

EXAMEN ARQUEOMÉTRICO DE UN OBJETO DE HUESO DECORADO DE ÉPOCA ALMOHADE (SIGLO XIII D. C.) PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA DE LA CALLE SAN FERNANDO, SEVILLA

ARCHAEOMETRIC STUDY OF AN ALMOHAD (13th CENTURY AD) DECORATED BONE OBJECT FROM THE SAN FERNANDO STREET ARCHAEOLOGICAL EXCAVATION, SEVILLE

Mark A. Hunt Ortiz (1) / M.^a Ángeles Ontalba Salamanca (2) / Inés Ortega Feliú (3) / Blanca Gómez Tubío (4) / Eloisa Bernáldez Sánchez (5) / Pina López Torres (6)

(1) Dpto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla

(2) Dpto. Física Aplicada, Universidad de Extremadura

(3) Centro Nacional de Aceleradores, Sevilla

(4) Dpto. Física Aplicada III, Universidad de Sevilla

(5) Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía

(6) Arqueopro, Sevilla

RESUMEN: Se presentan los resultados del análisis mediante técnicas IBA de un hueso decorado de época Almohade (s. XIII d.C.) procedente de la excavación arqueológica llevada a cabo en la C/ San Fernando de la ciudad de Sevilla. El hueso trabajado, hipotéticamente un instrumento musical, se ha identificado como ulna de buitre. Con fines comparativos también se han analizado ulnas de buitres actuales. Los resultados muestran el posible uso de compuestos metálicos en las incisiones decorativas del hueso y, por otra parte, la presencia diferenciada de elementos pesados en los buitres actuales.

SUMMARY: The results of the analysis by IBA techniques carried out in an Almohad (13th century AD) decorated bone from the excavation in San Fernando street, city of Sevilla (Spain) are presented. The worked bone, hypothetically considered a musical instrument, has been identified as a vulture's ulna. For comparative purposes, contemporary vulture's ulnae have also been analysed. The results show the possible use of metal compounds in the decorative bone incisions and, secondly, a differentiated presence of heavy metallic elements in contemporary vultures.

PALABRAS CLAVE: Técnicas IBA, hueso decorado, buitre, ulna, Almohade, Sevilla.

KEY WORDS: IBA Techniques, decorated bone, vulture, ulna, Almohad, Seville.

I. INTRODUCCIÓN

Con motivo del proyecto de construcción de la Estación Puerta de Jerez de la Línea 1 del Metro de Sevilla se llevó a cabo en la Calle San Fernando de la ciudad de Sevilla la excavación arqueológica en un área de 1.760 m², en la que, aunque finalmente solo se realizó la Fase I de las tres previstas inicialmente, se documentaron niveles de registro arqueológico desde época Imperial Romana hasta época Contemporánea (Pozo *et al.* 2006; Borja *et al.* 2008).

Concretamente de época medieval islámica se documentaron diversas fases, una de ellas co-

rrespondiente a época Almohade, datada en un arco cronológico que se extiende desde finales del siglo XII a la primera mitad del siglo XIII d. C. En el escaso espacio que pudo ser estudiado al interior de la muralla islámica se situó el Corte-11 (Figura 1), en cuyo ámbito se excavó la unidad estratigráfica denominada UE 1194, correspondiente a un pequeño pozo de aprox. 1 m de diámetro, que rompía estratos anteriores, y que fue utilizado como basurero (Figura 2). En su interior se excavó un amplio repertorio cerámico, de diversa tipología (jarros, ataífores, jofainas, ollas y cazuelas de costillas, anafes...) (Figura 3), datado en la primera mitad del siglo XIII d. C.



Fig. 1. Vista aérea de la Calle San Fernando: Localización (marcado en rojo) del Corte-11 en el extremo Oeste del área de la intervención arqueológica.

Junto al conjunto cerámico se excavó un objeto de hueso con decoración incisa y múltiples perforaciones circulares (C-11/UE-1194/1452) que, por paralelos próximos así considerados, fue catalogado inicialmente como un posible instrumento musical.

II. DESCRIPCIÓN DEL HUESO DECORADO

El hueso decorado (C-11/UE-1194/1452) tiene una longitud de 265 mm, con anchura máxima proximal de 20'91 mm, anchura máxima distal de 13'99 mm y una anchura mínima de la diáfisis de 12'19 mm. No conservaba las epífisis distal y proximal, que habían sido seccionadas para su preparación (Figura 4). Presentaba una de las caras laterales decorada mediante incisiones reticulares separadas por líneas transversales y en la diáfisis un mínimo de 25 perforaciones con la siguiente distribución: dos por cada lado en posición



Fig. 2. UE 1194, basurero islámico, en proceso de excavación.

distal y 10 y 11 en cada cara repartidos en grupos de 3: 5: 2 y 3:5:3 respectivamente.

