

Empleo litúrgico de líquidos en los ritos de cremación de los pueblos celtíberos durante la Edad del Hierro (siglos V–I a. C.)

Liturgical use of fluids in the cremation rites of Celtiberian peoples during the Iron Age (5th – 1st BC)

Antonio Javier CRIADO MARTÍN [1] Y Antonio José CRIADO PORTAL [2]

Universidad Internacional de La Rioja. GRIHAL [1]

Avenida de la Paz, 137, 26006 - Logroño

Universidad Complutense de Madrid [2]

Facultad de Ciencias Químicas, Av. Complutense, s/n, 28040 - Madrid

antonio.criado@unir.net (autor correspondiente) / antoniocriado@quim.ucm.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-9575> [1]/ <https://orcid.org/0000-0002-5292-4155> [2]

Fecha de envío: 24/3/2023. Aceptado: 22/7/2023

Referencia: *Santander. Estudios de Patrimonio*, 6 (2023), pp. 125-150

DOI: <https://doi.org/10.22429/Euc2023.sep.06.03>

ISSN 2605-4450 (ed. impresa) / ISSN 2605-5317 (digital)



Resumen: El presente artículo hace un acercamiento empírico a la liturgia que llevaban a cabo en sus prácticas fúnebres los pueblos celtíberos, basadas en el empleo de líquidos rituales para apagar las piras funerarias en las que se cremaban los cadáveres. Para ello, se ha llevado a cabo el análisis preliminar de una selección de dos muestras arqueológicas de acero de dos necrópolis celtibéricas en La Hoya (Álava) y en Villanueva de Teba (Burgos), que formaban parte del ajuar funerario, y se han sistematizado los datos obtenidos para poder reconstruir el rito religioso.

Palabras clave: rito; Protohistoria; Península Ibérica; muestras de acero; necrópolis; metalografía.

Abstract: The aim of this article is to empirically demonstrate the liturgy carried out by the Celtiberian people in their funeral practices, which were based on the use of ritual liquids to extinguish the funeral pyres in which the corpses were cremated. For this purpose, a preliminary analysis of a selection of two archaeological steel samples from two Celtiberian necropolises La Hoya (Álava) and Villanueva de Teba (Burgos), which were part of the grave goods, has been carried out, and the data obtained have been systematized to reconstruct the religious rite.

Keywords: Rites, Protohistory, Iberian Peninsula, Steel samples, Necropolis, Metallurgy.

1. INTRODUCCIÓN

En la presente publicación se exponen los resultados del estudio de una selección de dos muestras de acero de sendas necrópolis celtibéricas: La Hoya (Álava) y Villanueva de Teba (Burgos). El objetivo principal es estudiar uno

de los pasos en el ritual fúnebre que practicaban estos pueblos: el encendido y el apagado de la pira. La hipótesis es demostrar que las piras funerarias se extinguían con líquidos de manera ritual, aunque no se puede especificar con cuales. Con tal fin se han analizado también dos muestras provenientes de niveles de incendio: unos clavos de la Villa del Saucedo, situada en Talavera de la Reina (Toledo) y unas pinzas de la ciudad celtibérica de Numancia (Soria). Con estos se pretenden averiguar diferencias estructurales debido a que la cremación y el incendio tienen contextos diferentes y por lo tanto son procesos térmicos distintos.

La metodología se basa en la preparación adecuada y precisa de las muestras en el laboratorio metalográfico para su observación mediante Microscopía Electrónica de Barrido [en adelante SEM] y análisis con Microsonda Electrónica [en adelante EPMA]. Con estas técnicas experimentales se puede observar la estructura microscópica de estos aceros e interpretar los procesos térmicos que han sufrido al final de su vida útil. También con la EPMA se puede analizar la composición elemental.

Una vez deducidos estos cambios microestructurales se reproducen experimentalmente en aceros modernos de las mismas características que los arqueológicos. La reproducción experimental consiste en repetir las etapas de encendido y apagado de la pira funeraria, pero con los equipos del laboratorio metalográfico. Este proceso está encaminado a corroborar la hipótesis expuesta de las estructuras microscópicas observadas en las muestras arqueológicas.

El resultado final esperable del trabajo de investigación es probar que estas dos muestras de acero han sufrido un proceso térmico final caracterizado por una elevada temperatura en la pira -encendido- de unos 950^o-1000 °C y un posterior apagado brusco de esta empleando líquidos rituales.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

Desde hace milenios la Península Ibérica se ha conformado como un crisol de culturas, con sus religiones, creencias y liturgias sincréticas, pero al mismo tiempo de raigambre diferenciada. Las culturas dolménicas, Campos de Urnas, Cogotas, Tartessos, fenicios, griegos, celtas, celtíberos, íberos, cartagineses, romanos, visigodos, musulmanes, cristianos, etc. son ejemplos de pueblos con imaginarios y sistemas religiosos diversos. La Arqueología, la Arqueometría y, en el caso del presente de la presente investigación, la Arqueometalurgia, colaboran con otras disciplinas en la reconstrucción histórica de estos sistemas de creencias.

El mundo funerario es un eje primordial en torno al cual giran los sistemas religiosos, con sus visiones variadas sobre el tránsito al más allá. Por

ello el ritual funerario tiene un papel central, cuyo objetivo es que el alma del difunto llegue a buen puerto y los vivos puedan honrarlo y mantenerlo en la memoria colectiva de la sociedad a la que pertenecía. Este campo de conocimiento se viene enriqueciendo en los últimos tiempos con aportaciones multidisciplinares como la Historia de las Religiones, la Filología, la Historia y la Arqueología¹. Desde ésta se contribuye al conocimiento sobre el rito funerario entre los pueblos celtíberos y el empleo de líquidos en la liturgia colectiva. Este uso, sobre todo vino y cerveza, se documenta asociado a banquetes en contextos ritualizados (Cancho Roano), a situaciones excepcionales como episodios bélicos (Numancia y Capote) y a ritos funerarios (Los Villares). En la protohistoria de la Península Ibérica, esta práctica va ligada especialmente a los pueblos íberos y celtíberos².

Los banquetes funerarios se entienden como prácticas socioculturales de comensalía, demostraciones religiosas públicas en las que se produce un consumo de bebida y comida para honrar al difunto. Entra dentro de los sistemas simbólicos que el ser humano ha creado para entender la muerte, establecer un nexo con la esfera trascendente y desarrollar el sentido de identidad, para control de la memoria y el olvido. De este modo pervive la identidad del difunto dentro de la sociedad. La gran mayoría de estos banquetes se producían el mismo día o poco después de la defunción, siendo normal el depósito de piezas para que los honrados los emplearan en la otra vida, pero asumiendo este uso sin la dimensión material de la vida terrenal³.

Los rituales funerarios de la cremación del cadáver en el área occidental de Europa se atribuyen a la influencia de los pueblos indoeuropeos, con la aparición de urnas funerarias en la Edad del Bronce Reciente y Primera Edad del Hierro. En concreto, en el ámbito romano, el papel del vino está asociado a la regeneración y a la vida, empleándose tanto en banquetes como en ritos de incineración por influencia del mundo griego. Así pues, el rito crematorio es una antigua tradición que perdura ampliamente hasta el siglo II d. C., cuando debido a la influencia religiosa judeocristiana se fue sustituyendo por la inhumación.

Aparte de los aspectos simbólicos, a efectos prácticos, es un tipo de ritual económico, de ocupación espacial limitada, limpio e higiénico y es un sistema de representación de poder social en el momento de la muerte. El *funus* o ritual funerario romano es una auténtica celebración de la muerte⁴.

1 ARBELOA BORBÓN, Paula, "Discurso, Espacio y Poder", *ARYS*, 20 (2022), pp. 404-408.

2 QUESADA-SANZ, Fernando, *Vino y guerreros: banquete, valores aristocráticos y alcohol en Iberia*, Jerez de la Frontera, Consejo Regulador Denominaciones de Origen Jerez, 1995.

3 XELLA, Paolo, *Arqueología del Infierno*, Sabadell, AUSA, 1991.

4 ARCE MARTÍNEZ, Javier, *Memoria de los antepasados: puesta en escena y desarrollo del elogio fúnebre romano*, Madrid, Electa España, 2000.

Para el romano era fundamental morir con dignidad después de haber llevado una vida virtuosa, asegurándose tener acceso al ritual básico para asegurar el tránsito al otro mundo⁵. Toynbee recoge una descripción del ritual en la cual enfatiza el empleo del vino⁶.

