

CARACTERIZACIÓN DEL TALLER DE ORFEBRERÍA DE GADIR MEDIANTE TÉCNICAS DE ANÁLISIS NUCLEARES

M.^a Luisa de la Bandera Romero*
Inés Ortega Feliu**
Blanca Gómez Tubío***
M.^a Ángeles Ontalba Salamanca****
Miguel Ángel Respaldiza*****

RESUMEN: Este trabajo es una síntesis de la investigación realizada sobre las joyas de oro del Museo de Cádiz recuperadas en contexto arqueológico. Se presentan los análisis mediante técnica PIXE a dos conjuntos pertenecientes, respectivamente, a las dos fases culturales, fenicia arcaica (Siglos VII-VI a.C.) y púnica (siglos V-III a.C.), para determinar la caracterización de las aleaciones y las técnicas de elaboración de las joyas. En ellos se han encontrado composiciones diferenciadas entre las dos fases, y en relación con la producción de orfebrería coetánea de la Península Ibérica. En la producción arcaica han sido detectados contenidos peculiarmente elevados de plata y posible *electrum* natural, y en la púnica la presencia de elemento traza paladio. Se discute la probable procedencia geográfica del paladio y del oro *electrum* natural en relación a consideraciones geológicas y arqueológicas.

PALABRAS CLAVE: Fenicio-arcaico, Púnico, Oro, Electrum, Península Ibérica, Procedencia, PIXE.

CHARACTERIZATION OF THE GOLDWORK FROM THE WORKSHOP OF GADIR BY MEANS OF NUCLEAR ANALYTICAL TECHNIQUES

ABSTRACT: This work is a synthesis of the research performed on the gold jewellery of the Museum of Cádiz found in well defined archaeological contexts. PIXE analyses of two sets belonging to both cultural periods, Archaic-Phoenician (7th - 6th centuries b.C.) and Punic (5th - 3rd centuries b.C.), are presented in order to characterize the alloys and the manufacture techniques of the jewels. Different compositions have been found between both periods and also with the contemporary gold production of the Iberian Peninsula. In the Archaic production peculiarly high levels of silver and possible natural *electrum* have been detected, whilst palladium has been quantified as a trace element in the Punic set. The possible geographical provenance of the palladium and the natural gold *electrum* is discussed according to geological and archaeological arguments.

KEY WORDS: Archaic-Phoenician, Punic, Gold, Electrum, Iberian Peninsula, Provenance, PIXE.

Recibido: 24 de junio de 2010/Aceptado: 30 de noviembre de 2010/Fecha de publicación: 6 de abril de 2011.

* lbandera@us.es. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Fac. de Geografía e Historia. Universidad de Sevilla. C/ María de Padilla, s/n. E-41004 Sevilla.

** iofeliu@us.es Centro Nacional de Aceleradores. Avda. Thomas A. Edison, 7. E-41092 Sevilla.

*** tubio@us.es Departamento de Física Aplicada III. E.T.S. de Ingenieros. Universidad de Sevilla. Camino de los Descubrimientos, s/n. E-41092 Sevilla.

**** ontalba@unex.es Departamento de Física. Escuela Politécnica. Universidad de Extremadura. Avda. de la Universidad, s/n. E-10071 Cáceres.

***** respaldiza@us.es Departamento de Física Atómica, Molecular y Nuclear. Facultad de Física. Universidad de Sevilla. Avda. Reina Mercedes, s/n. E-41012 Sevilla.

Este trabajo es una síntesis de los estudios realizados de la orfebrería de Cádiz, algunos de cuyos resultados están publicados, y se inserta dentro del proyecto «Comercio e intercambio de metales en el Mediterráneo occidental y central (siglo V a.C. al siglo I d.C.)», Ministerio de Educación, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Actividad DGICYT (HUM 2006-03154-Hist.).

INTRODUCCIÓN

La *Gadir* fenicia (Cádiz) fue una ciudad que gozó de gran prestigio en el Mediterráneo occidental debido a la política comercial que desarrolló como enclave estratégico en el círculo colonial del Estrecho, desde el siglo VII-VI a.C. al siglo IV a.C. Desde su fundación por los tirios fue la puerta de llegada de las nuevas tecnologías de producción, entre ellas las de orfebrería, y foco de su expansión al interior de la Península Ibérica. Las fuentes literarias grecolatinas nos la describen como una de las ciudades más ricas del Mediterráneo y entre los registros que mejor lo manifiestan están los ajuares aparecidos en sus tumbas, sobre todo las joyas, las cuales nos hablan de una población enriquecida por el poder político y comercial de la ciudad. Pero el conocimiento y número de piezas de orfebrería halladas en Cádiz hasta principios de 1980 era exiguo y poco representativo, en particular para el periodo fenicio arcaico de los siglos VII-VI a.C., en comparación con las joyas de ajuares funerarios de las necrópolis de otras colonias como las de Cartago (Douimès, Dermech, Útica), Tharros o Sulcis. El volumen de joyas, conocidas hasta entonces procedía de las excavaciones antiguas, en Punta de la Vaca (Casa del Pino), Puerta de Tierra, Playa de los Corrales, Astilleros y Playa de los Números, realizadas entre 1914-1934 por Pelayo Quintero¹ y Francisco Cervera² y con una cronología tardía perteneciente al periodo púnico. No obstante, y con la carencia de información arqueológica de una producción de orfebrería fenicia arcaica, en los años sesenta, cuando se interpretaba el desarrollo de una joyería «orientalizante» peninsular desde el siglo

VII a.C., diferenciada de la oriental fenicia³, se proponía Cádiz como centro de origen de esta producción orientalizante, se ubicaba allí el lugar de fabricación, el taller o artesano. Sin duda esta hipótesis se sustentaba más en la importancia y protagonismo de la colonia por tradición literaria que por datos arqueológicos; ya que las joyas orientalizantes no tenían un soporte de paralelos directos de cronología arcaica en Cádiz con los que contrastar sus composiciones morfoestilísticas, ni en las colonias del Mediterráneo.

Durante las décadas siguientes las nuevas tendencias de investigación de la orfebrería en Europa⁴ potenciaron los estudios específicos sobre la orfebrería gaditana; se proponía una homogeneidad tecnológica y morfo-estilísticos de producción relacionada con los talleres coloniales de Cartago, y otras colonias fenicias occidentales⁵, diferenciada de la tartésica-turdetana del mismo momento cultural. En aquellos se aplicaron ya, en algunas de ellas, análisis físicos para conocer la composición de los elementos y determinar procesos de elaboración⁶. Posteriormente se abrió una nueva etapa en la caracterización de la producción de joyas gaditanas favorecida la investigación por dos factores importantes: uno debido a las más recientes intervenciones arqueológicas realizadas en la ciudad de Cádiz, y otro a la metodología aplicada en estudios interdisciplinares en la investigación del desarrollo de la orfebrería prerromana de la Península Ibérica⁷.

Por una parte las intervenciones arqueológicas de los años 1985-86, 1988, 1995 a 1998 y las de 2003 proporcionaron un número considerable de joyas en ajuares funerarios cuyas tumbas, bien fechadas por sus materiales cerámicos, pertenecen por sus contextos a los periodos arcaico

1 (1914), (1915-1919) y (1925-1934).

2 (1923).

3 BLANCO, A. (1956).

4 HARTMANN, A. (1982).

5 BANDERA, M.^a L. (1983): 33; PEREA, A. (1986): 295.

6 ID. (1990).

7 ONTALBA, M.A. *et al.* (1998); MONTERO, I. y ROVIRA, S. (1991).

(siglos VII-VI a. C.) y púnico (siglos V-IV a. C.)⁸; hallazgos que han equiparado esta producción a las de otras colonias fenicias del Mediterráneo, como Cartago, Tharros, Sulci. Por otra parte, las aplicaciones de los métodos nucleares de análisis no destructivos en los estudios interdisciplinarios de investigación arqueológica, han experimentado en los últimos años un fuerte impulso gracias a sus excelentes características cuando se trata de objetos de gran valor que deben ser íntegramente preservados⁹; posibilidades que son impensables por métodos más convencionales que requieren la destrucción, aunque mínima, de la joya. Con las técnicas nucleares de análisis es posible obtener información multielemental de gran precisión en límites de detección cercana a la «parte por millón (ppm)», o lo que es lo mismo, la capacidad de determinar elementos trazas. Éstos se han mostrado de gran valor a la hora de llevar a cabo estudios de procedencia¹⁰, o de intercambios comerciales, puesto que en determinadas circunstancias es posible relacionar la presencia de elementos trazas con la zona minera de donde presumiblemente se obtuvo el material base con el que se elaboró dicha pieza. También es posible analizar muestras en pequeñas zonas de algunas decenas de micras que permite determinar, por ejemplo, la composición en algunos puntos de soldadura de una pieza de orfebrería, lo cual nos facilita deducir la propia técnica de soldadura empleada por el artesano a la vez que obtener información sobre posibles influencias interculturales¹¹.

Hoy, el estado más actual de la investigación de la orfebrería nos acerca al conocimiento de ese prestigio económico y comercial de *Gadir* ya desde época arcaica, recogido en la tradición li-

teraria, y a detectar el nivel de relaciones con las colonias fenicias del Mediterráneo¹². La investigación ha clarificado que la producción gaditana responde claramente a las nuevas técnicas de orfebrería y a prototipos de joyas orientales importados y difundidos por la colonización fenicia en el Mediterráneo, y prueba de ello es que muchas de sus joyas repiten los mismos modelos que las halladas en ajuares funerarios de las necrópolis de Cartago (Douimès, Dermech, Útica), Tharros, o Sulcis (Láms. I, II y III), evidencia de que todas conforman un conjunto homogéneo por su génesis, técnicas aplicadas a su elaboración, esquemas iconográficos y su función social de clara ascendencia fenicia oriental. Pero los resultados de la investigación vienen manifestando también variantes morfotécnicas y rasgos estilísticos particulares de algunos tipos (Lám. I: n° 17067, 17046, 23121) sin duda debidos a talleres locales como consecuencia de la conjugación de una diversidad de elementos en el proceso de su génesis, fundamentada sobre una tradición indígena y en otras influencias griegas y etruscas.

