largo de este período los patrones ponderales van modificándose a la vez que se van introduciendo nuevas reformas, en particular la acometida por Augusto. Por ello creemos de utilidad hacer previamente una sucinta descripción de las monedas analizadas. Incluimos el peso en cada caso y, cuando hay seguridad, la emisión y la cronología aproximada⁴ (Dominguez-Arranz 1979; 1991).

CUADRO 1. DENARIOS DE *BOLSKAN*

Tipología

Anverso: cabeza barbada hacia la derecha, detrás *bon*. Reverso: jinete con lanza en ristre hacia la derecha, detrás estrella, debajo *bolskan*, escrito en caracteres ibéricos. Cronología: de segunda mitad del siglo II a primer tercio del siglo I aC.

4. Esta aproximación es particularmente difícil en los denarios y bronce ibéricos debido a la uniformidad de la iconografía y de la epigrafía, de modo que hemos considerado una cronología amplia, que es la que marcan los atesoramientos y hallazgos datados por los denarios republicanos. Más segura es la datación de las emisiones de monedas altoimperiales, al incorporar en su mayor parte las titulaciones de los emperadores y los nombres de los magistrados encargados de la acuñación.

<i>N. Inv.</i>	<i>Peso</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Pb</i>	<i>Au</i>
2.2520	3,70	4,15	95,3	0,55	nd
2.2554	3,81	2,93	96,7	0,42	nd
2.2557	3,80	7,51	92,5	nd	nd
2.2558	3,38	4,58	95,2	nd	0,26
2.2568	3,89	6,10	93,9	nd	nd
CS4629	3,86	4,76	94,8	tr	0,44
CS4630	3,70	7,57	92,4	nd	nd
CS4631	3,54	7,71	91,2	0,63	nd
CS4632	4,02	6,59	92,8	0,58	nd
CS4633	4,00	6,36	92,9	0,76	nd
CS4634	3,96	7,12	90,7	1,71	0,50
CS4635	3,88	7,31	90,84	1,64	nd
CS4636	4,25	5,98	92,9	1,08	nd
CS4637	3,80	6,14	93,3	0,52	nd
CS4638	3,82	7,33	92,1	0,57	nd
CS4639	3,91	7,66	92,3	nd	nd
CS4640	3,99	7,41	91,3	1,25	nd
CS4641	3,85	5,54	94,5	nd	nd
CS4642	4,11	6,61	92,4	0,97	nd
CS4643	3,84	7,11	92,0	0,92	nd
CS4644	3,86	6,96	92,7	0,34	tr
CS4645	3,82	5,91	94,1	tr	nd
CS4646	3,82	9,99	90,0	nd	tr
CS4647	3,97	9,10	91,1	0,75	nd
CS4648	3,88	6,75	92,8	0,44	nd
CS4649	4,80	6,08	92,6	1,29	nd
CS4650	3,86	6,87	91,9	1,20	nd
CS4651	3,65	6,39	93,1	0,47	tr
CS4652	4,05	6,54	92,8	nd	0,68
CS4653	3,70	7,15	91,7	1,20	nd
CS4654	3,70	5,67	94,0	nd	0,40
CS4655	4,00	8,50	90,4	1,10	nd
CS4656	3,83	5,56	93,8	0,65	nd
CS4657	3,79	4,92	93,9	0,78	0,45
CS4658	3,70	12,0	87,2	0,74	nd
CS4659	3,84	9,59	89,1	0,51	0,80
CS4660	3,85	8,21	90,2	0,67	0,97
CS4661	4,07	90,2	9,73	nd	nd

CS4662	3,88	9,37	89,3	0,64	0,65
CS4663	3,82	6,18	92,8	0,91	nd
CS4664	4,07	5,33	94,6	nd	nd
CS4665	4,02	8,92	91,1	tr	nd
CS4666	3,92	6,40	92,8	0,79	nd
CS4667	3,80	2,11	97,9	nd	nd

CUADRO 2. ASES DE *BOLSKAN*

Tipología

Anverso: cabeza barbada hacia la derecha, detrás las letras *bon*. Reverso: jinete con lanza en ristre hacia la derecha, detrás estrella, debajo *bolskan*, en caracteres ibéricos. Cronología: de segunda mitad del siglo II a primer tercio del siglo I aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.2582	11,39	0,13	0,25	88,6	nd	nd	0,012	6,58	0,095	4,38
2.2584	9,70	0,14	0,11	83,1	nd	nd	0,051	9,54	0,647	6,27
2.2586	9,64	0,03	nd	93,2	nd	nd	0,028	2,97	0,115	3,68
2.2589	9,37	0,06	nd	86,6	nd	nd	0,007	8,72	nd	4,60
2.2594	8,02	0,15	0,16	80,3	nd	nd	0,083	9,66	0,489	9,06
2.2624	7,92	0,16	0,22	85,9	nd	nd	0,036	8,56	0,064	5,11
2.2632	6,51	0,04	0,17	84,8	nd	nd	0,093	9,30	0,318	5,25
2.2639	5,47	0,15	tr	89,7	nd	nd	nd	9,04	nd	1,16
2.2645	10,17	0,02	0,09	99,3	nd	nd	0,033	0,051	0,118	0,37
2.2685	8,90	0,10	–	80,6	nd	nd	0,034	6,58	0,048	12,7
2.2686	7,95	0,04	0,14	74,4	nd	nd	0,017	11,2	0,047	14,2
2.2689	7,16	0,81	–	64,9	nd	nd	0,035	8,86	0,026	25,3
2.2692	6,54	nd	0,17	87,2	nd	nd	0,022	8,97	nd	3,65
2.2698	5,87	0,15	0,16	78,2	nd	nd	nd	11,7	nd	9,80
2.2704	4,99	0,05	0,23	85,6	nd	nd	0,069	8,92	0,173	4,92
2.2705	4,95	0,26	0,09	73,6	nd	nd	nd	11,6	nd	14,5
CS685	10,89	0,04	0,17	86,9	nd	nd	0,011	4,07	nd	8,78
CS685	11,80	0,07	nd	92,6	nd	nd	0,008	4,27	nd	3,04
CS685	7,25	0,29	0,10	73,4	nd	nd	0,006	17,8	nd	8,45
CS685	7,07	0,22	–	64,8	nd	nd	nd	14,8	nd	24,8
CS685	7,16	0,10	–	69,3	nd	nd	0,047	11,5	0,143	18,9
CS685	9,99	0,13	–	73,7	nd	nd	0,066	6,99	0,331	18,7
CS686	6,90	0,12	0,56	87,7	nd	0,25	0,231	9,58	0,724	0,83

