

PELEGRÍN OLCINA *
PERE PAU RIPOLLÉS **

Análisis metalográficos de las cecas de Saitabi, Ilici y Carthago Nova

El conocimiento de la composición metalográfica de las acuñaciones ibéricas e hispano-romanas se encuentra todavía en una fase muy preliminar, por cuanto que son muy reducidos los talleres para los que han sido efectuados este tipo de análisis. Por el momento la mayor parte de las pruebas realizadas y publicadas se refieren a los talleres hispano-romanos de la Bética¹, aun cuando son bastante numerosas las cecas, especialmente hispano-romanas, que tienen planteadas una serie de incógnitas sobre el valor de las monedas que únicamente el análisis metalográfico puede resolver y clarificar las apreciaciones que hasta ahora estaban fundamentadas en la intuición o en la observación del aspecto externo².

¹ Los análisis metalográficos de algunos talleres de la Bética han sido publicados por Fca. Chaves "Nuevas aportaciones al estudio metalográfico y metrológico de las cecas de época imperial en la Ulterior" *Numisma* 150-155, 1978, pp. 337-357; *Ibíd*, *La Córdoba hispano-romana y sus monedas*, Sevilla, 1977, pp. 114-115; *Ibíd*, *Las monedas hispano-romanas de Carteia*, Barcelona 1979, pp. 85-86. Otro taller para el que se conocen resultados de análisis metalográficos es Calagurris: M. Ruiz Traperó, *Las acuñaciones hispano-romanas de Calagurris*, Barcelona, 1968, p. 129.

² Un ejemplo de ello podría ser la moneda de Saguntum, Vives 124-1, que con un peso medio de 13,55 g. (L. Villaronga, *Las monedas de Arse-Saguntum*, Barcelona, 1967, pp. 134-136.) podría tener el valor de un dupondio si el metal fuese oricalco, sin embargo todavía no se conocen análisis metalográficos de este tipo de moneda por lo que la duda no ha sido todavía resuelta. Para este tipo de valores elevados véase: L. Villaronga, "Sestercios y dupondios de cobre de Augusto y Tiberio en Hispania", *Quaderni Ticinesi*, 1974, pp. 103-112, donde se enfatiza la existencia de dudas en torno a su valor, especialmente en lo referente a la diferenciación entre dupondios y ases.

* Departament de Química-Física. Universitat de València.

** Departament d'Arqueologia. Universitat de València.

Las monedas cuyos análisis presentamos en este trabajo proceden en su mayor parte de la colección numismática de la Biblioteca de la Universitat de València, de la colección del Departament de Arqueologia de la misma Universitat y en algún caso de la col. privada Franch, de València. La elección de los talleres de Saitabi, Ilici y Carthago Nova se debe a la ignorancia que tenemos sobre el contenido metálico de sus monedas, al amplio margen cronológico que cubren y al deseo de esclarecer, documentar y corroborar algunas apreciaciones que hasta ahora no han sido convenientemente comprobadas.

El método utilizado es el de fluorescencia de rayos X y los resultados obtenidos pueden considerarse representativos³, aunque no proporcione la composición global actual. La sistemática del proceso consiste en lanzar contra la muestra los rayos primarios de una fuente de rayos X (nosotros utilizamos un tubo de anticátodo de wolframio) que producen una radiación fluorescente secundaria, la cual debidamente colimada incidirá sobre un cristal analizador de constante reticular específica (fluoruro de litio en nuestro caso). Las distintas longitudes de onda de la radiación secundaria sufren diferentes difracciones sobre este cristal, proporcionales al ángulo y a la longitud de onda. Recibidas estas nuevas radiaciones difractadas por un detector que gira sobre un goniómetro, que está unido a un sistema electrónico amplificador, se registran en un diagrama que permite reconocer los elementos por la posición de los picos y la cantidad relativa por la altura de los mismos.

La identificación de los elementos por sus picos se hace mediante el uso de tablas, pero una vez identificados (como es el caso de nuestras monedas, cuyas aleaciones no pueden ser excesivamente variadas) preferimos realizar los espectrogramas de los distintos componentes y así comparar con cada una de las mezclas.