En un primer momento el carácter de emporio comercial de *Gadir*, junto a Cartago y Tharros propició, sin dudas, la llegada de artesanos y de una producción oriental distribuida(s) a través de las rutas de mercado fenicio para abastecer la demanda de la población colonial; posteriormente otras generaciones artesanales con la herencia transmitida originaron estos talleres propios¹³, ya consolidados desde finales del siglo VII a.C.- principios del siglo VI a.C., dentro de un ámbito de producción diferenciado, del de otros fenicios coloniales, y mantenido en el proceso de evolución desde la fase inicial arcaica con prototipos

8 MUÑOZ, A. (1997); MUÑOZ VICENTE, A. y PERDIGONES MORENO, L. (2000): 881-892; PERDIGONES, L. *et al.* (1990): 750.

9 PEREA, A. (1999); BANDERA, M.^aL. *et al.* (2004).

10 ONTALBA SALMANCA, M.A. *et al.* (2006): 624-626.

11 BANDERA, M.^aL. *et al.* (2007): 114.

12 PISANO, G. (1990): 77.

13 PEREA, A. (1992): 76; PISANO, G. (1990): 57.

más orientales (siglos VII-VI a.C.) a otra púnica (siglos IV-III a. C.) más industrializada¹⁴.

Los objetivos de la investigación que venimos realizando con la aplicación de la técnica PIXE¹⁵ al estudio de la orfebrería de Cádiz, tomaron como punto de partida diferenciar aquellos aspectos técnicos que pudieran conducir a la caracterización de este ámbito de producción y contrastar su diferencia, tanto del de otros talleres fenicios, como del tartésico (indígena), con el que interfiere cultural y socialmente. Los resultados obtenidos, que aquí presentamos, han significado un paso determinante para la caracterización del ámbito tecnológico de este taller colonial, y en diferenciar los rasgos propios de cada periodo; además de revisar las cronologías de uso y función de algunas joyas¹⁶; y también ha ensanchado la vía en la investigación planteando hipótesis que posibiliten poder establecer rutas de relaciones comerciales más concretas con otras regiones del Mediterráneo.

DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS MORFOESTILÍSTICO DE LAS PIEZAS

Las joyas seleccionadas para la investigación pertenecen a las dos fases culturales del desarrollo socio político de la ciudad; al periodo fenicio

arcaico (siglos VII-VI a.C.) el conjunto identificado como Cádiz A y al periodo púnico (siglos V- IV a.C.) el conjunto Cádiz B¹⁷.

Las piezas de Cádiz A proceden de ajuares funerarios depositados en tumbas con ritual de cremación, ocupadas desde principios hasta final del siglo VI a.C.¹⁸ y fueron recuperadas en las excavaciones de urgencia en la ciudad de Cádiz de los años 1985¹⁹, 1986²⁰, 1988²¹; y 1996, n^{os} 23121, 23122 y 23123²² excepto los dos colgantes n^{os} 10509a y 10509b, recuperadas en 1983 por hallazgo fortuito en la playa Santa María del Mar²³. Del estado de conservación de las piezas se deduce que su deposición fue posterior a la cremación del cadáver. El lote está compuesto por un total de 12 joyas: un anillo (n^o 23120), tres pendientes arracadas (n^{os} 17046, 17067, 23121), cinco colgantes de collar (n^{os} 10509a, 10509b, 16698, 23124, 23125) y tres cuentas tubulares (n^{os} 17071, 23122, 23123), elementos de adorno personal, algunos con una iconografía de fuerte carga religiosa y muy característicos del periodo arcaico. Tanto su morfología como estilo pertenecen al ámbito de producción de orfebrería colonial fenicia del Mediterráneo occidental de los siglos VII-VI a.C. y en su elaboración se han utilizado las técnicas de laminado, granulado y soldadura, tríada característica de origen oriental base de la producción fenicia (Lám. I).

14 PEREA, A. (1992): 75.

15 Estos proyectos se han realizado de 1998 a 2009, entre arqueólogos, físicos, geólogo y conservador de museo, de la Universidad de Sevilla, del Centro Nacional de Aceleradores, Museo Arqueológico y otras instituciones: *Caracterización de objetos de orfebrería prerromana en el valle del Guadalquivir mediante técnicas nucleares* (Actividad DGICYT: PB 98-1141). *Aplicaciones de técnicas nucleares para el conocimiento de la orfebrería antigua en la Península ibérica* (Actividad DGICYT: BFM-2002-01313). *Comercio e intercambio de metales en el Mediterráneo Occidental y Central (siglos V a.C. al I d.C.)* (Actividad DGICYT: HUM 2006-03154-Historia). *Riqueza, valor y precio: el metal como referente en las sociedades mediterráneas (Siglos V a.C.- I d.C.)* (Actividad: DGICYT: HAR 2009- 07449).

16 BANDERA, M.^a L. (2006): 1457.

17 En la tesis doctoral de I. Ortega Feliu, *Técnicas IBA aplicadas al estudio del Patrimonio Histórico y Cultural*, Sevilla 2008, los conjuntos se identifican, el A como Cádiz II y el B, como Cádiz I, teniendo en cuenta el orden temporal en el que se analizaron; pero en este trabajo hemos optado por el orden cronológico de las fases histórico-culturales a las que corresponden las piezas estudiadas.

18 PERDIGONES, L. *et al.* (1990): 47.

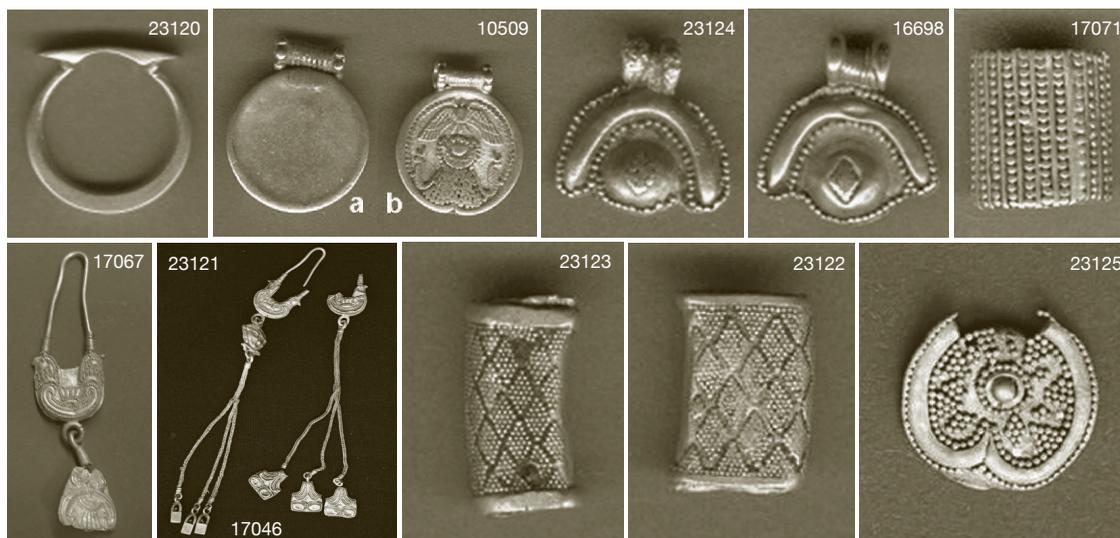
19 *Ibid.*: 13; 1: 2.

20 *Ibid.*: 15, 2: 1.

21 *Ibid.*: 27, 18: 2; 18: 5:18: 6.

22 BANDERA, M.^a L. (2006): 1453, fig. 3.

23 PERDIGONES, L. *et al.* (1990): 30: 19: 2 y 3.



Lám. I. Joyas fenicias arcaicas del Museo de Cádiz (Fotos: autores)

El anillo (nº 23120) es de chatón plano rectangular y pertenece al tipo conocido de «cartucho»²⁴. Su forma se documenta en oro y plata en todo el ámbito fenicio, desde oriente a occidente, desde el siglo VII a.C. y con gran difusión en el siglo VI a.C.; en Cartago²⁵, Tharros²⁶, así como en Grecia y Etruria²⁷; considerándose que las formas sin decoración como ésta pueden ser de producción local²⁸.

Las tres pendientes-arracadas (nºs 17046, 17067, 23121), de un total de cinco halladas en Cádiz²⁹, tienen una misma estructura formal de cuerpo «naviforme» con cabezas de aves en los extremos en el que se diseña una palmeta de cuenco con fino granulado, y un colgante central. Este en dos de ellos son una máscara hathórica (nº 17046) y una doble lámina trapezoidal,

repujada con una palmeta de cuenco sobre flor de loto (nº 17067), colgando de ambos tres cadenillas rematadas en cestillos con gránulos en su interior; el tercero (nº 23121) por colgante lleva una cadenilla con tres prolongaciones rematadas en doble lámina con flores de loto en lugar de los cestillos (Lám. I). La combinación de elementos de los colgantes en estos pendientes de Cádiz no se registra en ninguna otra producción colonial fenicia. La forma más próxima a su tipología son dos ejemplares de Tharros con el mismo cuerpo pero en uno de ellos el colgante central es de un ave y una bellota³⁰ y en el otro una cuenta esférica³¹, hallados sin contexto arqueológico (Lám. II: 3).

En Tharros y en Cartago son más características las variantes de cuerpo liso y colgante de

24 BOARDMAN, J. (1967): 4-7, tipo A.

25 QUILLARD, B. (1987): 171.

26 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 51, tipo 1d.

27 CRISTOFANI, M. y MARTELLI, M. (1983): 56-57.

28 PISANO, G. (1990): 63.

29 *Ibid.*: Láms. IX, XI, XII, XIV-1; BANDERA, M.^a L. (2006): 1455.

30 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 20 y 45; lám. I-1.

31 MARSHALL, F.H. (1969): 152, núm. 1492, L. XXIII.

bellota o cestillo (Lám. II: 1) forma esta última también registrada en Sicilia y Rasghun³². La creación de esta tipología se atribuyó al taller de Tharros, lugar donde se documentaron primeramente varios tipos (Lám. II: 3); pero la ausencia de las variantes con cadenillas y los contextos cronológicos más antiguos de Cádiz abren de nuevo el problema de su origen³³, teniendo en cuenta además que las variantes de Cádiz revelan una filiación más remota relacionada con pendientes del Mediterráneo oriental del periodo orientalizante y arcaico. Estas arracadas guardan cierta afinidad con los pendientes chipriotas del Arcaico II³⁴, con otros de la región de Urartu del siglo VII-VI a.C.³⁵ y también con pendientes de la tumba de Isis en Eleusis y tumba 5 de Anavysos atribuidos a orfebres emigrantes fenicios³⁶. Igualmente el uso de cadenillas con colgantes se relaciona con formas alunadas, con diseños de granulado y cadenillas con colgantes, de pendientes del tesoro de Egina³⁷ consideradas pervivencia quizás de las formas más tempranas del tesoro de Troya³⁸.

En el grupo de los colgantes-amuletos (Lám. I) se diferencian cinco tipos, que son muy frecuentes en toda la producción fenicia occidental como elementos de collar con una cronología desde el siglo VII a.C. al VI a.C. y aunque todos comparten las técnicas y decoración, sus variantes morfoestilísticas son indicativas de la diversidad artesana o de lugares de producción.

