

Análisis mediante Fluorescencia de Rayos-X Dispersiva en Energía (EDXRF) de denarios de Adriano y el problema del enriquecimiento superficial en la moneda de plata

*Carmen Delegido **, *Pere Pau Ripollès **, *Clodoaldo Roldán ***

RESUMEN

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos en el análisis EDXRF de 50 denarios emitidos durante el reinado de Adriano (117-138 d.C.), a nombre del propio emperador, de la emperatriz Sabina, de Elio César y de Antonino César todos ellos pertenecen al tesoro de Lliria, compuesto por 5.990 monedas de plata.

Los valores obtenidos son elevados para el periodo cronológico acotado, los cuales están asociados a un enriquecimiento en la superficie de la moneda. Las monedas pudieron haber estado sometidas a un enriquecimiento superficial, por lo que los usuarios percibirían básicamente su apariencia externa y sería muy difícil distinguir pequeñas alteraciones de la calidad de la aleación.

ABSTRACT

EDXRF analysis of Hadrian's denarii and the question of surface enrichment of the silver coinage

In this paper we present the results obtained from EDXRF analysis of 50-denarii issued during Hadrian's reign (117-138 A.D.) by the Emperor himself, by the Empress Sabina, by Aelius Caesar and Antoninus Caesar. All of the coins belong to the Lliria hoard consisting of 5,990 silver coins.

The values obtained are high for the mentioned chronological period, and are associated with the enrichment of the coin surface. The coins could have been subjected to superficial enrichment in their external appearance, making a difference that users would notice, whereas minor changes in the quality of the alloy would be really difficult to distinguish.

* * *

* carmen.delegido@uv.es; ripolles@uv.es. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universitat de València.

** clodoaldo.roldan@uv.es. Instituto de Ciencia de Materiales (ICMUV). Universitat de València.

1. PROPÓSITO DE LOS ANÁLISIS. PRECEDENTES Y ANÁLISIS PREVIOS

El estudio de este tesoro (ESCRIVÀ, MARTINEZ y VIDAL 2001:11-91; ESCRIVÀ, GOZALBES y VIDAL 2005:95-113; DELEGIDO 2011:677-694) ha constituido el proyecto de tesis doctoral de uno de nosotros (C.D.M.) y uno de los apartados está dedicado a la composición de la moneda de plata en cada uno de los reinados representados en el conjunto. Estos análisis⁽¹⁾ los estamos realizando en varias fases, habiendo focalizado ahora la atención en Adriano, partiendo de la base de que es un reinado poco estudiado desde el punto de vista metalográfico, si exceptuamos el trabajo de WALKER (1977) o el más reciente de BUTCHER y PONTING (2012) sobre el denario en el siglo II d.C.

Nuestro objetivo inicial era comprobar si, tal y como exponía D. R. Walker en su trabajo *The Metrology of the Roman Silver Coinage, Part II: from Nerva to Commodus*, la composición porcentual de plata en el denario de este periodo se había mantenido sin cambios, es decir, no se había producido ningún incremento ni ninguna reducción de la misma (WALKER 1977:57-58). Los análisis se efectuaron mediante un espectrómetro portátil de Fluorescencia de Rayos-X Dispersiva en Energía (EDXRF). Partiendo de esta hipótesis, seleccionamos 50 denarios que abarcaran la totalidad del reinado en base a los siguientes requisitos:

1) En la medida de lo posible, debíamos seleccionar denarios que no hubiesen sido analizados previamente por otros investigadores. Hay que decir que el reinado de Adriano no contaba con análisis exhaustivos a excepción del trabajo de D. R. Walker, precisamente porque se considera un periodo de estabilidad económica y política y por lo tanto sin cambios en el sistema monetario.

2) Las piezas debían estar preferentemente desgastadas, para evitar dañar las mejor conservadas, siempre considerando que este desgaste es insuficiente para que aflorara el núcleo de moneda. Es decir, un análisis superficial de estas monedas pone de manifiesto la aleación superficial y no la del núcleo.

3) En relación con lo comentado anteriormente, escogimos 4 denarios del conjunto y procedimos a realizar un leve raspado superficial para no alterar la moneda y comprobar si existía alguna diferencia significativa al comparar los resultados obtenidos en las zonas raspadas y las no raspadas (las raspadas se indican con un asterisco). Los valores de las monedas, primero raspadas y después sin raspar, fueron muy similares (ver tabla 1), por lo que concluimos que este procedimiento no era efectivo para obviar el problema del enriquecimiento superficial de los denarios, ya que el raspado no era lo suficientemente intenso para acceder al núcleo de la moneda. Un raspado más intenso habría provocado alteraciones y desperfectos en las monedas.

⁽¹⁾ Los análisis fueron realizados en el Instituto de Ciencias de los Materiales de la Universidad de Valencia (ICMUV) por el Dr. Clodoaldo Roldán García. Los autores agradecemos la buena disposición y la plena colaboración de la Dra. Helena Bonet y del Dr. Manuel Gozalbes, directora y conservador respectivamente del Museu de Prehistòria de València.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La Fluorescencia de Rayos-X Dispersiva en Energía (EDXRF) es una técnica analítica multielemental, no destructiva y no invasiva ampliamente utilizada en el análisis y caracterización de objetos del Patrimonio Cultural (FERRERO *et al.* 1999; FERRETTI 2000; CESAREO *et al.* 2008). Aplicada a metales aporta información sobre la aleación a nivel superficial, en el sentido que el espesor implicado en el análisis es del orden de micras o, a lo sumo, de decenas de micras. Los resultados analíticos son generalmente representativos de la aleación utilizada siempre que se verifique la ausencia de alteraciones superficiales (pátinas, corrosión,...) o de procedimientos dirigidos a lograr el enriquecimiento superficial de uno o varios elementos de la aleación.

Los componentes que integran el espectrómetro EDXRF portátil utilizado en los análisis no destructivos del *Tesoro de Lliria* son un tubo de rayos-X de baja potencia caracterizado por un ánodo de plata de transmisión que opera a 35kV y 0,1 mA (valores máximos) y un detector SDD (espesor: 0,5 mm; superficie: 25 mm²; ventana de Be: 0,0125 mm) con una resolución de 135 eV (FWHM @ 5,9 keV) y refrigeración termoelectrica. El tubo y el detector están montados sobre un dispositivo mecánico con tres grados de libertad y con una configuración geométrica de 30°. El haz emergente del tubo incide perpendicularmente a la muestra, está colimado a 1 mm de diámetro y es filtrado por una lámina de aluminio de 0.2 mm. El tiempo de medida ha sido de 240 s en cada uno de los análisis realizados.

La calibración del equipo se ha realizado a partir de patrones de referencia de aleaciones Ag-Cu cuyas concentraciones varían entre 55 % y 91 % para la plata y entre 45 % y 9 % para el cobre.

Los espectros EDXRF correspondientes a las monedas analizadas han sido procesados y sus aleaciones cuantificadas mediante el método de parámetros fundamentales implementado en el software WinAxil.

En una primera fase realizamos el análisis de tipo no destructivo sobre las 50 piezas del Tesoro de Lliria, y en una segunda fase, procedimos a cortar un denario desgastado de Adriano y adquirido por compra a una casa numismática, con el fin de acceder al núcleo de la pieza mediante un análisis de tipo destructivo, con lo cual, podíamos comparar los resultados obtenidos a partir de dos técnicas distintas y valorarlos en relación con los datos obtenidos por D. R. Walker por un lado, y K. Butcher y M. Ponting, por otro.