CUADRO 3. SEMISES DE BOLSKAN

Tipología

Anverso: cabeza barbada hacia la derecha, detrás el signo silábico *bo*. Reverso: pegaso hacia la derecha, debajo *bolskan*, en caracteres ibéricos. Cronología: de segunda mitad del siglo II a primer tercio del siglo I aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.2728	5,22	0,03	0,28	96,4	nd	nd	0,010	1,94	0,093	1,25
2.2729	5,11	0,07	0,21	75,6	nd	nd	0,063	13,3	0,306	10,4
2.2731	3,86	0,07	0,22	75,7	nd	nd	0,081	12,4	0,535	11,0
2.2732	2,76	0,23	–	59,3	nd	nd	0,020	4,94	0,098	35,7
CS686	4,11	1,67	nd	63,6	nd	nd	0,004	10,2	nd	25,6

CUADRO 4. CUADRANTES DE BOLSKAN

Tipología

Anverso: cabeza barbada hacia la derecha, detrás el signo silábico *bo*. Reverso: caballo hacia la derecha, encima tres puntos, debajo el epígrafe *bolskan*, en caracteres ibéricos. Cronología: de segunda mitad del siglo II a primer tercio del siglo I.

<i>N. Inv.</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.2730	4,26	0,05	0,05	71,6	nd	nd	nd	12,7	nd	15,7
2.2733	4,27	0,04	0,27	96,3	nd	nd	0,085	0,433	0,135	2,74
2.2734	2,79	0,23	nd	84,1	nd	nd	nd	14,8	0,304	3,45
2.2735	2,57	0,23	0,19	85,8	nd	nd	0,004	8,54	nd	5,24
2.2736	2,45	0,18	–	78,8	nd	nd	0,093	5,71	0,021	15,2
2.2737	2,08	0,11	0,17	61,4	nd	nd	0,003	8,61	0,004	29,7

CUADRO 5. DENARIOS DE OSCA DE CN. DOMITIUS CALVINUS*Tipología*

Anverso: cabeza barbada hacia la derecha, OSCA. Reverso: atributos sacerdotales distribuidos en el campo: *aspergillum*, *simpulum*, *securis* y *galerus*,⁵ y la leyenda DOM COS ITER IMP. Cronología: 38 aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Peso</i>	<i>Cu</i>	<i>Ag</i>	<i>Au</i>	<i>Pb</i>
2.12200	3,67	3,57	95,8	0,65	nd
2.12201	3,19	53,6	45,7	0,25	0,39
2.12202	3,18	1,97	96,8	0,87	0,35
2.12203	3,97	6,32	92,0	0,69	1,04
2.12204	3,55	4,82	93,7	0,37	1,09
2.12205	3,55	5,26	93,6	0,40	0,77
2.12206	4,05	6,10	92,0	0,50	1,39
CS4668	3,31	9,81	90,2	nd	nd
CS4669	3,39	4,34	94,2	0,63	0,78

CUADRO 6. ASES DE OSCA DEL REINADO DE AUGUSTO*Tipología*⁶

1ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha. Reverso: jinete hacia la derecha, VRB VICT OSCA. Cronología: ant. 27 aC.

2ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F. Reverso: jinete hacia la derecha, V V OSCA. Cronología: entre 27 y 19 aC.

3ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F. Reverso: jinete hacia la derecha, M QVINCTIO Q AELIO II VIR V V OSCA. Cronología: ant. 2 aC.

4ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F PATER PATRIAE. Reverso: jinete hacia la derecha, V V OSCA. Cronología: c. 2 aC.

5. Una reciente valoración sobre el significado de estos elementos o atributos en: a Domínguez-Arranz, 2003.

6. En adelante las referencias a Domínguez-Arranz 1991 figurarán en los cuadros abreviadas como ADA.

5ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F PONT MAX PATER PATRIAE. Reverso: jinete hacia la derecha, SPARSO ET CAECILIANO II VIR V V OSCA. Cronología: post. 2 aC.

6ª emisión. Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F. Reverso: jinete hacia la derecha, COMPOSTO ET MARVLLO II VIR V V OSCA. Cronología: post. 2 aC y ant. 14 dC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12208	ADA 1ª	11,70	0,05	0,19	88,1	nd	nd	0,002	10,9	nd	0,73
2.12209	ADA 1ª	12,35	0,28	0,11	73,9	nd	nd	nd	25,2	nd	0,48
2.12210	ADA 1ª	12,14	0,13	0,26	85,8	nd	nd	nd	13,7	nd	0,10
2.12216	ADA 2ª	12,65	0,28	0,11	86,8	nd	0,16	0,008	12,5	nd	0,15
2.12217	ADA 2ª	13,95	0,15	0,23	88,3	nd	nd	0,020	10,3	0,014	nd
2.12219	ADA 2ª	8,73	0,25	0,24	72,0	nd	nd	0,063	26,9	0,091	0,48
2.12225	ADA 3ª	13,16	0,18	0,06	79,9	nd	nd	nd	19,9	nd	nd
2.12226	ADA 3ª	11,91	0,48	0,79	74,4	nd	nd	nd	25,5	nd	nd
2.12227	ADA 3ª	12,15	0,21	0,11	85,9	nd	nd	nd	13,8	nd	nd
2.12229	ADA 3ª	11,71	0,12	0,30	84,9	nd	nd	nd	14,4	nd	0,30
2.12234	ADA 4ª	13,95	0,27	0,15	84,0	nd	nd	0,105	15,4	nd	nd
2.12235	ADA 4ª	10,11	0,19	0,30	84,3	nd	nd	0,111	13,5	nd	1,64
2.12236	ADA 4ª	12,86	0,43	0,12	78,3	nd	nd	0,193	19,3	nd	1,62
2.12237	ADA 4ª	12,17	0,43	nd	79,7	nd	nd	0,304	19,5	nd	nd
2.12240	ADA 5ª	12,60	0,14	0,16	85,4	nd	nd	0,039	14,3	nd	nd
2.12245	ADA 5ª	13,43	0,44	0,20	85,6	nd	nd	0,021	13,5	nd	0,26
2.12246	ADA 5ª	11,14	0,15	0,25	86,3	nd	nd	0,011	13,1	0,010	0,20
2.12247	ADA 5ª	12,22	0,13	0,31	88,2	nd	nd	0,035	11,1	nd	0,18
2.12251	ADA 6ª	11,30	0,07	tr	90,7	nd	nd	0,029	9,13	0,005	0,08
2.12252	ADA 6ª	8,85	0,06	nd	88,6	nd	nd	0,037	11,0	nd	0,32
2.12253	ADA 6ª	13,10	0,11	tr	81,5	nd	nd	0,029	15,4	nd	3,03
CS6839	ADA 6ª	13,68	0,31	0,29	84,7	nd	nd	0,048	14,5	nd	0,10

