

MUNIBE Antropología-Arkeologia	nº 77	Online First	DONOSTIA	2026	ISSN 1132-2217 • eISSN 2172-4555
--------------------------------	-------	--------------	----------	------	----------------------------------

Recibido: 2026-01-26
Aceptado: 2026-06-16

Distribución espacial y cronológica de las puntas dentadas magdalenenses de la región cantábrica de la península ibérica

Spatial and chronological distribution of Magdalenian barbed points from the Cantabrian Region of the Iberian Peninsula

PALABRAS CLAVES: Arpones, industria ósea, tecnología ósea, SIG, estadística multivariante.

GAKO-HITZAK: Arpoiak, hezur-industria, hezur-teknologia, GIS, Estatistika multibariatua.

KEY WORDS: Harpoons, bone industry, osseous technology, GIS, Multivariate statistics.

Xabier EGUILLEOR⁽¹⁾ y Olivia RIVERO⁽¹⁾

RESUMEN

Este trabajo presenta una caracterización de la distribución espacial y cronológica de las puntas dentadas magdalenenses de la región cantábrica a partir de su variabilidad morfológica, combinando morfometría, estadística multivariante y análisis espacial. Sobre 294 piezas (106 con variables completas) se han aplicado análisis estadísticos multivariantes que han permitido definir tres taxones (A, B y C), evaluándose su distribución mediante mapas kernel, regresiones oeste-este, tablas de contingencia (χ^2 /Fisher) y Análisis de Correspondencias (AC). Los resultados muestran homogeneidad en el recuento total en la distribución en la región cantábrica, pero un cambio composicional regional y cronológico: A predomina en occidente y se asocia a cronologías más tempranas; B alcanza máximos en el centro-occidente con cronologías intermedias; C repunta en oriente y concentra dataciones más recientes. Se propone una transición gradual a lo largo del Magdalenense Superior-Final, compatible con la perduración tardía de este tecnocomplejo en el extremo oriental de la región.

LABURPENA

Lan honek Kantauri eskualdeko Magdalen aldiko hortzdun puntuen banaketa espazial eta kronologikoa karakterizatzen du, haien aldakor-tasun morfologikoan oinarrituta, eta morfometria, estatistika multibariatua eta analisi espaziala uztartuz. 294 piezaren gainean (horietatik 106k aldagai osoak dituzte), analisi estatistiko multibariatua aplikatu dira, eta horien bidez hiru taxon (A, B eta C) definitu dira; haien banaketa kernel mapen, mendebalde-ekialde erregresioen, kontingentzia-taulen (χ^2 /Fisher) eta Korrespondentzien Analisaren (KA) bidez ebaluatu da. Emaitez Kantauri eskualdean piezen kopuru osoaren banaketan homogeneotasuna erakusten dute; hala ere, aldaketa konpositional eskualdekoa eta kronologikoa antzematen da: A mendebaldean nagusitzen da eta kronologia goiztiarragoekin lotzen da; B-k erdialde-mendebaldean maximoak lortzen ditu eta tarteko kronologiekin lotzen da; C-k ekialdean gora egiten du eta datazio berrienak kontzentratzen ditu. Magdalen Goi-Azkenekoan zehar trantsizio gradual bat proposatzen da, teknokomplexu honen iraupen berantiarrekin bateragarria, eskualdearen ekialdeko muturrean.

ABSTRACT

This paper analyses the spatial and chronological distribution of Magdalenian barbed points in the Cantabrian Region (Iberian Peninsula) using an integrated approach that combines morphometric description, multivariate statistics and spatial analysis. Although barbed points constitute a key component of Upper Palaeolithic osseous technology in the area, the extent to which their morphological variability relates to regional patterning and chronological change has rarely been tested with unified quantitative criteria. The objectives are to define reproducible morpho-technical groups and to evaluate whether those groups display coherent temporal and geographic trends along the Cantabrian coast.

The study compiles a corpus of 294 barbed points attributed to Magdalenian contexts from sites across the region. A subset of 106 specimens, selected for adequate integrity and preservation, was used for multivariate analyses. Morphological documentation integrates published tracings (digitised and vectorised) with newly produced digital records obtained through standardised photographic and 3D documentation. Measurements were normalised to real scale to ensure comparability across sources. Each specimen was characterised with a mixed set of quantitative variables (overall dimensions, denticulation metrics and hafting proportions) and qualitative traits (e.g., number of barb rows, grooves, hafting features and decorative attributes). Missing observations were handled through multivariate imputation in order to preserve the structure of the dataset.

For group definition, Factor Analysis of Mixed Data (FAMD) was applied to the combined quantitative–qualitative matrix, followed by clustering on factor scores. This procedure identified three taxa (A, B and C), differentiated mainly by overall size, barb development and angle, and basal/hafting morphology (including the presence or absence of perforations or basal protuberances). Chronological structure was assessed

⁽¹⁾ Laboratorio de tecnología Prehistórica del departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Salamanca; Xabier Egulleor, xabieregulleor@usal.es, <https://orcid.org/0000-0002-2990-7023>; Olivia Rivero, oliviarivero@usal.es, <https://orcid.org/0000-0002-0730-4854>

using a curated set of radiocarbon determinations associated with relevant levels and materials. Comparisons among taxa indicate a progressive ordering: Taxon A concentrates earlier dates, Taxon B occupies intermediate ranges, and Taxon C is consistently more recent, despite some overlap and uneven sample sizes.

Spatial patterning was evaluated with kernel density mapping and west–east summaries of site counts. At the scale of the full corpus, the total number of barbed points does not show a sustained longitudinal gradient; instead, densities form discrete nuclei without a persistent bias towards either western or eastern sectors. In contrast, taxonomic composition varies gradually: Taxon A shows a western emphasis, Taxon B reaches its highest representation in the centre–west, and Taxon C increases towards the east. Contingency-table testing and Correspondence Analysis do not indicate sharp territorial partitions, but they do reinforce a compositional west–east gradient consistent with the spatial signal.

Overall, the results support a model in which the Cantabrian barbed-point record is broadly stable in volume across the region, while morphological composition shifts progressively through time and space. This pattern is compatible with the late persistence of the techno-complex in the eastern Cantabrian/Basque sector during the Upper–Final Magdalenian. Future work should prioritise direct dating of artefacts, experimental replication and targeted traceological analyses to test functional hypotheses underlying the observed differentiation.

1. INTRODUCCIÓN

La región cantábrica de la península ibérica proporciona un amplio registro de puntas dentadas magdalenenses, convirtiendo a estos útiles en indicadores esenciales de las estrategias tecnofuncionales de los grupos humanos desde el Magdalenense Medio hasta el Superior-Final. Estas puntas son elementos de proyectil manufacturados sobre soporte orgánico, fundamentalmente asta de cérvido y hueso, lo que las diferencia de las puntas líticas y condiciona tanto las técnicas de manufactura como su conservación diferencial en el registro arqueológico. Aunque su tipología es objeto de sistematizaciones desde principios del siglo XX (Breuil, 1913; Vega del Sella, 1917) la variabilidad morfológica y su posible correlación con pautas cronológicas, culturales o funcionales permanecen en gran medida inexploradas. No obstante, desde comienzos de las primeras clasificaciones, diversos autores mantienen una constante en su clasificación tipológica realizando una taxonomía común donde se identifican 3 tipos de puntas dentadas:

1. Protoarpones: estas puntas se caracterizan por estar formadas por fustes acompañados por una hilera y en ocasiones de dos hileras con dientes poco desarrollados.
2. Arpones unilaterales: a diferencia del primer grupo, estos se caracterizan por el desarrollo longitudinal de los dientes y su separación clara del fuste. Estas puntas también incluyen perforaciones basales y abultamientos unilaterales.
3. Arpones bilaterales: finalmente, encontramos un tercer grupo formado por puntas dentadas con hileras de dientes en los dos lados con abultamientos y enmangues con protuberancias laterales.

Sin embargo, esta clasificación se ve alterada por perspectivas regionales, tipológicas o funcionales que nos hablan de una complejidad superior. Julien (1982) propone una clasificación basada en 7 tipos de puntas dentadas de acuerdo con sus características morfométricas: 3 de los tipos corresponden con puntas dentadas unilaterales, mientras los otros 4 lo hacen con puntas dentadas bilaterales. En el caso de Weniger (1992; 2000) a través de la comparación del registro magdalenense con colecciones etnográficas y un estudio mor-

fométrico de las puntas dentadas de cazadores-recolectores de América del Norte, desarrolla una tipología funcional para las puntas dentadas magdalenenses. Su clasificación enfatiza la distinción entre puntas móviles y fijas, proponiendo las siguientes 3 categorías (arpones-lanzas, flechas-lanzas de múltiples puntas y flechas arpones).

Este autor propone que no todas las puntas dentadas magdalenenses son arpones en sentido estricto. Según su análisis morfométrico y comparaciones etnográficas, las de tipo R1 (una fila de dientes) serían puntas de lanza o flecha fija, mientras que las de tipo R2 (dos filas de dientes) se asemejan más a arpones o flechas-arpón con cabezal separable, diferenciándose por la morfología de sus dientes y bases.

En el caso de la región cantábrica, Barandiarán (1967) lleva a cabo una sistematización tipológica del instrumental óseo paleolítico. Su ordenación se basa en la similitud de las variables cualitativas de las piezas. A partir de estas diferencias, clasifica los arpones dentro de la familia de los útiles dentados. Así, diferencia varios tipos: varillas con un diente en el extremo, varillas con inicios de dientes, arpones cilíndricos con una o dos hileras de dientes, y arpones aplanados, ya fueran sin perforación, con perforación circular o con perforación en forma de ojal. A este primer nivel lo denomina “tipo primario.” Además, establece un “tipo secundario”, que subdivide algunas de las categorías del tipo primario. Para este autor, los arpones pertenecen a la familia de los útiles dentados y forman un grupo específico dentro de ella. Su clasificación se organiza en función de su forma general (tipo primario) y de ciertos detalles morfológicos adicionales (tipo secundario).