Dicho esto, empezaremos explicando los resultados obtenidos en el análisis EDXRF efectuado a las 50 piezas de Adriano. Este examen nos proporcionó unos valores bastante elevados, superando la mayoría de piezas estudiadas el 90 % de plata en su composición metálica, lo cual no era ni mucho menos lo esperable para este periodo cronológico que nos ocupa. Es necesario realizar aquí un paréntesis para explicar cuáles deberían ser los valores normales para las aleaciones de este reinado.

Gracias a los estudios más recientes de K. Butcher y M. Ponting conocemos la evolución del contenido porcentual de plata en los denarios romanos imperiales desde el Principado de Augusto

(24 a.C.-14 d.C.) hasta el de Septimio Severo (193-211 d.C.). Estos investigadores emplearon una combinación de diferentes técnicas de análisis sobre monedas antiguas para conocer su composición: “inductively-coupled plasma atomic emission spectrometry” (ICP-AES) y “atomic absorption spectrometry” (AAS), “multi-collector plasma induced mass spectrometry” (MC-PIMS) para los isótopos de plomo y una combinación de “scanning electron” y microscopía óptica para las investigaciones estructurales. Hay que recalcar que realizaron los análisis a partir de muestras extraídas del núcleo monetario, es decir, efectuando una perforación de unos pocos milímetros de diámetro hasta acceder al núcleo y extrayendo una reducida cantidad de aleación. Con anterioridad solamente contábamos con el trabajo de referencia de D. R. Walker, publicado en tres volúmenes: el primero abarca el periodo Augusto – Domiciano y data del año 1976, el segundo incluye la etapa Nerva – Cómodo y se fecha en el año 1977, y el tercer volumen se inicia con el reinado de Pértinax y concluye en el de Uranio Antonino, publicado en 1978. Este trabajo presenta el inconveniente anteriormente comentado: D. R. Walker utilizó como técnica de análisis la Fluorescencia de Rayos X, por lo que sus resultados eran sólo representativos de las aleaciones de las capas superficiales obviando el hecho de un enriquecimiento superficial de la aleación diferente a la del núcleo de la moneda.

Como el reinado que aquí tratamos es el del emperador Adriano, vamos a exponer brevemente la evolución del porcentaje de plata presentes en los denarios producidos en la ceca de Roma ⁽²⁾ desde Augusto hasta Adriano. Así pues, comenzamos con la dinastía Julio-Claudia. El primero de los emperadores, Augusto, emitió moneda de plata con un contenido porcentual de plata comprendido entre el 99,5 % y el 100 %, es decir, con un altísimo grado de pureza, y sus sucesores inmediatos, Tiberio (14-37 d.C.), Calígula (37-41 d.C.) y Claudio (41-54 d.C.) simplemente mantuvieron el estándar de plata empleado por Augusto (BUTCHER y PONTING 2012:558, fig. 1). Fue el último de los Julio-Claudios, Nerón (54-68 d.C.), quien iniciaría el proceso de devaluación de los denarios en los últimos años de su reinado, siendo conocida dicha manipulación de la aleación de los denarios como “Reforma monetaria del año 64 d.C.” ⁽³⁾ (con anterioridad había acuñado, como sus predecesores, moneda de plata con un alto contenido porcentual de plata, entre el 99 % y el 100 %) (BUTCHER y PONTING 2012:560, fig. 3). A partir de esta fecha, los denarios contendrían alrededor del 80 % de plata (BUTCHER y PONTING 2012:560, fig. 3 y fig. 4), con lo cual, la devaluación del denario fue considerable, ya que se redujo entre un 19-20 %. No obstante, al final de su reinado emitió gran cantidad de denarios con una elevada pureza, alrededor del 90 % de plata (BUTCHER y PONTING 2012:561-562; MACDOWALL 1979:34, issue 3b).

Posteriormente, durante el periodo de Guerras Civiles (68-69 d.C.) en que se sucedieron en poco tiempo tres emperadores, se emitieron enormes cantidades de denarios con contenidos porcentuales

⁽²⁾ Los 50 denarios estudiados de Adriano fueron todos producidos en la ceca de Roma, con lo cual, no vamos a considerar las emisiones producidas en otras cecas imperiales.

⁽³⁾ Existe una extensa bibliografía sobre la reforma monetaria de Nerón: KENNER 1878; SOUTZO 1898; SYDENHAM 1916; SAVIO 1972; DONOVAN 1978; KUNISZ 1978; MACDOWALL 1979; LEVI 1980; LO CASCIO 1980; LIND 2009. Para profundizar en las emisiones monetarias de denarios bajo la dinastía Julio-Claudia, sus cecas de producción y la tecnología empleada, ver el trabajo de BUTCHER y PONTING 2005.

de plata variables. El primer emperador de esta etapa conflictiva, Galba, realizó emisiones de denarios con un 90 % de plata, con lo cual mantuvo la pureza de aquéllos (BUTCHER y PONTING 2012:562, fig. 5). El segundo príncipe, Otón, efectuó tres emisiones con diferente contenido porcentual de plata: las dos primeras emisiones mantuvieron el estándar empleado por Galba (90 %), pero en la tercera emisión redujo la pureza de plata del denario hasta el 80 % (BUTCHER y PONTING 2012:563, fig. 6; BUTCHER, PONTING y MUONA 2009:307-314). El siguiente emperador, Vitelio, simplemente continuó las emisiones de denarios con un 80 % de plata (BUTCHER y PONTING 2012:563-564, fig. 7).

Por lo que respecta a la dinastía Flavia (69-96 d.C.), su fundador, Vespasiano (69-79 d.C.), continuó acuñando denarios con el estándar de plata introducido por Nerón en el año 64 d.C., alrededor del 80 % (BUTCHER y PONTING 2012:563-564, fig. 8), y lo mismo haría su primer hijo y sucesor Tito (79-81 d.C.). En cambio, el segundo hijo de Vespasiano y último emperador de la dinastía Flavia, Domiciano (81-96 d.C.), sí que introdujo nuevas modificaciones en el contenido porcentual de plata de los denarios a lo largo de su reinado: durante su primer año de mandato, el 81 d.C., mantuvo el 80 % de plata, pero inmediatamente llevó a cabo su primera reforma en el año 82 d.C., con la que incrementó el porcentaje de plata hasta el 98 %, con lo cual recuperaba el estándar del periodo Augusto-Claudio. Este nuevo estándar se mantuvo hasta los años 85-86 d.C., cuando tuvo lugar una segunda reforma que redujo el contenido porcentual de plata hasta el 90 %, el mismo estándar que los últimos denarios emitidos por Nerón (BUTCHER y PONTING 2012:566, fig. 10). Para más información sobre la producción monetaria del reinado de Domiciano ver el trabajo de CARRADICE (1983).

Siguiendo el orden cronológico marcado, llegamos a la dinastía Antonina (96-192 d.C.). El primer emperador, Nerva (96-98 d.C.) no efectuó ninguna modificación y continuó las emisiones monetarias de denarios con un 90 % de plata (BUTCHER y PONTING 2012:566). Su sucesor, Trajano (98-117 d.C.), mantuvo el estándar de Domiciano (90 % de plata) durante los dos primeros años de reinado, pero en el año 100 d.C. lo redujo hasta el 80 % (BUTCHER y PONTING 2012:566; WOYTEK *et al.* 2007 demostraron que, efectivamente, la reforma monetaria de Trajano tuvo lugar en el año 100 d.C., y no en el 107 d.C. como se había asumido tradicionalmente a partir del trabajo de Walker 1977).

Llegados a este punto, retomemos el Principado de Adriano, el núcleo de este estudio.