CUADRO 7. SEMISES DE OSCA DEL REINADO DE AUGUSTO*Tipología*

Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, AVGVSTVS DIVI F PONT MAX PATER. Reverso: jinete hacia la derecha, COMPOSTO ET MARVLLO II VIR V V OSCA. Cronología: post. 2 aC y ant. 14 dC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12256	ADA 6 ^a	6,75	0,20	0,20	91,0	nd	nd	0,029	8,55	0,009	nd
2.12257	ADA 6 ^a	6,62	0,35	0,08	86,7	nd	0,27	0,031	12,5	0,003	0,07
2.12258	ADA 6 ^a	6,50	0,07	tr	88,6	nd	nd	0,021	11,3	0,006	nd
2.12259	ADA 6 ^a	5,38	0,16	0,24	86,4	nd	tr	0,038	13,0	nd	0,13
2.12260	ADA 6 ^a	5,40	0,35	0,07	84,6	nd	nd	0,013	14,8	0,002	0,13

CUADRO 8. CUADRANTES DE OSCA DEL REINADO DE AUGUSTO*Tipología*

Anverso: cabeza de Augusto hacia la derecha, MV/OSCA. Reverso: pegaso hacia la derecha, debajo OSCA. Cronología: ant. 27 aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12207	ADA 1 ^a	2,30	0,13	–	69,5	nd	nd	0,035	2,24	0,039	28,1

CUADRO 9. ASES DE OSCA DEL REINADO DE TIBERIO*Tipología*

1^a emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR DIVI AVG F AVGVTVS. Reverso: jinete hacia la derecha, V V OSCA. Cronología: ant. 15 aC.

2^a emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR AVGVSTVS. Reverso: jinete hacia la derecha, VRBS VIC OSCA D D. Cronología: ant. 15 aC.

3ª emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR AVGVSTVS. Reverso: jinete hacia la derecha, QUIETO ET PEREGRINO II VIR V V OSCA. Cronología: ant. 15 aC.

4ª emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR DIVI AVG F AVGVSTVS. Reverso: jinete hacia la derecha, HOSPITE ET FLORO II VIR V V OSCA. Cronología: post. 15 aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12269	ADA 1ª	11,05	0,21	0,11	77,9	nd	0,84	0,030	20,1	0,109	0,45
2.12271	ADA 1ª	11,83	0,82	nd	79,7	nd	nd	0,063	19,6	0,084	0,39
2.12274	ADA 1ª	13,00	0,34	0,18	85,4	nd	nd	0,023	9,62	0,078	4,32
2.12275	ADA 1ª	12,26	0,04	0,15	87,8	nd	nd	0,066	11,8	0,046	0,09
2.12266	ADA 2ª	11,11	0,41	0,16	85,3	nd	nd	0,075	14,0	0,011	tr
2.12279	ADA 2ª	11,35	0,17	0,15	84,3	nd	nd	0,006	14,8	0,038	0,58
2.12281	ADA 2ª	12,35	tr	0,18	83,7	nd	nd	0,011	15,5	0,047	0,59
CS6860	ADA 2ª	14,43	0,20	0,13	83,1	nd	nd	0,017	15,7	0,044	0,84
2.12286	ADA 3ª	8,45	0,08	0,29	83,3	nd	nd	0,044	15,5	0,014	0,84
2.12287	ADA 3ª	8,45	0,52	nd	84,0	nd	nd	0,034	13,4	0,053	1,99
2.12288	ADA 3ª	12,81	0,29	0,10	81,2	nd	0,31	0,065	17,3	0,090	0,30
CS6850	ADA 3ª	12,10	0,15	0,10	86,0	nd	nd	0,017	12,9	0,203	0,27
2.12294	ADA 3ª	15,36	0,30	0,11	82,6	nd	nd	0,052	16,3	0,176	0,47
2.12299	ADA 4ª	11,84	0,09	0,22	84,1	nd	nd	0,060	15,4	0,094	0,05
2.12300	ADA 4ª	14,13	0,14	nd	86,8	0,68	nd	0,54	11,1	0,237	0,39
CS6849	ADA 4ª	14,21	0,13	0,24	88,1	nd	nd	0,050	10,4	0,166	0,99
2.12250	ADA 4ª	14,00	0,37	0,08	83,3	nd	nd	0,024	16,1	nd	0,14

CUADRO 10. SEMISES DE OSCA DEL REINADO DE TIBERIO

Tipología

3ª emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR DIVI AVG F AVGVSTVS. Reverso: II VIR OSCA y alrededor M AEL MAXVMO Q AEL PROCVLO. Cronología: ant. 15 aC.

4ª emisión. Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR DIVI AVG F AVGVSTVS. Reverso: V OSCA V y alrededor HOSPITE ET FLORO II VIR. Cronología: post. 15 aC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12292	ADA 3ª	4,06	0,64	0,14	82,9	nd	nd	0,061	15,2	0,017	1,08
CS6853	ADA 3ª	4,98	1,24	0,18	77,1	nd	tr	0,071	20,8	0,028	0,58
2.12301	ADA 4ª	6,27	0,28	0,14	86,1	nd	nd	0,039	13,2	0,187	nd
2.12302	ADA 4ª	4,44	0,23	0,24	87,6	nd	nd	0,037	10,2	0,072	1,60

CUADRO 11. CUADRANTES DE OSCA DEL REINADO DE TIBERIO

Tipología

Anverso: cabeza de Tiberio hacia la derecha, TI CAESAR AVG P M. Cronología: incierta.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12303	ADA 4ª	2,09	0,17	0,03	83,2	nd	nd	0,029	16,0	0,031	0,58
2.12304	ADA 4ª	3,41	0,26	0,06	79,5	nd	nd	0,040	19,2	0,033	0,92

CUADRO 12. ASES DE OSCA DEL REINADO DE CALÍGULA

Tipología

1ª emisión. Anverso: cabeza de Calígula hacia la derecha, C CAESAR AVG GERM PM TR POT COS. Reverso: jinete hacia la derecha, G TARRACINA P PRISCO II VIR V V OSCA II VIR. Cronología: ant. 38 dC.

