



Investigación en el Laboratorio de Bioarqueología del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria (IIIPC) - Universidad de Cantabria

Research in the Bioarchaeology Laboratory in the International Institute for Prehistoric Research (IIIPC) – University of Cantabria

Ana B. MARÍN-ARROYO^{1,2}
Igor GUTIÉRREZ-ZUGASTI¹
Jennifer JONES¹
David CUENCA-SOLANA¹

Inés LÓPEZ-DÓRIGA³
Jeanne Marie GEILING¹
Asier GARCÍA-ESCÁRZAGA¹
Roberto SUÁREZ-REVILLA¹

Sara NÚÑEZ DE LA FUENTE¹
Lucía AGUDO-PÉREZ¹
Antonio HIGUERO-PLIEGO¹
Manuel R. GONZÁLEZ-MORALES¹

RESUMEN

Cantabria se caracteriza por ser una región especialmente rica en yacimientos de época prehistórica. En ellos, se han podido recuperar múltiples evidencias que, con la aplicación de las técnicas metodológicas adecuadas, permiten reconstruir los modos de vida de los grupos humanos del pasado, la explotación que realizaban del medio, su tipo de dieta, su movilidad, así como el tipo de clima y medioambiente en que habitaron, entre otros aspectos. Una de las líneas de investigación más novedosas desarrollada en la región es la Bioarqueología, entendida como el estudio y análisis de restos biológicos procedentes de yacimientos arqueológicos. En este artículo se muestran las diferentes colecciones de referencia de materiales bioarqueológicos que alberga el Laboratorio de Bioarqueología del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria (Universidad de Cantabria), así como las investigaciones desarrolladas en dicha institución sobre esta temática en los últimos años.

ABSTRACT

Cantabria is a region characterised as especially rich in prehistoric archaeological sites. These sites can be investigated using state-of-the-art methodologies, making it possible to reconstruct the way of life of humans in the past, answering questions about diet and mobility, and what the climate and environment was like, amongst other things. One of these newly-developed lines of research in the region is bioarchaeology, which is the study and analysis of biological remains recovered from archaeological sites. This article introduces the different bioarchaeological reference collection materials housed in the Bioarchaeology Laboratory at the International Institute of Prehistoric Research in Cantabria (University of Cantabria), as well as the bioarchaeological research that has been carried out within the institution in the last few years.

PALABRAS CLAVE: Antropología física. Arqueobotánica. Arqueomalacología. Arqueozoología. Bioarqueología. Cantabria. Laboratorio. Prehistoria.

KEYWORDS: Archaeobotany. Archaeomalacology. Archaeozoology. Bioarchaeology. Cantabria. Laboratory. Physical Anthropology. Prehistory.

I. LOS ORÍGENES DEL LABORATORIO DE BIOARQUEOLOGÍA DEL IIIPC

El Laboratorio de Bioarqueología es un laboratorio de reciente creación y actualmente es el único de estas características en un centro de I+D+i de la Región Cantábrica, siendo accesible tanto a investigadores y estudiantes del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria (IIIPC) de la Universidad de Cantabria (UC), como de otras universidades e instituciones nacionales e internacionales que necesiten consultar sus colecciones (Fig. 1). Gracias a la financiación de la Universidad de Cantabria, el Ministerio de Economía y Competitividad

(MINECO) y de la Comisión Europea el laboratorio se creó en el año 2012 debido a la necesidad de contar con una colección osteológica de referencia para llevar a cabo los estudios arqueozoológicos dentro del IIIPC. El trabajo de organización y creación del laboratorio se inició con la compilación de diferentes colecciones de referencia, y lo más importante, con un equipo de trabajo que ha permitido consolidar la línea de investigación de Bioarqueología dentro del IIIPC-UC.

Durante la primera parte de 2012, y especialmente en el verano de ese mismo año se contó con la ayuda de varios estudiantes del Grado en Historia de Cantabria, Oviedo, Burgos y Zaragoza que ayudaron en la clasificación, inventario, siglado y creación de la base de datos de la primera colección de referencia que albergó el laboratorio: la colección de restos óseos y dentales de macromamíferos. Al poco tiempo se retomaron convenios previamente establecidos y se crearon otros nuevos entre la UC con diferentes zoos,

1. Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria, Universidad de Cantabria, Avda. de los Castros s/n, (39005) – Santander.
2. Responsable de la correspondencia:
Correo electrónico: anabelen.marin@unican.es
3. Wessex Archaeology, Portway House, Old Sarum Park, Salisbury, SP4 6EB (Great Britain).