Para la valoración cuantitativa hemos analizado químicamente algunas de las aleaciones al mismo tiempo que realizábamos sus espectrogramas. La concentración de cada elemento se deduce comparando las intensidades

³ Sobre el método de análisis metalográfico con fluorescencia de rayos X y sobre otros procedimientos de análisis, véase: J. Bermúdez, *Teoría y práctica de la espectroscopía de rayos X*, Madrid-Buenos Aires-México, 1967. E.T. Hall y D.M. Metcalf (ed.), *Methods of Chemical and Metallurgical Investigation of Ancient Coinage*, London, 1972. J. Condamine, "Analyse des monnaies antiques par des méthodes non destructives. Signification des résultats", *Numismatique Antique, Problèmes et Méthodes*, Nancy-Louvain, 1975, pp. 109-124.

de las radiaciones detectadas (alturas de pico) siempre que las mezclas sean más o menos similares (efecto de matriz), para lo cual trazamos familias de curvas de calibrado que recojan a los grupos de aleaciones más parecidas.

En los resultados que ofrecemos debe tenerse en cuenta los inconvenientes que este método conlleva, especialmente cuando se trata de analizar monedas de bronce, cobre u oricalco, ya que sus superficies pueden presentar alteraciones que modifiquen en una pequeña proporción el contenido cuantitativo de cada uno de los elementos que intervienen en la aleación.

La única precaución que hemos tenido en cuenta ha sido el limpiar previamente las monedas en un baño jabonoso agitado por ultrasonidos, para evitar la presencia de arenas o polvo, adherido por materias grasas, lo que absorbería parte de la intensidad de las radiaciones o presentaría elementos extraños a la aleación.

Los efectos de rugosidad superficial no presentan variaciones apreciables en los resultados. La existencia de formaciones oxidadas, dado que la fluorescencia no distingue el tipo de compuesto metálico, no es un problema crítico. Peor solución tiene la acción de una corrosión selectiva, en que el ataque del medio, a lo largo de tantos años, ha eliminado alguno de los componentes metálicos de la aleación en toda la superficie de la moneda, hasta una profundidad indeterminada, pero a la que los rayos X no alcancen o bien produzcan una excitación inferior a la que originarían si estudiásemos el interior de la pieza, cosa imposible pues supondría su destrucción previa.

Por otro lado, ha sido inevitable el tener que analizar monedas provistas de pátinas, que obviamente han sido respetadas, como consecuencia de la reducida posibilidad de elección que hemos tenido. No obstante, se ha procurado elegir las monedas que presentaban una superficie menos alterada.

Los resultados que se han obtenido de los análisis son los siguientes:

A.- Saitabi

La muestra que ha sido analizada del taller de Saitabi no incluye ejemplares de todas las emisiones porque la disponibilidad de monedas lo ha impedido, produciéndose, en consecuencia, ausencias significativas, como es el caso de la emisión Vives XX-1, acuñadas en el último tercio del siglo II a.C., que esperamos poder analizar en un futuro.

Las monedas analizadas se fechan a mediados del siglo II a.C. (Vives XX-2 y 3) y durante la primera mitad del siglo I a.C. (Vives XX-9 y 10).

Colección	N.º Cat.	Cu	Pb	Sn	Zn	Fe	Ni	Ref. Bibl.
Dpto. Arq.	174	90	10	2		0,5	0,5	V. 20-2
Dpto. Arq.	175	66	18	16		0,5		V. 20-2
BUV	154	56	30	15		1		V. 20-2
BUV	155	75	15	10				V. 20-2
BUV	156	75	20	5		0,5	0,5	V. 20-2
BUV	157	72	18	9		0,3		V. 20-2
BUV	158	64	25	10		0,3	0,5	V. 20-2
BUV	159	72	20	8		1	0,5	V. 20-2
BUV	160	84	11	4		0,7	0,2	V. 20-2
BUV	161	81	12	5		1,5		V. 20-2
BUV	166	70	15	6	1	1	1	V. 20-9
BUV	167	82	10	9			0,5	V. 20-9
BUV	169	70	20	8		0,7	0,2	V. 20-9
BUV	170	90	7	3				V. 20-3
BUV	171	80	14	6		0,5	0,5	MAN 2447

Cuadro I. Composición metalográfica de las monedas de la ceca de Saibabi ⁴.