2ª emisión. Anverso: cabeza de Calígula hacia la derecha, C CAESAR AVG GERM PM TR POT COS. Reverso: OSCA y alrededor G TARRACINA P PRISCO II VIR VRBS VICT. Cronología: ant. 38 dC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
CS6840	ADA 1 ^a	12,50	0,22	0,21	85,0	nd	nd	0,032	14,4	0,143	0,12
CS6857	ADA 1 ^a	13,50	0,39	0,11	84,4	nd	nd	0,019	15,0	0,095	nd
2.12306	ADA 1 ^a	16,00	0,05	0,18	86,7	nd	nd	0,041	12,9	0,080	0,05
2.12310	ADA 1 ^a	12,65	0,28	0,32	85,0	nd	nd	0,029	13,3	0,094	nd
2.12311	ADA 1 ^a	16,35	0,29	0,34	81,2	7,20	nd	0,050	3,24	0,761	6,89
2.12317	ADA 2 ^a	11,95	0,08	0,36	81,9	17,3	nd	0,020	0,296	0,037	nd
2.12318	ADA 2 ^a	9,25	0,07	0,29	79,2	20,3	nd	0,017	0,050	0,032	nd
2.12319	ADA 2 ^a	10,70	0,04	0,29	80,2	19,4	nd	0,017	0,054	0,031	nd

CUADRO 13. SEMISES DE OSCA DEL REINADO DE CALÍGULA

Tipología

Anverso: cabeza de Calígula hacia la derecha, C CAESAR AVG GERM PM TR POT COS. Reverso: V OSCA V y alrededor G TARRACINA P PRISCO II VIR. Cronología: ant. 38 dC.

<i>N. Inv.</i>	<i>Emisión</i>	<i>Peso</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>
2.12314	ADA 1 ^a	5,70	0,12	0,15	86,1	nd	nd	0,026	13,3	0,100	0,08
2.12315	ADA 1 ^a	4,15	0,37	0,25	85,8	nd	nd	0,016	12,1	0,065	1,37

VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

Monedas de plata ibéricas y romanas

El conjunto se encuentra formado por 44 denarios ibéricos (cuadro 1) y 9 denarios de época romana (cuadro 5). Los elementos seleccionados para la cuantificación son plata (Ka), cobre (Ka), plomo (LB) y oro (La). El hierro y el níquel generalmente están ausentes en la plata o tienen valores tan bajos que resultan poco representativos. El bismuto suele detectarse a veces, pero no podemos cuantificarlo por carecer de patrones de referencia para este elemento. En función del tiempo de adquisición y de las condiciones de trabajo es factible establecer un límite de detección para el plomo en la línea LB de 0,1 %; los valores denominados como *tr* señalan la presencia del ele-

mento en una proporción cercana pero inferior a dicho límite que no es posible cuantificar con exactitud, mientras que la indicación *nd* significa que no es posible detectarlo, aunque ello no excluye que pudiera encontrarse presente en proporciones más bajas a las del límite de detección. Estos mismos criterios son aplicables al oro, con la salvedad de que el límite de detección en este caso queda fijado en 0,15 %.

Las impurezas de plomo y de oro son frecuentes en los objetos de plata antiguos, y en ningún caso los valores detectados alcanzan lo que se puede considerar como adición intencionada o aleación del fundidor. Todos los valores que toman estos dos elementos son explicables por el tipo de plata empleado y por la técnica de copelación utilizada para su obtención y refinado habituales en la época, y que en ocasiones se muestra poco refinada, como señalan algunos contenidos de plomo que superan el 1,5 %. En el caso del oro su presencia es bastante irregular en las monedas ibéricas, y es detectado tan sólo en el 25 % de los análisis, mientras que en todos los denarios romanos excepto en uno aparece este elemento, aunque la muestra estadística es demasiado pequeña para establecer valoraciones. No obstante, esta diferencia en el modelo de impurezas de oro en la plata puede resultar significativa y quizás esté señalando un cambio en la utilización de recursos de materia prima o en el modo de manipular y refinar el metal entre ambos períodos que habría de estudiarse con mayor profundidad mediante el análisis de series más amplias de monedas.

En cuanto al contenido de cobre, su presencia obedece en todos los casos a una adición intencionada con el fin de ajustar el valor a las necesidades del momento, oscilando las cifras entre el 2 % y el 12 % para los denarios ibéricos y entre el 2 % y el 10 % para los denarios romanos. Ante la imposibilidad de ordenar cronológicamente la serie ibérica sólo podemos suponer que los cambios en la composiciones son debidas a circunstancias político-económicas concretas, seguramente no lineales. Es decir, no se trataría de un proceso de devaluación continuo que permitiera asignar necesariamente una mayor antigüedad a las de mayor pureza, pero tampoco hay que descartarlo. A pesar de la variación se observa que la tendencia general se agrupa dentro del intervalo 6-8 % de cobre, incluyendo el 52,3 % de las monedas, aunque el 82 % de las mismas se encuentren en el rango del 5-10 % de cobre.

La serie romana, mucho más corta, impide obtener una distribución ajustada de los valores, aunque el rasgo más destacado en comparación con la serie ibérica es la mayor frecuencia (50 %) de aleaciones con porcentajes de cobre inferiores al 5 % o, dicho de otro modo, son monedas con una mejor ley de plata, lo que coincide con los resultados de otros análisis realizados sobre denarios romanos republicanos. P. Serafin Petrillo, al ocuparse del contenido de plata de denarios de varias cecas ibéricas, *Emporion*, *Ausesken*, *Kese*, *Ikalosken*, *Arsaos*, *Barskunes*, *Belikion*, *Iltirta*, *Sekia*, *Sesars*, *Turiasu*, *Arekorata*, *Konterbia*, *Oilaunes*, *Sekobirikes*, puso ya de manifiesto el alto contenido de plata de los de *Bolskan* y de los romanos. Comparando la composición de monedas procedentes de las áreas del noreste, valle del Ebro y la Meseta, comprueba que los mayores porcentajes de

plata (+ 96 %) se dan en la primera zona, seguida de la del valle del Ebro y la Meseta, por este orden (Serafin Petrillo 1988, p. 161-167).