Respecto a la Península Ibérica, los datos arqueológicos muestran que todas las poblaciones que la habitaron, como oretanos, celtíberos, bastetanos, lusitanos, vacceos, etc., entre los siglos V y IV a. C. emplearon el rito de la cremación. Antes del Bronce Final, el ritual generalizado era la inhumación del cadáver que -pese a su aparente uniformidad- se materializó de distintas maneras coexistiendo enterramientos neolíticos, calcolíticos y de la Primera Edad del Hierro en cuevas⁷, megalitos⁸, túmulos⁹, fosas¹⁰, cistas¹¹ y silos¹². Este escenario religioso tan diverso cambió con la llegada de los rituales de

5 VAQUERIZO GIL, Desiderio, "Vita brevis, Spes fragilis... Escatología y singularidades rituales en el mundo funerario de la Bética", en FERRER ALBELDA, Eduardo, LOZANO GÓMEZ, Fernando y MAZUELOS PÉREZ, José (coordinadores), *Salvación, Infierno, Olvido. Escatología en el mundo antiguo*. SPAL Monografías, XIV (2009), pp. 187-227.

6 TOYNBEE, Jocelyn M. C., *Morte e sepoltura nel mondo romano*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 1993. Ed. Italiana de la obra *Death and Burial in the Roman World*, London, Thames & Hudson, 1971. "La pira (rogus) era conformada mediante una pira rectangular de leña, en ocasiones mezclada con papiro para facilitar la combustión. Los ojos del cadáver eran abiertos en el momento mismo de ser colocado sobre la pira, rodeándolo de ofrendas diversas y de sus efectos personales. En algunos casos, incluso los efectos personales eran sacrificados sobre la pira para que acompañaran al alma al mundo de ultratumba. Entonces los familiares y amigos pronunciaban en alta voz, por última vez, el nombre del difunto: el fuego era aplicado a la pira con antorchas y después de que el cadáver se había consumido las cenizas eran regadas con vino. Los huesos quemados y esas mismas cenizas eran recogidas por los familiares y depositadas en recipientes de distinto tipo", p. 36.

7 LOMBA MAURANDI, Joaquín; LÓPEZ MARTÍNEZ, Mariano; RAMOS MARTÍNEZ, Francisco y AVILÉS FERNÁNDEZ, Azucena, "El enterramiento múltiple, calcolítico, de Camino del Molino (Caravaca, Murcia). Metodología y primeros resultados de un yacimiento excepcional", *Trabajos de Prehistoria*, 66(2) (2009), p. 156.

8 ARMENDARIZ MARTIJA, Javier y IRIGARAY SOTO, Susana, *La arquitectura de la muerte. El hipogeo de Longar (Viana, Navarra), un sepulcro colectivo del 2500 a. C.*, Centro de Estudios Tierra Estella, Navarra, Guía de Exposición, 1994.

9 AUBET SEMMLER, María Eugenia, "Los enterramientos bajo túmulo de Setefilla (Sevilla)", *Huelva Arqueológica*, 6 (1983), pp. 49-70.

10 ALIAGA ALMELA, Raquel, "El mundo funerario calcolítico de la Región de Madrid", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 34 (2008), p. 25.

11 MORÁN, Marta; GONZÁLEZ, Joan y PRADA, Alfons, "Una sepultura en cista de la Vall de Miarnau (Llardecans, Lérida)", *Bolskan*, 19 (2002), p. 48.

12 BLASCO, Concepción; DELIBES, Germán; BAENA, Javier; LIESAU, Corina y RÍOS, Patricia, "El poblado calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid): un escenario favorable para el estudio de la incidencia campaniforme en el interior peninsular", *Trabajos de Prehistoria*, 64(1) (2007), pp. 153-154.

cremación, de orígenes diversos según la zona geográfica: por influencia de los Campos de Urnas, influencia europea, con la llegada de poblaciones fenicias (influencia orientalizante) o bien por desarrollo autóctono¹³.

Resulta complejo reconstruir los ritos, ya que las sociedades, pese a tener de fondo una aparente uniformidad en el resultado, las formas son distintas según los diferentes patrones culturales. Respecto al tipo de líquidos que se empleaban en la ceremonia, Tranco propone varios para este tipo de libaciones: vino, leche, miel, aceite o incluso agua. Ésta se empleaba para disminuir el calor de los restos y poder recuperarlos para finalizar la combustión de la pira. De hecho, el agua es un elemento ritual básico, no sólo en el ámbito funerario, sino en otras formas de culto dentro de los sistemas religiosos. Un ejemplo es el santuario urbano de la Puerta del Sol del *oppidum* de Puente Tablas en Jaén, en el cual este líquido se distribuye por todo el edificio a través de un aljibe elevado respecto a la cota de éste, constituyendo un elemento simbólico y funcional que se integra como parte fundamental de la liturgia¹⁴.

A lo largo del territorio y en distintos yacimientos, se han documentado recipientes que contenían otros líquidos como leche, vino o cerveza asociados a rituales funerarios de la segunda Edad del Hierro -entre los siglos IV y I a. C.- acompañando al difunto y formando parte seguramente del ritual del banquete funerario¹⁵. En concreto, dentro de la cultura ibérica, este empleo en los rituales funerarios adquirirá su propio protagonismo y será objeto de un proceso evolutivo desde el siglo VI a. C. hasta la romanización¹⁶. En ésta se practicó el rito de la cremación, reduciendo el cadáver mediante el fuego y dejando sólo pequeños fragmentos de huesos calcinados. Sus élites guerreiras se incineraban normalmente asociados a su ajuar, junto a su armamento y cerámica votiva, seguramente arrojados en la pira, como se ha constado por parte de algunos autores¹⁷.

13 TRANCHO, Gonzalo, "Análisis antropológico de las necrópolis de cremación", *Revista Española de Antropología Física*, 31 (2010), p. 207.

14 RUEDA GALÁN, Carmen y BELLÓN RUIZ, Juan Pedro, "Culto y rito en cuevas: modelos territoriales de vivencia y experimentación de lo sagrado, más allá de la materialidad (ss. V-II A.N.E.)", *ARYS*, 14 (2016), p. 47.

15 PRADOS TORREIRA, Lourdes, "El ritual funerario durante la II E. del Hierro en la Península Ibérica. Algunas reflexiones sobre los grupos marginados por la investigación", *CuPAUAM*, 37-38 (2011), p. 321.

16 BLÁNQUEZ PÉREZ, Juan, "El vino en los rituales funerarios ibéricos", *Serie Varia*, 10 (2009), pp. 217-244.

17 BLÁNQUEZ MARTÍNEZ, José María, "La religión de los pueblos de la Hispania prerromana" *Zephyrus*, 43 (1990), p. 224.

Para algunos investigadores la reconstrucción del ritual funerario ibérico es aproximadamente el mismo: consistía en la cremación del cadáver, que era transportado al lugar de incineración -una pira sobre la tierra o un simple agujero-. Durante las ceremonias que se daban en el ritual de la cremación del cadáver, es muy probable que se celebraran con la ingesta de vino y otras bebidas. Estas concluirían con la destrucción de los objetos utilizados en el banquete. Posteriormente, esta vajilla se colocaba y enterraba junto a los restos del difunto en una urna cerámica o una cista de piedra¹⁸.

En el caso concreto de los pueblos celtíberos, cuyas piezas de acero se estudian e interpretan en la presente investigación, se sabe bien que el rito funerario fue generalmente el de la cremación del cadáver. Se llevaba a cabo en un lugar especial y habilitado para tal fin que se conoce como *ustrinum*, recogiendo posteriormente los restos, que se introducían en una urna cerámica o alguna tela para enterrarlos en el suelo acompañado en numerosas ocasiones de un ajuar¹⁹.

Existe un hecho clave sobre el protagonismo del agua en las necrópolis celtibéricas: se ubicaban en las zonas de valle que configuraban los ríos y cercanas al agua. Los cursos de agua pueden guiar el alma del difunto al más allá²⁰, siendo un elemento de tránsito hacia la otra vida²¹. Por tanto, es un hecho constatado la ubicación de necrópolis próximas a cursos de agua, lo

18 BLÁNQUEZ PÉREZ, Juan, *El paisaje funerario ibérico*, Ediciones Universidad Castilla la Mancha, 2001; DEAMOS, María Belén y CHAPA BRUNET, Teresa, *La Edad del Hierro*, Madrid, Síntesis, 2000; FERNÁNDEZ CASTRO, María Cruz, *La Prehistoria de la Península Ibérica*, Barcelona, Crítica-Grijalbo Mondadori, 1997; GARCÍA RAYA, Joaquín, "Aportaciones coloniales a las creencias funerarias ibéricas", *Espacio, Tiempo y Forma*, Serie II, 12 (1999), p. 295; GARCÍA CARDIEL, Jorge, "Pozo Moro. La construcción de una identidad en el mundo ibérico", *Arqueoweb*, 10 (2008), p. 8; LÓPEZ CACHERO, Francisco Javier, "Necrópolis de incineración y arquitectura funeraria en el noreste de la Península Ibérica durante el Bronce Final y la Primera Edad del Hierro", *Complutum*, 19 (2008), p. 150; SALINAS DE FRÍAS, Manuel, *Los pueblos prerromanos de la Península Ibérica*, Madrid, Akal, 2006; SAN NICOLÁS PEDRAZ, María Pilar y RUIZ BREMÓN, Mónica, *Arqueología y Antropología Ibéricas*, Madrid, UNED Ediciones, 2001.