Figura 1: Vista general del Laboratorio de Bioarqueología del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria, Universidad de Cantabria.

parques de la naturaleza y Consejerías regionales para incluir paulatinamente nuevos especímenes a dicha colección. Igualmente, esta colección inicial se viene nutriendo también de aportaciones por miembros del IIIPC, colaboradores externos y donaciones.

Casi en paralelo, se creó una colección de referencia de semillas actuales presentes en la zona Atlántica de la Península Ibérica. Dicha colección permite la identificación comparativa de semillas sub-fósiles presentes en yacimientos arqueológicos. Así pues, a finales de 2012, el laboratorio albergaba la colección osteológica de macromamíferos y la carpológica. Posteriormente, se inició la recopilación de material para la realización de una colección antropológica. Los recursos marinos también están representados en las colecciones del laboratorio. Por una parte, se incorporó la colección ictiológica ya existente en el IIIPC, y por otra se creó la colección malacológica, fundamentalmente formada por especies atlánticas.

II. CREACIÓN, MANTENIMIENTO Y PUESTA EN VALOR DE LAS COLECCIONES DE REFERENCIA

El trabajo en el Laboratorio de Bioarqueología está en continuo desarrollo, siguiendo el plan de actuación inicialmente estableciendo cuando éste se puso en marcha. Actualmente, las colecciones de referencia de las que se dispone son las siguientes:

1. Colección de restos óseos y dentales de macromamíferos
2. Colección de restos óseos y dentales de humanos modernos
3. Colección de restos de semillas
4. Colección de restos de peces
5. Colección de restos de moluscos, equinodermos y crustáceos.

Todos los elementos que conforman estas cinco colecciones corresponden a restos biológicos modernos, no albergando elementos fósiles en ninguna de las colecciones.

La gestión y puesta en valor de estas colecciones se realiza con un doble objetivo. Por un lado, facilitar el trabajo de los investigadores del IIIPC y Universidad de Cantabria que necesiten su manejo para llevar a cabo su investigación. Por otro lado, hacer accesible dichas colecciones a estudiantes de la UC, pero también a

investigadores externos que requieran su consulta. Tras la jubilación de los paleontólogos Jesús Altuna y Pedro Castaños las colecciones que alberga el Laboratorio de Bioarqueología del IIIPC se establecen como únicas en la Región Cantábrica para el estudio de aspectos bioarqueológicos de yacimientos arqueológicos y paleontológicos.

La colección osteológica de macromamíferos comprende casi 200 especies animales, con alrededor de 5.500 restos óseos y dentales. Al igual que la carpológica, esta colección se nutre de aportaciones por miembros del IIIPC, pero fundamentalmente de acuerdos, cesiones, donaciones y convenios con otras instituciones como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), universidades, centros de investigación, organismos oficiales como las Consejerías de Ganadería y Pesca del Gobierno de Cantabria y Asturias, o parques de la naturaleza y zoológicos como Cabárceno, el Zoo de Santillana del Mar o el Karpín de Karrantza, entre otros. Así sucedió, por ejemplo, con la cesión de los huesos de mamut entregados por el Monrepos Archaeological Research Centre y el Museum for Human Behavioural Evolution en Alemania.

La colección osteológica de restos humanos cuenta con varios individuos completos de diferente sexo y edad, así como elementos anatómicos aislados. Estos elementos se añadieron a las colecciones del laboratorio tras un convenio con la Consejería de Sanidad del Gobierno de Cantabria que permitió obtenerlos del cementerio de la ciudad de Santander.

La colección carpológica cuenta con ejemplares pertenecientes a unos 2.500 taxones, obtenidos gracias a la donación por parte de diversos jardines botánicos (a través del programa de colaboración entre organismos de investigación para el que los jardines botánicos publican un catálogo conocido como Index Seminum⁴). El catálogo de especies presentes en la

4. Real Jardín Botánico Juan Carlos I; Freie Universität Berlin Ze Botanischer Garten Und Botanisches Museum Berlin-Dahlem; Jardí Botanic de Barcelona; Jardí Botànic Marimurtra; Giardino Botanico Alpino Rezia; National Botanic Garden of Belgium; Hortus Centralis Cultura Herbarium Medicarum Facultas Medica Universitas Masarykiana; Hortus Botanicus Universitatis Masarykianae; Jardín Botánico de Córdoba-Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz; Chelsea Physic Garden; Jardim Botânico da Universidade de Coimbra; Hortus Botanicus Assindiensis-Gruga Park; Dubrava Arboretum;



Figura 2: Disposición general de las colecciones osteológicas de animales (A) y humanos (D), malacológica (B) y carpológica (C) en el Laboratorio de Bioarqueología.

colección carpológica de referencia está gestionado mediante el software Bauble, siguiendo las convenciones taxonómicas de la base de datos The Species 2000 e ITIS Catalogue of Life.