En el caso de González Sainz, este autor clasifica las puntas dentadas de acuerdo con un criterio cronológico ligado a las características cualitativas de las piezas (González Sainz, 1989; González Sainz y González Urquijo, 2004):

- Magdalenense Medio: Estos útiles quedan caracterizados por una notable variabilidad en sus técnicas de fabricación, lo que refleja un periodo de experimentación y desarrollo en esta tecnología. Morfológicamente, los protoarpones muestran diferencias significativas en las materias primas utilizadas, como hueso y asta, así como en el número de

filas de dientes, que suelen ser pequeños y poco prominentes. La falta de estandarización observada en estos arpones sugiere que se encontraban en una fase inicial de su evolución tecnológica, en la que diferentes grupos exploraban diversas técnicas y diseños. Esto apunta a que durante este periodo aún se estaban refinando las formas y procesos de fabricación óptimos para mejorar la funcionalidad y adaptabilidad de estas herramientas.

- **Magdaleniense Superior:** durante esta fase los arpones alcanzan un mayor grado de estandarización, destacando un predominio de tipos unilaterales con una sola fila de dientes. Estos arpones muestran sistemas de enmangue más especializados, junto con métodos específicos para su recuperación, lo que evidencia un conocimiento más avanzado de su funcionalidad. Los diseños más comunes incluyen bases con perforación circular en una lengüeta lateral (tipo cantábrico) y aquellas con protuberancias simples, siempre en el mismo lado que los dientes. Esta estandarización para el autor refleja tanto una comprensión más profunda de los requerimientos funcionales como el desarrollo de tradiciones tecnológicas regionales. Además, sugiere un conocimiento cultural compartido y la búsqueda de diseños más eficientes y efectivos, adaptados a necesidades específicas.
- **Magdaleniense Superior-Final:** durante el final del Magdaleniense los arpones se caracterizan por tener una o dos filas de dientes, con una mayor prevalencia de arpones de doble hilera en la parte oriental de la región cantábrica. Las bases de estos arpones incluyen tanto bases perforadas como abultamientos bilaterales. La creciente presencia de arpones de doble hilera podría estar vinculada a la adopción de técnicas de caza o pesca más efectivas, mientras que la coexistencia de diferentes tipos de base apunta a decisiones funcionales o estilísticas. Este panorama refleja cómo los intercambios culturales contribuyen a la difusión de nuevas tecnologías y estilos, con una influencia direccional observable en el registro arqueológico.

Las distintas tipologías identificadas por los diferentes autores ponen de manifiesto la necesidad de realizar un análisis integral vertebado sobre el registro arqueológico actualizado a través de metodologías actualizadas. De esta manera, en un trabajo previo (Eguilleor-Carmona *et al.*, 2024), realizamos un estudio morfo-tipológico a fin de taxonomizar de manera exhaustiva las puntas dentadas de la región cantábrica, integrando criterios morfométricos. Como resultado de ese estudio, logramos identificar 3 taxones: el Taxón A se caracteriza por estar compuesto principalmente por una morfología simple y dientes de ángulos amplios. Además, este taxón se asocia a las cronologías más antiguas. El Taxón B queda compuesto por puntas dentadas de una complejidad intermedia y queda asociado principalmente a cronologías intermedias. En contraste,

el Taxón C queda caracterizado por puntas dentadas tanto bilaterales como monolaterales con enmangues complejos y dientes con ángulos cerrados. Este taxón está relacionado con las cronologías más recientes.

Conviene precisar que el término taxón se emplea aquí en un sentido morfométrico y tipológico, para designar agrupaciones de puntas dentadas definidas por caracteres morfológicos y métricos compartidos, y no en su acepción taxonómica biológica. A partir de estos taxones, basados en métodos estadísticos actualizados, podemos analizar estos útiles desde una perspectiva espacial y temporal. Este enfoque es necesario para abordar de forma conjunta la ordenación taxonómica, la distribución espacial y la secuencia cronológica, con el objetivo de comprender en profundidad el fenómeno de las puntas dentadas magdalenienses en la región cantábrica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El punto de partida de este trabajo es la revisión tanto bibliográfica como de los fondos museísticos de los diferentes yacimientos arqueológicos de la región cantábrica con puntas dentadas magdalenienses (Figura 1), con vistas a generar una documentación actualizada de este tipo de piezas en la región (Tabla I).

Para el desarrollo de esta investigación, se ha utilizado como obra de referencia la tesis doctoral de González Sainz (1989), dado que en ella se documenta una parte significativa de las puntas dentadas analizadas en este trabajo, así como sus respectivos calcos. Estas representaciones gráficas fueron digitalizadas y posteriormente vectorizadas mediante Adobe Illustrator. Por otra parte, se han digitalizado 227 puntas dentadas de las cerca de 300 localizadas en la región cantábrica de la península ibérica actualmente depositadas en las instituciones detalladas en la Tabla I.

Este proceso se ha llevado a cabo, principalmente, mediante fotografía digital y la generación de gemelos digitales tridimensionales de alta resolución a través de fotogrametría digital. Para ambos procedimientos se aplicó un control exhaustivo tanto colorimétrico como morfológico a fin de garantizar la mayor fiabilidad posible en la reproducción tridimensional de las piezas. El control colorimétrico se efectuó utilizando una carta de calibración ColorChecker Passport Photo 2 y mediante el revelado posterior de los archivos RAW. En cuanto al control de posibles distorsiones geométricas, se tomaron puntos de referencia mediante mediciones directas sobre las piezas, lo que permitió asistir al software Agisoft Metashape en la correcta restitución morfológica durante el procesamiento de los modelos. A partir de este proceso se consiguieron generar archivos que contenían la información tridimensional de las piezas con gran resolución para así generar modelos tridimensionales, Modelos Digitales de Superficie y Ortomosaicos de las piezas (Figura 2 B y C). Estos archivos fueron comparados con los calcos realizados por

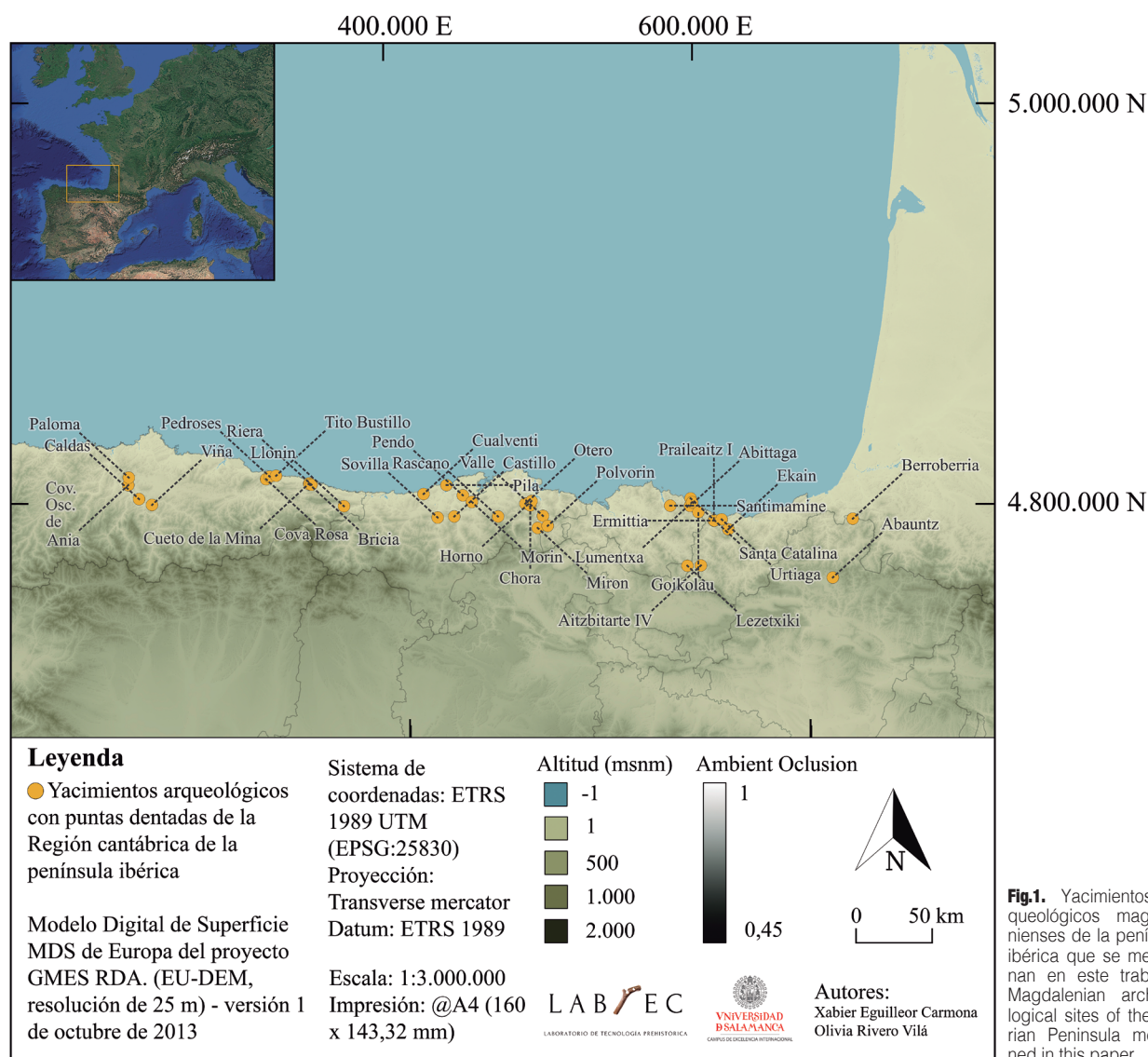


Fig.1. Yacimientos arqueológicos magdalenianos de la península ibérica que se mencionan en este trabajo / Magdalenian archaeological sites of the Iberian Peninsula mentioned in this paper.