En suma, el porcentaje de plata contenido en los denarios ibéricos (cuadro 1) es bastante elevado, oscilando entre los valores 97,89 % y 87,23 %, con adiciones —y no en todas las monedas— de plomo, entre 12,03 % la que más y 2,93 % en el otro extremo. La composición de los denarios de Domicio Calvino (cuadro 5) es parecida a la de los denarios ibéricos: una proporción de plata notable —entre 96,81 % y 45,67 %—, valor este último que corresponde al denario núm. 2.12201, con un 53,56 % de cobre, por lo que debe tratarse probablemente de un denario forrado.

Hay un denario ibérico donde se invierten estos valores habituales: 90,25 % de cobre, 9,73 % de plata y nada de plomo. En efecto, el denario inventariado con el número CS4661 nos muestra otra realidad sobre los métodos de devaluación o alteración del valor del metal, ya que se trata de una moneda deliberadamente adulterada por el emisor. En ella se emplea la técnica de depleción, que consiste en enriquecer superficialmente el contenido de plata mediante la eliminación química del cobre como metal menos noble, consiguiendo un aspecto exterior plateado a partir de cospeles con bajo contenido en plata (< 10 % Ag). Este tipo de actuación no resulta tan excepcional, puesto que otras monedas de esta misma ceca, en una serie analizada para un trabajo de investigación de Gema Sejas, hallamos una situación similar, e incluso entre los denarios de Domicio Calvino analizados encontramos otro caso (núm. 2.12201), aunque conserva mayor cantidad de plata en superficie que el ejemplar ibérico. La detección de este tipo de monedas es relativamente fácil debido al desgaste sufrido y a un proceso de corrosión diferencial distinto del que presentan las monedas de plata, lo que permite observar superficies porosas e irregulares y oquedades de color cobrizo con la ayuda de una simple lupa, todo ello como consecuencia de la eliminación selectiva del cobre en superficie. Aunque el tratamiento con ácidos depletores solía hacerse antes de acuñar el cospel y el golpe del cuño tiende a regularizar la superficie porosa por deformación mecánica de la capa superficial, la circunstancia de que el cobre y la plata son dos metales insolubles (no se alean) hace que los numerosos huecos dejados por el cobre eliminado no se puedan disimular totalmente con la acuñación, particularmente en ciertas zonas del relieve de la moneda.⁷

Monedas ibéricas de bronce

Además de los elementos químicos ya mencionados para las monedas de plata, se han analizado Sn(K β), Fe(K α), Ni(K α), Zn(K α), As(K β) y Sb(K α).

7. Para más información sobre esta técnica de plateado véanse los interesantes trabajos de King, Hedges 1974, p. 189-200, y La Niece, Craddock 1993.

Se han analizado 34 monedas, de las cuales 23 corresponden a ases (cuadro 2), 5 a semises (cuadro 3) y 6 a cuadrantes (cuadro 4). Es interesante hacer notar, ya de entrada, que el conjunto de las aleaciones detectadas no muestran signo alguno de normalización estricta, ni relacionada con los tipos en sí ni, desde luego, con el supuesto valor monetar. La imposibilidad de ordenar cronológicamente las emisiones no permite saber si esa variación composicional obedece a una intención clara del emisor o si, por el contrario, el valor del material (los componentes metálicos de la liga) está tan por debajo o lo suficientemente por debajo del valor de cambio que carece de interés el esfuerzo de la normalización del *aes*. Aquí no sólo la aleación sino la variación de los pesos deberían ser sometidos a un estudio más minucioso. En particular, conviene decir que los estudios ponderales alcanzarían su máximo valor y representatividad si se tuviera en cuenta la aleación de cada pieza numismática, ya que el valor de coste del material viene dado por el peso y el precio de las sustancias que lo forman. Estos factores son especialmente importantes en las acuñaciones de metales preciosos.

En primer lugar, y dentro de la variabilidad, hay que señalar la existencia de dos monedas de cobre (el as núm. 2.2645 y el cuadrante núm. 2.2733). El metal del cuadrante, a pesar de llevar una proporción de plomo de 2,7 %, podría considerarse como un cobre reciclado. La presencia de un 0,4 % de estaño avala la idea de una colada obtenida al amortizar (refundir) objetos de cobre entre los que habría algún bronce plomado. En particular, no tiene ningún sentido metalúrgico desperdiciar un 0,4 % de estaño, puesto que nada perceptible añade a las cualidades mecánicas del metal que ha de ser acuñado. Existe también un semis (núm. 2.2728) que, con el 1,9 % de estaño y el 1,2 % de plomo, debería considerarse, como en el caso anterior, un cobre reciclado producto de una amortización de metal, ya que cantidades tan bajas de esos elementos aportan poco beneficio a la liga y, desde luego, apenas cambian el color del metal. El resto de monedas, treinta, son bronces que, excepto el as núm. 2.2639, presentan porcentajes de plomo por encima del 3 % y por tanto son bronces ternarios plomados. La proporción de estaño y de plomo oscila notablemente, de manera que pueden presentarse tanto en cantidades semejantes como en proporciones superiores e inferiores el uno respecto del otro, independientemente del porcentaje en que se encuentren. Los valores del estaño muestran un recorrido menor, con un agrupamiento central en el intervalo 8-12 % de estaño, excepcionalmente superando el 15 % de estaño y con presencia de algunos bronces pobres ($\text{Sn} < 5 \%$). El plomo, en cambio, registra una mayor oscilación en sus contenidos extremos, que en determinados casos superan el 25 % de plomo, tanto en ases y semises como en cuadrantes.

El comportamiento descrito para las aleaciones de esta ceca es similar al detectado por Olcina, Ripollès (1987-1988), en la ceca de *Saitabi*, y confirma el comentario de los autores sobre la ausencia de una normativa en la aleación y la desconexión entre el valor nominal y el intrínseco de las monedas ibéricas. Más

información analítica puede encontrarse en otras contribuciones de Ripollès, Abascal (1995) y Abascal, Ripollès, Gonzalbes (1996).⁸

Monedas de bronce romanas

Las monedas analizadas corresponden a los emperadores Augusto (28) (cuadros 6, 7, 8), Tiberio (23) (cuadros 9, 10, 11) y Calígula (10) (cuadros 12, 13). Vistas en su conjunto se observan dos probables diferencias con respecto a las monedas ibéricas antes comentadas. La primera es la menor participación de aleaciones ternarias con plomo, excepto en tres casos: el cuadrante de Augusto núm. 2.12207, con el 28 % de plomo, sin ningún tipo de duda aleado, el as de Augusto núm. 2.12253 y el as de Tiberio núm. 2.12274, que presentan porcentajes de plomo más bajos, el 3 % y el 4 %, respectivamente. Sin embargo, no conviene establecer generalizaciones con tan pocos datos. El as publicado por Chaves (1978, p. 342), es también un bronce binario de cobre y estaño.