En todas ellas los análisis revelan la utilización de una aleación ternaria de cobre, plomo y estaño, dentro de la cual el cobre participa con el porcentaje más elevado que, con una amplia variación, oscila entre el 56 y el 90%; el plomo es el segundo elemento cuantitativamente más importante con un porcentaje que va del 7 al 30%, y finalmente el estaño aparece en proporciones inferiores, entre el 2 y el 16%. Junto a estos elementos aparecen casi invariablemente impurezas de hierro, siempre inferiores al 1,5%, y de níquel, por debajo del 1%. Tan sólo en un caso ha podido ser documentada la presencia de zinc, también en una proporción mínima, 1%, debiendo considerarse como una excepción no sólo en las monedas de Saibabi, sino también en el resto de monedas analizadas de otros talleres ⁵, ya se trate de acuñaciones ibéricas o hispano-romanas.

⁴ El número de catálogo de las monedas de la Biblioteca Universitaria de València (BUV), corresponde al inventario que de ellas realizó R. Arroyo, *El numario de la Universidad de Valencia*, Valencia 1984.

⁵ Véanse los resultados de los análisis publicados en los trabajos citados en la nota 1, donde se podrá comprobar que únicamente aparecen trazas de zinc.

El reducido número de análisis realizados sobre emisiones ibéricas proporciona resultados muy dispares. Así por ejemplo, el espectrograma de una moneda de kalakorikos ⁶ revela un contenido de 99% de cobre, repartiéndose el resto entre un buen número de elementos dentro de los cuales el que alcanza el valor más elevado es el plomo con 0,4%. También se conocen algunos análisis de Carteia ⁷, del período republicano, en los que en algunos casos se documenta una abusiva utilización del plomo, mayor que la que se da en Saitabi, ya que en algunas monedas este elemento alcanza valores superiores al 40%, llegando incluso hasta el 55%.

La mayor proporción de plomo ⁸ en relación con el estaño dentro de las aleaciones ternarias es frecuente no sólo en las emisiones ibéricas ⁹, sino también en las romanas ¹⁰, explicándose esta práctica, en parte, por el mayor coste del estaño ¹¹.

De todos los análisis conocidos, que por el momento son escasos y cubren un número muy reducido de talleres, se desprendería la ausencia de una normativa en la aleación, aplicable al ámbito de las cecas peninsulares, y la desconexión del valor nominal de las monedas de bronce en relación con su valor intrínseco, ya que, tal y como se ha puesto de manifiesto, las monedas muestran una enorme variabilidad en el contenido de los tres elementos más importantes, que son el cobre, el plomo y el estaño.

⁶ M. RUIZ TRAPERO, *Las acuñaciones ...*, *op. cit.*, p. 129, moneda n.º 2. Este resultado debe ser manejado con prudencia ya que se trata de un único análisis y no sabemos si la composición metálica documentada corresponde a la norma o a la excepción.

⁷ FCA. CHAVES, *Las monedas hispano-romanas de Carteia*, *op. cit.*, p. 86.

⁸ Debe tenerse presente que los análisis metalográficos realizados mediante fluorescencia de rayos X proporcionan un mayor contenido de plomo en la superficie que en el interior, por lo que el porcentaje original de este elemento, en las aleaciones ternarias de cobre, estaño y plomo, debió ser en la realidad menos rico, J. Condamin, "Analyse des monnaies..." *op. cit.*, p. 122 y fig. 9. También para el estaño se documenta un enriquecimiento de su porcentaje en la superficie, aunque suele ser inferior al que se obtiene para el plomo, J. Condamin, *op. cit.*, p. 119 y fig. 5.