19 CERDEÑO SERRANO, María Luisa; RODRÍGUEZ CADEROT, Gracia y FOLGUEIRA, Marta, "El paisaje funerario de la cultura celtibérica", *Studia E. Cuadrado, AnMurcia*, 16-17 (2002), pp. 177-185.

20 BLÁZQUEZ, José María y GARCÍA-GELABERT, María Paz, "El culto a las aguas en la Hispania prerromana", en PEREX AGORRETA, María José (ed.), *Termalismo antiguo: actas, I Congreso Peninsular. La Rioja 1996*, Madrid, Biblioteca Nueva, 1997, pp. 105-115.

21 CERDEÑO SERRANO, María Luisa y GARCÍA HUERTA, Rosario, "Las necrópolis celtibéricas: nuevas perspectivas", en GARCÍA HUERTA, Rosario y MORALES HERVÁS, Javier, *Arqueología funeraria: las necrópolis de incineración*, Cuenca, Ediciones Universidad Castilla la Mancha, 2001, pp. 141-190.

que demuestra el papel protagonista de este líquido junto a los del banquete funerario²².

Un ejemplo concreto son los pueblos vacceos que incorporan el vino a la práctica funeraria, no sólo como una función social y religiosa, si no también evocadora de los valores guerreros de estas sociedades. De esta forma hacen partícipe del banquete y del consumo de bebidas alcohólicas al difunto y refuerzan la cohesión social mediante estos ritos funerarios²³. Burillo Mozota²⁴ especifica cuál pudiera ser el elemento cerámico que se empleaba en el vertido ritual de líquidos en la misma Numancia. Serían los conocidos como *enócoe*, justificándolo debido a que estas piezas llenas de líquido serían de difícil manejo por sus dimensiones y peso para un uso normal, pero sí para el acto ritual en el momento de verter el líquido.

Relacionado con estos ritos, se documenta la presencia de objetos metálicos en los ajueres funerarios de los pueblos celtíberos. Éstos y sus aleaciones son muestras y pruebas arqueológicas que aportan información privilegiada para la reconstrucción de episodios del pasado, en colaboración con otras disciplinas. La Arqueometalurgia, disciplina encargada de estos objetos, es relativamente reciente, pero cada vez se emplea más para el enriquecimiento del conocimiento histórico de los yacimientos y sociedades en las que se contextualizan las piezas. Pueden llegar a datarse aceros de manera muy aproximada debido a los cambios de las propiedades mecánicas que se producen a lo largo del tiempo²⁵. Su metodología se refuerza porque las hipótesis se contrastan de manera experimental, posibilitando la comparación y reproducción científica de los resultados²⁶.

La Arqueometalurgia se engloba dentro de la Arqueometría. Esta emplea técnicas físicas y químicas para el análisis de todo tipo de muestras ar-

22 LORRIO ALVARADO, Alberto José, *Los celtíberos*, Biblioteca Archaeologica Hispana 25, Real Academia de la Historia, Universidad Complutense, 2005.

23 HERNÁNDEZ GUERRA, Liborio, "Los contrastes en las necrópolis celtibéricas del área indoeuropea de Hispania: las voces de dominación y sumisión", *Hispania Antiqua*, XL (2016), p. 48.

24 BURILLO MOZOTA, Francisco, "Vino y ritual en la Celtiberia", en *Ritos y mitos*, Centro de Estudios Celtibéricos de Segeda, Diputación de Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 2010, pp. 573-594.

25 JIMÉNEZ, José Manuel; BRAVO, Esther; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; ARÉVALO, Raquel; DIETZ, Christian; MARTÍNEZ, Juan Antonio y CRIADO, Antonio José, "A new method for dating ancient steel samples using Vickers microhardness", *Materials Characterization*, 52/2 (2004), p. 146.

26 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; CRIADO PORTAL, Antonio José; GARCÍA SÁNCHEZ, Laura; SAN NICOLÁS PEDRAZ, María Pilar y CRIADO MARTÍN, Alejandro, "Los carburos de hierro como testigos de los ritos de cremación entre los pueblos prerromanos de la Península Ibérica: algunos ejemplos", *SPAL*, 18 (2009), p. 107.

queológicas. Es el caso de la cerámica, el vidrio o los pigmentos²⁷. En cuanto a la metodología, la vertiente más analítica se concentra en el análisis químico, la detección de derrames, lingotes, escorias, estudios mineralógicos y de minería, procesos de extracción del mineral y obtención del metal; mientras que la vertiente más interpretativa pretende obtener líneas de investigación, vectores de información, para poder interpretar, a través de la química, la metalografía o la mecánica, informaciones más allá de las puramente tecnológicas²⁸. Estos análisis deben estar al servicio de la interpretación de los hechos que acaecieron alrededor de estas piezas, proporcionando información, no sólo tecnológica, sino otra más valiosa y sutil, como es en este caso en el ámbito religioso de los ritos funerarios²⁹.

3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Para contrastar, identificar y evaluar que las microestructuras propias de procesos térmicos de incineración y apagado con líquidos -con un gradiente térmico amplio desde una temperatura elevada- se comparan con las de otras muestras de acero provenientes de niveles de incendio. Éstas últimas vienen de otros yacimientos de la Península Ibérica como la ciudad de Numancia o la Villa del Saucedo. En éstas el ciclo térmico final es menos intenso -con menor temperatura- y su descenso es más lento. Los restos se enfrían al contacto con el aire, mostrando otro tipo de microestructuras. Este modo de proceder está estandarizado para una amplia gama de estudios arqueométricos.

En la Tabla 1 se muestra el origen, contexto arqueológico y cronología de las muestras que se presentan en este trabajo.

La técnica se ha enfocado en la observación, interpretación y reproducción experimental de las microestructuras que presentan estas cuatro piezas. Para ello se diseñó un protocolo basado en el que previamente se desarrolló

27 CRIADO PORTAL, Antonio José; GARCÍA SÁNCHEZ, Laura; PENCO VALENZUELA, Fernando; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; MARTÍNEZ GARCÍA, Juan Antonio; CHAMÓN FERNÁNDEZ, Jorge y DIETZ, Christian, "Archaeometrical comparative study of paint samples with Egyptian Blue, from Nefertari's tomb (XIII Century BC) and Balneum (Roman baths, First Century BC and AD)", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 50/3 (2011), pp. 161-168.

28 BRÍGIDO GABIOLA, Baldomero y CRIADO PORTAL, Antonio José, "La cadena medieval de la iglesia de Santa María de Laredo (Cantabria)", *Santander. Estudios de Patrimonio*, 5 (2022), p. 69.

29 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego. Técnicas arqueométricas aplicadas al estudio de los hierros y aceros protohistóricos y romanos de la Península Ibérica sometidos a incineración o incendio*, Tesis Doctoral, UNED, Departamento de Prehistoria y Arqueología, 2012, p. 20.

y validó en el Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid. Se presenta *infra* en la Tabla 2. El centro en el que se observaron, analizaron e interpretaron todas las muestras, tanto arqueológicas como experimentales es el CNME ELECMI, Centro Nacional de Microscopía Electrónica de la Universidad Complutense de Madrid.

Como en ocasiones sucede en este tipo de trabajos, existe un problema de acceso a las muestras, algunas de ellas en los depósitos de museos y otras instituciones y a veces descontextualizadas³⁰. En este caso, las muestras fueron cedidas por diferentes canales para analizarlas en el laboratorio del Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Universidad Complutense de Madrid.

Los análisis experimentales, como la SEM y la EPMA, pueden resultar pruebas costosas, teniendo en cuenta los presupuestos limitados que se tienen en los grupos de investigación, en general. Por otro lado, una vez obtenidas las piezas que se quieren estudiar, es necesario un laboratorio con una dotación adecuada de equipos y reactivos para la preparación de las probetas. En este caso se ha tenido a disposición el laboratorio del mencionado Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia. Éste dispone de todos los equipos y material de laboratorio para la correcta preparación de las muestras y reproducción experimental de los procesos investigados.

La principal prospectiva parte de esta nueva línea empírica basada en el conocimiento previo de estas microestructuras y a los procesos y mecanismos físicoquímicos a los que responden. A partir de aquí, con su simple observación e identificación en un microscopio óptico se puede afirmar si fueron cremadas, a que temperaturas y si en las piras en las que fueron colocadas se apagaron con líquidos.