El amuleto de disco cubierto por luna creciente (n^{os} 16698, 23124) igual que la roseta delimitada por granulado (n^o 23125), son de las formas más abundantes, de variados estilos por su evolución hasta fechas más tardías. Amuletos con disco y creciente se encuentran representados en Tharros³⁹ y en Cartago de donde procede la mayor documentación de collares con amuletos⁴⁰, también en Cerdeña y Chipre desde siglo VII-VI a.C.⁴¹. En cuanto al colgante cápsula de plata para esmalte, se registra en Tharros⁴² y en Cartago⁴³.

En cuanto al tipo de amuleto circular con iconografía egipcizante (Lám. I: n^o 10509) en general se admite su caracterización fenicia con forma de origen próximo oriental e iconografía fenicia a partir de los sellos escarabeos, con una cronología del siglo VII-VI a.C.⁴⁴. El registro más numeroso en oro procede de las necrópolis en Cartago con ocho ejemplares de oro y dos en plata⁴⁵, registrándose también amuletos en Sassari, Malta, Chipre⁴⁶. En la Península Ibérica el tipo se repite en los ejemplares coloniales de Trayamar e Ibiza en oro, este último con una cronología más tardía, ya del siglo V a.C., y en el de Medellín (Badajoz)⁴⁷ y los dos de La Angorrilla (Alcalá del Río- Sevilla), en plata. El amuleto de Cádiz guarda una relación más estrecha con los de Cartago que con los ibéricos, tanto en su morfología y estilo como en la tecnología. En los ibéricos se aprecian variantes no sólo for-

32 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 20 y 66; láms. I-III; QUILLARD, B. (1987): 135; 1979: 50-4, Lám. XXI.

33 PISANO, G. (1990): 55; BANDERA, M.^a L. (2006): 1455.

34 LAFFINEUR, R. (1978): 230, nos.198-199, lám. XXIII.

35 MAXWELL-HYSLOP, K.R. (1971): 203.

36 HIGGINS, R.A. (1980): 98, lám. 13-D.

37 MARSHALL, F.H. (1969): 52-53 nos 746, 752.

38 MAXWELL-HYSLOP, K.R. (1971):48-49, fig. 35, lám. 41.

39 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 31, tipo IXa.

40 QUILLARD, B. (1979): 2-5 n.2D; 15-16, n.12F, Tabla 1, láms. III, XIV.

41 *Ibid.*: Láms. III, IV, V.

42 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 31; 108, 167; Tipo Xa; PISANO, G. (1990): 70.

43 QUILLARD, B. (1979): 2:2;G; 5:3;C; 21:17,A. Láms. III, IV, XVI.

44 *Ibid.*: 78.

45 *Ibid.*: 67, n. 332.

46 *Ibid.*: 66, láms. XXIV-XXV.

47 ALMAGRO, M. (1989): 75.



Lám. II. Joyas púnicas. Museo de Cádiz (Fotos: autores)

males, en bordes y en la suspensión, sino en la técnica de elaboración y en los elementos iconográficos; así en el de Trayamar son dos láminas, una de base y otra superior modelada en frío con los motivos en hueco⁴⁸, en el de Ibiza tan sólo una lámina repujada con los motivos y en el de Cádiz una lámina de base y las láminas de los elementos previamente grabados y soldadas. Estas variantes se manifiestan igualmente en los elementos simbólicos. En Cartago los *ureos* están coronados con roseta o corona egipcia, en tanto que en Trayamar y La Angorrilla⁴⁹ se han

elegido halcones para coronar los *ureos*, y en este último (tumba 529) además se han introducido dos flores de loto emergiendo de la base del *sacrum*, caso único que modifica el esquema fenicio de este tipo de amuletos⁵⁰.

Las restantes piezas corresponden a dos cuentas de collar y un engarce. La cuenta nº 23122 y el engarce nº 23123, inédito (excavaciones de 1996), constan de una lámina tubular curvada, de sección cuadrada, con bordes formados por cintilla y una decoración exterior de rombos granulados, aunque dimensiones y fun-

48 NICOLINI, G. (1990): 405-407.

49 Procede de la necrópolis orientalizante de La Angorrilla (Alcalá del Río, Sevilla) excavada en 2004 por A. Fernández Flores y A. Rodríguez Azogue; inéditos y actualmente en estudio. Uno pertenece al ajuar de la inhumación 529, y otro fuera de contexto.

50 BANDERA, M.^a L. (2006):1454-55.

ción difieren. La cuenta es para ensartar a un cordón o alambre y el engarce para sujetar elementos de pasta vítrea, como denuncian la presencia de las perforaciones en los extremos. El tipo responden a cuentas o pasadores de collar de tradición oriental, en los que se alternaban cuentas de piedras, pasta vítrea y de metal, con unos antecedentes originales en ambiente paleo-siriano⁵¹, y que pervive en la orfebrería de época media-asiria. De finales del siglo VIII a.C., se conocen cinco cuentas procedentes de una tumba de Spata⁵². Y como engarce, con igual tipología se conocen en Tharros a finales del siglo VII a.C. y principios del siglo VI a.C.⁵³, la misma que corresponde a estas por el contexto de la tumba. Finalmente la cuenta n.º 17071, formada por cilindro laminar recubierto en su exterior, longitudinalmente, por series de hilos liso e hileras de granulado de manera alterna, formaba parte de un collar junto a otras siete iguales, ocho de cornalina y una similar a la n.º 23122⁵⁴. Este tipo no tiene paralelos directos, se detecta cierta relación con algún ejemplar de Tharros que presenta la decoración repujada, no con granulado⁵⁵, y también en Carthago, con la variante que el cilindro está formado por gránulos soldados al aire entre sí⁵⁶. Esta forma de cuenta tiene una pervivencia hasta el siglo V a.C., en la orfebrería etrusca como muestra un collar procedente de Tarquinia⁵⁷.

En el conjunto Cádiz B se analizaron más de veinte piezas, entre anillos (grupos denomi-

nados G1 y G2) y aros en espiral (grupos G3 y G4), que representan la tipología más característica de esa fase⁵⁸ (Lám II), los cuales se agruparon en cuatro grupos por sus características morfo-estilísticas. Los once anillos y dos aros en espiral (n.ºs 4126 y 4127) proceden de la zona de Los Glacis, y de las tumbas A, B, C, D, E de la Playa de los Números, excavadas por Pelayo Quintero y Francisco Cervera desde 1912 a 1934 y son datadas en el siglo IV a.C.; en tanto que un anillo de chatón fijo (n.º 26073) y los dos aros en espiral con banda de filigrana (n.ºs 26080a y b) son de los hallazgos recientes de las necrópolis fenico-púnicas, junto a otras tres parejas de «arracadas» similares (n.ºs 23.240-23.241; n.ºs 26.966 a, b; 26.942 a, b) inéditas⁵⁹; el anillo formaba parte del ajuar de una tumba con ritual de incineración, fechada en siglo VII a.C. y primera mitad del siglo VI a.C.; y los aros en espiral de una inhumación fechada en siglo V-IV a.C.⁶⁰

Los once anillos son del tipo «chatón giratorio» formado por aro ultra semicircular con alma de bronce y el engarce laminar de la piedra o cuenta. Todos tienen una tecnología laminar y estructura que se repite con alguna que otra variedad⁶¹. Los aros tienen una sección circular (n.º 4987-A), con aristas rebajadas (n.º 4215) o marcadas (n.º 4193). Los engarces son de lámina abierta en la base de forma oval, redondeada, apuntado o cuadrangular, cuyos bordes en

51 MATTHIAE, P. (1981): 217-18, fig. 55a y 55b.

52 HIGGINS, R.A. (1980): 99, lám. 15a.

53 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 86: láms. 41c y 41d.

54 PÉRDIGONES, L. *et al.* (1990): 28-29; 18-6 (a-h)/18-5.

55 QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): 118, n.182, lám. XVII.

56 QUILLARD, B. (1979): 111-115; grupo VI, lám. XXIX.

57 CRISTOFANI, M. y MARTELLI, M. (1983): 306, n. 215.

58 Referencias de números del Museo de Cádiz, anillos: 4987-A, 4987-B, 4214, 4193, 4141, 4144, 4180, 4140, 4215, 4178, 4181, 4182. Aros en espiral: 4126, 4127, 26080-A, 2680-B, 23.240, 23.241, procedentes de excavaciones de 1996 Cuarteles Varela, directora M.L Lavado. Y los n.º 26.966-a y b; 26.942-a, y b; de la excavación de 1997, calle Trille con la dirección F. Alarcón.

59 Museo de Cádiz, n.ºs 23.240- 23.241 de la excavación de 1996 en Cuarteles Varela, directora M.L Lavado; los n.ºs 26.966-a, b; 26.942-a, b de la excavación de 1997 de calle Trille, director F. Alarcón. Inéditas.

60 MUÑOZ, A. *et al.* (2000).

61 BANDERA, M.^a L. (1983): 33.



Lám. III. Paralelos. Joyas fenicio-púnicas de Cartago y Tharros (QUILLARD, B. [1987]). N.º 1 Cartago. N.º 2, 3 Tharros. N.º 4, 5, 6 Útica

algunos son lisos y con hilos soldados en la base (n.ºs 4141, 4144, 4987-B: G2); en otros el borde superior es dentado (n.ºs 4193, 4180) y con hilos de filigrana en base (n.ºs 4140, 4215, 4178). Otra variante presenta los dos bordes dentados (n.º 4181) y también una lámina moldurada soldada sobre ella (n.º 4987-A; G1) (Lám. II). Estos anillos son una creación local para uso funerario evolucionada de los modelos fenicios con engarces de escarabeos de la fase antigua (siglo VII-VI a. C.) y no tienen paralelos fuera de la producción de Cádiz, si bien encontramos algunas formas relacionadas por elementos, en anillo de las necrópolis de Cartago, Útica y Cerdeña.

Los aros en espiral definen dos tipología, una sencilla (G3) y otra más desarrollada (G4). La forma sencilla está conformada por un aro de cobre laminado de oro, de sección plano convexa, con doble vuelta en espiral y los extremos afinados en alambre que vuelven y se relían sobre sí formando un ojal; y que lucen como adorno un cordón de hilo torneado soldado en la mitad central entre las dos vueltas (n.ºs 4126 y 4127). Este tipo es característico de la orfebrería fenicio-púnica y sus paralelos se encuentran en Cerdeña (Tharros), Cartago (Dermech), y en las tumbas de Ard el Kerayb, considerándose una producción evolucionada de las formas más antiguas fenicias⁶².