Investigadores como WALKER (1977) y DUNCAN-JONES (1994:101, 224, 227) consideraban que durante el reinado de Adriano no se había producido ningún cambio significativo en el estándar de plata del denario y que, por lo tanto, había continuado empleando el primer estándar de Nerón. No obstante, BUTCHER y PONTING (2012:70, tabla 2)⁽⁴⁾ han demostrado recientemente que las emisiones de Adriano presentaban contenidos porcentuales de plata que oscilaban entre el primer estándar neroniano (80 %) y valores inferiores, por encima del 70 %. De manera resumida, según

⁽⁴⁾ Para su estudio sometieron a análisis 82 denarios: 2 del año 117 d.C., 9 del año 118 d.C., 16 de los años 118-123/125 d.C., 18 de los años 123/125-128 d.C., 5 de los años 128-132 d.C., 3 de los años 132-134/135 d.C. y 29 de los años 134/135-138d.C.

los análisis de K. Butcher y M. Ponting, en el año 117 d.C. el estándar empleado fue el que utilizó su predecesor Trajano en los últimos años de su reinado (76,30 %); al año siguiente Adriano redujo el contenido porcentual de plata (71,40 %) pero durante un breve periodo de tiempo ⁽⁵⁾, ya que entre los años 118-123/125 d.C. volvió a emplear un estándar más elevado (75,40 %); entre los años 123/125-128 d.C. el denario experimentó una nueva reducción, siendo su estándar similar al utilizado en el primer año de reinado (73,30 %); para el periodo 128-132 d.C. se recuperó el estándar empleado por Trajano (76,80 %) y entre los años 132-134/135 d.C. se mantuvo igual (76 %); finalmente, entre los años 134/135-138 d.C. incrementó por última vez el estándar de los denarios (78,90 %) (BUTCHER y PONTING 2012:70-72, tabla 2).

No obstante, estas oscilaciones en el contenido porcentual de plata en los denarios debieron ser inapreciables para la mayor parte de la ciudadanía, la cual manipulaba diariamente emisiones monetarias antiguas y nuevas ⁽⁶⁾.

Conviene subrayar que los análisis que D.R. Walker efectuó en 367 denarios de Adriano proporcionaron valores promedios que oscilaban entre el 87 % y el 89,50 % de plata ⁽⁷⁾, por lo tanto, superiores a los valores promedios obtenidos por K. Butcher y M. Ponting, como acabamos de ver. Ahora bien, decíamos al principio de este artículo que los resultados que nosotros obtuvimos del análisis mediante EDXRF en la superficie del anverso monetario de las 50 piezas pertenecientes al *Tesoro de Lliria* eran más elevados, por encima del 90 % de plata en 41 de ellas, concretamente (ver *tabla 2* y *gráfico 1*). De hecho, son valores incluso más elevados que los que obtuvo D.R. Walker en el año 1977, a pesar de que él también empleó, la Fluorescencia de Rayos-X (ver *gráfico 1*). Debemos agregar además que hay incluso un denario acuñado a nombre de la emperatriz Sabina en el periodo 134-138 d.C. cuyo contenido porcentual asciende al 97,38 % (ver *fig. 2*), valor éste que sí que está presente de manera habitual en los denarios de los primeros Julio-Claudios y se extiende hasta la reforma monetaria de Nerón, como hemos indicado con anterioridad. Es necesario incidir en que este denario no presenta ningún elemento diferenciador del resto del conjunto analizado, siendo su peso de 3,20 g, por tanto, dentro de los parámetros normales, ya que hay piezas con un peso mayor pero con un porcentaje de plata inferior. Asimismo, hemos comprobado en el trabajo de referencia para la moneda romana imperial, *The Roman Imperial Coinage (RIC)*, vol. II, que la pieza encaja en el estilo de las monedas emitidas a nombre de Sabina en lo que se refiere al retrato, la iconografía de reverso y las leyendas ⁽⁸⁾, y no hemos hallado

⁽⁵⁾ BUTCHER y PONTING (2012:70, nota 28) creen que pudo ser una solución temporal a las dificultades financieras del *aerarium* en ese año.

⁽⁶⁾ BUTCHER y PONTING (2012:72) concluyen que las devaluaciones temporales del denario no fueron superiores al 6-7%, por lo que se puede deducir que no respondían a ningún tipo de estrés financiero, sino simplemente al deseo de obtener beneficios a base de ahorrar un porcentaje de metal en la producción monetaria.

⁽⁷⁾ De estos 367 denarios hay un elevado número de ellos que proporcionaron valores por encima del 90 % e incluso del 95 % de plata, ver gráfico 2.

⁽⁸⁾ Dicho denario muestra en el anverso el busto drapeado de la emperatriz, hacia la derecha, con el cabello recogido en una trenza. La leyenda monetaria es SABINA AVGVSTA. Por lo que respecta al reverso, la iconografía muestra a la diosa Venus, de pie hacia la derecha, llevando una manzana en la mano izquierda; la leyenda descriptiva asociada es VENERI GENETRICI, ver ejemplar núm. 39 del catálogo adjunto.

nada extraño en el denario, con lo cual, la explicación para un valor tan elevado debía encontrarse en otra parte.

Luego, si nos centramos en los valores obtenidos por intervalos cronológicos, tampoco observamos las marcadas oscilaciones en el contenido porcentual de plata de los denarios que mencionan K. Butcher y M. Ponting; en el año 117 d.C. ellos obtuvieron un valor promedio de 76,30 % de plata, mientras que nosotros alcanzamos un valor promedio de 90,22 % de plata; en los años 119-122 d.C. obtuvieron un 75,4 % de plata frente a nuestro valor de 91,58 % de plata; en los años 125-128 d.C. obtuvieron un 73,30 % de plata frente a nuestro valor de 91,57 % de plata; en los años 128-132 d.C. adquirieron un 76,80 % de plata, mientras que nosotros alcanzamos el 92,75 % de plata; en los años 132-134 d.C. mantuvieron un valor casi idéntico, 76 % de plata, entretanto nuestro valor obtenido fue del 91,85 % de plata; finalmente, en los años 134-138 d.C. ellos obtuvieron un valor de 78,90 % de plata frente a nuestro valor de 91,91 % de plata. Más aún, insistimos en que el primer paso antes de proceder a la cuantificación de las aleaciones fue realizar diversas calibraciones con aleaciones contrastadas, por lo que los resultados obtenidos creemos que son totalmente válidos, si bien difieren significativamente de los demás.



*Fig. 1. Denario de Adriano con menor porcentaje de plata.
119-122 d.C. Tesoro de Lliria, núm. 612*



*Fig. 2. Denario de Sabina con mayor porcentaje de plata.
134-138 d.C. Tesoro de Lliria, núm. 988*

Cuadro 1. Resultados individuales de los denarios sometidos al raspado superficial

<i>Fecha</i>	<i>Núm. catálogo</i>	<i>% Ag</i>
117 d.C.	572	90,14
117 d.C.	572 raspada	90,94
117 d.C.	573	90,30
117 d.C.	573 raspada	88,73
119-122 d.C.	606	92,10
119-122 d.C.	606 raspada	88,85
119-122 d.C.	612	88,65
119-122 d.C.	612 raspada	88,29

Cuadro 2. Resultados individuales de los análisis EDXRF en el Instituto de Ciencias de los Materiales de la Universitat de València