El estudio arqueozoológico determinó que el hueso empleado correspondía a la ulna (cúbito) derecha de un buitre.

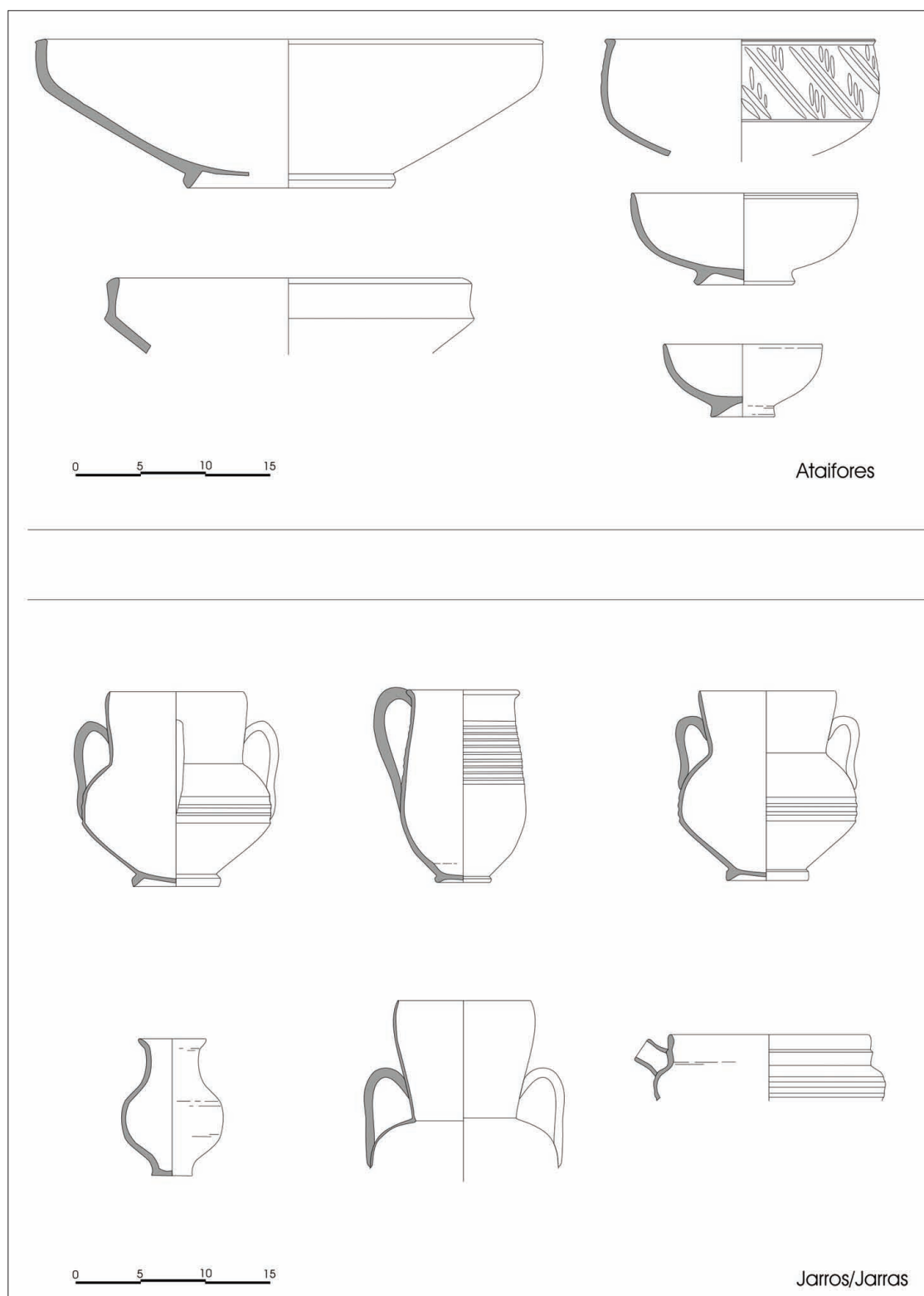


Fig. 3. Ejemplares del tipo cerámico Ataífores y Jarro/Jarra de la UE 1194.