Otra prospectiva de este trabajo, parte del establecimiento de un método para replicar el modelo que se ha seguido -ya que es una premisa de los estudios científicos- desde la toma de la muestra, la preparación de las probetas, la observación y análisis y la reproducción experimental con aceros actuales con las mismas propiedades y bajo las mismas condiciones. Otra información importante que aporta la observación de estos precipitados en forma de aguja -aciculares- de carburos de hierro es que se puede saber que objetos de acero se colocaron junto al cadáver en su cremación y cuáles no. Este conocimiento redundará en un aporte al conocimiento de la liturgia funeraria de los pueblos celtíberos. Por último, este tipo de estudio experimental se puede extrapolar a cualquier cultura del pasado que haya empleado como

30 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego...*



Fig. 1. *Hebilla de placas de defensa de Villanueva de Teba. Siglo III-I a.C. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid*

rito funerario el de la cremación del cadáver y en las que haya objetos de acero entre el ajuar.

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS MUESTRAS ARQUEOLÓGICAS

4. 1. Piezas sometidas a incineración

Las dos piezas objeto de estudio provienen de dos necrópolis celtibéricas: una hebilla de placas de defensa (Fig. 1) de Villanueva de Teba (Burgos) y un pomo tipo Monte Bernorio (Fig. 2) de La Hoya (Laguardia, Álava). El estado de conservación de la hebilla es bueno, presentando en superficie señales de haber estado expuesto al fuego, con deformaciones globulares que se han creado en la superficie de bronce-magnetita que lo recubre³¹. El pomo tipo Monte Bernorio³² presenta también una capa de magnetita (Fe_3O_4) que lo cubre, destacando la presencia de hilos de plata que se fundieron en el proceso del rito de cremación.

31 CHAMÓN, Jorge; DIETZ, Christian; GARCÍA, Laura; ARÉVALO, Raquel; BRAVO, Esther; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; MARTÍNEZ, Juan Antonio y CRIADO, Antonio José, "An Archaeological Analogue for a Composite Material of Carbon Steel, Copper and Magnetite", *Praktische Metallographie*, 46 (2009), p. 4.

32 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego...*, p. 6.



Fig. 2. Pomo tipo Monte Bernorio de La Hoya. Siglo IV a. C. Museo Armería de Álava

En La Bureba (Burgos) se encuentra enclavada la necrópolis de Villanueva de Teba, iniciándose sus excavaciones en el año 1981³³. El sitio es conocido como La Cascareja y corresponde a un área de forma triangular, con uno de sus vértices orientados al norte y que coincide con el punto más alto. Su necrópolis se enclava en la pendiente descendiente. La superficie excavada es de 3000 m² aproximadamente. La excavación arqueológica no presentó ningún problema metodológico, debido a que se trata de una estratigrafía horizontal y simple que se presenta en un mismo plano. Los primeros trabajos, dirigidos por José Antonio Abasolo y Juan Carlos Elorza³⁴, exhumaron 35 tumbas que contenían un rico y variado ajuar. Consisten en un sencilla fosa circular de unos 60-70 centímetros de profundidad. No presentan urna, pero sí vasos funerarios hechos a mano, con forma globular, de pequeñas dimensiones y acabado poco cuidado. Las cenizas y los escasos restos óseos se colocaron al lado de ellas. Sobre estos se depositaron los restantes elementos del ajuar: puntas de lanza, fíbulas, placas, puñales, etc. No se documentaron espadas. Las tumbas estaban selladas por una serie de cantos rodados que rodeaban la boca del hoyo, llegando en algunos casos a cubrirlo de manera completa. La necrópolis, por ciertos elementos presentes, se ubica en la Segunda Edad el Hierro, entre los siglos III y I a. C.

El pomo tipo Monte Bernorio fue temporalmente cedido para su investigación por la dirección del Museo Armería de Álava³⁵. Se halló formando

33 RUIZ VÉLEZ, Ignacio, "La panoplia guerrera de la necrópolis de Villanueva de Teba", *Gladius*, 25 (2005), pp. 6-7.

34 RUIZ VÉLEZ, Ignacio; ELORZA GUINEA, Juan Carlos y ABÁSULO ÁLVAREZ, José Antonio, "La necrópolis protohistórica de Villanueva de Teba (Burgos)", *Sautuola: Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología Sautuola*, 6 (1999), pp. 297-305.

35 Agradecemos a la dirección del Museo Armería de Álava las facilidades para gestionar la cesión temporal de esta pieza para proceder a su estudio.



Fig. 3. Clavo de la Villa del Saucedo. Siglo VII d.C. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid

parte del material de superficie recuperado en los trabajos arqueológicos de la necrópolis de La Hoya. Ésta se ubica a los pies de la cadena montañosa de la Sierra de Cantabria, cercana a la actual Laguardia (Álava). El sitio forma una pequeña elevación que se distingue en el territorio circundante. Gran parte de esta elevación corresponde a los restos de las sucesivas destrucciones y construcciones que tuvo el poblado en las diferentes fases de su historia. El perímetro está definido, exceptuando su lado sur, por un recinto amurallado. A sus pies transcurre una antigua vía de comunicación que une esta comarca con las áreas del norte de la montaña alavesa³⁶. De la pieza objeto de estudio, sólo se ha conservado la mitad de una de las cubiertas que forman el pomo. En la decoración destaca el damasquinado con hilos de plata. Presenta un estrato de bronce y una capa de magnetita que lo recubre. La necrópolis en la que se halló fue localizada de forma fortuita debido unas labores del campo en una finca cercana. Entre los años 1987 y 1989 se descubrieron 500 m² correspondiente a una necrópolis de cremación de la II Edad del Hierro. Ésta fue lugar de descanso de una parte limitada de su población a lo largo de su historia. Los ajuares funerarios ponen sobre la pista de que perteneciera a una élite guerrera.

La necrópolis presentaba un solo nivel estratigráfico que se debió configurar en un espacio limitado de tiempo, hacia la segunda mitad del siglo IV a. C. Está formado por varios complejos funerarios. Fueron hallados intactos y parecen haberse realizado de manera coetánea, de acuerdo con una planificación previa. Se hallaron unos 60 enterramientos, que se encuentran situados en el interior de pequeñas cajas de forma cuadrada de un metro de lado, hechas con lajas de arenisca colocadas verticalmente. No se documenta el uso de urnas funerarias y el ajuar y los pocos restos óseos encontrados, se colocaron en el suelo de tierra de las cistas. Las tumbas aparecen sin cubierta

³⁶ LLANOS ORTIZ DE LANDALUZE, Armando, "Desarrollo del poblamiento protohistórico de La Rioja alavesa en base a la excavación del poblado de La Hoya (Laguardia-Álava)", *Zainak Cuadernos de Antropología-Etnografía*, 1 (1982), pp. 30-308.

Fig. 4. Muestra embutida de unas pinzas de la ciudad de Numancia. Siglo I a.C-I d.C. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid



y serían visibles mediante marcas de roca con forma de estela, algunas decoradas con ilustraciones de significación cósmica. El ajuar depositado corresponde con las élites guerreras que caracteriza a los entierros de la necrópolis: lanzas, tahalíes, anclajes, bridas, puñales y vainas, umbos de escudo, venablos, etc. Destacan también otros objetos de atuendo personal como pulseras, botones, fíbulas, torques, etc. En menor medida otros como cuchillos, bolas y un estandarte³⁷.

4. 2. Piezas sometidas a incendio

Las piezas provenientes de niveles de incendio son unos clavos de la Villa del Saucedo, situada en Talavera de la Reina (Toledo) (Fig. 3) y unas pinzas (Fig. 4) de la ciudad celtibérica de Numancia (Soria).

El yacimiento arqueológico de la Villa del Saucedo está ubicado en el *Conventus Emeritensis*, en la ribera del río Tajo junto al municipio de Talavera la Nueva (Toledo) y 5 kilómetros de Talavera de la Reina, antigua ciudad romana de *Caesarobriga*. Este enclave se encuentra cercano a la calzada entre *Caesar Augusta* y *Emérita Augusta*. El área excavada se dividió en dos zonas: Área I y II, cada una con sus propias características. El Área I es de naturaleza fabril y su estado de conservación ha facilitado documentar en condiciones favorables las distintas etapas del enclave arqueológico, desde el Alto Imperio Romano hasta el siglo IX d. C. El Área II se caracteriza por su monumentalidad y conserva la zona más destacada de la segunda fase de construcción, que abarca desde finales del siglo III hasta inicios del siglo IV d. C. Posteriormente fue reformada para convertirla en una basílica cristiana.

37 FILLOY NIEVA, Idoia, "Los puñales con empuñadura globular de frontón en la necrópolis de la II Edad del Hierro de La Hoya (Laguardía, Álava)", *Gladius*, 22 (2002), pp. 57-72.