62 QUILLARD, B. (1987): 33, 150, D4.

La forma más compleja (n^{os} 26080a y 26080b, 23240, 26942a y 26966a) se encuadra en el tipo de lámina intermedia decorada con filigrana en su variante con cápsula-roseta en un extremo por su estructura formal. La variante repite un modelo ya característico en los ajuares de la necrópolis de Cádiz con diseño decorativo de filigrana sentada sobre la lámina de series de SS inclinadas con glóbulos intercalados o liras de dobles S encarradas en horizontal formando grupos de flores cuatripetalas con glóbulo central⁶³; a los que se añade el de grecas de tradición griega de la pareja de arracadas n^o 26.942⁶⁴ (Lám. II) de excavaciones de 1996. El tipo se constata en Cartago (Útica), Tharros y otros centros púnicos del Mediterráneo (Lám. III: n^o. 4, 5, 6); pero en un número escaso, en los cuales se observan características técnicas comunes y rasgos morfoestilísticos diferenciados⁶⁵. Así es posible presuponer, ante la falta de homogeneidad en la producción conocida, que la evolución a partir del prototipo de aro en espiral no se produjera en un solo taller, sino en varios lugares, debido quizás a las influencias artísticas en los artesanos o a su valor social entre la población a la que iba dirigida la producción.

Sin duda la información aportada de los últimos hallazgos en Cádiz justifica la hipótesis de su origen local y su función como arracadas, basándonos en su hallazgo en la estructura y medidas; y también la datación de su uso⁶⁶. En primer lugar la evidencia de su función como pendiente se constata sobre todo por las piezas n^{os} 26.966 (a y b) (Lám. II) que se hallaron dispuestas a ambos lados de la cabeza en el enterramiento; además este uso se corresponde con la dirección de los giros del cuerpo de cada aro, opuesta entre sí, y la situación del rosetón, de manera que adopten una

misma colocación en cada lóbulo de la oreja, elaboración que también se repite en otras dos parejas (n^{os} 23.240- 23.241 y 26.942, a-b). En segundo lugar se evidencia una cronología de uso posiblemente desde el siglo V a.C. dado que las tumbas se fechán en los siglos V-IV a.C.⁶⁷, más temprana que la propuesta para la de Cartago basada en ejemplares de Útica y las más antiguas de Cádiz⁶⁸; finalmente el decorativo de grecas, de influencia griega, no registrado en otras colonias, por el momento, apoyaría la tesis de una producción local.

DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

Las piezas estudiadas fueron analizadas mediante la técnica PIXE en la línea de microhaz externo del Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla⁶⁹. Todos los análisis se llevaron a cabo en unas condiciones muy similares, cambiando únicamente la energía del protón incidente que varió entre 2,2 y 2,8 MeV, el tamaño del haz, de alrededor de unas 100 μm , y las distancias entre los detectores y la muestra. En todos ellos se utilizó una ventana de 8 μm de aluminio y las piezas se situaron a una distancia de 3mm de ésta. Dos detectores recolectaron los rayos-X generados en los objetos analizados, un Si(Li) y un LEGe. En el primero de éstos se colocó un filtro selectivo de 20 μm de cinc, el cual permite mejorar la detección del cobre y la plata al atenuar las señales de los picos más intensos del oro, evitando la aparición de picos suma de este elemento. Se utilizó un deflector magnético en el segundo detector para reducir el fondo creado en el espectro por los protones retrodispersados. Los resultados cuantitativos se obtuvieron a través del programa GUPIX, y se contrastaron

63 BANDERA, M.^a L. (1987): 238-250, tipo VII a; NICOLINI, G. (1990): 299-307; PEREA, A. (1991): 27-29.

64 BANDERA, M.^a L. (2006): 1457.

65 QUILLARD, B. (1987): 34, 151-152, lám. XI, XI.

66 BANDERA, M.^a L. (2006): 1457.

67 MÚÑOZ, A. *et al.* (2000): 883.

68 QUILLARD, B. (1987): 151.

69 ONTALBA, M.A. *et al.* (2006): 624; ORTEGA, I. *et al.* (2007): 330.

los resultados con varios patrones certificados: (1) 75% Au-15% Ag-10% Cu, (2) 96% Au-2% Ag-2% Cu y (3) 90% Au-8% Ag-2% Cu (% en peso).

Cada objeto analizado de los dos conjuntos (A, B) fue irradiado en unos 10-30 puntos, dependiendo de la complejidad de la muestra, por lo que el número de análisis realizados es suficientemente elevado y variado como para ser representativo de la producción de orfebrería de ambos periodos.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La orfebrería de Cádiz ha sido parte de los análisis practicados a un número significativo de tesoros y piezas de orfebrería pre-romana del sur de la Península Ibérica, y en líneas generales se pueden obtener algunas conclusiones sobre los materiales utilizados para su fabricación y la tecnología aplicada a su elaboración, entre ellas la de soldadura. De todos estos análisis se deduce que la mayor parte de los objetos fueron fabricados utilizando una aleación muy rica en oro, por encima del 80%, con la mitad de las piezas incluso de mayor pureza, por encima del 90%. El cobre en general se mantiene en torno al 2,5% y el resto corresponde al contenido en plata como se puede observar en la Figura 1. Los elementos traza típicos del oro no aparecen en estas muestras como una característica general de la aleación utilizada en la fabricación por lo que podríamos establecer que los objetos de orfebrería encontrados en el sur de la Península Ibérica y datados entre los siglos VII y III a.C. son muy puros en oro, con algo de plata y de cobre, y sin trazas características.

Sin embargo, contrastando los resultados de la orfebrería de Cádiz con los restantes del Valle del Guadalquivir, existen algunas excepciones.

En primer lugar por la composición de elementos (Fig. 1) se puede deducir que las concentraciones de oro de las aleaciones de las joyas de la producción tartésicas orientalizante son muy homogéneas y muy ricas en oro, contrariamente con las aleaciones de las piezas fenicias arcaicas que son muy variadas y con contenidos peculiarmente elevados de plata; en tanto que en el periodo posterior turdetano-púnico, las composiciones de las aleaciones utilizadas en las joyas de ambas culturas son más similares entre sí⁷⁰, pero en las gaditanas púnicas se ha encontrado trazas de paladio en el oro utilizado en algunas de ellas (grupo B). En cuanto a los procedimientos de soldadura encontrados destacan principalmente los métodos de aleación y fusión local, sin haberse encontrado evidencias de otros tipos de soldadura detectados en otras joyas del Mediterráneo.

Los resultados de las joyas de oro del Museo de Cádiz investigadas han diferenciado dos grandes agrupamientos (Cádiz A y Cádiz B), según las composiciones de elementos, que se corresponden con las producciones caracterizadas desde aspectos morfo-estilísticos y tecnológicos de las dos fases histórico-culturales, fenicia arcaica y púnica (Fig. 2).

Conjunto Cádiz A

En las piezas del periodo arcaico se observó una gran variedad de aleaciones distintas utilizadas en la elaboración de cada una de ellas; abarcando desde algunas muy ricas en oro (nº 23125: Au = 97,5%; Ag = 2,0%; Cu = 0,5%) a aleaciones muy ricas en plata (nº 10509a: Au = 45,7%; Ag = 50,7%; Cu = 3,6%) (Fig. 3). Sin embargo, para cada pieza la composición resultó ser suficientemente homogénea. Además se detectaron otros elementos, entre ellos Ti cuya presencia⁷¹ hace presuponer que se ha utilizado