Puesto que el hueso carecía de diáfisis, que permiten una mejor identificación, para la determinación de la especie a la que correspondía el hueso empleado (ya que podía corresponder tanto a buitre negro como a buitre leonado), se solicitó y obtuvo el préstamo de los esqueletos de dos ejem-

plares de la colección de la Estación Biológica de Doñana (CSIC):

-Buitre negro (*Aegypius monachus*) signatura EBD 22979, recogido en junio de 1999 en La Contienda de Aroche (Sierra de Huelva).



Fig. 4. Hueso decorado (C-11/UE-1194/1452).

-Buitre leonado (*Gyps fulvus*) signatura EBD 18620, recogido en el año 1991 en el entorno del Parque Nacional de Doñana (Huelva).

III. POSIBLE FUNCIONALIDAD

Como se ha referido, la posible funcionalidad como instrumento musical del objeto de hueso se estableció en una primera instancia por comparación con un objeto muy similar, de procedencia desconocida pero con decoración epigráfica, que se encontraba depositado en el Museo Arqueológico de Sevilla, que estaba catalogado como flauta y datado en los siglos XII-XIII d. C. (Metrópolis Totius Hispaniae 1999: 200-201). Aunque se indica que la flauta del Museo fue realizada “con la tibia

de un ciervo” su revisión permitió identificar el hueso también como una ulna de buitre.

El uso de huesos de aves, y de buitre concretamente, para la fabricación de instrumentos de viento de distinta tipología tiene una tradición milenaria, fuera de la Península Ibérica (Zhang *et al.* 1999) y en la Península desde épocas prehistóricas (Martí Oliver *et al.* 2001) hasta épocas romana, islámica y posteriores (Moreno García *et al.* 2005).

En el caso del ejemplar almohade que ahora se estudia, la existencia de tan elevado número de perforaciones (mínimo de 25) en su diáfisis hace difícil entender su funcionamiento como instru-

mento musical de viento, aunque se conocen ejemplos de flautas con elevado número de perforaciones en las que se utilizan membranas, como en el caso del tipo chino denominado *dizi* (Tsai 2004).

IV. OBJETIVO, MUESTRAS ANALIZADAS Y MÉTODO

Planteando la hipótesis de que parte de las perforaciones pudieran haber estado ocluidas, total o parcialmente, se procedió al análisis del hueso decorado (C-11/UE-1194/1452) (Autorizada por la Dirección General de Bienes Culturales, Junta de Andalucía, de fecha 7/4/2006), con el objetivo de identificar trazas de posible material utilizado para la hipotética oclusión de las perforaciones, lo que permitiría, entre otros aspectos, explicar el funcionamiento del instrumento y su métrica musical.

Además de este hueso decorado procedente de la excavación de la Calle San Fernando, se analizaron, en las mismas condiciones experimentales, las ulnas de los buitres actuales de la Colección de la Estación Biológica de Doñana y una muestra de contraste. Así, las muestras estudiadas, con sus respectivas denominaciones, fueron las siguientes:

-Flauta. Hueso arqueológico decorado (C-11/UE-1194/1452)

-Hueso A. Ulna de buitre negro (*Aegypius Monachus*-EDB 22979)

-Hueso G. Ulna de buitre leonado (*Gyps Fulvus*- EBD 18620)

-Hueso D. (Muestra contraste para pruebas iniciales) Fragmento de hueso arqueológico animal indeterminado de la colección del Departamento Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla.

Todos los objetos han sido analizados en el Centro Nacional de Aceleradores (CNA) mediante técnicas IBA (*Ion Beam Analysis*), técnicas de origen nuclear basadas en el uso de aceleradores de partículas. Concretamente fueron irradiadas con una haz de protones de 2.8 MeV de energía y 1 nA de intensidad en la línea de haz externo asociada al acelerador Pelletron de 3 MV del CNA. Las características de este dispositivo son especialmente idó-

neas para el análisis no destructivo del excepcional objeto arqueológico al no ser necesaria la extracción de muestra (no existe limitación de tamaño de la muestra a analizar) ni provocar daño al haz por calentamiento en su superficie (la energía depositada por el haz se disipa en el aire).