⁹ En opinión de A.M. Burnett, P.T. Craddock y K. Preston, "New light on the origins of orichalcum", *Actes du 9.º Congrès International de numismatique*, Berne, 1979, Louvain-la-Neuve-Luxembourg, 1982, p. 263, nota n.º 2, el elevado contenido de plomo es una característica particular de las acuñaciones del Mediterráneo occidental.

¹⁰ M. H. CRAWFORD, *Roman Republican Coinage*, Cambridge, 1974, pp. 574-576.

¹¹ M. H. CRAWFORD, *Roman ...*, *op. cit.*, p. 572.

B.- Ilici

Colección	N.º Cat.	Cu	Pb	Sn	Fe	Ni	Ag	Ref.Bibl.
Franch	VI-16	75	20	8	x		0,5	V. 133-4
BUV	40 f	83	10	6	0,2	0,5	0,2	V. 133-4
BUV	51 b	80	15	6	1			V. 133-4
BUV	64 a	72	15	12				V. 133-4
Franch	102 c	99			1			V. 133-10
BUV	115 a	99			1			V. 133-10
BUV	128 g	99			1			V. 133-10
Dpto. Arq.	IX-1	99,5			0,5			V. 133-11
BUV	152 h	98			1,5		0,5	V. 133-13
BUV	XI-15	97,5			2		0,5	V. 133-13

Cuadro II. Composición metalográfica de las monedas de la ceca de Ilici ¹².

Una de las cuestiones más importantes que resuelven los análisis metalográficos, en relación con las acuñaciones alto imperiales de carácter provincial, es la de la identificación de los distintos valores de las monedas, atendiendo a la inclusión o no de zinc en la aleación. Durante el reinado de Augusto, este emperador reforma las acuñaciones de bronce ¹³, acuñándose ases, semis y cuadrantes de cobre puro y dupondios y sestercios de oricalco (aleación de cobre y zinc) ¹⁴. La enorme variabilidad de los pesos e incluso el elevado peso standard con que fueron acuñados algunos ases de ciertos talleres hispano-romanos, plantean dudas acerca del valor

¹² El número de catálogo de estas monedas corresponde al estudio de M.M. Llorens Forcada, *La ceca de Ilici*, València, 1987, pp. 61-64, en la cual se comentan estos mismos análisis y los de Cartago Nova.

¹³ R. G. CARSON, "Roman coinage metal and coin production", *Q.T.* X, 1981, p. 39, este autor incluye los semis dentro de las acuñaciones en oricalco. M.H. Crawford, *Coinage and Money under the Roman Republic*, London, 1985, p. 258, J.B. Giard, *Catalogue des monnaies de l'Empire Romain, I, Auguste*, París, 1976, p. 6, incluye el semis en ambos tipos de metales, el cobre y el oricalco.

¹⁴ Sobre este tipo de aleación véase: E.R. Caley, *Orichalcum and related ancient alloys*, New York, 1964. A.M. Burnett, P.T. Craddock y K. Preston, "New light ...", *op. cit.*, pp. 263-268.

con el que éstos circularon y de si realmente se adaptaron a la normativa de aleaciones y pesos establecida por Augusto para las emisiones oficiales romanas.

En el taller de Ilici no existían dudas, al menos fundadas, sobre el valor de cada una de las monedas que emitió, ya que la inexistencia de pesos elevados e incluso de coloración externa, alejaba cualquier sospecha sobre su posible identificación. Sin embargo, la coloración rojiza de los ases de Tiberio sí que dejaba entrever que entre las acuñaciones de Augusto y de Tiberio se había producido un cambio sustancial en el tipo de aleación utilizada.

En las emisiones acuñadas durante el reinado de Augusto, los análisis revelan una composición ternaria de cobre, plomo y estaño, en la que los valores porcentuales del cobre se mantienen dentro de una banda bastante uniforme, del 72 al 83%. La proporción de plomo, que oscila entre el 10 y el 20%, es en todos los casos superior a la del estaño¹⁵, que oscila entre el 6 y el 12%. Esta aleación ternaria, que ha sido también documentada en las acuñaciones de Saitabi, es la usual en la mayor parte de los talleres hispano-romanos, aunque en algunos casos también se conocen aleaciones binarias de cobre y plomo o de cobre y estaño. Únicamente conocemos una excepción, que no sigue la aleación ternaria o binaria, se trata de un cuadrante de la Colonia Romula¹⁶, compuesto en un 100% de cobre, con trazas de otros elementos. En este caso, como en el de kalakorikos¹⁷, su carácter unitario impide comprobar si esta composición es una norma generalizada, pues es la única moneda del período de Augusto que se ha analizado de aquel taller.