70 BANDERA, M.^a L. *et al.* (2004): 44; ID. (2007):126-127.

71 ORTEGA, I. *et al.* (2007): 330-31.

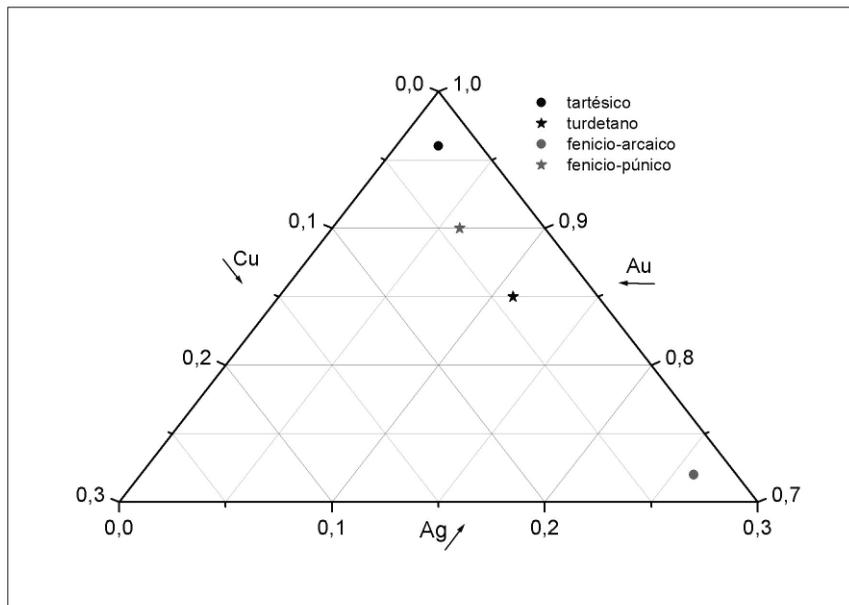


Fig. 1. Comparación de la orfebrería del Valle del Guadalquivir y de Cádiz

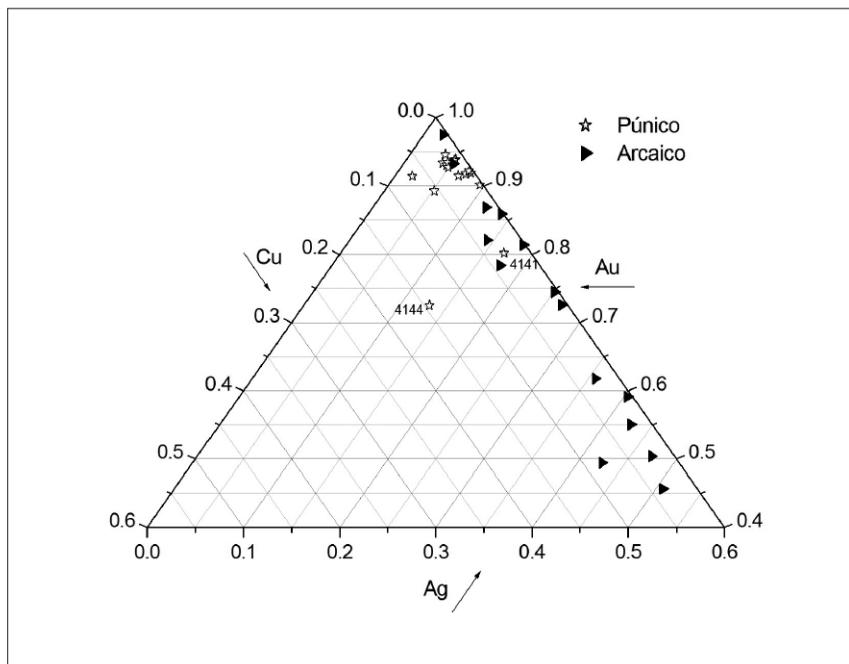


Fig. 2. Composición de oro, plata y cobre de los conjuntos analizados

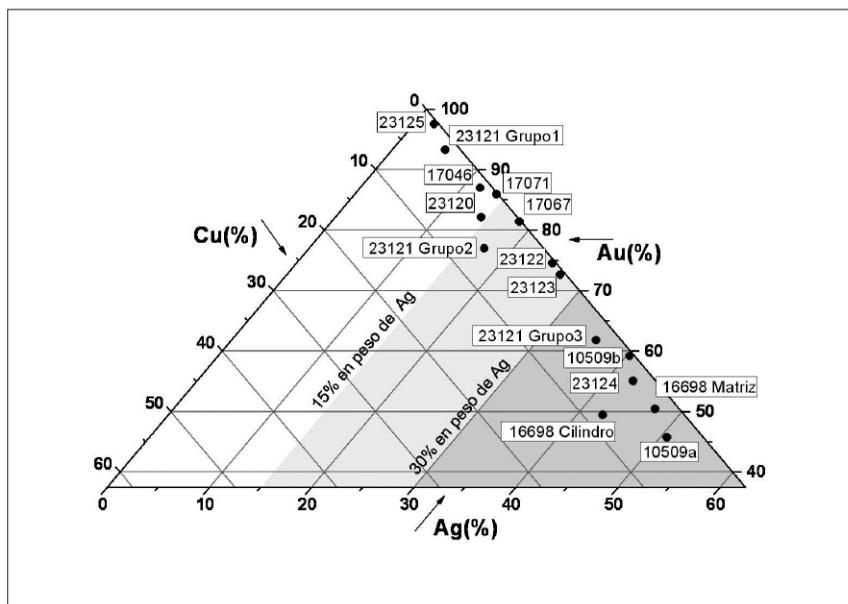


Fig. 3. Resultados promedios obtenidos para cada pieza analizada. Se observan distintas aleaciones, algunas de ellas muy ricas en plata

un oro aluvial como componente base para su elaboración, hecho frecuente en la Antigüedad.

Las piezas por los contenidos en plata de sus aleaciones puede encuadrarse en tres grupos: Grupo 1, aquellas con concentraciones más bajas de plata, por debajo del 5%; Grupo 2, aquellas que tienen concentraciones de plata de 5% hasta 15%; y Grupo 3 las que supera el 15% (Tabla 1).

Una primera valoración que abordamos de la variedad de aleaciones resultantes y del registro de las soldaduras estuvo en analizar su relación con las diferentes partes del objeto, estructura, elemento de ensamblaje o decoración, lo cual nos podría conducir a deducir las técnicas de fabricación aplicadas⁷², y a caracterizar la producción. De esta observación se dedujeron algunos datos significativos (*vid.* Tabla 1); uno de ellos que las aleaciones utilizadas en elaborar partes estructurales para fijar o colgar elementos se caracterizan por un mayor contenido de

Muestra	% en peso		
	Ag	Au	Cu
23125	2	97.4	0.5
23121 Grupo 1	5.2	93.3	1.5
17046	11.8	87	1.3
17071	13.9	86	0.2
23120	14.3	82.2	3.6
17067	18.4	81.4	0.2
23121 Grupo 2	17.5	78.4	4.1
23122	25.1	74.5	0.4
23123	26.8	72.6	0.6
23121 Grupo 3	35.7	61.8	2.5
10509b	40.3	59.1	0.5
23124	42.7	55	2.2
16698 Matriz	47.2	50.4	2.4
16698 Cilindro	42.6	49.5	8
10509a	50.7	45.7	3.6

Tabla 1. Concentraciones de oro, plata y cobre (% en peso)

72 DEMORTIER, G. (1986):152; DEMORTIER, G. y RUVALCABA, J.L. (1996): 276.

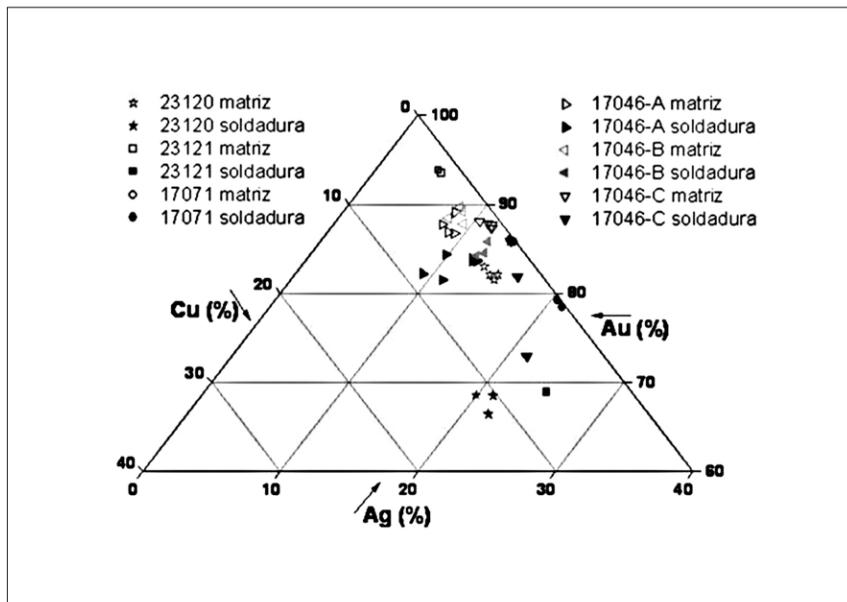


Fig. 4. Diagrama ternario. Diferentes símbolos se utilizan para la matriz y las zonas de soldaduras

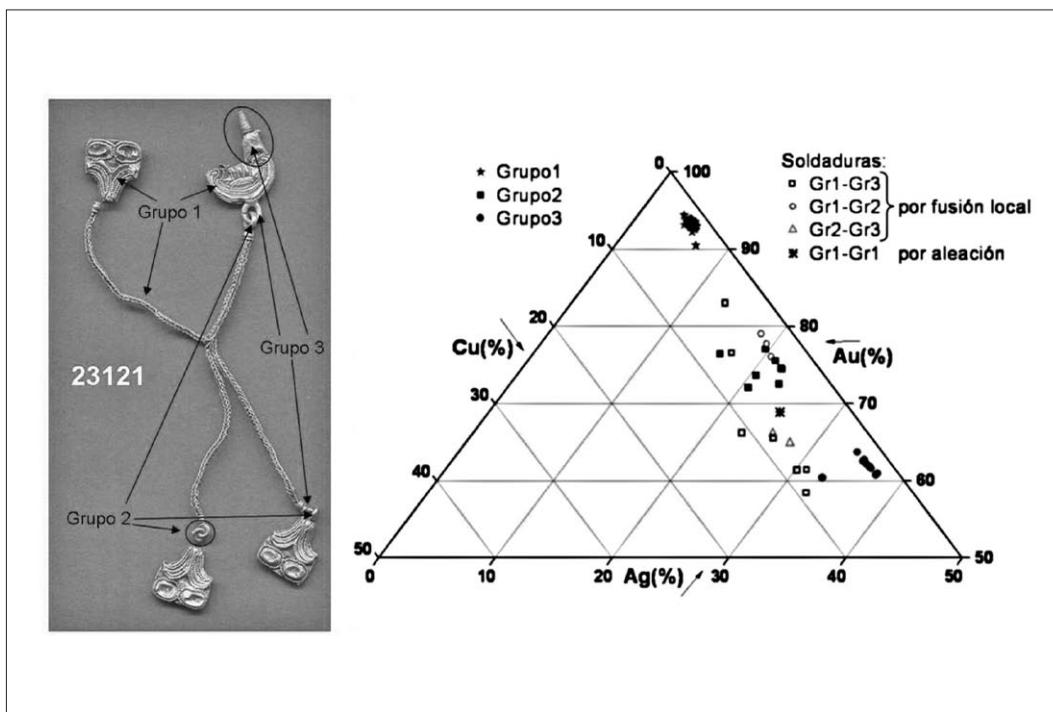


Fig. 5. Diagrama ternario de la pieza 23121 formada por tres aleaciones diferentes (grupo 1, grupo 2, grupo 3)

cobre que otras partes de las piezas; caso del cilindro de suspensión (n° 16698) y los aritos de ensamblaje de colgantes (n° 23121, Grupo 2) con un 8,0% y 4,1% de cobre, respectivamente. Otro, en el anillo n° 23120, macizo, las aleaciones de sus dos partes (aro y chatón) son iguales y con un alto contenido en cobre (3,6%), características que respondía probablemente a la mayor dureza que requieren las funciones de estos elementos (suspensión, ensamblaje); y también en las áreas de unión del aro al chatón se detectó que el contenido de plata y cobre aumenta, característica que se repite en los puntos de soldadura de la mayoría de piezas de este grupo (Fig. 4); de lo que se deduce por una parte que el orfebre utiliza diferentes aleaciones en función de la parte que elabora, y de otra que la técnica de soldadura por aleación fue la aplicada al lote⁷³.

Una aportación clarificadora para esta caracterización de la tecnología, es la que se deduce de la arracada de cuerpo naviforme n° 23121. En su elaboración se emplearon tres aleaciones diferentes identificadas como Grupo 1, Grupo 2 y Grupo 3 por los análisis, las mismas que se determinan en el conjunto de piezas (Fig. 5). Las aleaciones del Grupo 1, más ricas en oro, fueron empleadas para la elaboración de las partes estructurales, cuerpo del pendiente, los tres colgantes de palmetas, cadenillas y granulados; con la aleación de Grupo 2 las anillas de las cadenillas y elementos de unión entre ellos; con la aleación del Grupo 3, con un alto contenido en plata, se elaboraron la cabeza de halcón del extremo, algunas anillas y el eslabón del que cuelga la cadena. Las aleaciones del Grupo 1 y 2 corresponderían, probablemente, a las originales del pendiente y las del Grupo 3, utilizada para el arreglo, con el oro que se utilizaba en aquel momento por el orfebre, sin duda en una fecha

posterior, y contemporánea de aquella en que se elaborarían la serie de pendientes similares (n° 17046, 17067). De igual modo, los métodos de soldadura empleados fueron distintos; la fusión local fue aplicada para la unión de las partes pertenecientes al Grupo 2 y al Grupo 3 y el empleo de una aleación de menor punto de fusión para la unión de las partes estructurales del cuerpo y colgantes del Grupo 1.