Yacimiento	Total	Revisadas	Institución
Abauntz	-	0	NAV
Abittaga	5	0	MAV
Aitzbitarte IV	11	7	Gordailua
Cova Oscura de Ania	5	1	MAA
Berroberria	4	0	NAV
Bricia	3	3	MAA
Caldas	11	10	MAA
Castillo	12	9	MUPAC, MAN, Altamira
Chora	8	8	MUPAC
Cualventi	1	1	MUPAC
Cueto de la Mina	16	6	MNCN, ALTAMIRA
Ekain	5	5	Gordailua
Ermittia	4	4	Gordailua

Yacimiento	Total	Revisadas	Institución
Goikolau	1	0	MAV
Horno	3	3	MUPAC
Lezetxiki	1	1	Gordailua
Llonín	22	22	UniOvi, MAO
Lumentxa	2	2	MAV
Mirón	2	0	-
Morín	6	6	MUPAC, MAN
Otero	11	11	MUPAC
Paloma	12	7	MAN, MNCN
Pedroses	2	1	MAA
Pendo	21	21	MUPAC, MAN, Altamira
Pila	16	15	Altamira
Polvorín	2	0	MAV

Yacimiento	Total	Revisadas	Institución
Praileaitz I	1	1	Gordailua
Rascaño	12	10	Altamira, MNCN
Riera	3	1	MNCN, MAA
Cova Rosa	2	0	MAA
Santa Catalina	29	19	MAV
Santimamiñe	14	12	MAV
Sovilla	1	1	MUPAC
Tito Bustillo	10	7	MAA
Urtiaga	24	24	Gordailua
Valle	9	9	MUPAC, Altamira
Viña	3	0	-
Total cantábrico:	294	227	

Tabla 1: Yacimientos arqueológicos con presencia de puntas dentadas magdalenienenses incluidos en este estudio. Se indica el número de ejemplares asociados a cada yacimiento, las piezas revisadas en museos o instituciones, así como la identificación de las entidades responsables de su conservación. Relación de siglas y acrónimos utilizados: MNCN = Museo Nacional de Ciencias Naturales; MAA = Museo Arqueológico de Asturias; MAN = Museo Arqueológico Nacional; UniOvi = Universidad de Oviedo; MUPAC = Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria; Altamira = Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira; BAM = Bizkaiko Arkeologi Museoa (Museo arqueológico de Bizkaia); Gordailua = Gipuzkoako Ondare Bildumen Zentroa (Centro de colecciones Patrimoniales de Gipuzkoa) / Archaeological sites with Magdalenian barbed points included in this study. The number of specimens associated with each site is indicated, as well as the pieces examined in museums or institutions, together with the identification of the entities responsible for their conservation. List of abbreviations and acronyms used: MNCN = National Museum of Natural Sciences; MAA = Archaeological Museum of Asturias; MAN = National Archaeological Museum; UniOvi = University of Oviedo; MUPAC = Museum of Prehistory and Archaeology of Cantabria; Altamira = National Museum and Research Centre of Altamira; MAV = Archaeological Museum of Biscay; Gordailua = Gipuzkoa Heritage Collections Centre.



Fig.2: A) captura fotográfica de una punta dentada. B y C) Ortomosaico y Modelo Digital de Superficie generado a través de fotogrametría digital de alta resolución D) Calco y vector del calco a partir de González Sainz (1989). E) Vector generado a partir del Ortomosaico. F) Comparación entre los vectores generados a partir de los calcos de González Sainz y el generado a partir del Ortomosaico. A) photographic capture of a barbed point. B and C) Orthomosaic and Digital Surface Model generated through high-resolution digital photogrammetry. D) Tracing and vector of the tracing based on González Sainz (1989). E) Vector generated from the orthomosaic. F) Comparison between the vectors generated from González Sainz's tracings and the one generated from the orthomosaic.

González Sainz (1989) (Figura 2D) a fin de valorar las potenciales distorsiones de los calcos sobre la geometría real de las piezas (Figura 2F). A partir de esta comparativa, constatamos que los calcos de referencia de González Sainz (1989) presentan un grado de precisión suficiente para la realización de análisis morfométricos, ya que reproducen fielmente las características formales de las piezas, con distorsiones mínimas. En aquellas puntas dentadas sin calcos publicados por González Sainz, recurrimos a la documentación generada a través del proceso anteriormente detallado. La figura 2 muestra una síntesis de este proceso:

Realizada esta comparación, los documentos se escanearon y se convirtieron a formato vectorial (.dxf) mediante Adobe Illustrator y herramientas de conversión automatizadas. Seguidamente, cada contorno vectorizado se importó a AutoCAD sobre una plantilla DIN A4 y se escaló a 1:1 para asegurar que las medidas derivadas correspondieran a la dimensión real de las piezas.

2.1. Generación de taxones a través de Análisis estadístico multivariante y adscripción cronológica

De las 294 piezas inventariadas, se seleccionaron 106 con integridad morfológica suficiente y conservación adecuada para los análisis estadísticos aquí presentados. Cada punta dentada se analizó mediante un conjunto de 13 variables cuantitativas y 8 cualitativas recogidas en la Tabla II.

Variables	
Cuantitativas	Cualitativas
Longitud total	Incisiones decorativas
Anchura del fuste	Curvatura de la punta dentada
Espesor	Enmangue perforado
Distancia punta y el diente distal	Incisiones en el enmangue
Longitud del diente	Número de hileras de dientes
Ángulo medio del diente	Acanaladuras
Anchura máx. del enmangue	Tipo de decoración
Número de dientes	Tipo de enmangue
Anchura máxima	
Distancia media entre dientes	
Distancia diente proximal-extremo proximal	
Anchura media en la base del diente	
Longitud del enmangue	

Tabla 2: Variables empleadas en el análisis morfométrico / Variables used in the morphometric analysis.

Para los casos en los que no fue posible medir directamente alguna variable por tratarse de piezas incompletas, se aplicó el paquete missMDA (Josse y Husson, 2016). Este procedimiento estima los valores ausentes a partir de la proximidad multivariante entre

muestras y de la correlación intervariable, preservando la coherencia estadística de la matriz de datos.

Con la matriz completa (sin datos ausentes) se ejecutó un Análisis Factorial de Datos Mixtos (FAMD) (Lê, Josse y Husson, 2008), que integra variables cuantitativas y cualitativas en ejes factoriales comunes, favoreciendo la reducción de dimensionalidad y la detección de patrones de covariación. Sobre las puntuaciones obtenidas del Análisis de Componentes Principales (ACP) asociado al FAMD se aplicó un Análisis de Conglomerados (AC) para delimitar objetivamente grupos tipológicos. A continuación, con el fin de comparar los grupos en las variables cuantitativas, se verificaron los supuestos de normalidad (test de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (test de Bartlett). Cumplidos los supuestos, se realizó un ANOVA con ajuste de Bonferroni en las comparaciones múltiples, identificando las diferencias morfométricas significativas entre clústeres.

Este proceso permitió distinguir tres grupos tipológicos ("A", "B" y "C"), diferenciados principalmente por dimensiones generales, número y ángulo de dientes, morfología basal y presencia/ausencia de perforaciones. Para la representación gráfica de las diferencias en las variables cuantitativas (p. ej., longitud total, ancho máximo, ángulo medio de los dientes) entre grupos se emplearon gráficos de barras y un análisis de regresión.

Como resultado de la clasificación taxonómica basada en el FAMD, las 106 puntas dentadas magdalenenses quedaron asignadas a tres grupos tipológicos definidos con las siguientes características:

Grupo A (15 ejemplares). Puntas más pequeñas: longitud media 8,10 cm; ancho máximo 0,93 cm; grosor 0,61 cm. Presentan una sola fila de dientes (media 5,4), con longitudes en torno a 0,32 cm y ángulo abierto (~52°). Los enmangues son más cortos (1,07 cm de media) y estrechos (0,63 cm). No presentan perforaciones ni abultamientos basales.

Grupo B (73 ejemplares). Aumentan las dimensiones: longitud media 11,50 cm; ancho 1,32 cm; grosor 0,75 cm. Mantienen una sola fila de dientes (media 5,2), con longitud media 0,43 cm y ángulo medio más cerrado (~44°). Las perforaciones basales presentan un área media de 0,12 cm² y, en promedio, 3,43 cm de longitud y 1,22 cm de anchura.

Grupo C (18 ejemplares). Dimensiones mayores: longitud media 13,32 cm; ancho 1,74 cm; grosor 0,87 cm. Predominan dos filas de dientes; el número medio de dientes por pieza es 5,6, con longitudes de 0,47 cm y ángulo muy cerrado (~25°). El enmangue, mayoritariamente no perforado, presenta abultamientos bilaterales o en "V" (media: 3,34 cm de largo y 1,35 cm de ancho).

Para la variable cronológica se ha trabajado sobre el conjunto de dataciones que presentamos en la Tabla

Yacimiento	Nivel	Material	Ref. lab.	Datación convencional (14C BP $\pm 1\sigma$)	Datación calibrada BP 2 σ (95,4%)	Referencia
ABAUNTZ	Revuelto	Asta (Punta dentada)	GrA-39336	12220 $\pm$ 60	14794–13883	Utrilla <i>et al.</i> 2012
BERROBERRIA	E inferior	Hueso	BM-2372	13270 $\pm$ 220	16610–15295	González Sainz, 1989
BERROBERRIA	E superior	Hueso	GrN-20321	12640 $\pm$ 100	15373–14442	González Sainz, 1989
BERROBERRIA	E superior	Hueso	GrN-20320	12500 $\pm$ 90	15116–14280	González Sainz, 1989
CALDAS	II	Hueso	Ua-10192	12960 $\pm$ 190	16103–14966	Corchón, 1999
CASTILLO	6	Asta (Punta dentada)	OxA-972	12390 $\pm$ 130	15027–14070	Barandiarán, 1988
CUETO DE LA MINA	B	Asta (arte mueble)	OxA-996	11650 $\pm$ 190	14009–13166	Barandiarán, 1988
CUETO DE LA MINA	B	Asta (arte mueble)	OxA-969	11630 $\pm$ 120	13766–13248	Barandiarán, 1988
EKAIN	Vib	Hueso	I-9240	12050 $\pm$ 190	14831–13500	González Sainz, 1989
HORNO	2	Hueso	GX-27456	12250 $\pm$ 190	15040–13783	Fano, 2005
MIRÓN	12	Carbón	GX-22132	12970 $\pm$ 70	15734–15284	Straus y González Morales, 2005
PALOMA	4	Asta (arte mueble)	OxA-973	12860 $\pm$ 130	15750–15000	Barandiarán, 1988
PALOMA	4	Asta (arte mueble)	OxA-975	12750 $\pm$ 130	15648–14580	Barandiarán, 1988
PILA	IV	Carbón	GiFA-90033	12580 $\pm$ 190	15484–14124	Soto Barreiro, 2003
PILA	IV	Carbón	Gif-8147	12160 $\pm$ 130	14831–13763	Soto Barreiro, 2003
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-13877	12425 $\pm$ 90	14990–14165	Berganza, 2004
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-13876	12405 $\pm$ 95	14971–14132	Berganza, 2004
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-24655	12345 $\pm$ 85	14863–14082	Berganza y Arribas, 2014
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-42320	12146 $\pm$ 98	14798–13786	Berganza y Arribas, 2014
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-24654	11225 $\pm$ 80	13304–12934	Berganza y Arribas, 2014
SANTA CATALINA	III	Hueso	Ua-24653	10360 $\pm$ 90	12606–11837	Berganza y Arribas, 2014
SANTIMAMIÑE	Sinc.20b (VI)	Hueso fauna	Beta-240902	12790 $\pm$ 70	15535–15060	López Quintana, 2011
SANTIMAMIÑE	Almp.30 (VI)	Hueso fauna	Beta-240903	12250 $\pm$ 70	14813–14026	López Quintana, 2011
URTIAGA	D sup	Concha	CSIC-64	10280 $\pm$ 190	12097–10808	González Sainz, 1989

Tabla 3: Dataciones de los yacimientos arqueológicos magdalenenses con puntas dentadas incluidos en este estudio / Dates for Magdalenian archaeological sites with barbed points included in this study.