La segunda diferencia se refiere a los contenidos de estaño, que, aunque no sean totalmente uniformes y en determinadas piezas puedan resultar ligeramente sobrevalorados en el análisis por el efecto de la patina, a pesar de la limpieza y los factores de corrección aplicados, muestran un valor medio más elevado (14,96 % de Sn) que las ibéricas (9,43 % de Sn). Esta mayor proporción media es debida, por un lado, a que en el conjunto analizado no hay monedas con menos del 6 % de estaño, mientras que sí las hay entre las acuñaciones de *Bolskan*, y a que 51 de las 53 monedas con aleación binaria Cu-Sn tienen un porcentaje superior al 10 % de estaño. Entre la época de Augusto y la de Tiberio no se aprecia una diferencia significativa en el valor medio, 14,9 % de estaño y 15,4 % de estaño, respectivamente. Sin embargo, la serie de bronces de Calígula, más homogénea, baja ligeramente ese contenido medio (13,7 % de Sn).

Si comparamos el valor del cobre entre ambos grupos de monedas encontramos un contenido medio en época ibérica de 76,6 % de cobre, frente al 83,7 % de cobre de las monedas romanas; es decir, que el aumento en el contenido medio de estaño no compensa totalmente la ausencia de plomo en estas aleaciones romanas, que resultan más ricas en cobre pero, al mismo tiempo, más caras de coste, pues es el estaño el aleado de mayor precio.

8. En los análisis publicados en los dos trabajos citados encontramos una curiosa irregularidad que consiste en los altos contenidos sistemáticos de arsénico en las composiciones determinadas, con independencia de la época de acuñación y de la localización geográfica. Resultan poco creíbles tales tasas sistemáticas de arsénico en las aleaciones de base cobre de las épocas prerromana, romana y posteriores, en las que, según nuestra experiencia, el arsénico toma valores erráticos generalmente bajos (del orden de algunas décimas de tanto por cien o menores) o no se detecta; sólo excepcionalmente alcanza valores por encima del 1 %. Por lo demás, el resto de elementos principales y mayoritarios reflejan cifras coherentes.

El menor uso de aleaciones ternarias en las emisiones de esta ceca durante la época altoimperial reflejaría, de confirmarse, una tendencia diferente a la de otras cecas peninsulares contemporáneas, donde se sigue aleando el plomo generosamente, como indican los análisis publicados por Chaves (1978); Olcina, Ripollès (1987-1988), y Abascal, Ripollès, Gonzalbes (1996). Se demuestra que la composición básica en *Oscá* es cobre y estaño, en tanto que lo más habitual en otras acuñaciones hispanas es una composición de cobre más plomo y estaño: el cobre en una banda entre 83 % y 72 %, el plomo entre 20 % y 10 % y el estaño entre 12 % y 6 %.

Otro aspecto interesante detectado es la utilización del oricalco (o latón), una aleación de cobre con zinc⁹ en algunas monedas de época de Calígula (cuadro 12). La moneda catalogada con el núm. 2.12311 tiene un contenido relativamente bajo de zinc (7,2 %) y bastante plomo (6,9 %). Las otras presentan porcentajes de zinc en torno al 20 %, ligeramente más bajos que los detectados en los oricalcos de este mismo período analizados por Caley (1964, p. 77-91). Las implicaciones que el uso de este tipo de aleación, de un costo elevado,¹⁰ tienen sobre la aplicación de las reformas monetales romanas en la península desde Augusto, es un tema que debe estudiarse con más detalle tras el análisis de series más amplias de ésta y otras cecas. F. Chaves ya puso de manifiesto que en *Italica* no se había aplicado la reforma del año 23 aC. que preconizaba sestercios y dupondios de oricalco, de 27,3 g y 13,65 g, respectivamente, dado que en todos los ejemplares estudiados el estaño fue el elemento utilizado en la aleación, mientras que estaba ausente el zinc (Chaves 1973, p. 77 y s.).

Si analizamos las monedas de Calígula por emisiones, se observa que la composición de la primera emisión es fundamentalmente binaria, la proporción de cobre oscila entre 86,74 % y 79,23 % y el estaño entre 15,03 % y 3,24 %. Conviene fijarse en los resultados de los ejemplares de la segunda emisión, donde la proporción de cobre es, respectivamente, de 81,94 %, 79,23 % y 80,16 %, dando el zinc valores altos, 17,31 %, 20,30 % y 19,40 %, es decir, el contenido que es habitual

9. Las monedas de latón resultaban más atractivas a los ciudadanos por su aspecto exterior, semejante a las de oro. No obstante, el latón constituía una aleación que implicaba un proceso complejo de obtención, ya que era preciso hacerla por difusión del zinc en el cobre, y el zinc no fue preparado en forma metálica por los romanos a causa de su volatilidad. Fueron artesanos metalúrgicos de Asia Menor quienes lo introdujeron a comienzos del primer siglo aC. Los romanos lo incorporaron a la fabricación de las monedas hacia el 45 aC. Veán al respecto Caley 1964, p. 92-95, que reúne las escasas referencias literarias; Plinio y Dioscorides, que contribuyen a conocer el proceso de obtención del oricalco para las monedas romanas. Cfr. también Burnett, Craddock, Preston 1979, p. 263-268, y Craddock, Burnett, Preston 1980, p. 53-64, donde los autores exponen su tesis sobre el tema a través de una muestra de monedas de cecas del Mediterráneo oriental analizadas por el Department of Coins and Medals y el Research Laboratory del British Museum, e insisten en Cowell, Craddock, Pike, Burnett 2000, p. 670-677. En otro orden de cosas estos temas han recibido tratamiento en Villaronga 1974, p. 103-112, y Carter, Buttrey 1977, p. 49-65. Por su parte, Carter, Razi 1989, p. 221, también han valorado la presencia del zinc en las monedas neronianas.