Una segunda valoración se centró en algunas aleaciones de los grupos 2 y 3 (n° 17067, 23122, 23123, 10509a, 10509b, 23124, 16698 y parte de la 23121), con unas composiciones bastante homogéneas que se caracterizan por una baja concentración en oro, inferior al 82% Au, un relativo bajo nivel en cobre y su alto contenido en plata superior al 20% y hasta un 50%, que nos inducía a plantearnos la hipótesis de si la aleación usada en la manufactura de estas joyas era el resultado de un proceso intencionado de los orfebres, cuyas prácticas son bien conocidas desde la Antigüedad⁷⁴ y documentadas en la cultura fenicia y tartésica⁷⁵, o bien se trataba de una composición original procedente de minerales, conocida como *electrum*.

Rastreando en la geología del oro, nuestra primera interpretación explicaría el alto contenido en plata de las piezas como aleación artificial, basándonos en la rareza de depósitos de oro con *electrum* mineral ricos en plata por encima de 30%. Pero el origen natural de las aleaciones no puede ser descartado totalmente y una posible procedencia podría ser la región occidental de Anatolia. Estas propuestas que planteamos se fundamentan en la geología y mineralogía del oro y el *electrum*, y en el contenido de cobre en el oro.

En la naturaleza, el oro aparece principalmente en dos formas de depósitos minerales: en rocas (vetas y diseminaciones) y en depósitos

73 ORTEGA, I. *et al.* (2007): 331, fig. 3; ref. 15.

74 MOHEN, J. (1992).

75 PEREA, A. (2001): 146; ONTALBA, M.A. *et al.* (1998): 85.

aluviales (granos detríticos)⁷⁶. El oro encontrado en las rocas aparece en gran variedad de tipos de depósitos, variando genética morfológica y temporalmente dando lugar a localizaciones de minerales preciosos en diversas condiciones geológicas; el oro aluvial («placeros») deriva de oro liberado de los depósitos minerales que lo contienen tras sucesivos procesos medioambientales. Desde el punto de vista mineralógico el oro aparece de muchas formas, desde partículas de oro nativo hasta minerales que lo contienen⁷⁷. Las partículas de oro nativo normalmente están asociadas a la plata, al cobre, al hierro y a otras impurezas menos frecuentes Pd, Pt, Rh, Ir, Bi, Sb, Sn, Se y Hg⁷⁸, y el contenido en plata de todo oro nativo es de un 5-15% Ag y cuando está enriquecido 15-30% Ag, es una composición natural conocida como *electrum* u oro blanco⁷⁹, siendo escasas las referencias a *electrum* que contenga un valor superior a 30% o más⁸⁰. La historiografía sobre los depósitos de oro en el mundo señala la relación más estrecha del *electrum* a depósitos de la vena epithermal en las terrazas volcánicas jóvenes del Terciario⁸¹.

En cuanto al cobre, también presente en el oro nativo junto con la plata, tiene porcentajes menores, concentraciones de 0,10-20%, considerándose que un contenido de cobre en objetos de oro superior al 2,5% implica la intervención humana en la aleación, aunque esta proporción podría variar dependiendo del depósito mineral de cobre. Por tanto, desde las consideraciones geológicas, se deduce que esta aleación de oro-plata de las joyas arcaicas es el resultado de una aleación artificial, puesto que el mineral *elec-*

trum es escaso y aún más raro en concentraciones por encima de 30% Ag.

No obstante, y como hipótesis de trabajo planteamos que si el alto contenido de plata se debiera a un depósito natural, en ese caso, una zona geológica preferente estaría localizada en la provincia epitermal de oro del Terciario medio tardío asociado con rocas volcánicas del Mioceno al Pleistoceno de Anatolia occidental; provincia que contiene importantes depósitos de oro conocidos desde la Antigüedad y está surcada por arroyos y ríos con oro aluvial⁸². En efecto el nombre de *electrum* se aplicó por primera vez al oro de los placeros del río Pactolus, actual Sarabat⁸³, el cual cruzaba la ciudad de Sardes, capital del reino Lidio famoso por su riqueza y donde, según las fuentes literarias, surgen las primeras monedas de *electrum* en el siglo VII a.C.⁸⁴, habiéndose encontrado algunas en el templo de Artemis⁸⁵ dentro de contexto arqueológico.

En el estado actual de la investigación no se puede atribuir categóricamente el empleo de *electrum* natural o artificial por los orfebres gaditanos para la elaboración de las piezas de este conjunto; pero sí se considera, según criterios geológicos, el hecho de la existencia del compuesto natural con proporciones de plata entre 15% y 30%, se puede sugerir el origen natural de la aleación de las tres cuentas n^{os} 17067, 23122 y 23123 (Lám. I) las cuales por su formato y estilo podrían ser piezas importadas, manufacturadas en talleres orientales con acceso cercano al mineral *electrum*, posiblemente de Anatolia, por criterios geológicos; o bien de otro taller del Mediterráneo oriental, teniendo en cuenta

76 Detritos: partículas que resultan de la descomposición de una roca.

77 ORTEGA, I. *et al.* (2007): 333.

78 *Ibid.*: 334-335. Bibliografía específica sobre el tema: n. 18-24-28.

79 BOYLE, R.W. (1979); FISCHESSE, R. (1970).

80 ORTEGA, I. *et al.* (2007): 333.

81 BOYLE, R.W. (1979) y (1984); LAZNICKA, P. (1985).

82 YILMAZ, H. (2002); SERTKAYA, O. (2005).

83 BOYLE, R.W. (1979).

84 BELTRÁN, A. (1950): 23.

85 THOMSON, C.M. (2003): 67.

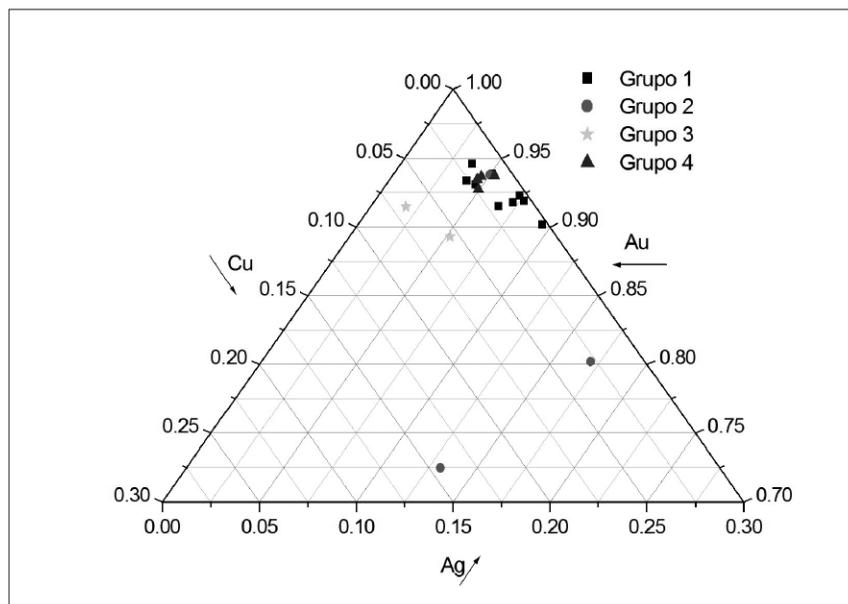


Fig. 6. Diagrama ternario de los grupos G1, G2, G3 y G4 (valores medios de cada pieza dentro grupo). Con símbolos huecos se representan los puntos de soldadura

los escasos paralelos morfo-estéticos o formas próximas registradas en otras colonias⁸⁶ y que las más relacionadas proceden de Sira-palestina y Grecia⁸⁷. Las cuentas habrían llegado a Cádiz como producto de comercio entre los emporios mediterráneos más orientales; o quizás las piezas viajaron como objetos personales de colonos orientales.

Conjunto Cádiz B

Este conjunto en general se caracteriza por un ámbito morfo-técnico diferente, evolucionado. Por una parte, destaca el abandono de la técnica de granulado para los diseños decorativos, a favor de filigrana con hilos y cintillas para realizar esquemas decorativos de tipo floral que sustituye, la iconografía simbólica anterior; aunque los adornos siguen siendo anillos, pendientes

y arracadas, y collares de colgantes. Por otra las característica de las composiciones (Lám. II).

En una interpretación de los resultados de estas joyas púnicas, se determinaron varios grupos de piezas de composición homogénea, con aleaciones ricas en Au, de valores medios superiores al 85% (Fig. 6). Y en cuanto a los procedimientos de soldadura, para todos los grupos, se observó que en los puntos de análisis de soldaduras tienen una aleación más rica en plata y/o cobre que en las matrices de las piezas a unir⁸⁸ (Fig. 6) lo cual indica soldaduras por aleación. Este tipo de soldadura deja un cuello entre los objetos a soldar, tal y como se observa en una de las piezas analizadas del conjunto A (Fig. 7).

Pero el resultado más interesante de este trabajo es la presencia de paladio (Pd) en la aleación de la matriz de dos de las cinco piezas del grupo G4. De los grupos restantes, sólo en los análisis

86 QUATTOCCHI PISANO, G. (1974): fig. 8, 178.

87 *Vid. supra*.

88 ONTALBA, M.A. *et al.* (2006): 624, fig. 1.

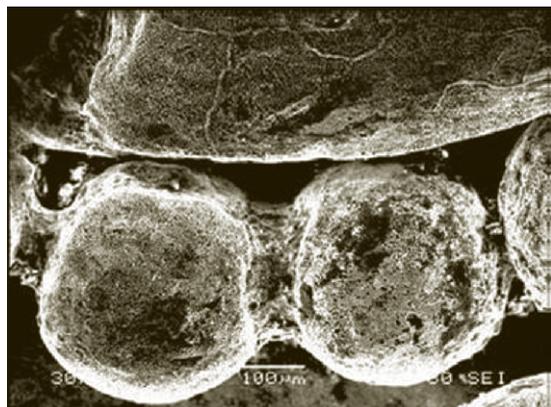


Fig. 7. Imagen de microscopía electrónica mostrando las soldaduras encontradas en la pieza 23124 perteneciente al conjunto Cádiz-A

sobre un cilindro (charnela) del anillo 4181, del G1, se presenta un contenido significativo de paladio (0,30% de Pd); en tanto que en el caso de las dos piezas del grupo G4, se detectaron y cuantificaron concentraciones significativas de este elemento, llegando a alcanzar un 0,70%⁸⁹ en todos los puntos analizados de las piezas n^{os} 26080-1 y 26080-2 (Fig. 8). La presencia de paladio no se ha detectado en ningún objeto del volumen total de joyas procedentes de la región del Valle del Guadalquivir dentro del periodo cronológico del 700-300 a.C., que hemos analizado en los diversos proyectos y en las mismas condiciones experimentales. Tan sólo hay referencia bibliográfica de análisis realizados sobre unas joyas de la tumba D en la necrópolis de la Playa de los Número E (Museo de Cádiz, n^o.inv.: 4254, 4258, 4259) de Cádiz, en los estudios de A. Hartmann⁹⁰ donde encontró paladio en una roseta y en una cuenta con niveles de concentración en torno al 1% en peso.