Los clavos objeto de estudio aparecieron en el Área I, la parte rústica de la villa, que consistía en un patio espacioso y amplio, precedido por un área porticada, seguramente con suelo de tierra batida. Este gran ambiente está rodeado por un importante recinto murario que delimita la estructura arquitectónica principal. A su vez, los paramentos de las habitaciones se adosan en una sólida cimentación de piedras y hormigón. El alzado estaría acabado con ladrillos y adobe, recubiertos con un enlucido. Las cubiertas estarían formadas por estructuras de madera claveteadas, impermeabilizadas con una capa de arcilla. Sobre éstas, encumbrando la estructura, se colocarían tejas planas y curvas. En esta zona se documenta un potente nivel de incendio, del que provienen los clavos. En el mismo estrato se documentó una importante depósito de *tegulae* asociadas a carbones y restos de maderos carbonizados, consecuencia del colapso del techo. Los investigadores datan el incendio, por el descubrimiento bajo el nivel de vigas de un *triens* de Witiza (702-710 d. C.), a inicios del siglo VIII³⁸.

La muestra de las pinzas proviene de la ciudad de Numancia, famosa por su resistencia frente a los ejércitos romanos. Su enclave se encuentra en el Cerro de La Muela, en Garray, a 7 km de ciudad actual de Soria, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Su fama no es en vano, ya que es de las ciudades más citadas por los autores de la Antigüedad. Se sitúa en la Vía XXVII del Itinerario Antonino (siglo III d. C.), entre las ciudades de Augustóbriga y Voluce. La ciudad se encuentra en un elevado y espacioso cerro, en el cual confluyen los ríos Merdancho y Tera con el Duero. Su elevación es de 1080 m.s.n.m. y unos 67 metros por encima del cauce del mencionado río Duero. Todo ello le proporciona una importante posición estratégica, dominando el Sistema Ibérico y las vías de comunicación entre los valles del Ebro y del Duero.

Los trabajos arqueológicos que se llevaron a cabo en la ciudad numantina a finales del siglo XIX e inicios del XX, sacaron a la luz diversos tramos de muralla en las zonas oriental y occidental. Dicha muralla estaba formada por cantos rodados de grandes dimensiones aglomerados con barro. Todo el perímetro amurallado es uniforme, mostrando una menor solidez en los flancos sureste y oeste, coincidiendo con la zona en la que el cerro muestra unas defensas naturales más sólidas. En la zona noreste presenta algunas viviendas adosadas, típico de los poblamientos protohistóricos de la Edad del Hierro, entre las cuales se obtuvieron una serie de muestras metálicas de niveles de incendio, cedidas por el arqueólogo Alfredo Jimeno³⁹. Las pinzas

38 AGUADO, María; CASTELO RUANO, Raquel; TORRECILLA, Ana; ARRIBAS, Raul; JIMENEZ, Ofelia; SIERRA, Cristina y TALENS, Carmen, "El yacimiento arqueológico de El Saucedo (Talavera La Nueva, Toledo): balance y perspectivas", *CuPAUAM*, 25/2 (1999) p. 199.

39 Agradecemos a D. Alfredo Jimeno, director de la excavación, la disponibilidad mostrada

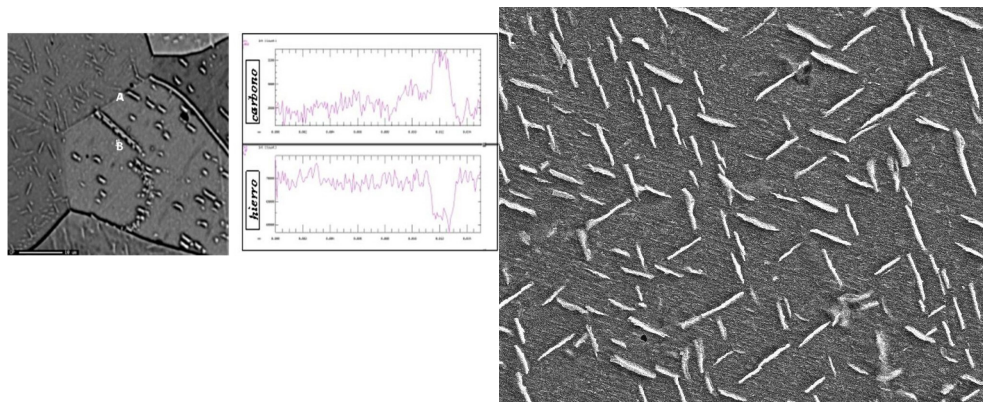


Fig. 5. Resultados de la composición elemental mediante EPMA de las microestructuras Fig. 6. Imagen de SEM de la muestra de la hebilla de placas de defensa de Villanueva de Teba con los precipitados de carburo de hierro en la matriz ferrítica. Siglo III-I a.C. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid

se hallaron en la conocida “Manzana XXIII” y la datación de estos niveles de incendio se sitúa entre los siglos I a. C. y I d. C. La dirección arqueológica del yacimiento diferencia dos contextos estratigráficos de incendio y devastación en Numancia, perteneciendo al segundo y más moderno las pinzas que aquí se presentan⁴⁰.

5. RESULTADOS

Por medio del examen en Microscopía Electrónica de Barrido [en adelante SEM] de las muestras arqueológicas provenientes de ritos funerarios de cremación presentan las mismas microestructuras: precipitados de cristales de cementita (Fe_3C) en forma de aguja en el interior de los granos de ferrita que se observan en las figuras de SEM. La composición fue comprobada mediante EPMA (Fig. 5). Se trata de precipitados de carburo de hierro dentro de la matriz ferrítica y con estructura conocida como Widmanstätten⁴¹: se caracteriza por la forma de aguja o alfiler de estos precipitados distribuidos de manera más o menos regular y con tamaños similares. En la Figura 6 se muestra una micrografía recogida en SEM en la muestra de la hebilla de Villanueva de Teba.

para facilitar el estudio de esta pieza.

40 JIMENO MARTÍNEZ, Alfredo, “Las ciudades celtibéricas de la Meseta Oriental”, *Complutum*, 22/2 (2011), pp. 223-276.

41 SARABIA HERRERO, Francisco Javier, “Aproximación teórica y metalográfica a la reducción de hierro en la Prehistoria partiendo del trabajo experimental”, *Trabajos De Prehistoria*, 51(1) (1994), p. 106.

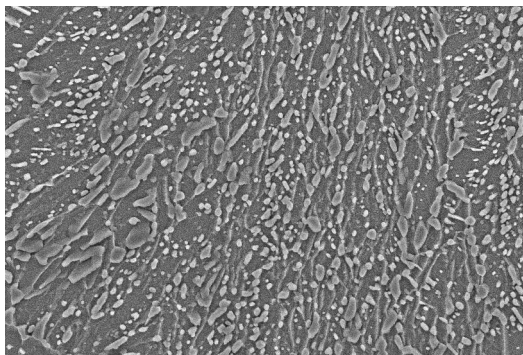
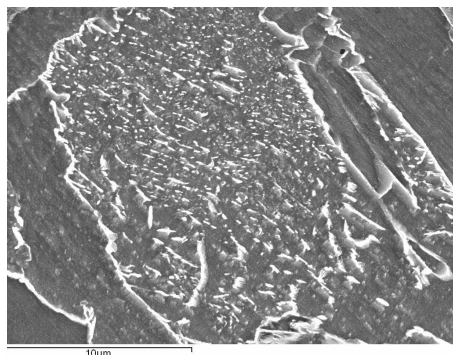


Fig. 7. Imagen de SEM de la muestra de acero experimental AISI 1005 con los precipitados de carburo de hierro en la matriz ferrítica

Fig. 8. Imagen de SEM de la muestra de las pinzas de Numancia con los precipitados de carburo de hierro en la matriz ferrítica. Siglo I a.C-I d.C. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid

La reproducción experimental de los ciclos térmicos interpretados para los objetos arqueológicos, se replicaron en las muestras de acero experimental con las mismas características (AISI 1005), logrando que se formasen las mismas microestructuras. La Figura 7 muestra estos precipitados de carburo de hierro en forma de alfileres en la matriz ferrítica pasadas 6234 horas de envejecimiento artificial a 300° C⁴².

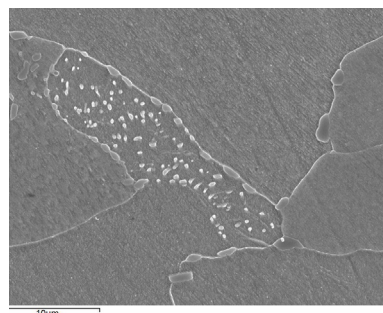
Respecto a las muestras provenientes de niveles de incendio, en la observación mediante SEM, presentan de nuevo las mismas microestructuras, pero difiriendo su morfología respecto a las sometidas a ritos de incineración. En este caso se produce la globulización de la cementita desde temperaturas cercanas o inferiores a la eutectoide (Fig. 10). Ya no se observan agujas sino morfologías tendentes a formas esféricas. Una temperatura alrededor de los 600-700 °C favorece estas estructuras con formas globulares⁴³. Esto se ve reflejado en la Figura 8 en la cual se presenta la imagen por SEM de las pinzas de Numancia.