10. Hay que pensar que el valor intrínseco del oricalco solía ser dos veces el del bronce. La reforma augustea establecía en 1:12:320 la ratio entre el oro, la plata y el oricalco, con lo que los pagos realizados en este metal proporcionarían pingües beneficios al estado.

en los sestercios y dupondios desde la reforma de Augusto, entre un 25 % y un 20 %; sin embargo, si nos fijamos en el peso y módulo de estas mismas piezas estaríamos ante ases más que dupondios.¹¹

El estudio del modelo de impurezas de antimonio en las series de época romana posibilita distinguir una tendencia diferente entre lo que acontece en las emisiones de Augusto y las posteriores de Calígula y Tiberio. Mientras que sólo un tercio de las monedas de Augusto llevan algo de antimonio, y cuando lo hacen son contenidos casi siempre muy bajos, inferiores al 0,03 %, en casi todas las monedas posteriores se detecta este elemento y normalmente en cantidades superiores a las cuantificadas en época de Augusto (> 0,03 % de Sb), resultando una media de 0,10 % de Sb. Dar una explicación a este hecho observado no resulta fácil, pero podría estar sugiriendo cambios en el origen o la naturaleza de las materias primas utilizadas para preparar las aleaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- | | |
|--------------------------------------|--|
| Abascal, Ripollès,
Gonzalbes 1996 | ABASCAL, Juan Manuel; RIPOLLÈS, Pere Pau; GONZALBES, Manuel. «Varia metallica (I): anàlisi de monedes antigues, medievals i modernes». <i>Acta Numismàtica</i> , núm. 26 (1996), p. 17-51. |
| Barrandon, Callu,
Brenot 1977 | BARRANDON, J. N.; CALLU, Jean Pierre; BRENOT, C. «The Analysis of Constantinian Coins /A.D. 313-40) by non-destructive Californium 252 Activation Analysis». <i>Archaeometry</i> , núm. 19 (2) (1977), p. 173-186. |
| Burnett, Craddock,
Preston 1979 | BURNETT, Andrew M.; CRADDOCK, Paul T.; PRESTON, Keneth. «New light on the origins of orichalcum». <i>International Congress of Numismatic</i> [Bern], núm. 9 (1979), p. 263-268. |
| Caley 1964 | CALEY, Earle R. <i>Orichalcum and related ancient alloys</i> . Nueva York, 1964. |
| Campo 2000 | CAMPO, Marta. «La ceca de Emporion: consideraciones técnicas y metalográficas». <i>XII Internationa-</i> |

11. Contrástense los resultados de análisis de monedas de Ilici por Llorens 1987, p. 61-64, que reflejan el 83-62 % de bronce, 20-10 % de plomo y 12-6 % de estaño. Parecida proporción consigue la misma autora en Carthago Nova, Llorens 1994, p. 91-94. El resultado de nuestros análisis matizaría la opinión de la autora respecto de que en el reinado de Calígula talleres como Caesaraugusta y Carthago Nova aplicaron la reforma de Augusto mientras que Osca, Acci y Bilbilis siguieron emitiendo exclusivamente monedas de bronce. Otras evidencias en la misma línea sobre monedas de Calagurris, Celsa, Turiaso, Bilbilis y Caesaraugusta están disponibles en Martín Gil 1995, p. 130; Parrado 1995, p. 107-128; Olcina, Ripollès 1987-1988, p. 422 y s., y RPC 1992 passim.

- ler *Numismatischer Kongress Berlin 1997*. Berlín: Staatliche Museen zu Berlin, 2000, p. 185-193.
- Campo, Mora Serrano 2000 CAMPO, Marta; MORA SERRANO, Bartolomé. «Aspectos técnicos y metalográficos de la ceca de Malaca». *Actas del IV Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos, Cádiz 1995*. Cádiz, 2000. p. 461-470.
- Carter 1964 CARTER, Giles F. «Preparation of Ancient Coins for Accurate X-Ray Fluorescence Analysis». *Archaeometry*, núm. 7 (1964), p. 98-107.
- Carter, Buttrey 1977 CARTER, Giles F.; BUTTREY, Theodore V. «Chemical composition of copper-based roman coins, II: Augustus and Tiberius». *MN*, núm. 22 (1977), p. 49-65.
- Carter, Booth 1984 CARTER, Giles F.; BOOTH, Matthew M. «X-Ray Fluorescence analysis of Koper-Base Coins». *Problems of Medieval Coinage in the Iberian Area*. Santarem, 1984. p. 49-69.
- Carter, Razi 1989 CARTER, Giles F.; RAZI, Hossein. «Chemical composition of Copper-Based Coins of the Roman Republic, 217-31 B.C.». *Advances in Chemistry Series*, núm. 220 (1989), p. 213-230.
- Condamin, Picon 1964 CONDAMIN, Jeanne; PICON, Maurice. «Étude de quelques problèmes analytiques propres aux monnaies antiques (argent, cuivre)». *RN*, VI Serie, t. VI (1964), p. 69-89.
- Condamin, Picon, Cope 1972H. CONDAMIN, Jeanne; PICON, Maurice; COPE, Lewis «The metallurgical analyses of Roman Imperial silver and aes coinage». En: HALL, Edward Thomas; METCALF, David Michael [ed.]. *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage*. Londres: The Royal Numismatic Society, 1972. p. 3-47.
- Cowell, Craddock, Pike, Burnett 2000 COWELL, M. R.; CRADDOCK, Paul T.; PIKE, A. W. G.; BURNETT, Andrew M. «An analytical survey of Roman provincial copper-alloy coins and the continuity of brass manufacture in Asia Minor». En: KLUGE, Bernd; WEISSER, Bernhard [ed.]. *XII Internationaler Numismatischer Kongress Berlin 1997, Akten-Proceedings*. Berlín, 2000. p. 670-677.
- Craddock, Burnett, Preston 1980 CRADDOCK, Paul T.; BURNETT, Andrew M.; PRESTON, Keneth. «Hellenistic copper-base coinage and the origins of brass». *British Museum Occasional Papers*, núm. 18 (1980), p. 53-64.