89 *Ibid.*; ORTEGA, I. (2008):187.

90 (1982): n^o 2412, 2413, 2416, 2417 y 2418.

91 El trabajo de consulta bibliográfica ha cubierto desde literatura científica seleccionada sobre oro hasta datos procedentes de informes de minas y exploración minera de la industria internacional (Mining Magazine, Mining Journal, Engineering & Mining Journal, etc.) de todo el mundo. Extremadamente pocas han sido las referencias sobre yacimientos de oro con paladio. Bibliografía y datos en ONALBA, M.A. *et al.* (2006): 625, n. 25-30.

92 *Ibid.*: 625.

La presencia de paladio limitada a la orfebrería de Cádiz, y tan solo detectada en la producción de características púnica, nos incitó a la localización geográfica de los yacimientos de oro que en la antigüedad existieron y de los cuales pudo extraerse este oro con paladio que logró llegar hasta la colonia fenicia de Cádiz. Para ello se tomaron, igual que para el conjunto arcaico (A), consideraciones geológicas para establecer el fenómeno oro-paladio, y arqueológicas que permiten establecer lugares de la época que pudieron ser explotados.

Desde las consideraciones geológicas se desprende que el oro y el paladio o, más ampliamente, los elementos del grupo del platino (EGP), proceden de depósitos geológicos normalmente separados, aunque en algunos lugares de los mundos antiguos de Eurasia y África se ha encontrado paladio en depósitos de oro: Guinea (oeste de África), Urales (Eurasia), Brasil (Minas Gerais) y Galica⁹¹. Según el argumento precedente y el hecho de tener estas muestras trazas de titanio nos indica que el oro es aluvial, origen el más indicado y general del periodo cronológico al que pertenecen las piezas. Asumiendo su origen aluvial, este puede tener dos paisajes diferentes: A, las partículas de oro y paladio, procedentes de depósitos diferentes, confluyen en la misma cuenca hidrográfica de donde son recogidas conjuntamente por los mineros y al fundirlas posteriormente los orfebres resulta una aleación de oro y paladio; B, los placeres se habrían formado de oro procedente de yacimientos auríferos cuyo oro contiene paladio.

Dos zonas geográficas podrían ser la fuente de esta materia, según estas consideraciones geológicas⁹² de su probable procedencia aluvial. Una

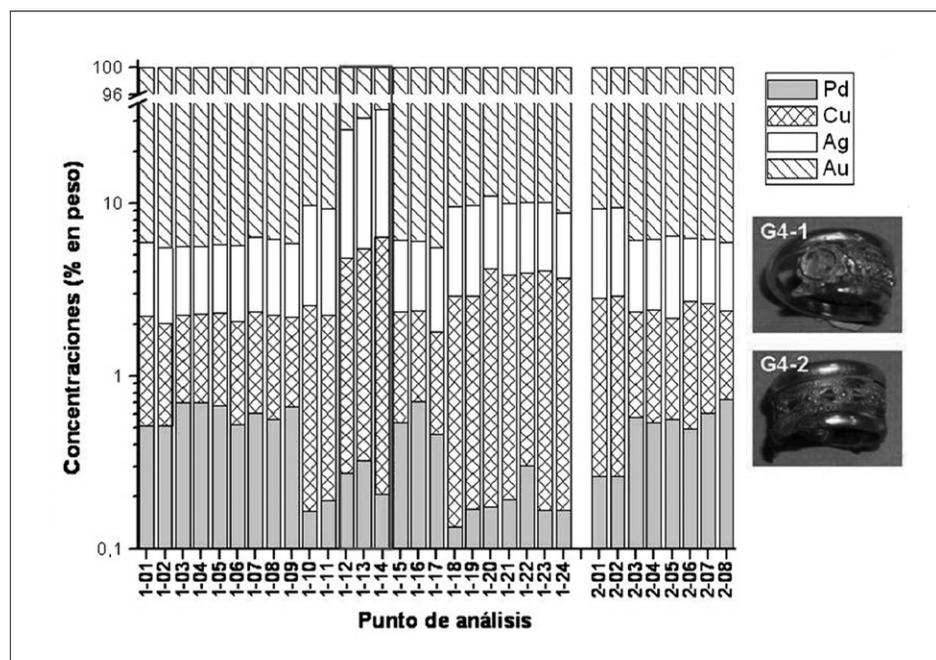


Fig. 8. Resultados de oro, plata, cobre y paladio de las piezas 26080-1, 26080-2 del grupo 4. Se señalan los puntos de análisis correspondiente a una soldadura por aleación, caracterizada por un aumento en la concentración de plata y un poco en la de cobre. La escala logarítmica se usa para destacar la presencia del elemento traza paladio

de ellas podría ser el NW de la Península Ibérica, con posibles depósitos aluviales de oro y paladio distintos pero en una misma cuenca hidrográfica (paisaje A). En efecto en Galicia se han documentado posibles yacimientos aluviales de oro y platino⁹³, y anomalías geoquímicas de oro y paladio en sedimentos de Trás-Os-Montes⁹⁴. Y otra el oeste de África (paisaje B); la Costa de Oro ha sido una de las mayores productoras de oro desde la antigüedad, y actualmente, con algunos famosos e históricos campos de oro⁹⁵; y donde varios cinturones de depósitos auríferos, conteniendo elementos del grupo del platino y otros minerales, atraviesan la zona. Pero no se puede descartar otras regiones poco investigadas geológicamente como posibles fuentes del paladio.

Por consideraciones arqueológicas, Cádiz tuvo posibilidades de acceder a todos estos lugares a través de las rutas comerciales existente a lo largo del Mediterráneo y la Península Ibérica desde el Bronce Final. Y aunque no hay datos abundantes, existen referencias a esta materia prima que apuntan a distintas regiones. Para una procedencia del NW peninsular no conocemos ningún dato en la producción de orfebrería prerromana tartésica o turdetana en la que se haya detectado este elemento traza. No obstante estudios analíticos de monedas suevas y visigodas (500-700 d.C.) de la Península Ibérica, acuñadas en la región noroeste (Galicia y el norte de Lusitania) se caracterizaron por la presencia de paladio en su composición (10-

93 ADARO (1989).

94 De OLIVEIRA, D.P.S. (2003).

95 Galam Bambouk, Boure, Bito, Ashanti, etc.

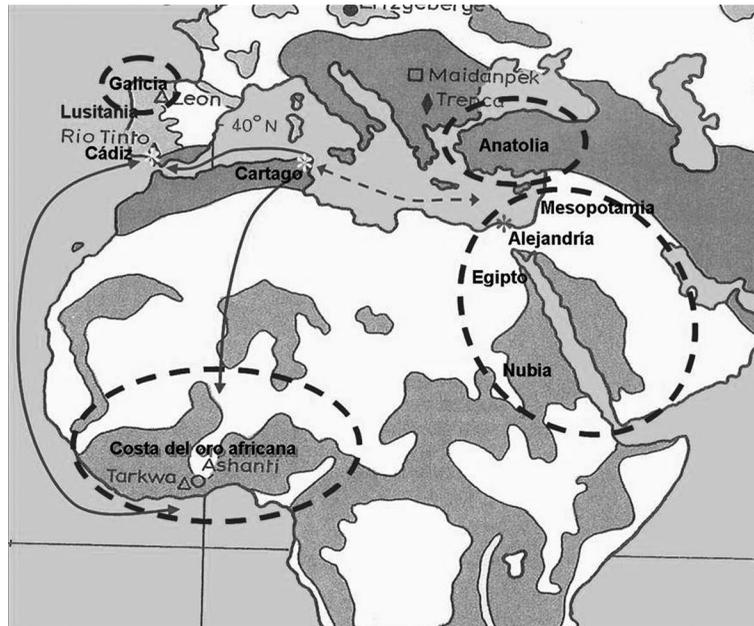


Fig. 9. Resumen gráfico de las posibles zonas de origen del oro con trazas de paladio utilizado en la fabricación de las joyas púnicas encontradas en la necrópolis de Cádiz

340 ppm). En cuanto al acceso a este material, el paladio, procedente del oeste africano, podría haber tenido lugar a través del intenso comercio con Cartago, el cual, según Herodoto, obtenía oro aluvial desde Galam y Bambuk, en torno al Níger y Senegal⁹⁶; pero también por contactos directos con las costas africanas en actividades comerciales potenciadas desde Cádiz y detectadas por hallazgos cerámicos⁹⁷. Igualmente, el oro podría proceder del Mediterráneo oriental pues en las fuentes históricas se mencionan depósitos aluviales explotados por los Urtios desde el siglo IX a.C., los cuales obtenían oro de los depósitos aluviales. Otros dato que lleva a una fuente oriental se constata en la presencia de paladio en monedas de oro de Alejandro Magno (400 a.C.)⁹⁸. Todo nos indica que este oro fue conocido en los mercados del Mediterráneo y

las tres zonas tienen posibilidades de ser el lugar de procedencia (Fig. 9).

Por tanto, si se considera por una parte el alto contenido de Pd y que la producción es local, como se desprende de la reparación del anillo 4181 (G1), y por otra que los rasgos técnicos y morfoestéticos guardan relaciones con las producciones de las colonias fenicias del Mediterráneo, podríamos proponer como más probable que el material empleado fue importado, pero sin descartar ninguno de los lugares reseñados, hasta tener mayor información de futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

A modo de resumen se puede concluir que la aplicación de la técnica PIXE en la orfebrería de Cádiz ha sido determinante para caracterizar a

96 SHEPERD, R. (1993).

97 MILLÁN, J. (1998): 124-127.

98 GONDONNEAU, A. y GUERRA, M.F. (2000): 27.

partir de los componentes de la materia prima los dos ámbitos tecnológicos desarrollados en cada fase cultural (fenicia arcaica/púnica) y diferenciarlos de aquellos que se desarrollan en el Valle del Guadalquivir desde del siglo VII a.C., en periodos contemporáneos (tartésico/turdetano).