Con objeto de determinar la composición del objeto, durante la irradiación, que afecta a un área de 80µmØ, se utilizó un detector LEGe con deflector magnético situado a 45mm de la muestra y con un ángulo de 52º respecto a la normal a la muestra para recoger los rayos X emitidos por la pieza (técnica PIXE, *Particle Induced X-ray Emission*) y un detector HPGe situado a 205mm y a 90º, con el cual se recogen los rayos gamma emitidos por la muestra (técnica PIGE, *Particle Induced X-ray Emission*).

V. RESULTADOS ANALÍTICOS

Los análisis fueron realizados en diversos puntos del objeto arqueológico y en el resto de las muestras (Tabla 1). La detección de las emisiones inducidas por los protones ha permitido cuantificar la presencia de Ca, P, K, Cu, Zn, Fe, Mn, Ti, Sr, Ba y Pb, elementos con los que se ha determinado la composición de las áreas analizadas (Gráfico 1).

Además de los elementos mayoritarios propios de la composición de los huesos de ave, Ca y P (Taylor *et al.* 1960), respecto a los elementos minoritarios determinados, se constató la mayor proporción de Mn, Cu, y Pb en el hueso arqueológico (Gráfico 2). Por otra parte, la muestra G (buitre leonado) mostró una concentración más elevada de Zn que en el resto de las muestras y más elevada en Mn, Fe y Pb que la muestra A (buitre negro).

En puntos concretos del hueso arqueológico se determinó una concentración significativa de Mn, Cu, y especialmente de Pb, con concentraciones en el surco (punto 1-4: 0.23% Pb) y en la intersección entre dos surcos (Punto 1-5: 0.53% Pb), cuando en el resto de la flauta no supera el 0.10% Pb.

En vista de estos primeros resultados disponibles, se realizó una nueva serie analítica en puntos concretos del objeto arqueológico, mejorando la monitorización de la dosis de protones y la detección de

Muestra	Espectro	Notación	Descripción
Flauta	1205068	01-ene	Zona limpia y lisa
Cara 1 labrada con 2 orificios pequeños	1205069	01-feb	Próximo a orificio
	12050610	01-mar	Próximo a orificio
	12050611	01-abr	Intersección surcos
	12050612	01-may	Sobre surco
	12050613	01-jun	Zona lisa
	12050614	01-jul	Lisa entre surcos
Flauta	12050615	02-ene	Zona lisa, lejos orificio
Cara 2 lisa, tiene 2 orificios pequeños 5 orificios en la zona central (el último roto) y 3 orificios	12050616	02-feb	Próximo orificio superior
	12050617	02-mar	Mancha cercana al esp. 16
	12050618	02-abr	Próximo orificio superior
	12050619	02-may	Entre orificios centrales
	12050622	02-jun	Entre orificios centrales
	12050623	02-jul	Entre orificios centrales
	12050624	02-ago	Entre orificios inferiores
	12050625	02-sep	Zona de fractura
Flauta	12050626	04-ene	Zona lisa inferior
Cara 4 lisa (opuesta a 1) con 2 orificios	12050628	04-feb	Próxima a orificio
	12050629	04-mar	Próxima a orificio
Cara 3 lisa, opuesta a la 2	12050630	03-ene	Entre orificios superiores
	12050631	03-feb	Entre orificios inferiores
Hueso animal D	12050632	D	
Hueso buitre G	1205064	G-1	
Hueso buitre G	1205065	G-2	sobre círculo
Hueso buitre A	1205067	A	

Tabla 1. Puntos de análisis realizados en el hueso arqueológico decorado y en el resto de muestras.