III. Las dataciones radiocarbónicas de muestras terrestres se calibraron con IntCal20, y las obtenidas sobre conchas con Marine20, aplicando una corrección de reservorio marino local de la costa cantábrica ($\Delta R = -117 \pm 70$; 1 σ) según la estimación regional disponible (Monge Soares *et al.*, 2016). La calibración se realizó con OxCal v4.4.4.

A fin de comprender la relación entre los taxones y las diferentes cronologías, partiendo de esta base de datos, se estimaron curvas de densidad por taxón (A, B y C) y se verificaron los supuestos de normalidad (Shapiro-Wilk sobre residuos) y homocedasticidad mediante una batería de pruebas (O'Brien, Brown-Forsythe, Levene y Bartlett), que rechazó de forma consistente la igualdad de varianzas. En consecuencia, el análisis paramétrico se condujo con ANOVA de Welch, que mostró diferencias globales significativas entre taxones ($p < 0,01$). Como contraste complementario y menos dependiente de supuestos, el test de Kruskal-Wallis confirmó el efecto del factor *Taxón* ($p \approx 0,001$), y las comparaciones múltiples controlando el error familiar se efectuaron con Steel-Dwass, situando sistemáticamente al taxón C

como más reciente que A y B, mientras que la separación entre A y B resultó menor. Se aplicó Newman-Keuls para inspeccionar las medias, advirtiendo que no controla el error de tipo I a nivel familiar y, por tanto, no fundamenta la inferencia principal. En términos cronológicos, las distribuciones y resúmenes (véase Tab. III) ordenan los conjuntos en rangos progresivamente más recientes:

- Taxón A concentra las fechas más antiguas, con un núcleo en torno a $\sim 15,1$ ka cal BP y un intervalo aproximado 15,7–14,2 ka cal BP donde predominan los valores superiores a 14,8 ka cal BP.
- Taxón B se sitúa en la franja intermedia del Magdalenense superior con dataciones que se concentran entre el 15,0–14,5 ka cal BP.
- Taxón C se concentra en los valores más recientes ($\sim 14,8$ –13,8 ka cal BP).

A continuación, en la Figura 3 presentamos los resultados del análisis morfométrico y cronológico:

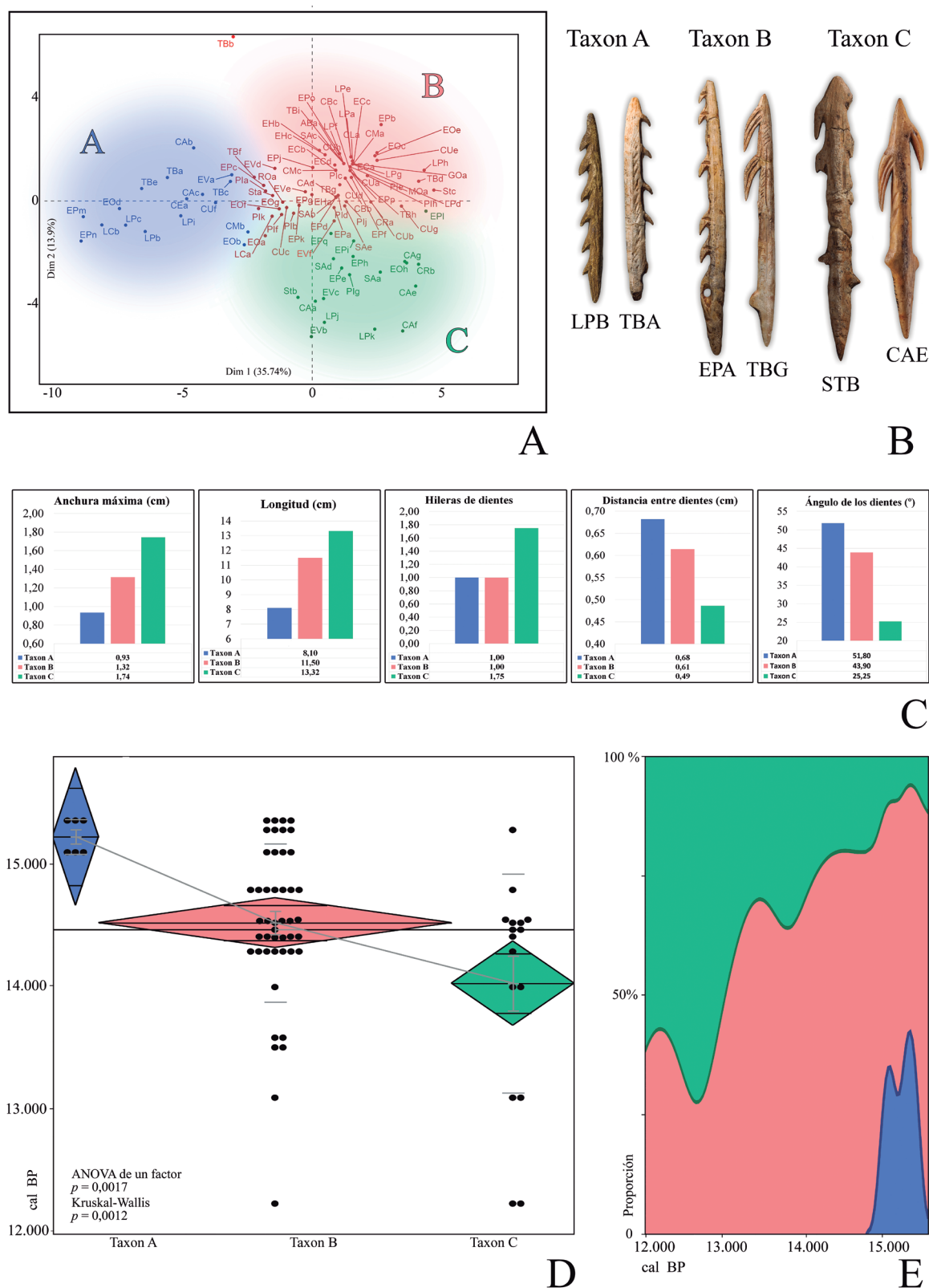


Fig.3. (A) gráfico de dispersión del ACP; (B) ejemplos de puntas dentadas de cada grupo; (C) gráfico de barras con variables seleccionadas distribuidas por taxón; (D) ANOVA con las dataciones distribuidas según el nivel arqueológico de las muestras de la Tab. III (E) Apilado de densidad de las dataciones de las muestras ordenadas por taxón / (A) PCA scatterplot; (B) examples of barbed points from each group; (C) bar chart with selected variables distributed by taxon; (D) ANOVA with dates distributed according to the archaeological level of the samples in Tab. III; (E) stacked density plot of the dates of the samples ordered by taxon.

2.2. Análisis de dispersión espacial a través de SIG

A partir del corpus formado por 294 puntas dentadas magdalenienenses, se realizó un análisis de dispersión espacial y regresión lineal con el objetivo de estudiar su distribución en el territorio. En el caso donde se analizaron las puntas dentadas clasificadas por taxones, el corpus quedó conformado por las 106 puntas del FAMD.

Para los análisis de densidad de kernel se empleó el Sistema de Información Geográfica QGIS (versión 3.42.2) con la herramienta de densidad de kernel (Heatmap) nativa del programa. Se generaron mapas de calor para visualizar la distribución espacial de las puntas dentadas y sus variables asociadas en el territorio. Para analizar la dispersión de la totalidad de las puntas dentadas (294), se implementó un análisis de densidad de kernel con radios de 10 km y 20 km; mientras que, en el caso de la distribución de los taxones, el análisis se ejecutó con radios de 20 km.

En paralelo, se generó un dispersograma facetado por el total de puntas dentadas y los taxones en JMP Pro 18.0.2. Los yacimientos se dispusieron en el eje X como categorías ordenadas de oeste a este según su coordenada X en el sistema ETRS89/UTM zona 30N (EPSG:25830), y en el eje vertical del gráfico se representaron los recuentos por yacimiento, tanto el total como el desglose por taxón (A, B y C; sumatorios de la base: A = 15, B = 73, C = 18). De esta manera, se generaron cuatro paneles (Total, A, B y C) con dos capas: por una parte, un sumatorio representado mediante puntos y, por otra, un alisado tipo *Spline* con banda de confianza del 95 %.

2.3. Análisis de asociación y correspondencias entre taxones, localizaciones y regiones

Para evaluar la asociación entre los taxones tipológicos (A, B y C) y la distribución espacial de los yacimientos se empleó un análisis de tablas de contingencia en JMP Pro 18.0.2. Se consideraron dos factores espaciales:

- Localización hidro-geomorfológica: Cuenca del Nalón, Cuenca del Sella, Comarca de la Llera, Cuenca del Cares-Deva, Cuencas del Saja-Besaya, Cuenca del Pas, Depresión litoral de Santander, Cuenca del Asón, Cuenca del Oka, Cuenca del Oiz, Cuenca del Urumea, Cuenca del Deba, Cuenca del Arga, Cuenca Urederra-Ega.
- Región: Oriente, Centro y Occidente.