En la actualidad se está llevando a cabo la colección malacológica que cuenta con más de 400 restos de 120 especies distintas, principalmente atlánticas, mientras que la colección de peces, aunque pequeña, cuenta con 23 especies diferentes de la zona Atlántica. En ambos casos, las colecciones se han nutrido de donaciones de individuos particulares.

Como complemento a las colecciones previamente mencionadas y con el objetivo de entender los procesos antrópicos, químicos y biológicos que afectan a los materiales abióticos antes y después de su enterramiento se ha creado una colección tafonómica, con materiales actuales, que sirve de referencia en

términos de interpretaciones de los procesos deposicionales y post-deposicionales acontecidos en los yacimientos arqueológicos.

El laboratorio cuenta con una técnico de apoyo de I+D+i encargada de la gestión y organización de las colecciones. Por otra parte, el equipamiento de instrumentos de aumento óptico en el Laboratorio de Microscopía del IIIPC ha sido esencial para el desarrollo de la investigación bioarqueológica en el IIIPC-UC.

En definitiva, estas colecciones de referencia (Fig. 2) son únicas en Cantabria para el estudio de elementos biológicos encontrados en yacimientos arqueológicos que permitirán reconstruir de manera objetiva aspectos relacionados con la dieta humana, así como el medioambiente, entre otros aspectos relacionados con los grupos humanos del pasado.

II.1. Acondicionamiento y clasificación de las colecciones de referencia

Una vez que llega al laboratorio cada uno de los distintos elementos que conforman las colecciones se procede, en primer lugar, a su limpieza. Posteriormente se realiza un proceso de identificación, clasificación y registro antes de que se proceda a su acondicionamiento en las instalaciones del Ático Sur del Edificio Interfacultativo, que es donde se sitúa el Laboratorio de Bioarqueología (Fig. 3). A continuación, se detalla el proceso inicial de trabajo con los materiales que forman las cinco colecciones actuales de referencia.

Gibraltar Botanic Gardens; Botanischer Garten Universität Heidelberg; Graciosa Botánica Anastasie Fatu Universitatea Iasi; Jardín Botánico Atlántico; Hortus Botanicus Kaunensis Universitati Vytauti Magni; Botanical Garden P. J. Safarik University; Horticultural Gardens Frederiksberg; Banco de Semillas do Parque Botánico da Tapada da Ajuda; Hortus Botanicus Universitatis Ljubljana; Jardín Botánico Vieira y Clavijo; Real Jardín Botánico CSIC; Jardín Botánico-Histórico "La Concepción"; Orto Botanico, Università di Modena e Reggio Emilia; Oslo Botanical Garden; Palacký University Botanic Garden; Botanischer Garten der Universität Osnabrück; Hortus Botanicus Universitatis Pecs; Botanischer Garten Universität Rostock; Botanischer Garten der Universität Salzburg; Hortus Botanicus Scholae Agriculturae Tábor; National Botanical Garden of Iran; Botanical Garden of Tartu University; Botanischer Garten der Universität Tübingen; Botanischer Garten der Universität Zürich; Děčín-Libverda Botanická zahrada; Jardín Botánico de La Rioja; Jardín Botánico Castilla-La Mancha; Majella Larochelle; Succulentarium Plantarum Collectio Universalis PhDr. Adolf Tomandl.

- *Identificación anatómica*: identificación de las diferentes partes anatómicas y lateralidad de los especímenes, apoyándonos en atlas osteológicos y, en caso de necesidad, con la ayuda de colecciones comparativas, tanto del propio laboratorio como de otros laboratorios. Asimismo, cuando es posible se lleva a cabo la determinación del sexo y edad de cada elemento anatómico.

- *Identificación taxonómica*: determinación de la especie y familia de los especímenes.

- *Siglado de los restos*: se ha establecido una codificación específica y única por pieza en las colecciones osteológicas, si bien este procedimiento no se ha desarrollado en el caso del resto de colecciones.

- *Registro* de cada elemento en una base de datos específicamente creada para tal fin.

- *Acondicionamiento* de esos elementos en el laboratorio.