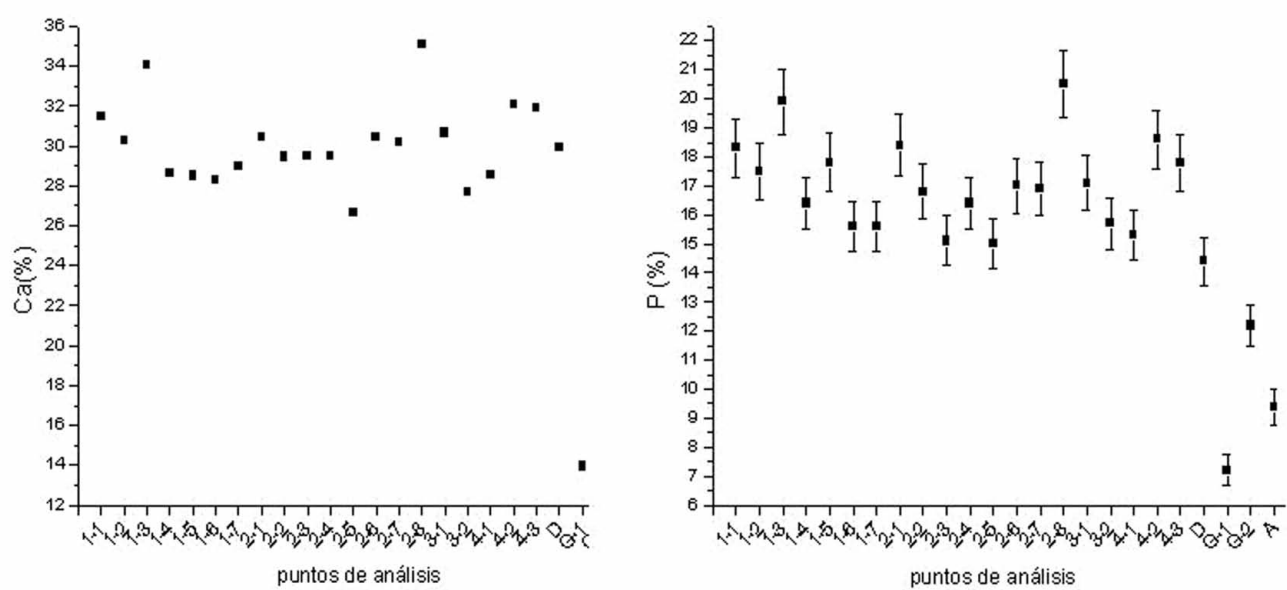


Gráfico 1. Concentraciones (% en peso) de Ca y P en las muestras analizadas.