Para ello se empleó el módulo Analizar y la función Ajustar Y por X, la variable Taxón se dispuso en el eje X (Factor) y Localización o Región en el eje Y (Respuesta). Para cada cruce se obtuvieron las frecuencias observadas junto con los porcentajes por fila, por columna y totales. La dependencia entre variables se contrastó mediante el χ^2 de Pearson y la razón de verosimilitud

des (G^2), y se informó el tamaño del efecto con el V de Cramér y el coeficiente de incertidumbre (U). Se verificó la adecuación de los supuestos y, cuando más del 20 % de las celdas presentaron frecuencias esperadas inferiores a 5, se explicitó la limitación por baja frecuencia y se complementó el contraste con la prueba exacta de Fisher. La interpretación se apoyó en salidas gráficas complementarias: gráficos en mosaico con sombreado por residuos tipificados, útiles para identificar combinaciones Taxón×Localización/Región con exceso o defecto de contribución a la χ^2 , y análisis de correspondencias en configuración simétrica, que proyecta los perfiles de filas y columnas en los dos primeros ejes para visualizar afinidades y oposiciones entre taxones y áreas. Dado el carácter ordenado del gradiente Occidente-Centro-Oriente, el factor Región se trató como ordinal e incorporó la prueba de Jonckheere-Terpstra para evaluar la existencia de una tendencia monótona.

3. RESULTADOS

En el diagrama por yacimiento (Figura 4), ordenado de oeste a este según la coordenada X (ETRS89/UTM 30N), la curva de alisado del panel *Total* resulta prácticamente horizontal y la banda de confianza permanece contenida en todo el recorrido, de modo que no se identifica un gradiente longitudinal sostenido. Esta lectura se corrobora en las superficies de densidad kernel del conjunto (Figuras 5A-B): con anchos de banda de 10 y 20 km, las máximas intensidades se organizan en núcleos discretos separados por tramos de menor densidad, pero sin que se imponga un sesgo persistente hacia el occidente o hacia el oriente. El hecho de que la configuración de focos se repita al variar el ancho de banda indica que el patrón es robusto a la escala cartográfica considerada.

El desagregado por categorías tipológicas revela variaciones composicionales de baja magnitud, pero consistentes. El taxón A presenta en la Figura 4 una pendiente negativa: los recuentos por yacimiento son relativamente más altos en el sector occidental y disminuyen hacia el oriente. La cartografía kernel específica (Figura 5C) reproduce esta pauta con pocos focos y de menor entidad, predominantes en el occidente. El taxón B, que es el principal contribuyente al total, muestra también una tendencia decreciente más atenuada (Figura 4), y su mapa (Figura 5D) exhibe manchas extensas y continuas que vertebran buena parte de los máximos regionales. En contraste, el taxón C dibuja en la Figura 4 una pendiente positiva con incremento hacia el oriente, y sus superficies kernel (Figura 5E) señalan picos localizados en las latitudes más orientales.

La superposición de superficies (Figura 5F) sintetiza la dinámica interna del conjunto: existen áreas de solapamiento entre taxones y otras donde predomina uno de ellos, generando un gradiente composicional en sentido oeste-este sin alteración apreciable del volumen total. El perfil longitudinal del gráfico inferior de la

Figura 5, que integra las contribuciones por taxón a lo largo del eje, es congruente con esta lectura: el taxón B estructura la mayor parte de la variación espacial; el taxón A muestra una tendencia preferente hacia Occidente, y el taxón C introduce un contrapunto oriental mediante picos puntuales.

Los resultados indican que la abundancia global de puntas dentadas se mantiene prácticamente constante de oeste a este, mientras que la composición tipológica varía de forma gradual: A (y en menor medida B) tiene mayor peso relativo en el occidente, y C adquiere

mayor entidad hacia el oriente. La coincidencia entre el diagrama por yacimiento (Figura 4) y las superficies kernel a diferentes anchos de banda (Figura 5) refuerza la consistencia de estas pautas.

En otro orden, el análisis interregional (Occidente-Centro-Oriente) $\times$ Taxón (A-B-C) no mostró evidencia de dependencia global (χ^2 de Pearson, $gl = 4$, $p \approx 0,60$; razón de verosimilitudes, $p \approx 0,60$). La prueba exacta de Fisher (bilateral) fue coherente con este resultado ($p > 0,05$). El tamaño de efecto fue pequeño (V de Cramér $\approx 0,12$).

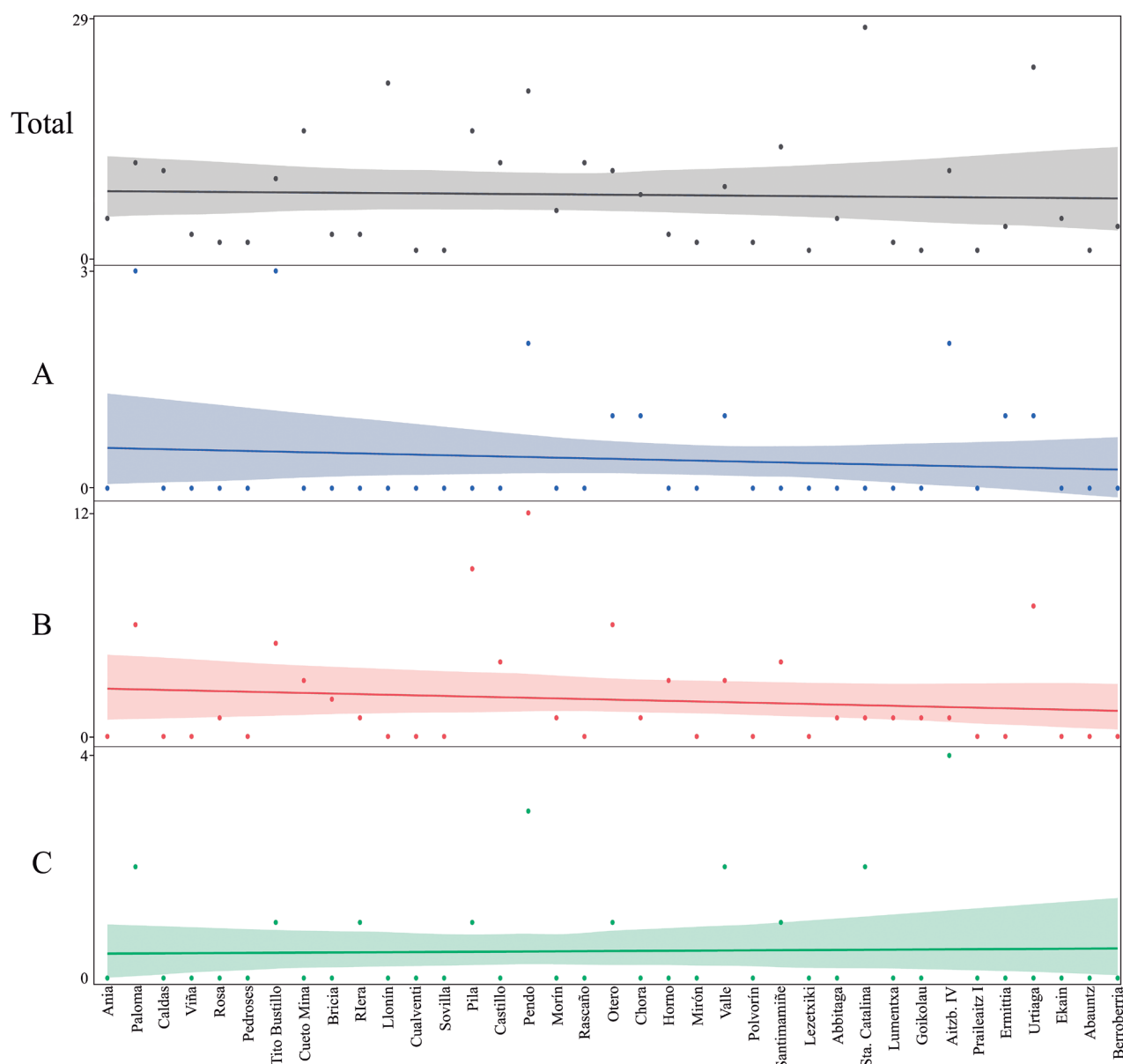
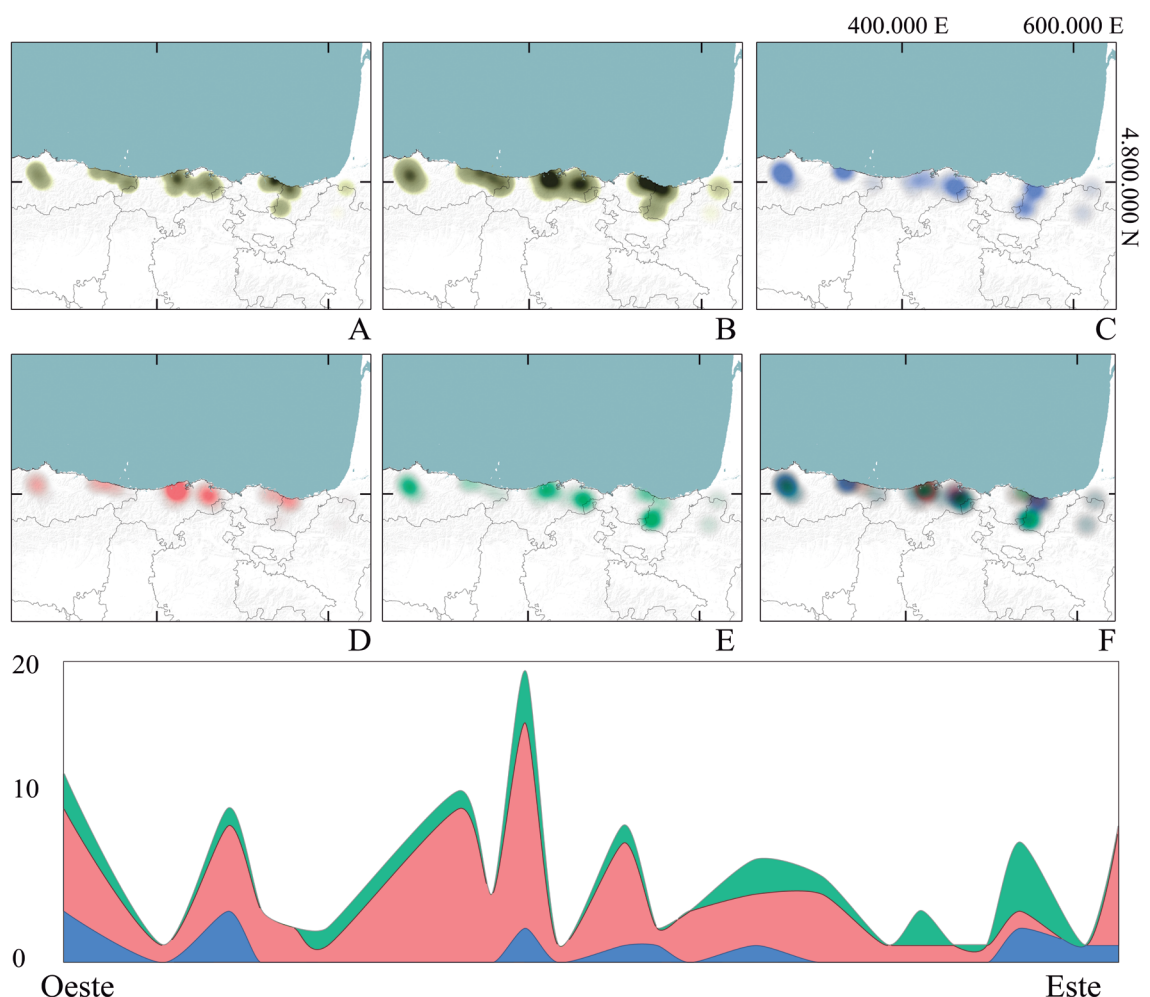