<i>Fecha</i>	<i>Núm. catálogo</i>	<i>% Ag</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>Peso medio intervalos</i>	<i>Promedio % Ag</i>
117 d.C.	572	90,14	3,32	3,15	90,22
117 d.C.	573	90,30	2,98		
119-122 d.C.	606	92,10	3,00	3,24	91,58
119-122 d.C.	611	91,00	3,34		
119-122 d.C.	612	88,65	3,14		
119-122 d.C.	636	91,72	3,07		
119-122 d.C.	649	93,30	3,10		
119-122 d.C.	653	92,82	3,28		
119-122 d.C.	665	91,00	3,18		
119-122 d.C.	681	91,07	3,50		
119-122 d.C.	687	92,85	3,31		
119-122 d.C.	691	93,00	3,24		
119-122 d.C.	711	92,78	3,12	3,24	91,58
119-122 d.C.	712	89,14	3,16		
119-122 d.C.	713	91,10	3,63		
125-128 d.C.	733	91,56	3,23	3,19	91,57
125-128 d.C.	737	91,10	3,24		
125-128 d.C.	738	93,47	3,08		
125-128 d.C.	739	90,98	3,23		
125-128 d.C.	754	91,55	3,11		
125-128 d.C.	760	92,63	3,17		
125-128 d.C.	765	92,52	3,17		
125-128 d.C.	767	91,92	3,20		
125-128 d.C.	768	90,27	3,12		
125-128 d.C.	769	90,44	3,20		
125-128 d.C.	770	89,83	3,27		
125-128 d.C.	783	92,59	3,28		
128-132 d.C.	992	92,20	3,13	3,10	92,75
128-132 d.C.	995	91,83	3,10		
128-132 d.C.	997	94,23	3,07		

Fecha	Núm. catálogo	% Ag	Peso (g)	Peso medio intervalos	Promedio % Ag
132-134 d.C.	799	91,85	3,30	3,30	91,85
134-138 d.C.	808	92,67	3,02	3,15	91,91
134-138 d.C.	874	90,80	3,01		
134-138 d.C.	875	90,30	3,33		
134-138 d.C.	902	92,93	3,18		
134-138 d.C.	922	90,66	3,16		
134-138 d.C.	977	93,04	3,28		
134-138 d.C.	978	91,12	3,25		
134-138 d.C.	979	92,07	2,44		
134-138 d.C.	986	89,39	3,25		
134-138 d.C.	987	92,13	3,12		
134-138 d.C.	988	97,38	3,20		
137 d.C.	1008	91,41	3,29		
137 d.C.	1010	90,68	2,98		
137 d.C.	1015	92,88	3,45		
137 d.C.	1017	92,20	3,26		
137 d.C.	1018	91,51	2,96		
138 d.C.	1022	93,00	3,31		
138 d.C.	1026	91,63	3,15		
138 d.C.	1027	90,54	3,26		

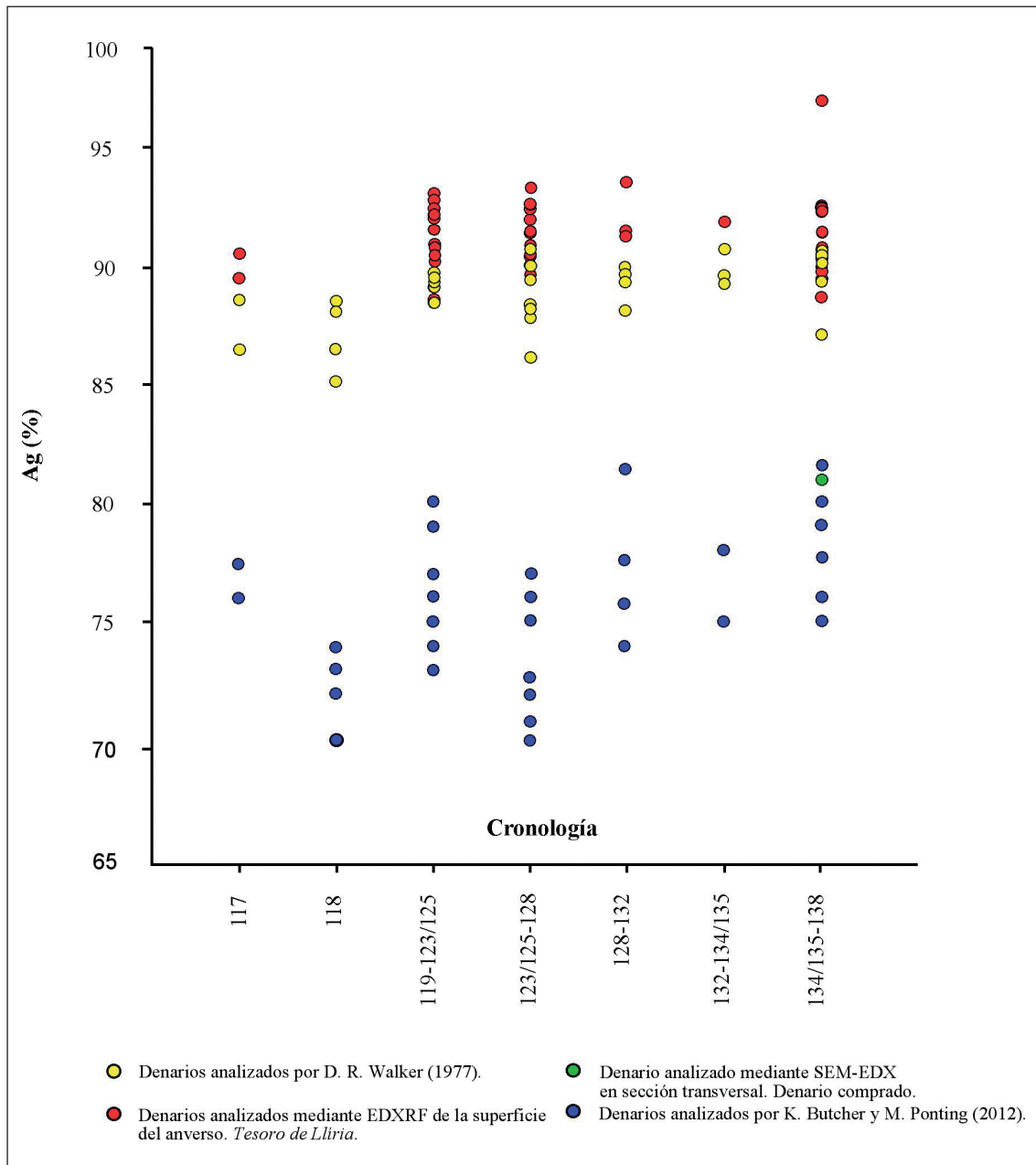
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La conclusión que extrajimos es que, efectivamente, los resultados que habíamos obtenido, a la luz de los recientes estudios de BUTCHER y PONTING (2012), eran demasiado elevados para este periodo. Los posibles motivos eran dos: 1) el enriquecimiento de plata en la superficie monetaria, a pesar de los raspados efectuados en cuatro piezas para descartar este fenómeno 2) un problema de calibración en los análisis. Teniendo en cuenta ambos factores, decidimos efectuar un segundo estudio EDXRF, pero esta vez precisábamos realizar un análisis de tipo destructivo, es decir, partir por la mitad un denario de Adriano para examinar el núcleo y conocer el contenido porcentual real de plata, tal y como hicieron los investigadores mencionados. Como no era posible utilizar uno de los denarios pertenecientes al *Tesoro de Lliria*, adquirimos mediante compra un ejemplar desgastado de Adriano (ver *fig. 3*)⁽⁹⁾. Esto por una parte, y por otra, era necesario corroborar que la calibración de los análisis era correcta. Al no disponer de ningún patrón calibrado de aleación similar a la de las monedas, decidimos emplear dos monedas de plata contemporáneas (s. XIX): la primera era 1 peseta de Alfonso XIII (año 1894), cuyo contenido porcentual de plata es del 83,5 % (valor extraído de KRAUSE y MISHLER 1999:1584) y la segunda era de 5 pesetas de Amadeo I (año 1871), con un porcentaje del 90 % de plata⁽¹⁰⁾. Dicho esto, ahora veamos cómo se procedió al análisis de las tres nuevas piezas de estudio:

⁽⁹⁾ http://img.cgb.fr/images/rome/brm_285691.jpg. Ver ejemplar núm. 51 del catálogo adjunto.