Como rasgo importante de caracterización se han encontrado dos tipos de excepciones en la composición de la producción de este taller colonial, los cuales han dado lugar a hipótesis sobre las posibles fuentes de obtención de la materia prima necesaria para la manufactura de dichos objetos. Ambas excepciones se localizan en la misma zona geográfica, y consisten en concentraciones inusualmente elevadas de plata en la aleación de los objetos y en la detección de paladio como elemento traza. Atendiendo a cues-

tiones geológicas y arqueológicas, se establecieron hipótesis sobre estas piezas: en el primero de los casos, la aleación podría ser intencionada o natural, en cuyo caso podría proceder de la zona occidental de Anatolia, Turquía; en el segundo, el posible origen de este oro se centra en el noroeste de Iberia, de la antigua Costa de Oro de África, del este de África o de Anatolia.

Por otra parte este trabajo abre una vía de investigación para futuros estudios de electrum; de hecho estudios de análisis de objetos de oro encontrados en Cartago⁹⁹ podrían aportar interesantes resultados para el conocimiento del conjunto de Cádiz A, porque ambas colecciones tienen aleaciones con alto contenido de plata y repiten las mismas técnicas e iconografía decorativa.

⁹⁹ QUILLARD, B. (1979): 32-34..

BIBLIOGRAFÍA

- ADARO (1989): *Actuación de la Empresa Nacional Adaro en la Exploración Sistemática de Recursos Minerales de España en el periodo 1985-1989*, Faura y Ortiz, Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, SA, Mineral Exploration Programmes'89, Internacional Mining/MIRO.
- ALMAGRO GORBEA, M. (1989): «Orfebrería Orientalizante: El oro en la España Prerromana», *Revista de Arqueología* (monografía): 74: 68-81.
- BANDERA, M.^a L. (1983): «Orfebrería gaditana: técnica y tipología», *Boletín del Museo de Cádiz*, III: 33-41.
- (1987): *La joyería orientalizante Ibérica del siglo VII al I a. C. Mitad Sur peninsular*. Ed. Microfichas, Sevilla.
- (2006): «Relaciones de la orfebrería fenicio-púnica de Cartago y de Iberia», en *Acti del XVI Convengo di Studio-L'África Romana*, 16-Vol. 3, Roma, pp. 1451-1460.
- BANDERA, M.^a L. DE LA, GÓMEZ TUBÍO, B., ONTALBA SALAMANCA, M.A., RESPALDIZA, M.A. y FERNÁNDEZ GÓMEZ, F. (2004): «Estudio preliminar de orfebrería tartésica-turdetana del Valle del Guadalquivir», en *Avances en Arqueometría 2003*, Universidad de Cádiz, pp. 48-55.
- BANDERA, M.^a L. DE LA, GÓMEZ TUBÍO, B., ONTALBA SALAMANCA, M.A., ORTEGA FELIU, I. y RESPALDIZA, M.A. (2007): «Caracterización de orfebrería antigua mediante técnicas nucleares de análisis no destructivos», *Metalisteria de la Hispania Romana. Sautuola*, XIII: 113-128.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. (1950): *Curso de numismática*, vol. I, Cartagena.
- BLANCO FREJEIRO, A. (1956): «Orientalia. Estudio de los objetos fenicios y orientalizantes en la Península», *Archivo Español de Arqueología*, XXIX: 3-5.
- BOARDMAN, J. (1967): «Archaic Finger Rings», *Antike Kunst*, 10: 3-28.
- BOYLE, R.W. (1979): *The geochemistry of gold and its deposits*, Geological Survey of Canada, Editorial Ottawa, Canada.
- (1984): «Gold deposits; their geology, geochemistry and origin», en *Gold'82: The Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits*, Geological Society of Zimbabwe. Special publication n.º 1, Róterdam, pp. 183-190.
- CRISTOFANI, M. y MARTELLI, M. (1983): *L'oro degli etruschi*, Novara.
- DEMORTIER, G. (1986): «LARN experience in nondestructive analysis of gold artifacts», *Nuclear Instruments and Methods*, B 14: 152-155.
- DEMORTIER, G. y RUVALCABA-SIL, J.L. (1996): «Differential PIXE analysis of Mesoamerican jewellery items», *Nuclear Instruments and Methods*, B 118: 352-358.
- DE OLIVEIRA, D.P.S. (2003): *Development of exploration guides for precious metals in ophiolite complexes-Final report on the work carried out in the Morais ophiolite Complex (Trás-os-Montes), NE Portugal*. Instituto Geológico e Mineiro (informe interno), Lisboa.
- FISCHESSE, R. (1970): *Données des principales espèces minérales*, Société de l'Industrie Minière, Sint-Etienne.
- GONDONNEAU, A. y GUERRA, M.F. (2000): «L'or perse a travers l'analyse de monnayages antiques et médiévaux», *Revue de Archéométrie*, 24: 27-38.
- HARTMANN, A. (1982): *Prähistorische goldfunde aus Europa*. II, *Studie zu den Anfängen der Metallurgie*, Band 5, Berlín.
- HIGGINS, R.A. (1980): *Greek and Roman Jewellery*, Londres.
- LAFFINEUR, R. (1978): *L'orfèvrerie rhodienne orientalisante*, París.
- LAZNICKA, P. (1985): *Empirical Metallogeny. Depositional Environments*, Lithological Associations and Metallic Ores. Part A. Development in Economic Geology, Elsevier.
- MATTHIAE, P. (1981): *Studi Eblaiti* 4, Roma.
- MARSHALL, F.H. (1969): *Catalogue of the jewellery, greek, etruscan, and roman*, The Trustees of the British Museum, Londres.
- MAXWELL-HYSLOP, K.R. (1971): *Western Asiatic Jewellery c. 3000-612 B.C.*, Methuen, Londres.
- MILLÁN LEÓN, J. (1998): *Gades y las navegaciones oceánicas en la Antigüedad (1000 a.C.-500 d.C.)*, Écija.
- MOHEN, J. (1992): *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*, Ed. Masson, Barcelona.
- MONTERO, I. y ROVIRA, S. (1991): «El oro y sus aleaciones en la Orfebrería Prerromana», *Archivo Español de Arqueología*, LXIV: 7-21.
- MUÑOZ VICENTE, A. (1997): «Secuencia histórica del asentamiento fenicio-púnico de Cádiz: un análisis cronoespacial tras quince años de investigación arqueológica», *Boletín del Museo de Cádiz*, VIII: 77-106.
- MUÑOZ VICENTE, A. y PERDIGONES MORENO, L. (2000): «Estado actual de la arqueología fenicio púnica en la ciudad de Cádiz», en *Actas del IVº Congreso Internacional de Estudios Fenicio y Púnicos*, vol. II, Cádiz, pp. 881-892.
- NICOLINI, G. (1990): *Thechniques des ors antique. La bijouterie ibérique du VIIº au IVº siècle*, Picard, París.
- ONTALBA SALAMANCA, M.A., DEMORTIER, G., FERNÁNDEZ GÓMEZ, F., COQUAY, P., RUVALCABA-SIL, J.L. y RESPALDIZA, M.A. (1998): «PIXE and SEM studies of Tartesian gold artefacts», *Nuclear Instruments and Methods*, B 136-138: 851-857.
- ONTALBA SALAMANCA, M.A., GÓMEZ TUBÍO, B., ORTEGA FELIU, I., RESPALDIZA, M.A., BANDERA, M.L. DE LA, OVEJERO ZAPPINO, G., BOUZAS, A. y GÓMEZ MORÓN, A. (2006): «External-Beam PIXE

- spectrometry for the study of punic jewellery (SW Spain): the geographical provenance of the palladium-bearing gold», *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B 249: 622-627.
- ORTEGA FELIU, I., GÓMEZ TUBÍO, B., ONTALBA SALAMANCA, M.A., RESPALDIZA, M.A., BANDERA, M.ª L. DE LA, OVEJERO ZAPPINO, G. (2007): «Gold and Electrum Jewellery in the strategic Area of Gadir in Phoenician Period», *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B 260: 329-335.
- ORTEGA FELIU, I. (2008) *Técnicas IBA aplicadas al estudio del Patrimonio Histórico y Cultural*, Memoria de Tesis Doctoral, Sevilla.
- PEREA, A. (1986): «La orfebrería púnica de Cádiz», en G. del Olmo Lete y M.ª E. Aubet (eds.), *Los Fenicios en la Península Ibérica*, Sabadell, pp. 295-322.
- (1990): «Estudio microscópico y microanalítico de las soldaduras y otros procesos técnicos en la orfebrería prehistórica del Sur de la Península Ibérica», *Trabajos de Prehistoria*, 47: 103-160.
- (1991a): *Arqueología Prerromana. Arqueología del oro*, Publicaciones Caja Madrid, Madrid.
- (1992): «El taller de orfebrería de Cádiz y sus relaciones con otros centros coloniales e indígenas», en *Producciones Artesanales. Fenicio-Púnicas. VI Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnicas*, Ibiza, pp. 75-87.
- (1999): «Project Au for de study of goldwork technology and the concept of technological domian systems», en S.M.Y. Yung, A.M. Pollard, P. Budd y R.A. (eds.), *Metals in Antiquity, B.A.R. Int. Series 792*, Oxford, pp. 68-71.
- (2001b): «La metalurgia y la orfebrería antigua y actual: los inicios de la tecnología del oro en la Península Ibérica», en *El libro de la Minería del Oro en Iberoamérica*, Red XIII-B, CYTED, Madrid, pp. 144-148.
- PERDIGONES MORENO, L., MUÑOZ VICENTE, A. y PISANO, G. (1990): «La necrópolis fenicio-púnica de Cádiz de los siglos VI-IV a.C.», *Studia Punica*, 7: 7-50.
- PISANO, G. (1990): «'Il monilli' en la necrópolis fenicio-púnica de Cádiz siglos VI-IV a.C.», *Studia Punica*, 7: 57-62.
- QUATTROCCHI PISANO, G. (1974): *I Gioielli di Tharros nel Museo Nazionale di Cagliari*, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma.
- QUILLARD, B. (1979): *Bijoux Carthaginois I. Les Colliers. Aurifex*, 2, Institut Supérieur d'Archéologie et d'Histoire de l'Art, Lovaina la Nueva.
- (1987): *Bijoux Carthaginois II. Porte-Amulettes, Sceaux-Pendentifs, Pendants, Boucles, Anneaux et Bagues. Aurifex*, 3, Institut Supérieur d'Archéologie et d'Histoire de l'Art, Lovaina la Nueva.
- SHEPRD, R. (1993): *Ancient Mining*, Londres.
- SERTKAY, O. (2005): *Gold mining in Turkey*, Cografya Pergisi, Estambul.
- THOMPSON, C.M. (2003): «Sealed silver in iron age Cisjordan and the invention of coinage», *Oxford Journal of Archaeology*, 22: 67-107.
- YILMAZ, H. (2002): «Ovacik gold deposit: an example of quartz-adularia-type gold mineralization in Turkey», *Economic Geolog*, 97: 1829-1839.