Para el caso de los restos de macromamíferos y humanos existe una doble organización. Por un lado, se exponen los elementos anatómicos del lado izquierdo de artiodáctilos, perisodáctilos y carnívoros, mientras que por otro lado se guardan en cajas independientes todas las partes anatómicas del lado derecho, del esqueleto completo, de cada individuo. Este proceso de organización permite una comparación efectiva, no sólo a nivel anatómico, sino también una comparación más detallada y completa a nivel de especie y entre diferentes individuos. Por otro lado, las colecciones botánica, ictiológica y malacológica aparecen organizadas por familias, especies y géneros haciendo igualmente muy efectiva su comparación con materiales arqueológicos.

III. LÍNEAS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN DENTRO DEL LABORATORIO DE BIOARQUEOLOGÍA

A continuación, se describen las diversas líneas de investigación y los proyectos en curso en el Laboratorio de Bioarqueología.

III.1. Arqueozoología y tafonomía de macromamíferos

La Arqueozoología es una disciplina de la Arqueología que estudia los restos de animales recuperados en yacimientos arqueológicos con el objetivo de conocer la relación de los grupos humanos con los animales y su medioambiente en el pasado. La Región Cantábrica se caracteriza por disponer de abundantes estudios de fauna de mamíferos recuperada en yacimientos del Pleistoceno Final, fundamentalmente del Paleolítico medio y superior, pero también en registros holocenos pertenecientes a la Prehistoria reciente. Jesús Altuna fue pionero al recopilar en su tesis (1972) los datos de fauna de yacimientos cuaternarios incluyendo las referencias que Obermaier, Breuil, Cabrera, Vega del Sella y el padre Carballo habían realizado en sus anotaciones y publicaciones durante la prime-

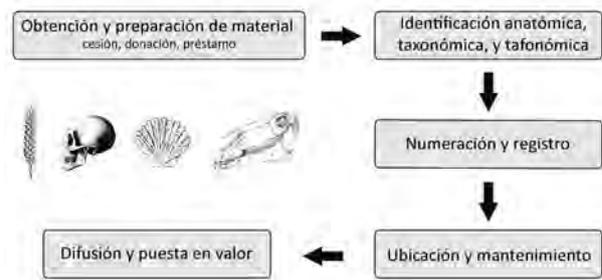


Figura 3: Esquema del proceso de obtención, clasificación, ubicación y difusión de las colecciones comparativas dentro del Laboratorio de Bioarqueología.

ra parte del siglo XX, sentando los principios de la disciplina de la Arqueozoología en la Región Cantábrica. Hasta entonces los antiguos estudios de fauna carecían de datos cuantitativos y más bien señalaban la presencia y abundancia de taxones y en ocasiones la identificación a nivel anatómico. Altuna sentó una corriente metodológica que seguiría durante su carrera con la inclusión de la cuantificación de los restos óseos tales como Numero de Restos, Número Mínimo de Individuos, la introducción de perfiles esqueléticos, patrones de edad, estacionalidad y análisis biométricos.

No obstante, a pesar del amplio desarrollo de la arqueozoología en la Región Cantábrica, hasta entrada el siglo XXI los estudios tafonómicos no fueron de aplicación común, si bien este tipo de análisis llevaba aplicándose por la comunidad científica internacional desde la década de los ochenta con el objetivo de dar respuesta a un número creciente de interrogantes, tales como la forma de obtención de los recursos faunísticos practicada por los grupos humanos, el tipo de procesado y transporte de las carcasas, la actividad de carnívoros, la acumulación ósea por aves rapaces o la alteraciones diagenéticas, entre otros (Binford, 1981; Brain, 1981; Lyman, 1994).

A partir de principios de este siglo se impuso en la Región Cantábrica, en cierta manera, esa renovación metodológica con la adopción de nuevos índices de cuantificación, análisis de la fracción no identificable, análisis pormenorizados de las superficies óseas y la neo-tafonomía. Estos avances fueron introducidos por una serie de jóvenes investigadores como Jose M. Quesada, Jorge Martínez, Ana Mateos, José Yravedra o Ana B. Marín-Arroyo que, con el propósito, de implementar esas técnicas ya aplicadas en entornos, fundamentalmente anglosajones para identificar lo más objetivamente posible el origen antrópico y/o los agentes biológicos no humanos que acumularon los conjuntos óseos en yacimientos arqueológicos. El objetivo final es siempre reconstruir el comportamiento antrópico, en su relación con los animales en diversos nichos ecológicos y condiciones ambientales. En Cantabria, recientemente la revisión de materiales

procedentes de excavaciones antiguas y depositados en el Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria (MUPAC) ha aportado una información más detallada sobre la subsistencia de los grupos humanos que ocuparon Hornos de la Peña, Morín, El Ruso, El Otero, Covalejos (Yravedra, 2013), entre otros. Si bien, la ausencia de dataciones radiométricas de algunos de dichos depósitos hace que sus resultados deban tomarse con precaución.