⁽¹⁰⁾ En la moneda de Amadeo I la pureza de plata viene indicada en el reverso monetario: LEY 900 MILESIMAS.40 PIEZAS EN KILOG.

Gráfico 1. Comparación del contenido porcentual de plata en los denarios de Adriano analizados por distintos investigadores



En primer lugar, sobre el denario de Adriano se realizaron cuatro análisis puntuales mediante el espectrómetro EDXRF portátil del ICMUV en el anverso (puntos 1 y 2) y en el reverso (puntos 3 y 4). Los resultados analíticos fueron:

Punto	Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)
#1	90.7	6.08	2.56
#2	91.1	5.86	2.45
#3	91.4	5.35	2.69
#4	93.3	4.47	1.78



Figura 3. Denario de Adriano (134-138 d.C.) sometido a un análisis de tipo destructivo

Después la aleación de la moneda se analizó en superficie mediante SEM-EDX y, posteriormente, se cortó para proceder al análisis estratigráfico en sección transversal de la composición de la aleación.

El análisis mediante SEM-EDX de la superficie del anverso aportó los siguientes datos:

Punto	Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)
#a	91.00	4.20	4.80
#b	90.75	4.17	5.07

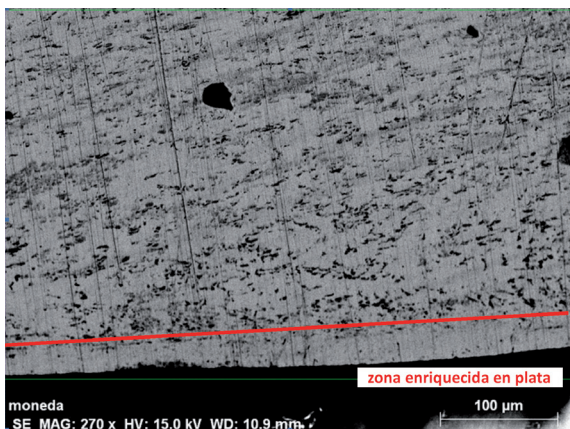
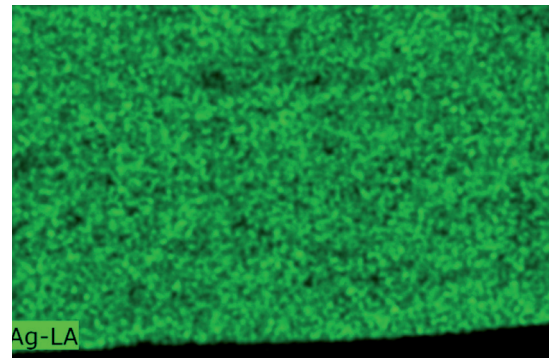
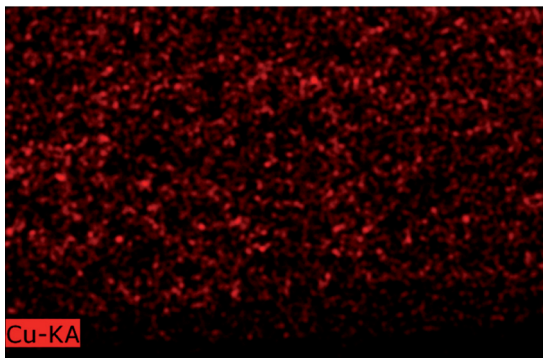


Fig. 4. Análisis en sección transversal: zona interior. Las imágenes de mapping revelan un aumento de Ag en superficie, en detrimento de Cu. Mientras que en el interior ocurre lo contrario (aumento de Cu en relación a Ag)

En cuanto al análisis mediante SEM-EDX en sección transversal, este reveló un núcleo de la aleación en la que la ley de la plata estaba disminuida con respecto a la superficie. Es decir, que se observaba el enriquecimiento superficial de plata del que ya hemos hablado. Los resultados de los análisis en sección transversal fueron los siguientes:

Punto	Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)
#i	70.93	27.03	2.04
#ii	83.43	13.47	3.10
#iii	89.22	8.54	2.24



Figs. 5-6. Análisis en sección transversal: izq.) zona intermedia, dcha.) zona superficial. Las imágenes de mapping revelan un aumento de Ag en superficie, en detrimento de Cu. Mientras que en el interior ocurre lo contrario (aumento de Cu en relación a Ag)

Los valores obtenidos en los análisis de las aleaciones en la sección transversal se aproximan más a los estándares obtenidos por K. Butcher y M. Ponting.

Finalmente, se analizó la aleación de las dos monedas contemporáneas en superficie mediante XRF y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Moneda	Ag (%)	Cu (%)	Pb (%)
Amadeo	91.30	8.43	0.27
Alfonso XIII	87.40	12.10	0.50

La composición porcentual de plata en cada una de las monedas vemos que es ligeramente más elevada que la de la cual partíamos (90 % en la de Amadeo I y 83,5 % en la de Alfonso XIII), pero hemos de considerar que no son patrones de referencia y que desconocemos si las aleaciones son uniformes en todo el volumen de las monedas. De los resultados obtenidos se concluye que: 1) la metodología del estudio ha sido adecuada, 2) las aleaciones obtenidas mediante EDXRF en los 50 denarios pertenecientes al *Tesoro de Lliria* corresponden a las capas exteriores y, por tanto, aportan porcentajes de plata elevados que están asociados a un enriquecimiento superficial de plata. Si consideramos la posibilidad de que dicho enriquecimiento en la superficie fuera ya percibida por los usuarios de la época, podemos admitir la validez de

los resultados, que de manera cuantificada demuestran una práctica que sería habitual en el proceso de fabricación de la moneda de plata. En cambio, los análisis de tipo destructivo aportan información sobre el contenido porcentual de plata en el núcleo monetario, el cual evidentemente no sería apreciado por la práctica totalidad de los usuarios, ya que sólo los más expertos podrían detectar pequeñas variaciones del porcentaje de plata en las aleaciones, no obstante, los análisis efectuados por K. Butcher y M. Ponting son interesantes porque evidencian la política monetaria de la ceca y reflejan asimismo la disponibilidad de plata del Estado en relación con el número de monedas que tenía que acuñar. Tal vez un análisis idóneo sería aquél que permitiera extraer una pequeña muestra que combine el contenido global de la moneda, como la técnica de activación neutrónica, y obtener así la composición de plata de todo el conjunto.

4. CONCLUSIÓN FINAL

Puesto que los análisis que hacemos con EDXRF son superficiales, los resultados que obtenemos corresponden a zonas enriquecidas en plata, por lo que al comparar con otros análisis hay que tener en cuenta esta circunstancia. El enriquecimiento de la superficie se produce porque las velocidades de corrosión de los metales mayoritarios que componen la aleación de los denarios (Cu y Ag) son diferentes, por lo que hay una corrosión preferencial del cobre en la superficie de la moneda y el consiguiente enriquecimiento aparente de la plata, PONTING (2012). Dado que este problema del enriquecimiento de la superficie monetaria es una constante en los análisis de tipo no destructivo, solamente aquellos análisis que permitan acceder al núcleo de la moneda aportarán valores reales sobre el contenido porcentual de plata.

Los análisis mediante EDXRF son compatibles con los que se han realizado mediante SEM (tanto en sección transversal como en superficie). Por tanto, podemos dar como buenos los resultados obtenidos mediante EDXRF en las monedas del Tesoro de Lliria, matizando que son medidas de aleación en capas superficiales.