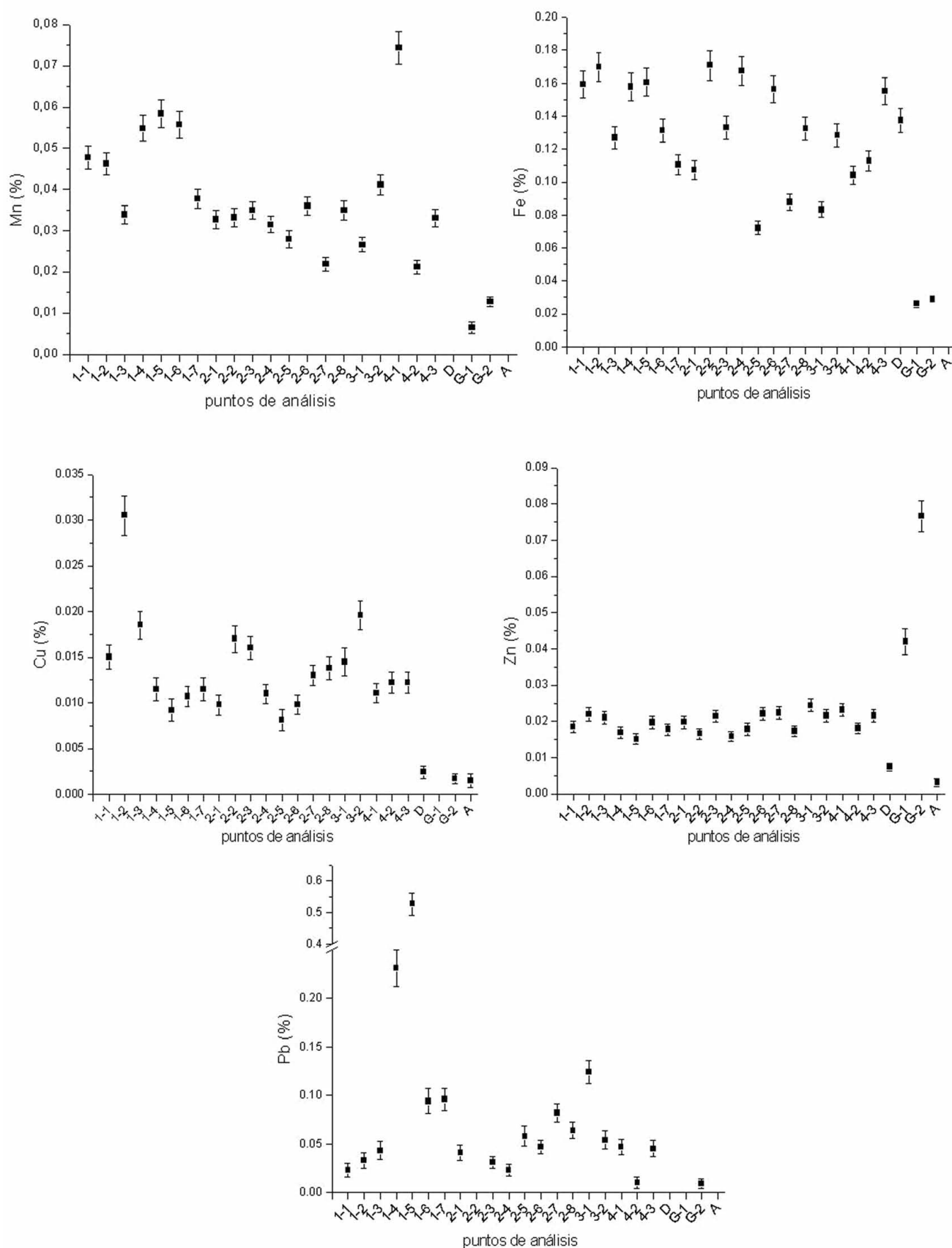


Gráfico 2. Concentraciones (% en peso) de Mn, Fe, Cu, Zn y Pb en las muestras analizadas.

Elemento	Liso	Incisión diagonal	Cruce de incisiones	Incisión vertical	Material en incisión
P	6.6	8.3	10.5		1.6
K				1.8	1.9
Ca	32.7	34.9	43.3	14.8	19.6
Ti	0.03			0.44	0.33
Mn	0.36	0.66	0.21	0.25	3.34
Fe	0.41	0.69	0.8	2.66	3.04
Cu	0.029	0.026	0.041	0.011	0.032
Zn	0.074	0.057	0.077	0.017	0.041
Sr	0.11	0.045	0.077	0.085	
Pb	0.28	0.089	0.081	1.7	1.9

Tabla 2. Resultados (% en peso) de los puntos de análisis del hueso arqueológico decorado (C-11/UE-1194/1452).

trazas, con medidas en las zonas lisas no decoradas, y en las zonas de líneas incisas que conforman la decoración (Figura 5), para determinar compositiva-

mente las áreas concretas de las concentraciones previamente detectadas (Tabla 2) (Gráfico 3).

De los resultados obtenidos se puede destacar la composición similar de los puntos realizados en las incisiones diagonales (reticulares) y la diáfisis sin decorar de la flauta. Sin embargo, el punto analizado en la incisión transversal muestra una mayor concentración en K (no se detectó en los anteriores puntos), Ti, Mn, Fe y Pb. En el punto de las concreciones detectadas en una de las incisiones verticales, la concentración de Mn llegó al 3.34%.

VI.CONCLUSIONES

El objeto de hueso decorado que se ha examinado arqueométricamente por técnicas IBA resulta excepcional tanto por el soporte utilizado (ulna -cúbito- de buitre) como por la decoración que presenta. Tradicionalmente, para la fabricación de aerófonos se ha utilizado este hueso concreto de ave, la ulna, por adecuación de su forma, la reducida modificación que necesita y sus finas paredes (Leaf 2005:22). En contextos medievales europeos, los