III.1.1. Estrategias de subsistencia durante el Paleolítico y Mesolítico

Dentro de la Región Cantábrica, Cantabria destaca por el carácter pionero de los estudios multidisciplinarios de yacimientos arqueológicos, fundamentalmente, del Pleistoceno Superior Final. Destacan los estudios sobre el tipo de dieta y subsistencia que llevaron a cabo los grupos humanos en Morín (González Echegaray y L. Freeman, 1978), El Pendo (Fuentes Vidarte, 1980), Rascaño (Altuna, 1981), El Juyo (Klein y K. Cruz-Urbe, 1985), sin olvidar Altamira (Altuna y Straus, 1976) o El Castillo (Dari, 1999). El énfasis en el estudio de los macromamíferos fue fundamentalmente biológico, centrándose en la identificación de especies y su evolución osteométrica, sirviendo a su vez como indicador climático para identificar el tipo de medioambiente que existía cuando vivieron los grupos humanos y ocuparon los yacimientos. Todos estos estudios carecían de análisis tafonómicos, si bien se suponía que la fauna era mayoritariamente resultado de la actividad de consumo humano, ya que otros elementos arqueológicos como industria lítica y ósea, presencia de hogares, restos humanos, etc., aparecían en los yacimientos junto a la fauna.

Con el cambio de siglo, una joven generación de arqueólogos empezó a aplicar la tafonomía en los estudios arqueozoológicos de Cantabria como herramienta objetiva para conocer el origen, la formación y los diferentes agentes (antrópicos, geológicos y químicos) que habían afectado al conjunto óseo y, por tanto, al depósito. En esta provincia destacan la tesis de J. Martínez en Cueva Morín (1998) y los trabajos de A.B. Marín-Arroyo en el Valle del Asón, concretamente en la Cueva de La Fragua en Santoña (Marín-Arroyo, 2004) y en la Cueva de El Mirón en Ramales de la Victoria (Marín-Arroyo 2008a; 2010). A pesar de que los conjuntos faunísticos presentaban una elevada atrición, la aplicación de nuevas analíticas como técnicas de remontajes y rearticulaciones óseas, la distribución espacial de los huesos, el estudio tafonómico de las alteraciones bioestratinómicas y diagenéticas (Marín-Arroyo *et alii*, 2008), la identificación de nuevos agentes acumuladores de elementos óseos como el quebrantahuesos, el análisis de perfiles esqueléticos mediante diversas técnicas estadísticas, además de la identificación anatómica, taxonómica y los estudios

biométricos (Marín-Arroyo, 2010), permitieron realizar interpretaciones más precisas sobre la funcionalidad de cada yacimiento y conocer diacrónicamente el comportamiento económico de los grupos de cazadores-recolectores que ocuparon ambos yacimientos, así como los patrones estacionales de ocupación del territorio durante el Tardiglacial en el valle del Asón (Marín-Arroyo, 2008b; 2010).

En el Laboratorio de Bioarqueología se han llevado a cabo estudios arqueozoológicos de la fauna de macromamíferos de yacimientos de la Región Cantábrica con cronologías entre el Musteriense y el Calcolítico. Desde el Paleolítico medio al Paleolítico superior final es visible, a través de las presas cazadas, como la dieta humana evoluciona. Los grupos de neandertales y primeros humanos modernos en la región, hasta el Gravetiense, llevaron a cabo un aprovechamiento del medio aleatorio, explotando grandes mamíferos como bóvidos y équidos, e incluyendo también ciervos, cabras y otros mamíferos de talla media con un patrón de edades diverso, incluyendo animales juveniles, adultos y seniles. Estas presas a su vez reflejaban diversos periodos climáticos y medioambientes alrededor de cada yacimiento, si bien son presas generalmente euritermas que se adaptan bien tanto a ambientes cálidos como fríos (Cuenca-Bescós *et alii*, 2012). Es a partir del Solutrense cuando la estrategia de subsistencia empieza poco a poco a especializarse en la explotación de cabra y ciervo o ambos, dependiendo de la localización topográfica del yacimiento (Marín-Arroyo, 2009: Fig. 2). Esta estrategia económica continuará hasta finales del Pleistoceno (Fig. 4). No será evidente hasta el Magdaleniense superior-final, y sobre todo, en el Mesolítico cuando la dieta claramente se diversifica con la inclusión de mamíferos cada vez más juveniles, y otros antes escasamente cazados como jabalí y corzo, lepóridos y aves pero, sobre todo, de recursos costeros (Marín-Arroyo, 2013) e incluso mamíferos marinos como foca monje y foca gris (Marín-Arroyo *et alii*, 2011), como hemos podido observar en los yacimientos de La Fragua (Marín-Arroyo, 2004), Mazaculos II (Marín-Arroyo y González Morales, 2009), El Toral y El Mazo (Marín-Arroyo, inédito). Durante la Prehistoria reciente, nuevos estudios en el Abrigo de la Castañera (Vega *et alii*, 2015) han proporcionado información sobre las posibles prácticas de estabulación de ganado vacuno llevadas a cabo por los grupos calcolíticos en la región.