Para la reproducción experimental de este tipo de estructuras, se recurrió al mismo tipo de acero AISI 1005. Se imitaron las características propias de un incendio, con ciclos térmicos finales y un posterior enfriamiento lento. Los calentamientos en este caso cercanos o por debajo de la eutectoide (Fig. 10). Al contrario de lo que pasaría en las piras funerarias con el empleo de líquidos para apagarlas ritualmente, en este caso el gradiente térmico es

42 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego...*, p. 184.

43 TAYLOR, Jean, "The structure of singularities in soap-bubble-like and soap-film-like minimal surfaces", *Annals of Mathematics*, 103 (1976), p. 492.

Fig. 9. Imagen de SEM de la muestra experimental con acero AISI 1005 con los precipitados de carburo de hierro en la matriz ferrítica. Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid



menor (Fig. 9). Este tratamiento consistió básicamente en mantener al acero AISI 1005 a 760 °C durante 30 minutos y someterlo a un posterior enfriado a una velocidad de 0,5 °C por minuto, para recrear una situación estándar de incendio.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para el presente trabajo se ha mostrado una selección de muestras sometidas a dos ciclos térmicos finales distintos: piezas sometidas a rito funerario de cremación junto al cadáver en la pira, como parte de la liturgia religiosa, y otras sometidas a incendio. Con la observación de sus microestructuras, se pretende hacer una comparativa diferenciadora y verificar, no sólo las temperaturas alcanzadas, si no que la hipótesis principal de la investigación se corrobora: las piras se apagaban ritualmente con líquidos, pudiendo ser vino, agua, cerveza e incluso leche, como parte de la ceremonia religiosa.

En las muestras arqueológicas sometidas al rito de la cremación se puede observar que para que aparezcan este tipo de estructuras, aparte de la necesidad de ser apagada la pira de forma rápida con el empleo de líquidos, eran necesarias altas temperaturas en el proceso. Para conocer estos gradientes térmicos, antes de emplearse los aceros como vector de información para conocerlas, en la literatura especializada se estudiaron otro tipo de materiales. Por ejemplo, el color y la textura de los pocos restos óseos que podían quedar, que las situaba por encima de los 600 °C⁴⁴. Otros se centraron en la combustión de la madera, en los cuales se afirma que se podían alcanzar los 850 °C y hasta 950 °C, máximas registradas en maderas como la del *Quercus Ilex*⁴⁵.

44 DEAMOS, María Belén y CHAPA BRUNET, Teresa, *La Edad del Hierro*, Madrid, Síntesis, 2000.

45 ALCALÁ-ZAMORA, Laura, *La necrópolis ibérica de Pozo Moro*, Madrid, Real Academia de la Historia, 2004.

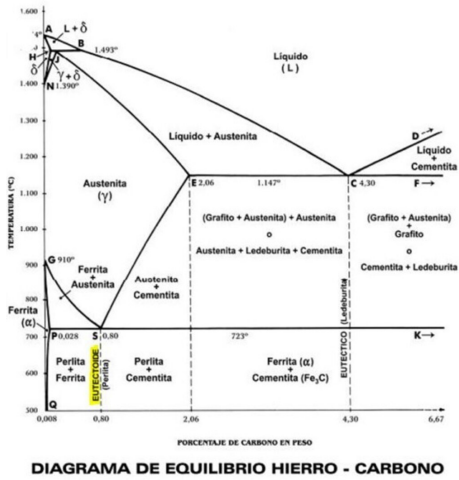


Fig. 10. *Diagrama de fases Hierro – Carbono.* Grupo de Tecnología Mecánica y Arqueometalurgia de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid

Por otro lado, trabajos de arqueología experimental las sitúan por encima de los 1000 °C⁴⁶. Los escasos estudios de aceros incinerados en estos ritos puede deberse a que estos materiales no muestran cambios a nivel macroscópico, pero investigaciones llevadas a cabo sobre varias muestras de distintos yacimientos de la Edad del Hierro en la Península Ibérica, demuestran que a nivel microestructural sí se producen cambios fisicoquímicos evidentes, que arrojan datos sobre las temperaturas alcanzadas. Éstas se situarían, como mínimo, entre los 950 °C y los 1000 °C, sino por encima⁴⁷. Hay que destacar que los elementos metálicos son los más conductores del calor y por ello el auténtico testigo de la temperatura de la pira funeraria.

De la revisión de la literatura realizada sobre los ritos funerarios de cremación y su importante función ideológica, simbólica y litúrgica, junto con los resultados obtenidos de las muestras estudiadas en el trabajo, se pueden obtener conclusiones. Se puede afirmar que la aparición de estas microestructuras, que se definen como carburos de hierro en forma de aguja con estructura Widmanstätten, precipitados en la matriz de granos ferríticos, son una prueba de que se emplearon líquidos en el apagado ritual de la pira.

Por medio del análisis, interpretación de las microestructuras y reproducción experimental de éstas, se ha comprobado que las temperaturas alcanzadas por las muestras de acero deben ser elevadas para obtener las morfologías de aguja. Estas se situarían en torno a los 950 °C, pudiéndose

46 MONTERO RUIZ, Ignacio y ROVIRA LLORENS, Salvador, "Estudio sobre metales arqueológicos quemados", en ROLDÁN, Clodoaldo (ed), *IV Congreso Nacional de Arqueometría*, Valencia, Universitat de València - Institut de Ciència dels Materials, 2002, s. p.

47 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego...*, p. 135.

alcanzar y superar los 1000 °C. Se observa en el diagrama de fases Fe-C (Fig. 10), como el posterior enfriamiento con un gradiente térmico muy elevado, sólo se podría conseguir con el apagado inmediato de la pira con líquidos. Estas elevadas temperaturas provocan que el carbono presente se diluya completamente en la matriz ferrítica. El posterior subenfriamiento fuerte y la microestructura resultante es comparable con los aceros en bruto de colada y posterior templado⁴⁸.

Pieza/Muestra	Yacimiento/Procedencia	Contexto arqueológico	Cultura	Cronología
POMO (Fig. 2)	La Hoya (Laguardia, Álava) (Museo Armería Vitoria-Gasteiz)	Necrópolis	Celtibérica	S IV a. C.
HEBILLA (Fig. 1)	Villanueva de Teba (Burgos)	Necrópolis	Celtibérica	SS III - I a. C.
PINZA (Fig. 4)	Numancia (Soria)	Manzana XXIII	Romana	SS I a. C. - I d. C.
CLAVO C-022 (Fig. 3)	Villa del Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo)	Villa. Área I	Medieval	S VII d. C.

Tabla 1. Inventario de las muestras arqueológicas

FASE	DESCRIPCIÓN
I. Preparación	I.1. Embutido de la muestra en resina epoxi del tipo cronolita 1112
	I.2. Tras el endurecimiento de la muestra, se procede al desbastado mediante papeles con abrasivos hidrófugos marca Buhler
	I.3. Pulido mediante máquina Remet Tipo LS2, con paño empapado en agua y alúmina α de 0,3 micrómetros con el objetivo de dejar una superficie especular, sin rayas que distorsionen su posterior observación
	I.4. Ataque de la superficie con NITAL al 4% (4 ml de HNO ₃ diluido en 96 ml de etanol) para revelar las microestructuras presentes que se observarán en el SEM
	I.5. Recubrimiento final con un <i>sputtering</i> de oro para que la superficie de la muestra sea conductora a los electrones acelerados del SEM y que harán observables las microestructuras de las muestras.

48 VANDER VOORT, George, Metallography and Microstructures. Metallography and Microstructures of Low-Carbon and Coated Steels, Asm Metals Handbook. Asm International, 2004.

FASE	DESCRIPCIÓN	
II. Observación e interpretación	Observación e interpretación mediante SEM, de la formación de las microestructuras. Basado en el Diagrama de Fases Fe-C. Análisis elemental mediante Microsonda Electrónica (EPMA)	
III. Reproducción experimental de microestructuras	Reproducción experimental de las microestructuras en aceros actuales de las mismas características que los arqueológicos (AISI 1005), sometidos a los mismos ciclos térmicos interpretados que sufrieron estos, sobre todo en el ciclo térmico final que correspondería al proceso de incineración y apagado de la pira y el relativo a los niveles de incendio	
IV. Envejecimiento artificial	Envejecimiento artificial de las muestras experimentales con tratamientos térmicos a bajas temperaturas que originan la aparición acelerada de las microestructuras observadas en las muestras arqueológicas	
V. Comparativa e interpretación	Comparativa e interpretación final de las microestructuras detectadas en las piezas arqueológicas y las reproducidas de manera experimental	

Tabla 2. Protocolo de preparación de las muestras aplicado a las piezas arqueológicas y experimentales

Para comparar los resultados y demostrar que estas microestructuras corresponden a ciclos térmicos finales de temperaturas elevadas y apagados rápidos, se estudiaron otras muestras que fueron sometidas a otro tipo de calentamiento. Éste se produjo con una temperatura menos elevada y apagado al aire: es el caso de los incendios. Estos niveles son fáciles de detectar por los arqueólogos en los yacimientos por las huellas que dejan en materiales y estructuras. En este caso la muestra de la Villa del Saucedo y la ciudad de Numancia son ejemplos evidentes y claros de este tipo de microestructuras, diferentes a las de incineración, con características formas globulares. Las temperaturas que se han manejado son las cercanas a la línea eutéctica destacada en la Fig. 10: entre los 600 °C y 700 °C. En todos los casos, a diferencia de las morfologías aciculares -forma de aguja o alfiler- presentan formas

que tienden a la esfericidad proveniente de la globulización más o menos completa de la perlita⁴⁹.