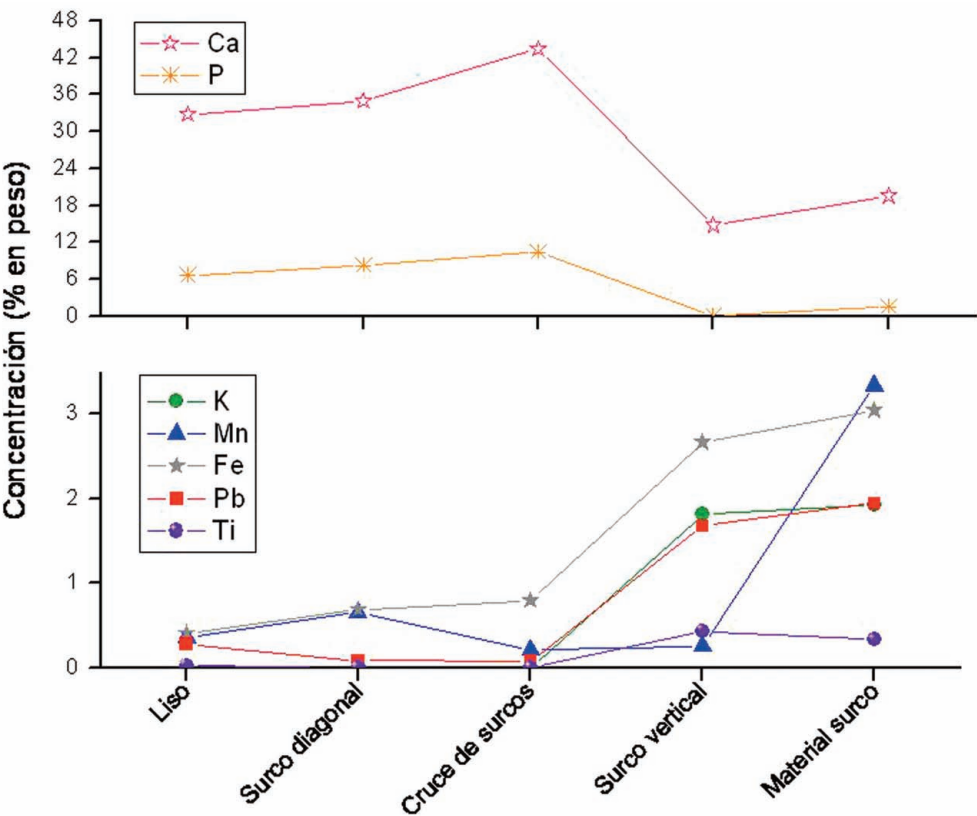


Gráfico 3. Concentraciones de los elementos detectados en el hueso arqueológico decorado y en las incisiones (surcos).

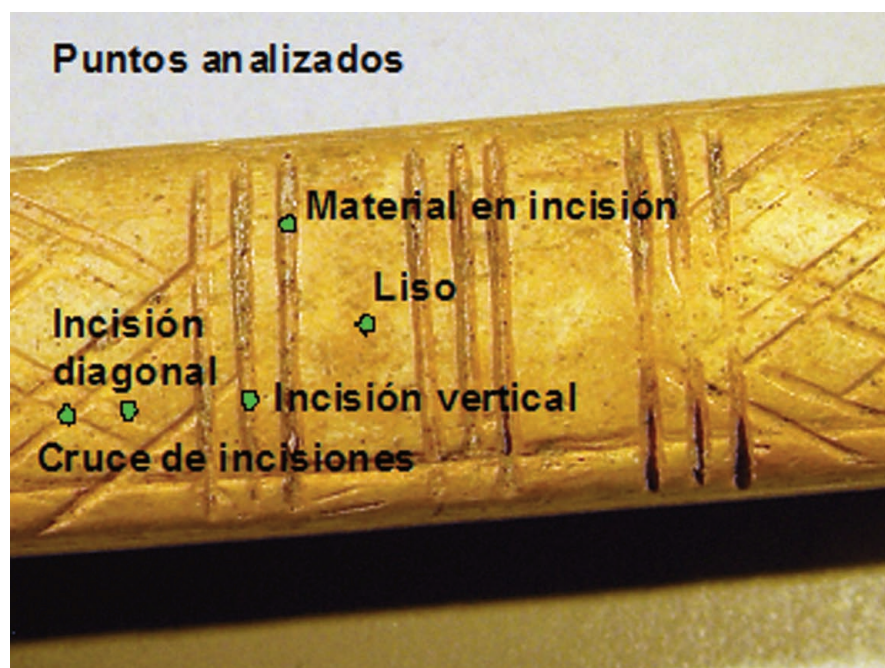


Fig. 5. Puntos de análisis del hueso arqueológico decorado (C-11/UE-1194/1452).

ejemplares de flautas de hueso decoradas son excepcionales y se han documentado en contextos que evidencian alto rango social (Leaf 2005: 23).

Los resultados analíticos, si bien no aportan datos claros que permitan profundizar sobre la posible funcionalidad del hueso arqueológico decorado, apuntan hacia la utilización de compuestos con contenidos relevantes de Mn, Fe, Pb y K como relleno, decorativo probablemente, en las incisiones transversales que delimitan las áreas reticuladas.

Por otra parte, algunos de estos elementos podrían estar relacionados con el proceso de manufactura y tratamiento del hueso, siendo habitual el empleo de cenizas, que tiene como uno de los componentes principales el K (Tylecote *et al.* 1977: 311), para pulir el hueso o blanquearlo tras la perforación de los orificios (Anoyanakis 1979: 148).

Aunque relevante, el estudio realizado se

debe complementar con otras técnicas que permitan la detección de elementos orgánicos. En este contexto resulta de capital importancia caracterizar el contexto de deposición de las piezas, para lo que habría que establecer protocolos de actuación para asegurar la información que portan tanto el objeto en sí como el entorno en que fue excavado.