Es evidente que los resultados no proporcionan la composición global de los metales utilizados en la colada a partir de la cual se fabricaron los cospeles; no obstante, debido a que se pudieron haber aplicado diversos procedimientos para preparar los cospeles con anterioridad a su acuñación, como es el caso del martilleado para aplanarlas, y para mejorar la apariencia de las monedas, una vez acuñadas, tales como el blanqueamiento, es del todo probable que las piezas ya salieran de la ceca con una apariencia que mejoraba sustancialmente su contenido real de plata. Ante esta posibilidad, se debería diferenciar lo que podía percibir el usuario común de las monedas y lo que los expertos podían deducir a partir de la aplicación de procedimientos técnicos que no estaban al alcance de la gran mayoría de los ciudadanos. Es por esto que el impacto de las alteraciones del contenido real de plata en las monedas pudo haber quedado un poco enmascarado y poco perceptible por el usuario. Si el enriquecimiento de la superficie de las monedas ya se había producido cuando las monedas abandonaron la ceca, lo que los usuarios percibían es lo que aparentaban las monedas, lo cual aminora enormemente el alcance que socialmente pudieron tener las alteraciones del contenido de plata en las aleaciones utilizadas para la fabricación de los denarios.

CATÁLOGO DE LAS MONEDAS ANALIZADAS

*1) *RIC* 4b

Ceca de Roma. 117 d.C.

Anv.: IMP CAES TRAIAN HADRIANO OPT AVG GER DAC. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: PARTHIC DIVI TRAIAN AVG PP M TR P COS PP. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha; el codo izquierdo se apoya sobre estatuilla de la Esperanza (*Spes*); debajo de la silla, cornucopia. CONCORD en el exergo.

AR. 3,32 g, 6 h. Cat. 572.

*2) *RIC* 4c

Ceca de Roma. 117 d.C.

Anv.: IMP CAES TRAIAN HADRIANO OPT AVG GER DAC. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado y con coraza.

Rev.: PARTHIC DIVI TRAIAN AVG PP M TR P COS PP. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha; el codo izquierdo se apoya sobre estatuilla de la Esperanza (*Spes*); debajo de la silla, cornucopia. CONCORD en el exergo.

AR. 2,98 g, 7 h. Cat. 573.

*3) *RIC* 67a

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha.

Rev.: PM TR P COS III. Marte, avanzando hacia la derecha, llevando lanza en la mano derecha y trofeo de armas en la mano izquierda.

AR. 3,00 g, 6 h. Cat. 606.

4) *RIC* 69c

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado y con coraza.

Rev.: PM TR P COS III. Minerva, con casco, avanzando hacia la derecha, llevando jabalina en la mano derecha y escudo en la mano izquierda.

AR. 3,34 g, 6 h. Cat. 611.

*5) *RIC* 75a

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha.

Rev.: PM TR P COS III. Océano, reclinado hacia la izquierda, cogiendo ancla; el brazo izquierdo descansa sobre delfín; ganchos sobre su cabeza.

AR. 3,14 g, 7 h. Cat. 612.

6) *RIC* 80c

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado y con coraza.

Rev.: PM TR P COS III. Equidad, de pie hacia la izquierda, llevando balanza en la mano derecha y cornucopia en la mano izquierda.
AR. 3,07 g, 6 h. Cat. 636.

7) *RIC* 83b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Felicidad, de pie hacia la izquierda, llevando caduceo en la mano derecha y cornucopia en la mano izquierda.

AR. 3,10 g, 6 h. Cat. 649.8) *RIC* 88a

8) *RIC* 88a

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha.

Rev.: PM TR P COS III. Genio, de pie hacia la izquierda, realizando sacrificio con pátera sobre altar, llevando cornucopia en la mano izquierda.

AR. 3,28 g, 6 h. Cat. 653.

9) *RIC* 95b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Paz, sentada hacia la izquierda, llevando Victoria sobre globo en la mano derecha y rama en la mano izquierda.

AR. 3,18 g, 7 h. Cat. 665.

10) *RIC* 102b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Victoria, de pie hacia la izquierda, llevando estandarte coronado por águila en la mano derecha y palma en la mano izquierda.

AR. 3,50 g, 5 h. Cat. 681.

11) *RIC* 114b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Eternidad, de pie hacia la izquierda, llevando las cabezas del Sol y la Luna. AET AVG cruzado en el campo monetario.

AR. 3,31 g, 7 h. Cat. 687.

12) RIC 116b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Clemencia, de pie hacia la izquierda, realizando sacrificio con pátera sobre altar, llevando cetro en la mano izquierda. CLEM en el exergo.

AR. 3,24 g, 7 h. Cat. 691.

13) RIC 131a

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha.

Rev.: PM TR P COS III. Adriano, sentado hacia la izquierda sobre plataforma, realizando distribución de dinero a los ciudadanos, acompañado por un oficial; figura de la Liberalidad, con tésera, en un segundo plano. LIBERAL AVG III en el exergo.

AR. 3,12 g, 6 h. Cat. 711.

14) RIC 133a

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: PM TR P COS III. Providencia, de pie hacia la izquierda, señalando globo y llevando cetro. PRO AVG cruzado en el campo monetario.

AR. 3,16 g, 7 h. Cat. 712.

15) RIC 133b

Ceca de Roma. 119-122 d.C.

Anv.: IMP CAESAR TRAIAN HADRIANVS AVG. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: PM TR P COS III. Providencia, de pie hacia la izquierda, señalando globo y llevando cetro. PRO AVG cruzado en el campo monetario.

AR. 3,63 g, 6 h. Cat. 713.

16) RIC 162d

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: COS III. Roma, sentada hacia la derecha sobre coraza y escudo, llevando lanza en la mano derecha y *parazonium* en la mano izquierda.

AR. 3,23 g, 6 h. Cat. 733.

17) RIC 164c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Roma, sentada hacia la derecha sobre coraza y escudo, llevando lanza en la mano derecha y *parazonium* en la mano izquierda.

AR. 3,24 g, 6 h. Cat. 737.

18) *RIC* 165d

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha, drapado en el hombro izquierdo.

Rev.: COS III. Roma, sentada hacia la izquierda sobre coraza y escudo, llevando rama en la mano derecha y lanza en la mano izquierda.

AR. 3,08 g, 7 h. Cat. 738.

19) *RIC* 169c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Abundancia, de pie hacia la izquierda, llevando gancho en la mano derecha y cornucopia en la mano izquierda; pie derecho sobre modio.

AR. 3,23 g, 5 h. Cat. 739.

20) *RIC* 173c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Genio, de pie hacia la izquierda, realizando sacrificio con patera sobre altar y llevando cornucopia en la mano izquierda.

AR. 3,11 g, 6 h. Cat. 754.

21) *RIC* 175c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Libertad, de pie hacia la izquierda, llevando púleo en la mano derecha y vara en la mano izquierda.

AR. 3,17 g, 6 h. Cat. 760.

22) *RIC* 178c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Pudicia, sentada hacia la izquierda, ajustándose el velo.

AR. 3,17 g, 6 h. Cat. 765.

23) *RIC* 179c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Pudicia, sentada hacia la izquierda, ajustándose el velo; globo en el exergo.

AR. 3,20 g, 6 h. Cat. 767.

24) *RIC* 179c

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: COS III. Pudicia, sentada hacia la izquierda, ajustándose el velo; globo en el exergo.

AR. 3,12 g, 6 h. Cat. 768.

25) RIC 179d

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: COS III. Pudicia, sentada hacia la izquierda, ajustándose el velo; globo en el exergo.

AR. 3,20 g, 6 h. Cat. 769.