- Chaves 1973 CHAVES, Francisca. *Las monedas de Itálica*. Sevilla, 1973. p. 77 y ss.
- Chaves 1976 CHAVES, Francisca. «Las monedas de Acci». *Numisma*, núm. 138-143 (1976), p. 141-158.
- Chaves 1978 CHAVES, Francisca. «Nuevas aportaciones al estudio metalográfico y metrológico de las cecas de época imperial en la Ulterior». *Numisma*, núm. 150-155 (1978), p. 337-357.
- Chaves, Gómez-Tubio 1999 CHAVES, Francisca; GÓMEZ-TUBIO, Blanca. «Nuevos datos acerca de la composición metálica de monedas hispanas: el caso de Gades». *Mélanges Claude Domergue, Pallas*, núm. 50 (1999), p. 313-325.
- Chaves, Pliego, Gómez-Tubio, Respaldiza 1999 CHAVES, Francisca; PLIEGO, Ruth; GÓMEZ-TUBIO, Blanca; RESPALDIZA, Miguel Ángel. «Análisis metalográficos de monedas procedentes de cecas púnicas del Norte de África y del sur de la Península Ibérica». *RBN*, CXLV (1999), p. 199-214.
- Domínguez-Arranz 1979 DOMÍNGUEZ-ARRANZ, Almudena. *Las cecas ibéricas en el Valle medio del Ebro*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, 1979.
- Domínguez-Arranz 1991 DOMÍNGUEZ-ARRANZ, Almudena. *Medallas de la Antigüedad. Las acuñaciones ibéricas y romanas de Osca*. Huesca: Ayuntamiento de Huesca, 1991.
- Domínguez-Arranz 2002 DOMÍNGUEZ-ARRANZ, Almudena. «La fabricación de las monedas ibéricas». Inexplicablemente el título original «Nuevos datos en relación con la composición metálica de las monedas oscenses» fue modificado en la publicación de las Actas por el que se indica. *XI Congreso Nacional de Numismática*. Zaragoza, 2002, pp. 53-63.
- Domínguez-Arranz 2003 DOMÍNGUEZ-ARRANZ, Almudena. «La expresión del sacerdocio en las monedas cívicas de Hispania: el poder de las imágenes». *III Encuentros Peninsulares de Numismática Antigua*. Sevilla, 2003, p. 159-175.
- Domínguez-Arranz, Escudero, Lasa 1996 DOMÍNGUEZ-ARRANZ, Almudena; ESCUDERO, Francisco; LASA, Carmelo. *El patrimonio numismático del Ayuntamiento de Huesca*. Huesca: Ayuntamiento de Huesca, 1996.
- Ingo 1994 INGO, G. M. «Microstruttura chimica delle monete di bronzo puniche: primi resultati». *RStF*, XXII, 2 (1994), p. 201-218.

- King, Hedges 1974 KING, C. E.; HEDGES, R. E. M. «An analysis of some third-century roman coins for surface silvering and silver percentage of their alloy content». *Archaeometry*, núm. 16 (2) (1974), p. 189-200.
- La Niece, Craddock 1993 LA NIECE, Susan; CRADDOCK, Paul T. [ed.]. *Metal Plating and Patination. Cultural, technical and historical developments*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993.
- Llorens 1987 LLORENS, María del Mar. *La ceca de Ilici*. Valencia: Generalidad de Valencia, 1987.
- Llorens 1994 LLORENS, María del Mar. *La ciudad de Carthago Nova: las emisiones romanas*. Murcia: Universidad de Murcia, 1994.
- Martín Gil 1994 MARTÍN GIL, José. «Estudio del análisis metalográfico en el Museo de Zamora». *IX Congreso Nacional de Numismática (Elche, 1994)*. Madrid, 1995. p. 129-130.
- Olcina, Ripollès 1988 OLCINA, Pelegrín; RIPOLLÈS, Pere Pau. «Análisis metalográficos de las cecas de Saitabi, Ilici y Carthago Nova». *Saguntum*, núm. 21 (1987-1988), p. 417-426.
- Parrado 1995 PARRADO, María Soledad. «Análisis metalográfico en el monetario del Museo de Zamora». *IX Congreso Nacional de Numismática (Elche, 1994)*. Madrid, 1995, p. 107-128.
- Ripollès 1992 RIPOLLÈS, Pere Pau. «Nous análisis metal.ográfics: Untikesken, Kese y Saguntum». *Saguntum*, núm. 25 (1992), p. 133-137.
- Ripollès, Abascal 1995 RIPOLLÈS, Pere Pau; ABASCAL, Juan Manuel. «Metales y aleaciones en las acuñaciones antiguas de la Península Ibérica». *Saguntum*, núm. 29 (1995), p. 131-155.
- Ripollès, Abascal 1998 RIPOLLÈS, Pere Pau; ABASCAL, Juan Manuel. «Varia metallica (II): análisis de monedas antiguas». *Acta Numismàtica*, núm. 28 (1998), p. 33-52.
- Ripollès, Muñoz, Llorens 1993 RIPOLLÈS, Pere Pau; MUÑOZ, Juan; LLORENS, María del Mar. «The original number of dies used the Roman Provincial Coinage of Spain». *Actes du IIème Congrès International de Numismatique (Bruselles, 8-13 septembre 1991)*. Lovaine-la-Neuve, 1993, p. 315-324.

- Ripollès, Llorens 2002 RIPOLLÈS, Pere Pau; LLORENS, María del Mar. *Arse-Saguntum. Historia monetaria de la ciudad y su territorio*. Sagunto: Bancaja, 2002.
- RPC 1992 BURNETT, Andrew M.; AMANDRY, Michel; RIPO-LLÈS, Pere Pau. *Roman Provincial Coinage*, Volumen I: *From the death of Caesar to the death of Vitellius (44 BC-AD 69)*. Parte I: *Introduction and Catalogue*. Parte II: *Indexes and Plates*. Londres; París, 1992.
- RPC 1998 BURNETT, Andrew M.; AMANDRY, Michel; RIPO-LLÈS, Pere Pau. *Roman Provincial Coinage*. Londres; París, 1998. Supplement I.
- RPC 1999 BURNETT, Andrew M.; AMANDRY, Michel; CARRADICE, Ian. *Roman Provincial Coinage*. Vol. II: *From Vespasian to Domitians (AD 69-96)*. Parte I: *Introduction and Catalogue*. Parte II: *Indexes and Plates*. Londres; París, 1999.
- Serafin Petrillo 1988 SERAFIN PETRILLO, Patrizia. «Sul contenuto argenteo di alcune serie ispaniche». *Bolletino di Numismatica*, núm. 11 (1988), p. 161-167.
- Schweizer 1972 SCHWEIZER, F. H. «Analysis of Ancient Coins Using a Point Source Linear X-ray Spectrometer: A Critical Review». En: HALL, Edward Thomas; METCALF, David Michael [ed.]. *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage*. Londres: The Royal Numismatic Society, 1972. p. 153-169.
- Villaronga 1974 VILLARONGA, Leandro. «Sestercios y dupondios de cobre de Augusto y Tiberio en Hispania». *QT*, núm. 103 (1974), p. 103-112.