Las acuñaciones pertenecientes al período de Tiberio reducen considerablemente el número de elementos. Estas emisiones son de cobre casi puro, ya que en todos los casos el porcentaje de este metal es superior al 97,5% y el resto está formado por impurezas de níquel y hierro, que por otro lado son habituales en la mayor parte de los análisis efectuados.

¹⁵ El mayor contenido de plomo en relación con el estaño en las aleaciones ternarias no es una norma, ni mucho menos generalizada, ya que el predominio de esta relación se invierte en el caso de los análisis que se conocen para la ceca de Calagurris (M. Ruiz Trapero, *Las monedas...*, *op. cit.*, p. 129), Ehora (Fca. Chaves, "Nuevas aportaciones ...", *op. cit.*, p. 341) e incluso en algunas monedas de la Colonia Patricia (Fca. Chaves, *La Cordoba...* *op. cit.*, p. 114). Véase también sobre el plomo lo dicho en la nota 8.

¹⁶ FCA. CHAVES, "Nuevas aportaciones ..." *op. cit.*, p. 342, tabla 4, n.º 7A.

¹⁷ Véase la nota 6.

Parece evidente que la producción del taller de Ilici, aunque con retraso, se adecúa a la reforma monetaria llevada a cabo por Augusto, ya que sigue el tipo de aleación de las acuñaciones oficiales romanas. Este cambio en la aleación de las emisiones no es un hecho generalizado en los talleres hispano-romanos que acuñan durante el reinado de Tiberio, ya que mientras las monedas de la Colonia Romula¹⁸ ofrecen unos resultados similares a los de Ilici, los análisis de Calagurris¹⁹ revelan el mantenimiento de la aleación ternaria de cobre, plomo, y estaño, con porcentajes similares a los que se registran en las acuñaciones efectuadas durante el reinado de Augusto.

C.- Carthago Nova

Colección	N.º Cat.	Cu	Pb	Sn	Zn	Fe	Ni	Ag	As	Sb	Ref.Bibl.
BUV	319	99				1					V. 130-5
BUV	332	80	16	2	1		2	0,5	1	1	V. 130-10
BUV	358	80	12	6							V. 130-17
BUV	368	70	23	6		0,3	1	0,5			V. 131-5
BUV	371	78	12	10		0,5					V. 131-6
BUV	359	76	10	16	X	0,7					V. 131-8
BUV	361	78	10	12		0,2					V. 131-8
BUV	362	76	16	10		1		0,5			V. 131-8
Dpto. Arq.	284	85	10	8							V. 131-12
BUV	339	85	12	5		1					V. 131-10
BUV	340	80	16	8		0,5	3	1			V. 131-10
BUV	341	75	16	12		1	1,5	1			V. 131-10
BUV	342	75	15	10		1,5					V. 131-10
BUV	344	80	10	10		0,1					V. 131-12
BUV	345	80	12	6		1	0,5	0,5			V. 131-12
BUV	346	80	12	8		0,5	1				V. 131-12
BUV	352	78	16	6		0,5	0,5		0,2		V. 131-12
BUV	354	80	12	8		1					V. 131-12
BUV	356	85	6	6		0,7					V. 131-12
BUV	399	99				1					V. 132-8

Cuadro III. Composición metalográfica de las monedas de la ceca de Carthago Nova²⁰.

¹⁸ FCA. CHAVES, "Nuevas aportaciones ...", *op. cit.*, p. 342, tabla 4.

¹⁹ M. RUIZ TRAPERO, *Las monedas ...*, *op. cit.*, p. 129, monedas n.º 24 y 27.