Fig. 4. Distribución del número de puntas dentadas por taxón (A, B y C) en los yacimientos arqueológicos de la región cantábrica (eje X). Se incluye una línea de ajuste lineal con un intervalo de confianza (95%) para cada taxón. Se observa un predominio occidental para el Taxón A, un incremento occidental menos marcado para el Taxón B y un repunte oriental para el Taxón C / Distribution of the number of barbed points by taxon (A, B and C) across the archaeological sites of the Cantabrian Region (X axis). A linear fit with a 95% confidence interval is included for each taxon. A western predominance is observed for Taxon A, a less marked western increase for Taxon B, and an eastern upturn for Taxon C.



Leyenda

A y B: Distribución de las puntas dentadas con una densidad de kernel de 10 y 20 km

C, D y E: Distribución de las puntas dentadas de los taxones A, B y C con una densidad del kernel de 20 km

F: Distribución superpuesta de los taxones A, B y C

Mapa base:

Modelo Digital de Superficie

MDS de Europa del proyecto GMES RDA. (EU-DEM, resolución de 25 m) - versión 1 de octubre de 2013

Sistema:

Sistema de coordenadas: ETRS

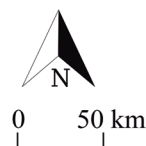
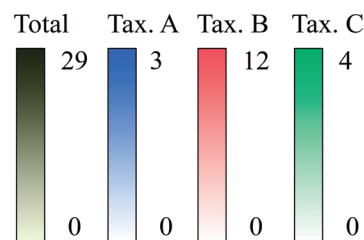
1989 UTM (EPSG:25830)

Proyección: Transverse mercator

Datum: ETRS 1989

LAB E C
LABORATORIO DE TECNOLOGÍA PREHISTÓRICA

Densidad del kernel por puntas dentadas:



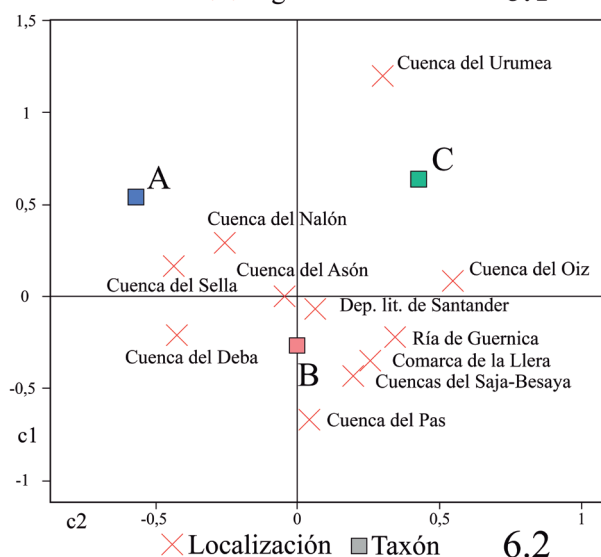
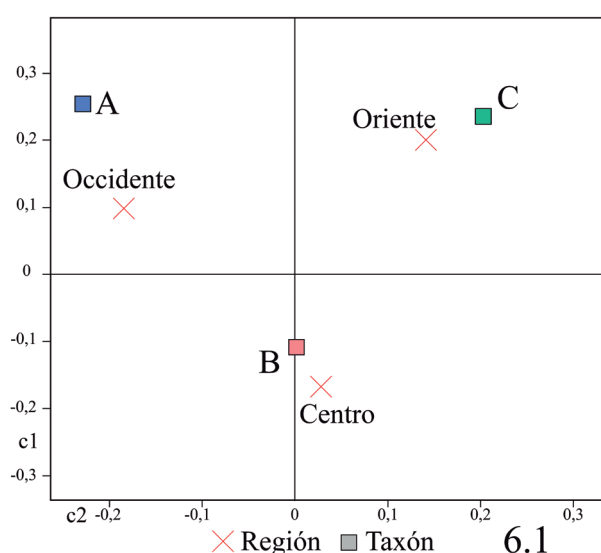
Autores:
Xabier Eguilleor-Carmona
Olivia Rivero

Fig.5. Análisis de densidad kernel de las puntas dentadas magdalenenses en la región cantábrica. Los mapas A y B muestran la densidad kernel del total de puntas dentadas con radios de 10 km y 20 km respectivamente. Los mapas C, D y E ilustran la densidad kernel para los taxones A, B y C individualmente (radio de 30 km). El mapa F presenta una superposición de la densidad kernel de los taxones A, B y C. El gráfico inferior muestra la distribución del número de puntas dentadas por taxón a lo largo de un perfil geográfico. La leyenda detalla la representación de cada taxón y la escala de densidad kernel / Kernel density analysis of Magdalenian barbed points in the Cantabrian Region. Maps A and B show the kernel density of the total barbed points with radii of 10 km and 20 km, respectively. Maps C, D and E illustrate kernel density for taxa A, B and C individually (30 km radius). Map F presents an overlay of the kernel density of taxa A, B and C. The lower graph shows the distribution of the number of barbed points by taxon along a geographic profile. The legend details the representation of each taxon and the kernel density scale.

A pesar de la ausencia de asociación global, los residuales estandarizados y el gráfico en mosaico apuntan a tendencias consistentes con la estructura regional propuesta:

- Occidente muestra exceso de Taxón A y déficit relativo de C.
- El Centro concentra la mayor proporción de Taxón B, con residuales de menor magnitud (patrón más cercano a la independencia).
- Oriente muestra exceso de Taxón C y déficit de A.

El Análisis de Correspondencias (AC) resume este gradiente: en el biplot 2D, el Taxón A y Occidente quedan próximos en un extremo, el Taxón C y Oriente en el opuesto, mientras el Taxón B y Centro se sitúan próximos al origen; el primer eje concentra la mayor parte de la estructura. En conjunto, el AC sugiere un eje occidental-oriental que ordena los taxones de A, B y C.



Por otra parte, el cruce de la localización geográfica de los yacimientos (valles/unidades hidrográficas) y el Taxón tampoco arrojó una asociación global estadísticamente significativa (χ^2 de Pearson, $gl = 20$, $p \approx 0,28$; razón de verosimilitudes, $p \approx 0,18$). Dada la presencia de celdas con recuentos esperados bajos, se calculó la Fisher exacta $r \times c$, que confirmó la falta de evidencia inferencial a nivel global.

No obstante, la inspección celda a celda (residuales estandarizados) y el mosaico revelan patrones locales coherentes con el gradiente regional:

- Occidente (valles occidentales): Cuenca del Nalón y Cuenca del Sella presentan excesos de Taxón A.
- Zona central: Cuencas del Saja-Besaya, Cuenca del Pas y la Depresión litoral de Santander muestran exceso relativo de Taxón B.
- Oriente (valles orientales): Cuenca del Urumea, Cuenca del Deba, Cuenca del Oiz y la Cuenca del Oka presentan excesos de Taxón C.

El AC de esta figura reproduce la misma ordenación espacial: los valles occidentales se agrupan en el sector del Taxón A; los centrales se proyectan próximos a B; y los orientales (Urumea, Deba, Oiz, Cuenca del Oka) se alinean con C. Las contribuciones más altas corresponden a estas categorías extremas (valles y taxones alejados del origen), lo que indica que son las que más explican la inercia del sistema. Los resultados del análisis de correspondencias se pueden observar en la figura 6.

Los mapas de densidad kernel y las regresiones mostraron una homogeneidad en el número total de puntas a lo largo del eje oeste-este, pero un cambio composicional por taxón: A y B más frecuentes hacia Occidente/Centro, y C con repunte en Oriente. Esta pauta es congruente con las tendencias detectadas en los residuales y en los biplots de correspondencias para Región y Localización.

Fig.6. Análisis de correspondencias (biplot) taxón - espacio en la región cántabra: (6.1) relación entre taxones y región (Occidente, Centro, Oriente); (6.2) relación entre taxones y localización geográfica por valles / Correspondence analysis (biplot) taxon-space in the Cantabrian Region: (6.1) relationship between taxa and region (West, Centre, East); (6.2) relationship between taxa and geographic location by valleys.