26) RIC 179d

Ceca de Roma. Finales 125 - principios 128 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: COS III. Pudicia, sentada hacia la izquierda, ajustándose el velo; globo en el exergo.

AR. 3,27 g, 7 h. Cat. 770.

27) RIC 190d

Ceca de Roma. Finales 125-principios 128 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Busto laureado de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: COS III. Águila sobre rayo, con la cabeza vuelta hacia la derecha.

AR. 3,28 g, 6 h. Cat. 783.

28) RIC 216h

Ceca de Roma. 132-134 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVGVSTVS. Cabeza desnuda de Adriano, a la izquierda, busto drapeado.

Rev.: LIBERALITAS AVG COS III PP. Liberalidad, de pie hacia la derecha, vaciando cornucopia.

AR. 3,30 g, 6 h. Cat. 799.

29) RIC 233d

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: FELICITAS AVG. Felicidad, de pie hacia la izquierda, llevando caduceo en la mano derecha y cornucopia en la mano izquierda.

AR. 3,02 g, 6 h. Cat. 808.

30) RIC 265a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza desnuda de Adriano, a la derecha.

Rev.: ROMAE AETERNAE. Roma, sentada hacia la izquierda en silla, llevando *palladium* en la mano derecha y lanza en la mano izquierda; detrás, escudo.

AR. 3,01 g, 5 h. Cat. 874.

31) RIC 265b

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza desnuda de Adriano, a la derecha, drapeado en el hombro izquierdo.

Rev.: ROMAЕ AETERNAE. Roma, sentada hacia la izquierda en silla, llevando *palladium* en la mano derecha y lanza en la mano izquierda; detrás, escudo.

AR. 3,33 g, 6 h. Cat. 875.

32) RIC 278d

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: TELLVS STABIL. *Tellus*, reclinada hacia la izquierda sobre cesta de frutas, llevando rama de viña en la mano izquierda.

AR. 3,18 g, 8 h. Cat. 902.

33) RIC 296a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza desnuda de Adriano, a la derecha.

Rev.: AEGYPTOS. Egipto, reclinada hacia la izquierda sobre cesta de frutas, llevando *sistrum* en la mano derecha; delante de ella, Ibis.

AR. 3,16 g, 7 h. Cat. 922.

34) RIC 395a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: IVNONI REGINAE. Juno, de pie hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y cetro en la mano izquierda.

AR. 3,28 g, 6 h. Cat. 976.

35) RIC 395a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: IVNONI REGINAE. Juno, de pie hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y cetro en la mano izquierda.

AR. 3,25 g, 7 h. Cat. 977.

36) RIC 395a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Avv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: IVNONI REGINAE. Juno, de pie hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y cetro en la mano izquierda.

AR. 2,44 g, 6 h. Cat. 978.

37) RIC 396a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: VENERI GENETRICI. Venus, de pie hacia la derecha, llevando manzana en la mano izquierda.

AR. 3,25 g, 6 h. Cat. 985.

38) RIC 396a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: VENERI GENETRICI. Venus, de pie hacia la derecha, llevando manzana en la mano izquierda.

AR. 3,12 g, 6 h. Cat. 986.

39) RIC 396a

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: VENERI GENETRICI. Venus, de pie hacia la derecha, llevando manzana en la mano izquierda.

AR. 3,20 g, 7 h. Cat. 987.

40) RIC 398a

Ceca de Roma. 128-132 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA HADRIANI AVG PP. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: CONCORDIA AVG. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha; el codo izquierdo se apoya sobre estatuilla de la Esperanza (*Spes*); debajo de la silla, cornucopia.

AR. 3,13 g, 5 h. Cat. 991.

41) RIC 398a

Ceca de Roma. 128-132 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA HADRIANI AVG PP. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza detrás.

Rev.: CONCORDIA AVG. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha; el codo izquierdo se apoya sobre estatuilla de la Esperanza (*Spes*); debajo de la silla, cornucopia.

AR. 3,10 g, 6 h. Cat. 994.

42) RIC 398a

Ceca de Roma. 128-132 d.C.

Anv.: SABINA AVGVSTA HADRIANI AVG PP. Busto de Sabina a la derecha, drapeado. Cabellos recogidos en una trenza que cae por el cuello.

Rev.: CONCORDIA AVG. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha; el codo izquierdo se apoya sobre estatuilla de la Esperanza (*Spes*); debajo de la silla, cornucopia.

AR. 3,07 g, 6 h. Cat. 996.

43) RIC 433a

Ceca de Roma. 137 d.C.

Anv.: L AELIVS CAESAR. Cabeza desnuda de Elio César, a la derecha.

Rev.: TR POT COS II. Piedad, de pie hacia la izquierda, realizando sacrificio con pátera sobre altar; en la mano derecha lleva cetro.

AR. 3,29 g, 7 h. Cat. 1008.

44) RIC 433a

Ceca de Roma. 137 d.C.

Anv.: L AELIVS CAESAR. Cabeza desnuda de Elio César, a la derecha.

Rev.: TR POT COS II. Piedad, de pie hacia la izquierda, realizando sacrificio con pátera sobre altar; en la mano derecha lleva cetro.

AR. 2,98 g, 7 h. Cat. 1010.

45) RIC 436a

Ceca de Roma. 137 d.C.

Anv.: L AELIVS CAESAR. Cabeza desnuda de Elio César, a la derecha.

Rev.: TR POT COS II. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y apoyando el codo izquierdo sobre cornucopia. CONCORD en el exergo.

AR. 3,45 g, 7 h. Cat. 1015.

46) RIC 436a

Ceca de Roma. 137 d.C.

Anv.: L AELIVS CAESAR. Cabeza desnuda de Elio César, a la derecha.

Rev.: TR POT COS II. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y apoyando el codo izquierdo sobre cornucopia. CONCORD en el exergo.

AR. 3,26 g, 7 h. Cat. 1017.

47) RIC 436a

Ceca de Roma. 137 d.C.

Anv.: L AELIVS CAESAR. Cabeza desnuda de Elio César, a la derecha.

Rev.: TR POT COS II. Concordia, sentada hacia la izquierda, llevando pátera en la mano derecha y apoyando el codo izquierdo sobre cornucopia. CONCORD en el exergo.

AR. 2,96 g, 7 h. Cat. 1018.

48) RIC 447a

Ceca de Roma. 138 d.C.

Anv.: IMP T AEL CAES ANTONINVS. Cabeza desnuda de Antonino Pío César, a la derecha.

Rev.: TRIB POT COS. Diana, de pie hacia la derecha, llevando arco y flechas.

AR. 3,31 g, 6 h. Cat. 1022.

49) *RIC* 449

Ceca de Roma. 138 d.C.

Anv.: IMP T AEL CAES ANTONINVS. Cabeza desnuda de Antonino Pío César, a la derecha.

Rev.: TRIB POT COS. Concordia, de pie hacia la izquierda apoyada en columna, llevando pátera en la mano derecha y cornucopia en la mano izquierda.

AR. 3,15 g, 6 h. Cat. 1026.

50) *RIC* 452a

Ceca de Roma. 138 d.C.

Anv.: IMP T AEL CAES ANTONINVS. Cabeza desnuda de Antonino Pío César, a la derecha.

Rev.: TRIB POT COS. Piedad, de pie hacia la izquierda ante altar, con la mano derecha levantada.

AR. 3,26 g, 6 h. Cat. 1027.

51) *RIC* 282

Ceca de Roma. 134-138 d.C.

Anv.: HADRIANVS AVG COS III PP. Cabeza laureada de Adriano, a la derecha.

Rev.: VICTORIA AVG. Victoria, de pie hacia la derecha, llevando rama de olivo que apunta hacia el suelo en la mano izquierda.