El objetivo general del presente trabajo era investigar a través de dos muestras de acero presentes en sendas necrópolis de cremación de época celtibérica, una de las fases más trascendentales del rito: el apagado de la pira. Las microestructuras observadas y analizadas en SEM y EPMA se pueden interpretar como provenientes de un calentamiento a temperaturas elevadas y un enfriamiento fuerte. Éste sólo se podría dar con el apagado brusco de la pira. Para corroborar esta hipótesis se han reproducido experimentalmente las condiciones térmicas que se dieron en aceros modernos similares a los arqueológicos. Después del tratamiento en horno, el posterior enfriamiento fuerte y envejecimiento artificial, se han obtenido este tipo de microestructuras. Se pueden caracterizar como precipitados en forma de aguja o alfiler en la matriz de los granos ferríticos y distribuidos de forma regular -estructura Widmanstätten-. Estos granos tienen la características de estar unidos de a tres formando ángulos de 120° aproximadamente.

Paralelamente a la reproducción experimental se estudiaron objetos de acero provenientes de niveles de incendio. Los incendios presentan otra casuística térmica: temperaturas menos elevadas y enfriados lentos. Efectivamente las microestructuras resultantes son en forma de "globo" (globulización de la cementita). En este caso también se reprodujeron experimentalmente con éxito en el laboratorio de metalografía.

En este caso las dos piezas de acero provenientes de las necrópolis de La Hoya (Álava) y Villanueva de Teba (Burgos) muestran que estuvieron presentes como parte del ajuar en la pira funeraria, que se alcanzaron temperaturas muy elevadas (950°-1000°) y que se apagaron con algún tipo de líquido. La metodología llevada a cabo con la toma de muestras arqueológicas, la preparación de las probetas, la aplicación de técnicas experimentales, la observación, interpretación y reproducción experimental, es fácilmente reproducible y aplicable a otro tipo de muestras. Este método no sólo se podría aplicar a muestras de acero que hayan sufrido procesos térmicos finales, sino a otros objetos de acero, de otros metales y otro tipo de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

AGUADO, María; CASTELO RUANO, Raquel; TORRECILLA, Ana; ARRIBAS, Raul; JIMENEZ, Ofelia; SIERRA, Cristina y TALENS, Carmen, "El yacimiento arqueológico de El Saucedo (Talavera La Nueva, Toledo): balance y perspectivas", *CuPAUAM*, 25/2 (1999) pp. 193-250; disponible: <http://hdl.handle.net/10486/428>

49 CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego...*

- ALCALÁ-ZAMORA, Laura, *La necrópolis ibérica de Pozo Moro*, Madrid, Real Academia de la Historia, 2004.
- ALIAGA ALMELA, Raquel, "El mundo funerario calcolítico de la Región de Madrid", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 34 (2008), pp. 23-39; disponible: <https://doi.org/10.15366/cupauam2008.34.002>
- ARBELOA BORBÓN, Paula, "Discurso, Espacio y Poder", *ARYS* 20 (2022), pp. 404-408; disponible: <https://e-revistas.uc3m.es/index.php/ARYS/issue/view/683/148>
- ARCE MARTÍNEZ, Javier, *Memoria de los antepasados: puesta en escena y desarrollo del elogio fúnebre romano*, Madrid, Electa España, 2000.
- ARMENDARIZ MARTIJA, Javier y IRIGARAY SOTO, Susana, *La arquitectura de la muerte. El hipogeo de Longar (Viana, Navarra), un sepulcro colectivo del 2500 a. C.*, Centro de Estudios Tierra Estella, Navarra, Guía de Exposición, 1994.
- AUBET SEMMLER, María Eugenia, "Los enterramientos bajo túmulo de Setefilla (Sevilla)", *Huelva Arqueológica*, 6 (1983), pp. 49-70.
- BLÁNQUEZ MARTÍNEZ, José María, "La religión de los pueblos de la Hispania prerromana" *Zephyrus*, 43 (1990), pp. 223-233; disponible: <https://revistas.usal.es/index.php/0514-7336/article/view/1987/2043>
- BLÁNQUEZ PÉREZ, Juan, *El paisaje funerario ibérico*, Ediciones Universidad Castilla la Mancha, 2001.
- BLÁNQUEZ PÉREZ, Juan, "El vino en los rituales funerarios ibéricos", *Serie Varia*, 10 (2009), pp. 217-244.
- BLASCO, Concepción; DELIBES, Germán; BAENA, Javier; LIESAU, Corina y RÍOS, Patricia, "El poblado calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid): un escenario favorable para el estudio de la incidencia campaniforme en el interior peninsular", *Trabajos de Prehistoria*, 64(1) (2007), pp. 151-163; disponible: <https://tp.revistas.csic.es/index.php/tp/article/view/99>
- BLÁZQUEZ, José María y GARCÍA-GELABERT, María Paz, "El culto a las aguas en la Hispania prerromana", en PEREX AGORRETA, María José (ed.), *Termalismo antiguo: actas, I Congreso Peninsular*. La Rioja 1996, Madrid, Biblioteca Nueva, 1997, pp. 105-115; disponible: <https://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/el-culto-a-las-aguas-en-la-hispania-prerromana-0/>
- BRÍGIDO GABIOLA, Baldomero y CRIADO PORTAL, Antonio José, "La cadena medieval de la iglesia de Santa María de Laredo (Cantabria)", *Santander. Estudios de Patrimonio*, 5 (2022), pp. 67-88; disponible: <https://santanderestudiospatrimonio.unican.es/index.php/sanespat/article/view/124>
- BURILLO MOZOTA, Francisco, "Vino y ritual en la Celtiberia", en *Ritos y mitos*, Centro de Estudios Celtibéricos de Segeda, Diputación de Zaragoza, Institución Fernando el Católico, 2010, pp. 573-594.
- CERDEÑO SERRANO, María Luisa y GARCÍA HUERTA, Rosario, "Las necrópolis celtibéricas: nuevas perspectivas", en GARCÍA HUERTA, Rosario y MORALES HERVÁS, Javier, *Arqueología funeraria: las necrópolis de incineración*, Cuenca, Ediciones Universidad Castilla la Mancha, 2001, pp. 141-190.
- CERDEÑO SERRANO, María Luisa; RODRÍGUEZ CADEROT, Gracia y FOLGUEIRA, Marta, "El paisaje funerario de la cultura celtibérica", *Studia E. Cuadrado*,