4. DISCUSIÓN

Los resultados estadísticos y la clasificación taxonómica sostienen una diferenciación morfológica progresiva de las puntas dentadas que se proyecta en los planos cronológico y espacial. Las relaciones entre el número, tamaño y disposición de los dientes, junto con los rasgos del enmague y la base, estructuran tres taxones con significado temporal y geográfico distinto. Esta disposición tipológica requiere una validación funcional mediante protocolos experimentales y análisis traceológicos, así como una comparación sistemática con series del Mediterráneo peninsular y de los Pirineos y la Dordoña francesa, a fin de discriminar con mayor precisión los componentes técnicos, funcionales y culturales implicados, una distinción no siempre nítida en la tipología ósea magdalenense (Barandiarán, 2012).

En el marco cronológico, las evidencias del sector oriental sintetizadas por González Sainz (1989; 1995) y por González Sainz y González Urquijo (2004), que recogen y discuten las series estratigráficas y radiocarbónicas publicadas para Urutiaga y para Berroberria (Urdax, Navarra), son congruentes con una perduración del Magdalenense Superior hasta los umbrales del Dryas III. Estas series se apoyan, entre otras, en la datación clásica de Urutiaga (CSIC-64 = 10 280 ± 190 BP, sobre conchas; con la cautela del efecto reservorio) y en el conjunto de fechas de Berroberria revisado por Barandiarán (1990). Este marco es coherente con la hipótesis de una perduración del Magdalenense Superior en el sector oriental hasta los umbrales del Dryas III, propuesta por Arribas (1990, 2005-2006). En Urutiaga (Merino, 1984) se documentan intervalos calibrados tardíos que sustentan esa perduración; Berroberria (Barandiarán, 1990), situada en el Pirineo occidental (Urdax, Navarra), constituye un referente vecino más que un contexto estrictamente cantábrico. Para el tramo oriental, los contextos tardiglaciares próximos a la divisoria cantábrico-mediterránea, como el abrigo de Portugain, en Urbasa (Barandiarán y Cava, 2008), documentan la ocupación de este sector durante el tránsito del Magdalenense final al Aziliense, en consonancia con la actualización del registro óseo del Cantábrico oriental propuesta por Erostarbe (2024). Por su parte, los registros del interior alavés y del alto Ebro, como Atxoste (Alday, 1999) o el abrigo de Martinarri (Alday *et al.*, 2012), corresponden ya a la cuenca del Ebro y deben valorarse como contextos meridionales de referencia, carentes de arpones, más que como parte de la secuencia cantábrica propiamente dicha. En conjunto, estas series orientales e interiores refuerzan un final gradual y heterogéneo del ciclo magdalenense, compatible con persistencias regionales diferenciadas en la fachada cantábrica.

Desde la perspectiva espacial, los contrastes globales entre Taxón×Región y Taxón×Localización no aportan evidencia de dependencia en sentido estricto (χ^2 de Pearson y razón de verosimilitudes con $p > 0,05$; Fisher $r \times c$ concordante), con tamaños de efecto pequeños y celdas esperadas. En consecuencia, las

diferencias se interpretan como tendencias graduales más que como particiones categóricas del territorio. No obstante, varios indicadores convergen en un diagnóstico coherente con los resultados aquí expuestos:

- Los residuales tipificados señalan excesos del Taxón A en valles occidentales (Nalón, Sella), del Taxón B en unidades centrales (Saja-Besaya, Pas, Depresión litoral de Santander) y del Taxón C en valles orientales, con un foco claro marcado en el Urumea.
- El Análisis de Correspondencias ordena taxones y áreas a lo largo del eje oeste a este: A con Occidente, B con Centro y C con Oriente, con las mayores contribuciones precisamente en esas combinaciones extremas.
- Los mapas de densidad kernel y los perfiles longitudinales por yacimiento muestran que, aunque el volumen total de piezas se mantiene estable de oeste a este, la composición por taxón varía suavemente en ese sentido.

Este cambio composicional suave es compatible con la perduración oriental documentada por las series citadas (González Sainz, 1989; 1995; González Sainz y González Urquijo, 2004; Merino, 1984; Barandiarán, 1990; Arribas, 1990, 2005-2006; Alday, 1999), y con el papel del Taxón C en las fases más recientes del Magdalenense Superior-Final. El conjunto sugiere persistencias regionales diferenciadas y posibles dinámicas de difusión técnica (y potencialmente funcional) a escala cantábrica, más que reemplazos abruptos.

En clave arqueológica, el predominio del Taxón C en el sector oriental, con un foco nítido en la cuenca del Urumea, se inscribe en un poblamiento bien documentado del Magdalenense superior-final en la vertiente cantábrica del actual País Vasco. Yacimientos como Santimamiñe (López Quintana, 2011), Santa Catalina (Berganza y Arribas, 2022), Lumentxa, Urutiaga, Ekain o Aitzbitarte IV (Arribas, 1990, 2005-2006) conservan secuencias ricas en industria ósea, con arpones de una y dos hileras de dientes cuya presencia perdura hasta los umbrales del Dryas III (González Sainz, 1989, 1995; González Sainz y González Urquijo, 2004). La relectura tecnológica del equipamiento óseo de este territorio (Mujika-Alustiza, 2017; Erostarbe, 2024) apunta a una tradición regional con cierta diferenciación técnica, coherente con el peso del Taxón C en las fases más recientes. Hacia el interior, los contextos próximos a la divisoria cantábrico-mediterránea, como Portugain (Barandiarán y Cava, 2008), y, más al sur, los registros del alto Ebro, como Atxoste (Alday, 1999) o Martinarri (Alday *et al.*, 2012), marcan el límite meridional de la dispersión de las puntas dentadas: ocupaciones tardiglaciares carentes de arpones. De esta manera, el gradiente oeste-este expresaría la difusión progresiva de una misma tradición técnica que se atenúa hacia un territorio de contacto entre la fachada cantábrica y la cuenca del Ebro.

Esta lectura admite una proyección hacia los momentos finales de la secuencia. Más allá del corpus magdaleniense analizado, los arpones de Anton Koba (sierra de Aizkorri, Gipuzkoa) se adscriben tipológicamente al Aziliense (Armendáriz, 1997) y quedan, por tanto, fuera de los límites cronotipológicos de este trabajo. No obstante, por la cronología absoluta del nivel en que se recuperaron y por su inserción en contextos de altura próximos a la divisoria cantábrico-mediterránea, junto a series como Portugain (Barandiarán y Cava, 2008) y Kukuma (Baldeón y Berganza, 1996), a caballo entre el final del Tardiglaciario y el inicio del Holoceno, ofrecen elementos de interés para discutir la evolución de las puntas dentadas en el tránsito del Magdaleniense final al Aziliense. El arpón aziliense, aplanado, con los dientes recortados en el propio fuste y perforación basal en ojal, representa el extremo morfológico de una trayectoria cuyos estadios magdalenienses más recientes quedan recogidos en el Taxón C; varios de esos rasgos se insinúan ya en los momentos finales del Magdaleniense y se consolidan después en el Aziliense (Fernández-Tresguerres, 2006; Álvarez Alonso, 2008). En coherencia con el final gradual y heterogéneo del ciclo magdaleniense que aquí se defiende (González Sainz, 1989, 1995; Arribas, 1990, 2005-2006), estos conjuntos refuerzan la idea de una continuidad técnica más que de una ruptura abrupta, si bien su integración plena excede el alcance de esta serie y correspondería a un tratamiento temático específico.

Por último, conviene subrayar las limitaciones que condicionan la potencia inferencial: los desequilibrios muestrales entre valles, la heterogeneidad temporal dentro de unidades espaciales y la sobrerrepresentación relativa del Taxón B. Estas restricciones no invalidan el patrón descrito, pero acotan su alcance y justifican la ampliación de dataciones directas. En paralelo, la inclusión de protocolos experimentales y la comparación interregional (Mediterráneo peninsular, Pirineos y Dordña) deberían contribuir a precisar la lectura tecnofuncional de los taxones y su encaje en la dinámica cultural del Magdaleniense cantábrico.

5. CONCLUSIÓN

Los análisis morfométricos, cronológicos y espaciales sustentan un modelo de tres taxones para las puntas dentadas en la región cantábrica. Estos se ordenan en una secuencia temporal escalonada y a lo largo de un gradiente oeste-este. El número de piezas por yacimiento se mantiene estable en el eje longitudinal; lo que varía gradualmente es la composición tipológica, no la cantidad de piezas.

Desde el punto de vista tipológico y cronológico, el Taxón A agrupa piezas de menor tamaño, con una única hilera de dientes cortos y ángulos abiertos, enmangues breves y ausencia de perforaciones o abultamientos; su posición es la más antigua con un núcleo en torno a 15,1 - 15,0 ka cal BP; y un rango

aproximado entre el 15,7 y el 14,2 ka cal BP. Su peso relativo es mayor en el occidente cantábrico. El Taxón B ocupa una posición intermedia, con una sola hilera de dientes más desarrollados y de ángulos más cerrados, bases con perforaciones y/o abultamientos unilaterales y dimensiones superiores a A; concentra dataciones en torno a 15,0-14,5 ka cal BP y vertebró la mayor parte de los máximos regionales, especialmente en el sector centro-occidental. El Taxón C, finalmente, reúne piezas de mayor tamaño y complejidad, con frecuencia bilaterales, ángulos muy cerrados y enmangues largos y robustos con abultamientos bilaterales o en "V" (generalmente sin perforación); constituye el tramo más reciente del sistema (aprox. 14,8 - 13,8 ka cal BP) y se intensifica hacia el oriente, con focos locales definidos.

La combinación de estas evidencias respalda una secuencia entre los taxones A, B, C en antigüedad, junto con un gradiente composicional oeste-este que modula la proporción de cada taxón sin alterar de manera apreciable el volumen total por yacimiento. Ello sugiere persistencias regionales y posibles dinámicas de difusión técnica antes que reemplazos abruptos, y proporciona un marco replicable para comparaciones interregionales y enriquece la lectura cultural del Magdaleniense cantábrico. No obstante, el alcance inferencial queda acotado por el desbalanceo muestral entre valles y taxones. En consecuencia, es preciso ampliar el número de dataciones directas adicionales sobre piezas, así como ampliar el marco geográfico con vistas a reequilibrar espacialmente la muestra. Por último, será necesario evaluar el componente tecnofuncional mediante protocolos experimentales y análisis traceológicos específicos. Tomando estas cautelas, las conclusiones ofrecen una síntesis coherente y operativa de la relación entre forma, tiempo y espacio en las puntas dentadas magdalenienses de la región cantábrica de la península ibérica.

6. AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado en el marco del proyecto de investigación "Creación y percepción en los humanos anatómicamente modernos: análisis de las capacidades biológicas, cognitivas y sociales vinculadas a la producción del arte paleolítico (ArtMind-Human) (PID2021-125166OB-I00)", IP: Olivia Rivero, financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (España). La investigación doctoral de Xabier Egulleor cuenta con financiación mediante un contrato predoctoral cofinanciado por el Banco Santander y la Universidad de Salamanca (USAL) en 2022.

Expresamos nuestro agradecimiento a las instituciones e investigadores que nos han permitido acceder y consultar el registro arqueológico:

Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria: Adriana Chauvin, Alejandro García Moreno, Eva Díaz.

Museo Arqueológico de Asturias: María Antonia Pedregal, Sofía Díaz Rodríguez y Beatriz García Alonso.

Universidad de Oviedo: Marco de la Rasilla.

Museo Arqueológico de Bizkaia: Joseba Ríos e Iñaki García.

Museo Nacional de Ciencias Naturales: María Dolores Pesquero.

Gordailua, Centro de Colecciones Patrimoniales de Gipuzkoa: Pia Alkain, Sonia San José Santamarta y Jesús Tapia,

Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira: Sandra Rodríguez y M. Elena Sánchez -Moral.

Museo Arqueológico Nacional: Eduardo Galán.

Museo de Navarra: Marta Arriola Rodríguez

Asimismo, expresamos nuestro agradecimiento a la revista *Munibe Antropologia-Arkeologia* por la acogida de este trabajo, así como a las personas revisoras por sus comentarios y sugerencias, que han contribuido a mejorar la versión final del artículo.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alday Ruiz, A., 1999. Abrigo de Atxoste, en Virgala Mayor (Arraia-Maeztu): IV campaña de excavación. *Arkeoikuska* 1999, 37-44.

Alday Ruiz, A., Soto, A., López de Heredia, J., Perales, U., 2012. El abrigo de Martinarri (Obécuri, Treviño): una ocupación del Tardiglaciario en la Cuenca Alta del Ebro. *Trabajos de Prehistoria* 69(2), 257-272. <https://doi.org/10.3989/tp.2012.12091>.

Álvarez Alonso, D., 2008. La cronología del tránsito Magdaleniense/Aziliense en la región cantábrica. *Complutum* 19(1), 67-78.

Armendáriz, A., 1997. Anton Koba: cazadores azilienses en la sierra de Aizkorri (Gipuzkoa). In: Balbín Behrmann, R., Bueno Ramírez, P. (Eds.), *II Congreso de Arqueología Peninsular* (Zamora, 1996). Tomo I: Paleolítico y Epipaleolítico, 297-310. Fundación Rei Afonso Henriques, Zamora.

Arribas, J.L., 1990. El Magdaleniense Superior/Final en el País Vasco. *Munibe Antropologia-Arkeologia* 42, 55-63.

Arribas, J.L., 2005-2006. El Magdaleniense Superior-Final: espacio y tiempo en el territorio vasco. *Munibe Antropologia-Arkeologia* 57, 239-247.

Baldeón, A., Berganza, E., 1996. El yacimiento epipaleolítico de Kukuma: un asentamiento de cazadores-recolectores en la Llanada Alavesa (Araia, Álava). *Memorias de Yacimientos Alaveses* 3. Diputación Foral de Álava, Vitoria-Gasteiz.

Barandiarán, I., 1967. El Paleomesolítico del Pirineo Occidental. *Monografías Arqueológicas* 3. Seminario de Prehistoria y Protohistoria, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Barandiarán, I., 1988. Datation C14 de l'art mobilier magdalénien cantabrique. *Préhistoire Ariégeoise. Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège* 43, 63-84.

Barandiarán, I., 1990. Revisión estratigráfica de Berroberria: Datos en 1990. *Veleia* 7, 7-33.

Barandiarán, I., 2012. Forma vs. función en tipología prehistórica: el caso de las bramaderas óseas magdalenienses. *Veleia* 29, 307-334.

Barandiarán, I., Cava, A. (Eds.), 2008. Cazadores y tallistas en el abrigo de Portugain: una ocupación de Urbasa durante el Tardiglaciario. *Colección Barandiarán* 12. Fundación José Miguel de Barandiarán, Ataún.

Berganza Gochi, E., Alday Ruiz, S., 2004. Una piedra, un mundo. Un percutor magdaleniense decorado. *Diputación Foral de Álava / Museo Arqueológico de Álava, Vitoria-Gasteiz*.

Berganza Gochi, E., Arribas Pastor, J.L., 2014. Dataciones de radiocarbono. *Kobie. Bizkaiko Arkeologi Indusketak = Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia* 4, 25-32.

Berganza Gochi, E., Arribas Pastor, J.L., 2022. La industria ósea magdaleniense y aziliense de la cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia). *Kobie Serie Bizkaiko Arkeologi Indusketak (BAL)* 10. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.

Breuil, H., 1913. Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification. In: *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques. Compte rendu de la XIVe session* (Genève, 1912), Tome I, 165-238. Kündig, Genève.

Conde de la Vega del Sella, R., 1917. Avance al estudio del Paleolítico superior en la región asturiana. *Anales de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* VI, 140-157.

Corchón Rodríguez, M.S., 1999. Solutrense y Magdaleniense del Oeste de la Cornisa Cantábrica: dataciones 14C (calibradas) y marco cronológico. *Zephyrus* 52, 3-32.

Eguileor-Carmona, X., García-Bustos, M., Rivero, O., 2024. Towards a morpho-technical typology of Magdalenian barbed points in the Cantabrian Region: A statistical proposal. *Journal of Archaeological Science: Reports* 53, 104325. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104325>.

Erostarbe Tome, A., 2024. Actualización del conocimiento sobre el Magdaleniense en la región cantábrica: la contribución del análisis tecnológico de las materias duras animales. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco, Vitoria-Gasteiz. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10810/76143>

Fano Martínez, M.A., 2005. La cueva de El Horno (Ramales de la Victoria, Cantabria): un asentamiento de montaña del final del Magdaleniense. In: Sanchidrián, J.L., Márquez, A.M., Fullola, J.M. (Eds.), *La Cuenca Mediterránea durante el Paleolítico Superior* (38.000-10.000 años): Actas del IV Simposio de Prehistoria Cueva de Nerja, 468-478. Fundación Cueva de Nerja, Málaga.

Fernández-Tresguerres, J.A., 2006. El Aziliense de la Región Cantábrica. *Zephyrus* 59, 163-179.

González Sainz, C., 1989. El Magdaleniense superior-final de la región cantábrica. Ediciones Tantín, Santander.

González Sainz, C., 1995. 13.000-11.000 B.P. El Final del Paleolítico Cantábrico. In: Moure, A., González Sainz, C. (Eds.), *El Final del Paleolítico Cantábrico*, 13-64. Universidad de Cantabria, Santander.

González Sainz, C., González Urquijo, J.E., 2004. El Magdaleniense reciente en la región cantábrica: problemas y evidencias. *Kobie. Serie Paleoantropología Anejos* 8, 275-308.

Josse, J., Husson, F., 2016. missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis. *Journal of Statistical Software* 70(1), 1-31. <https://doi.org/10.18637/jss.v070.i01>.

Julien, M., 1982. Les Harpons magdaléniens. Suppléments à Gallia Préhistoire 17. Éditions du CNRS, Paris.

Lê, S., Josse, J., Husson, F., 2008. FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1), 1-18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>.

López Quintana, J.C. (Dir.), 2011. La cueva de Santimamiñe: revisión y actualización (2004-2006). Kobie. Bizkaiko Arkeologi Indusketak = Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia 1. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao.

Merino Sánchez, J.M., 1984. Comparación entre las industrias líticas de las cuevas de Ekain y Urtiaga: influjo aziliense en la cueva de Ekain. In: VV.AA., Colección Barandiarán 1, 177-188. Eusko Ikaskuntza, Donostia.

Monge Soares, A.M., Gutiérrez-Zugasti, I., González-Morales, M., Matos Martins, J.M., Cuenca-Solana, D., Bailey, G.N., 2016. Marine Radiocarbon Reservoir Effect in Late Pleistocene and Early Holocene Coastal Waters off Northern Iberia. *Radiocarbon* 58(4), 869-883. <https://doi.org/10.1017/RDC.2016.71>

Mujika-Alustiza, J.A., 2017. Las industrias líticas y óseas de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa). In: Peñalver, X., San José, S., Mujika-Alustiza, J.A. (Eds.), La cueva de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa, Euskal Herria). Intervención arqueológica 2000-2009. Munibe Monographs, Anthropology and Archaeology Series 1, 353-390. Sociedad de Ciencias Aranzadi, Donostia.

Soto-Barreiro, M., 2003. Cronología radiométrica, ecología y clima del Paleolítico cantábrico. In: Moure, A., González Morales, M.R., González Sainz, C. (Eds.), El Paleolítico superior cantábrico. 1903-2003, 125-142. Monografías del Museo de Altamira 19. Museo de Altamira, Santander.

Straus, L.G., González Morales, M.R., 2005. El Magdalenien-se de la Cueva del Mirón (Ramales de la Victoria, Cantabria): observaciones preliminares. In: Bicho, N., Corchón, M.S. (Coords.), O Paleolítico: Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular (Faro, 14-19 de Setembro de 2004), 49-62. Promontoria Monográfica 2. Universidade do Algarve, Faro.

Utrilla Miranda, P., Domingo, R., Montes, L., Mazo, C., Rodanés, J.M., Blasco, F., Alday, A., 2012. The Ebro Basin in NE Spain: A crossroads during the Magdalenian. *Quaternary International* 272, 88-104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.04.024>.

Weniger, G.-C., 1992. Function and form: Ethnoarchaeological observations on the use of barbed points during the Late Magdalenian. In: *Rencontres d'Antibes 1991: Le Paléolithique supérieur ancien 35 000-15 000 BP*, 257-268. APDCA, Antibes.

Weniger, G.-C., 2000. Magdalenian barbed points: Harpoons, spears and arrowheads? *Anthropologie et Préhistoire* 111, 79-87.