²⁰ Véase la nota 4.

El tercer y último taller que ha sido objeto de los análisis que presentamos es el de Carthago Nova. Han sido estudiadas 20 monedas de las que, según la cronología hasta ahora aceptada²¹, corresponden 1 a un momento anterior al reinado de Augusto, 18 a este emperador y 1 al período de Calígula.

La única moneda analizada, fechada con anterioridad al año 27 a.C., es casi totalmente de cobre (99%), por lo que se aparta de la composición ternaria que en esta época parece ser habitual. No obstante nos encontramos de nuevo con un único caso analizado por lo que es prematuro aventurarse a derivar de ella cualquier tipo de conclusión que no sea la de evidenciar su existencia, aun cuando no sea posible determinar su frecuencia.

Las emisiones del período de Augusto corresponden en todos los casos a aleaciones ternarias de cobre, plomo y estaño. De estos elementos el cobre entra a formar parte de la aleación con unos porcentajes que oscilan entre el 72 y el 85%, el plomo entre el 6 y el 16% y el estaño entre el 2 y el 16%. Aunque el margen de porcentajes entre el plomo y el estaño es más o menos similar, la proporción del primero es casi siempre superior a la del segundo.

De entre las monedas analizadas del período de Augusto, las que corresponden a la emisión de los atributos sacerdotales (Vives 131-10 a 12) ofrecen un particular interés por estar inmersas dentro de una antigua discusión sobre su pertenencia al taller de Carthago Nova²² o al de Ilici²³, en función, sobre todo, de la estrecha proximidad tipológica de los retratos de Augusto que aparecen en ambas acuñaciones. La composición de estas acuñaciones (Vives 131-10 a 12) con las de Ilici del período de Augusto (Vives 133-4) revela una gran similitud, si no una extrema identidad, concretamente las monedas 40 f, 51 b y 64 a, de Ilici, con las n.º 284 y 339-356, de Carthago Nova, tanto en los porcentajes de los elementos principales como en las impurezas.

Esta similitud y la que se desprende de la ejecución del grabado de los anversos, e incluso el trazado de las letras, que es idéntico en ambas,

²¹ A. BELTRÁN, "Sobre las antiguas monedas hispánicas y especialmente de Carthago Nova", *Numisma* 2, 1952, pp. 9-40.

²² A. BELTRÁN, "Sobre las antiguas ..." *op. cit.* pp. 9-40. Véase el comentario que sobre esta cuestión se hace en P.P. Ripollès, "Fuentes Numismáticas, A. La moneda ibérica e hispano-romana", *Arqueología del País Valenciano: panorama y perspectivas*, Alicante, 1985, p. 315.

²³ G. K. JENKINS, "Carthago Nova or Ilici", *M.N.* VIII, pp. 71-74.

podría hacer creer que la emisión pertenece a la colonia de Ilici. Sin embargo, existe otra posible explicación que podría aclarar todas estas afinidades y similitudes y consiste en el hecho de que hubiesen sido acuñadas por el mismo taller y los cuños grabados por un mismo artesano, que por otro lado también estuvo trabajando para la ceca de Celsa²⁴ y de ahí el que algún investigador²⁵ atribuyera la emisión Vives 131-10 a 12 a Celsa. Con todo ésta es una cuestión que requiere un estudio en profundidad y no es éste el lugar ni el momento adecuado para ello.

El análisis que resta de este taller corresponde a una moneda del reinado de Calígula. De su composición, 99% de cobre y 1% de hierro, cabe deducir la implantación del sistema monetario de Augusto, aunque la ausencia momentánea de análisis relativos a las emisiones de Tiberio nos impiden comprobar si, como cabe suponer, el proceso de cambio de las acuñaciones de bronce a las de cobre, más o menos puro, se inicia ya durante el reinado de Tiberio.

²⁴ Nos referimos a la emisión de los magistrados L. Baccio y Man. Festo, Vives 161- 2 y 3.

²⁵ M. GRANT, *From Imperium to Auctoritas*, Cambridge, 1946. p. 212.