Respecto a las muestras comparativas de buitres estudiadas, la presencia destacada y exclusiva de Zn en la ulna del buitre leonado (*Gyps fulvus*), recogido en 1991 en el entorno del Parque Nacional de Doñana, antes de contaminación masiva por la rotura de la presa minera en 1998 (Cabrera *et al.* 1999), se podría relacionar con la contaminación natural de las marismas, por la movilidad del Zn a través de los ríos Agrio y Guadimar, producida por la actividad minera histórica desarrollada en las minas de Aznalcóllar (Madejón *et al.* 2006), en donde el Zn es uno de los elementos mayoritarios del depósito mineral (Hunt Ortiz 2003: 104).

BIBLIOGRAFÍA

- ANOYANAKIS, F. 1979: *Greek folk musical instruments*. National Bank of Greece. Atenas
- BORJA, F.; HUNT, M.A.; UBERA, J.L.; ZAZO, C.; DABRIO, C.J.; GOY, J.L.; BARRAL, M.A.; LLERGO, Y. y BORJA, C. 2008: "Estudio geoarqueológico de la Vega de Sevilla. Reconstrucción paleogeográfica del sector interno del estuario del Guadalquivir durante el Holoceno". En S. Rovira Llorens; M. García-Heras; M. Gener Moret e I. Monetro Ruiz (eds.): *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría*. CSIC: 87-96.
- CABRERA, F.; CLEMENTE, L.; DÍAZ BARRIENTOS, E.; LÓPEZ, R. y MURILLO, J.M. 1999: "Heavy metal pollution of soils affected by the Guadiamar toxic flood". *The Science of the Total Environment* 242: 117-129.
- HUNT ORTIZ, M.A. 2003: *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*. BAR International Series 1188. Archaeopress, Oxford.
- LEAF, H. 2005: "Flautas medievales de hueso en Inglaterra". *Txistulari* 203: 22-25.
- MARTÍ OLIVER, B.; ARIAS-GAGO DEL MOLINO, A.; MARTÍNEZ VALLE, R. y JUAN-CABANILLES, J. 2001: "Los tubos de hueso de la Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante). Instrumentos musicales en el Neolítico Antiguo de la Península Ibérica". *Trabajos de Prehistoria* 58, nº 2: 41-67.
- MADEJON, P.; MURILLO, J.M.; MARANON, T.; ESPINAR, J.L. y CABRERA F. 2006: "Accumulation of As, Cd and selected trace elements in tubers of *Scirpus maritimus* L. from Doñana marshes (South Spain)". *Chemosphere* 64, 5: 742-748.
- METROPOLIS TOTIUS HISPANIAE 1999: 750 Aniversario de la Incorporación de Sevilla a la Corona Castellana. Sevilla: 200-201.
- MORENO-GARCÍA, M.; PIMENTA, C. y GROS HERRERO, M. 2005: "Musical vultures in the Iberian Peninsula: sounds through their wings". En G. Grupe y J. Peters (eds.), *Feathers, Grit and Symbolism. Birds and Humans in the Ancient Old and New Worlds*. *Documenta Archaeobiologiae* 3: 329-347.
- POZO, F.; HUNT, M.A. y MERCADO, L. 2006: "Actuaciones arqueológicas en la Línea 1 de Metro de Sevilla". En *El Patrimonio Arqueológico y Paleontológico en las obras de ampliación del Metro de Madrid*. Comunidad de Madrid: 205-215.
- TAYLOR, T. G.; MOORE, J. H. y HERTELENDY, F. 1960: "Variations in the mineral composition of individual bones of the skeleton of the domestic fowl". *British Journal of Nutrition* 14: 49-57.
- TSAL, C.G. 2004: "The timbre space of the Chinese membrane flute (dizi): Physical and psychoacoustical effects". *148th Meeting of the Acoustical Society of America*. San Diego.
- TYLECOTE, R.F.; GHAZNAVI, H.A y BOYDELL, P.J. 1977: "Partitioning of trace elements between the ores, fluxes, slags and metal during the smelting of copper". *Journal of Archaeological Sciences* 4: 305-333.
- ZHANG, J.; HARBOTTLE, G.; WANG, C. y KONG, Z. 1999: "Oldest playable musical instruments found at Jiahu early Neolithic site in China". *Nature* 401: 366-368.