AR. 2,76 g, 6 h.

52) CASTÁN y CAYÓN 1978, Amadeo I, tipo 1, núm. 1992

Ceca de Madrid. 1871.

Anv.: AMADEO I REY DE ESPAÑA 1871. Cabeza desnuda de Amadeo, a la izquierda; en la base del cuello iniciales L·M.

Rev.: LEY 900 MILÉSIMAS 40 PIEZAS EN KILOG ·M· 5 PESETAS SD. Escudo de España con escusón de los Saboya.

Canto: JUSTICIA Y LIBERTAD.

53) CASTÁN y CAYÓN 1978, Alfonso XIII, tipo 8, núm. 20051

Ceca de Madrid. 1894.

Anv.: ALFONSO XIII POR LA G. DE DIOS 1894. Busto desnudo de Alfonso XIII niño, a la izquierda.

Rev.: REY CONSTL DE ESPAÑA ·PGV· 50 CÉNTIMOS. Escudo coronado de España entre dos columnas con la leyenda PLVS VLTRA.







BIBLIOGRAFÍA

- BUTCHER, K. y PONTING, M. 2005, “The Roman denarius under the Julio-Claudian Emperors: Mints, Metallurgy and Technology”, *Oxford Journal of Archaeology*, volume 74, Issue 2, pp. 163-197.
- BUTCHER, K. y PONTING, M. 2012, “The Denarius in the First Century”, en I. HOLMES (ed.), *Proceedings of the XIV International Numismatic Congress* (Glasgow 2009), pp. 557-568.
- BUTCHER, K., PONTING, M. y MUONA, J. 2009, “The denarii of Otho: a stylistical and compositional study”, *Rivista Italiana di Numismatica e Scienze Affini* 110, pp. 297-316.
- CARRADICE, I. 1983, *Coinages and Finances in the Reign of Domitian: A.D. 81-96*, Oxford.
- CARTER, G.F. y CARTER, W.H. 1974, “Chemical compositions of ten Septimius Severus denarii”, *Archaeometry* 16 (2), pp. 201-209.
- CARTER, G.F. 1977, “Reproducibility of X-ray fluorescence analysis of Septimius Severus Denarii”, *Numismatic Chronicle* 19, pp. 67-73.
- CESAREO, R., RIDOLFI, E., MARABELLI, M., CASTELLANO, A. BUCCOLIERI, G., DONATIVI, M., GIGANTE, G., BRUNETTI, A. y ROSALES, M. 2008, “Portable systems for energy dispersive X-ray fluorescence analysis of works of art”, en PH. J. POTTS y M. WEST (eds.), *Portable X-ray fluorescence spectrometry. Capabilities for in situ analysis*, Cambridge.
- CONDAMIN, J. y PICON, M. 1964, “Notes on diffusion in ancient alloys”, *Archaeometry* 7, pp. 98-105.
- CONDAMIN, J. y PICON, M. 1972, “Changes suffered by coins in the course of time and the influence of these on the results of different methods of analysis”, en E.T. HALL y D.M. METCALF (eds.), *Methods of chemical and metallurgical investigation of ancient coinage*, London, pp. 49-66.
- COPE, L.H. 1972, “The metallurgical analysis of Roman Imperial silver and aes coinage”, en E.T. HALL y D.M. METCALF (eds.), *Methods of chemical and metallurgical investigation of ancient coinage*, London, pp. 3-47.
- COPE, L.H. 1974, “The metallurgical development of the Roman imperial coinage during the first five centuries A.D.”, Ph.D. diss., Liverpool John Moores University.
- DELEGIDO, C. 2011, “El Tesoro de Lliria”, en *XIV Congreso Nacional de Numismática (Nules-Valencia, 25-27 de octubre de 2010)*, Madrid, pp. 677-694.
- DONOVAN, P. 1978, “The necessity of Nero’s monetary reform”, *Society for Ancient Numismatics* 9, pp. 21-23.

- DUNCAN-JONES, R. P. 1994, *Money and Government in the Roman Empire*, Cambridge.
- ESCRIVÀ, V., GOZALBES, M. y VIDAL, X. 2005, “Llíria III. Un gran tesoro de comienzos del siglo III”, en A. RIBERA y P.P. RIPOLLÈS (eds.), *Tesoros Monetarios de Valencia y su entorno*, Valencia, pp. 95-113.
- ESCRIVÀ, V., MARTÍNEZ, C. y VIDAL, X. 2001, “Edeta kai Leiria. La ciutat d’Edeta de l’època romana a l’antiguitat tardana”, *Lauro* 9, pp. 11-91.
- FERRERO, J. L., ROLDÁN, C., NAVARRO, E., ARDID, M., MARZAL, M., ALMIRANTE, J., INEBA, P., VERGARA, J. y MATA, C. 1999, “Applications of the X-ray fluorescence analysis to the cultural patrimony of the Comunidad Valenciana (Spain): painting, metal and paper”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, vol. 240, núm. 2, pp. 523-528.
- FERRETTI, M. 2000, “X-ray fluorescence applications for the study and conservation of cultural heritage”, en D.A. CREAGH y D.C. BRADLEY (eds.), *Radiation in art and archaeometry*, Amsterdam, pp. 285-296.
- GITLER, H. y PONTING, M. 2003, *The silver coinage of Septimius Severus and his family (19–211 AD)*, Milan.
- KENNER, F. 1878, “Die Scheidemünze des Kaisers Nero”, *Numismatische Zeitschrift* 10, pp. 230-306.
- KRAUSE, L. y MISHLER, C. 1999, *Standard Catalog of World Coins*, 26th edition, Iola, Wisconsin.
- KUNISZ, A. 1978, “Quelques remarques sur la réforme monétaire de Néron”, en *Les dévaluations à Rome*, vol.1, pp. 89-97.
- LEVI, M.A. 1980, “Corso dei prezzi e Riforma Monetaria Neroniana”, en *Les dévaluations à Rome*, vol. 2, pp. 173-183.
- LIND, L. 2009, “Nero’s monetary reform in AD 64, the silver coins, Gresham’s law and the printing press”, *Rivista Italiana di Numismatica e Scienze Affini* 110, pp. 261-297.
- LO CASCIO, E. 1980, “La riforma monetaria di Nerone: l’evidenza dei ripostigli”, *Mélanges de l’École française de Rome*, vol. 92, núm. 1, pp. 445-470.
- MACDOWALL, D.W. 1979, *The Western Coinages of Nero*, New York.
- PONTING, M. 2012, “The Substance of Coinage: the role of scientific analysis in Ancient Numismatics”, en W. METCALF (ed.), *The Oxford Handbook of Greek and Roman Coinage*, Oxford, pp. 12-30.
- SAVIO, A. 1972, “La riforma monetaria di Nerone”, *Numismatica e Antichità Classiche* 1, pp. 89-100.

- SOUTZO, M.C. 1898, “Étude sur les monnaies impériales romaines, II. Le système monétaire de Néron”, *Revue Numismatique* 2, pp. 659-666.
- SYDENHAM, E.A. 1916, “The Coinage of Nero”, *Numismatic Chronicle* 16, pp. 13-36.
- WALKER, D.R. 1976, *The Metrology of the Roman Silver Coinage, part I: from Augustus to Domitian*, Oxford.
- WALKER, D.R. 1977, *The Metrology of the Roman Silver Coinage, part II: from Nerva to Commodus*, Oxford.
- WOYTEK, B.E., UHLIR, K., ALRAM, M., SCHREINER, M. y GRIESSER, M. 2007, “The denarius under Trajan: new metallurgical analyses”, *Numismatic Chronicle* 167, pp. 147-63.