- AnMurcia*, 16-17 (2002), pp. 177-185; disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/815172.pdf>
- CHAMÓN, Jorge; DIETZ, Christian; GARCÍA, Laura; ARÉVALO, Raquel; BRAVO, Esther; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; MARTÍNEZ, Juan Antonio y CRIADO, Antonio José, "An Archaeological Analogue for a Composite Material of Carbon Steel, Copper and Magnetite", *Praktische Metallographie*, 46 (2009), pp. 1-17; disponible: <https://doi.org/10.3139/147.110017>
- CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; CRIADO PORTAL, Antonio José; GARCÍA SÁNCHEZ, Laura; SAN NICOLÁS PEDRAZ, María Pilar y CRIADO MARTÍN, Alejandro, "Los carburos de hierro como testigos de los ritos de cremación entre los pueblos prerromanos de la Península Ibérica: algunos ejemplos", *SPAL*, 18 (2009), pp. 105-130; disponible: <https://doi.org/10.12795/spal.2009.i18.07>
- CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier, *Arqueometría: hierro y fuego. Técnicas arqueométricas aplicadas al estudio de los hierros y aceros protohistóricos y romanos de la Península Ibérica sometidos a incineración o incendio*, Tesis Doctoral, UNED, Departamento de Prehistoria y Arqueología, 2012; disponible: <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:GeoHis-Ajcriado>
- CRIADO PORTAL, Antonio José; GARCÍA SÁNCHEZ, Laura; PENCO VALENZUELA, Fernando; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; MARTÍNEZ GARCÍA, Juan Antonio; CHAMÓN FERNÁNDEZ, Jorge y DIETZ, Christian, "Archaeometrical comparative study of paint samples with Egyptian Blue, from Nefertari's tomb (XIII Century BC) and Balneum (Roman baths, First Century BC and AD)", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 50/3 (2011), pp. 161-168; disponible: <http://boletines.secv.es/upload/20110701114846.201150161.pdf>
- DEAMOS, María Belén y CHAPA BRUNET, Teresa, *La Edad del Hierro*, Madrid, Síntesis, 2000.
- FERNÁNDEZ CASTRO, María Cruz, *La Prehistoria de la Península Ibérica*, Barcelona, Crítica-Grijalbo Mondadori, 1997.
- FILLOY NIEVA, Idoia, "Los puñales con empuñadura globular de frontón en la necrópolis de la II Edad del Hierro de La Hoya (Laguardia, Álava)", *Gladius*, XXII (2002), pp. 57-72; disponible: <https://gladius.revistas.csic.es/index.php/gladius/article/view/56/57>
- GARCÍA CARDIEL, Jorge, "Pozo Moro. La construcción de una identidad en el mundo ibérico", *Arqueoweb*, 10 (2008), pp. 1-42; disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2753223>
- GARCÍA RAYA, Joaquín, "Aportaciones coloniales a las creencias funerarias ibéricas", *Espacio, Tiempo y Forma, Serie II*, 12 (1999), pp. 291-307; disponible: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:ETFSerie2-4CB6479E-6A07-3268-23E5-5A00E035B41E&dsID=Documento.pdf>
- HERNÁNDEZ GARCÍA, Juan de Dios, "Ánforas vinarias en la necrópolis de incineración de Aguilas: el uso del vino en los rituales funerarios romanos", *Revista Murciana de Antropología*, 12 (2005), pp. 101-118; disponible: <https://revistas.um.es/rmu/article/view/68011/65481>
- HERNÁNDEZ GUERRA, Liborio, "Los contrastes en las necrópolis celtibéricas del área indoeuropea de Hispania: las voces de dominación y sumisión", *Hispania*

- Antiqua*, XL (2016), pp. 29-49; disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5843318>
- JIMÉNEZ, José Manuel; BRAVO, Esther; CRIADO-MARTÍN, Antonio Javier; ARÉVALO, Raquel; DIETZ, Christian; MARTÍNEZ, Juan Antonio y CRIADO, Antonio José, "A new method for dating ancient steel samples using Vickers microhardness", *Materials Characterization*, 52/2 (2004), pp. 145-151; disponible: https://www.academia.edu/319512/A_new_method_for_datation_of_ancient_steel_samples_using_Vickers_microhardness
- JIMENO MARTÍNEZ, Alfredo, "Las ciudades celtibéricas de la Meseta Oriental", *Complutum*, 22/2 (2011), pp. 223-276; disponible: <https://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/37732/36513>
- LÓPEZ CACHERO, Francisco Javier, "Necrópolis de incineración y arquitectura funeraria en el noreste de la Península Ibérica durante el Bronce Final y la Primera Edad del Hierro", *Complutum*, 19 (2008), pp. 139-171; disponible: <https://revistas.ucm.es/index.php/CMPL/article/view/CMPL0808110139A/29291>
- LLANOS ORTIZ DE LANDALUZE, Armando, "Desarrollo del poblamiento protohistórico de La Rioja alavesa en base a la excavación del poblado de La Hoya (Laguardia-Álava)", *Zainak Cuadernos de Antropología-Etnografía*, 1 (1982), pp. 30-308.
- LOMBA MAURANDI, Joaquín; LÓPEZ MARTÍNEZ, Mariano; RAMOS MARTÍNEZ, Francisco y AVILÉS FERNÁNDEZ, Azucena, "El enterramiento múltiple, calcólico, de Camino del Molino (Caravaca, Murcia). Metodología y primeros resultados de un yacimiento excepcional", *Trabajos de Prehistoria*, 66(2) (2009), pp. 143-160; disponible: https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=351fe11b-691d-47c3-97e7-3536a6f87e78&groupId=811123
- LORRIO ALVARADO, Alberto José, *Los celtíberos*, Biblioteca Archaeologica Hispana 25, Real Academia de la Historia, Universidad Complutense, 2005.
- MONTERO RUIZ, Ignacio y ROVIRA LLORENS, Salvador, Estudio sobre metales arqueológicos quemados, en ROLDÁN, Clodoaldo (ed), *IV Congreso Nacional de Arqueometría*. Valencia, Universitat de València - Institut de Ciència dels Materials, 2002, s. p.; disponible: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/8263/1/Metales%20quemados.pdf>
- MORÁN, Marta; GONZÁLEZ, Joan y PRADA, Alfons, "Una sepultura en cista de la Vall de Miarnau (Llardecans, Lérida)", *Bolskan* 19 (2002), pp. 37-51; disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1409743.pdf>
- PELLICER, Manuel, "La necrópolis Laurita (Almuñecar, Granada) en el contexto de la colonización fenicia", *Cuadernos de Arqueología Mediterránea*, 15 (2007), pp. 1-192; disponible: <https://revistas.ucm.es/index.php/GERI/article/view/36362/35231>
- PRADOS TORREIRA, Lourdes, "El ritual funerario durante la II E. del Hierro en la Península Ibérica. Algunas reflexiones sobre los grupos marginados por la investigación", *CuPAUAM*, 37-38 (2011), pp. 317-331; disponible: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12450/60389_18.pdf?sequence=1
- QUESADA-SANZ, Fernando, *Vino y guerreros: banquete, valores aristocráticos y alcohol en Iberia*, Jerez de la Frontera, Consejo Regulador Denominaciones de Origen Jerez, 1995.

- RUEDA GALÁN, Carmen y BELLÓN RUIZ, Juan Pedro, "Culto y rito en cuevas: modelos territoriales de vivencia y experimentación de lo sagrado, más allá de la materialidad (ss. V-II A.N.E.). ARYS, 14 (2016), pp. 43-80; disponible: <https://e-revistas.uc3m.es/index.php/ARYS/article/view/3986/2782>
- RUIZ VÉLEZ, Ignacio; ELORZA GUINEA, Juan Carlos y ABÁSULO ÁLVAREZ, José Antonio, "La necrópolis protohistórica de Villanueva de Teba (Burgos)", *Sautuola: Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología Sautuola* (1999), pp. 297-305.
- RUIZ VÉLEZ, Ignacio, "La panoplia guerrera de la necrópolis de Villanueva de Teba", *Gladius*, XXV (2005), pp. 5-82; disponible: <https://gladius.revistas.csic.es/index.php/gladius/article/view/24/25>
- SALINAS DE FRÍAS, Manuel, *Los pueblos prerromanos de la Península Ibérica*, Madrid, Akal, 2006.
- SAN NICOLÁS PEDRAZ, María Pilar y RUIZ BREMÓN, Mónica, *Arqueología y Antropología Ibéricas*, Madrid, UNED Ediciones, 2001.
- SARABIA HERRERO, Francisco Javier, "Aproximación teórica y metalográfica a la reducción de hierro en la Prehistoria partiendo del trabajo experimental", *Trabajos De Prehistoria*, 51/1 (1994), pp. 95-109; disponible: <https://doi.org/10.3989/tp.1994.v51.i1.466>
- TAYLOR, Jean, "The structure of singularities in soap-bubble-like and soap-film-like minimal surfaces", *Annals of Mathematics*, 103 (1976), pp. 489-539; disponible: <https://www.jstor.org/stable/1970949>
- TOYNBEE, Jocelyn M. C., *Morte e sepoltura nel mondo romano*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 1993.
- TRANCHO, Gonzalo, "Análisis antropológico de las necrópolis de cremación", *Revista Española de Antropología Física*, 31 (2010), pp. 205-232.
- VANDER VOORT, George, *Metallography and Microstructures. Metallography and Microstructures of Low-Carbon and Coated Steels*, Asm Metals Handbook. Asm International, 2004; disponible: <https://doi.org/10.31399/asm.hb.v09.9781627081771>
- VAQUERIZO GIL, Desiderio, "Vita brevis, Spes fragilis...Escatología y singularidades rituales en el mundo funerario de la Bética", en FERRER ALBELDA, Eduardo, LOZANO GÓMEZ, Fernando y MAZUELOS PÉREZ, José (coordinadores), *Salvación, Infierno, Olvido. Escatología en el mundo antiguo. SPAL Monografías*, XIV (2009), pp. 187-227; disponible: https://www.academia.edu/3772275/Vita_brevis_spes_fragilis_Muerte_y_ultratumba_en_el_mundo_romano
- XELLA, Paolo, *Arqueología del Infierno*, Sabadell, AUSA, 1991.