Actualmente en el laboratorio siguen en curso los estudios arqueozoológicos de los niveles de transición del Paleolítico medio al superior del Abrigo de La Viña en Asturias, del yacimiento serbio de Šalitrena Pećina y de la Cueva de El Mirón como parte del estudio de las estrategias económicas llevadas a cabo por las últimas poblaciones neandertales y primeros grupos de humanos modernos en la Región Cantábrica y Serbia central. Además, en El Mirón actualmente se está llevando a cabo el estudio de los niveles solutrenses

y, el extraordinariamente bien conservado conjunto del Magdaleniense inferior cantábrico (Geiling *et alii*, 2016; Marín-Arroyo y Geiling, 2015). Este análisis que forma parte de la tesis de J. M. Geiling aportará nueva información sobre los modos de vida de los cazadores-recolectores en la zona oriental de Cantabria.

III.1.2. Estudios espaciales de restos de macromamíferos (intra-site e inter-site) mediante Sistema de Información Geográfica (SIG)

La movilidad de los grupos humanos y la organización espacial de los yacimientos en Cantabria durante el Pleistoceno Final fue implementada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), por primera vez, en la Cueva de La Fragua y El Mirón (Marín-Arroyo, 2004; 2010), método que se impulsó en la zona cantábrica a partir de entonces (Ríos-Garza y García-Moreno, 2015). Así, por ejemplo, los estudios intra-site en la Cueva de El Mirón indicaron que existía una clara distinción en la funcionalidad de la parte anterior y posterior del vestíbulo durante las ocupaciones humanas de primavera-verano, así como una distribución desigual de los restos de cabra y ciervo, posiblemente motivado por el diferente aporte de ambas presas al yacimiento (Marín-Arroyo, 2010). Estas conclusiones fueron igualmente confirmadas por los procesos diagenéticos acontecidos en la parte más interna del vestíbulo que daban una coloración marrón-negruzca a los materiales orgánicos desenterrados (Marín-Arroyo *et alii*,

2008). Igualmente, para analizar la movilidad humana y captación de recursos durante el Tardiglacial un estudio inter-site fue aplicado en la zona oriental de la Región Cantábrica permitiendo reconocer las posibles áreas de captación desde cada uno de los yacimientos localizados en esta zona y ponerlos en relación con el tipo de mamíferos cazados. Aunque previamente sugerido (González Sainz, 1992), por primera vez, se pudo comprobar cuantitativamente que existía una relación directa entre la localización topográfica del yacimiento y la explotación de cabra y/o ciervo. Así, en entornos montañosos la cabra era el animal más explotado (p.e., Rascaño, Erralla), en zonas de llanura litoral era el ciervo ampliamente explotado (p.e., El Castillo) o en yacimientos como El Mirón, con una situación topográfica intermedia, ambos taxones fueron igualmente consumidos (Marín-Arroyo, 2010).

Actualmente, Geiling, en su tesis doctoral, lleva a cabo un nuevo protocolo fotogramétrico que permite analizar e interpretar la distribución espacial de los restos arqueológicos, especialmente de restos faunísticos. Esta metodología está permitiendo reconstruir las superficies de ocupación en tres dimensiones y observar su evolución diacrónica, lo cual facilita la observación del uso del yacimiento (Fig. 5). También se incluyen estudios de la densidad de restos arqueológicos mediante SIG, incluyendo además los micro-fragmentos de huesos que normalmente pasan desapercibidos durante la excavación por su reducido tamaño

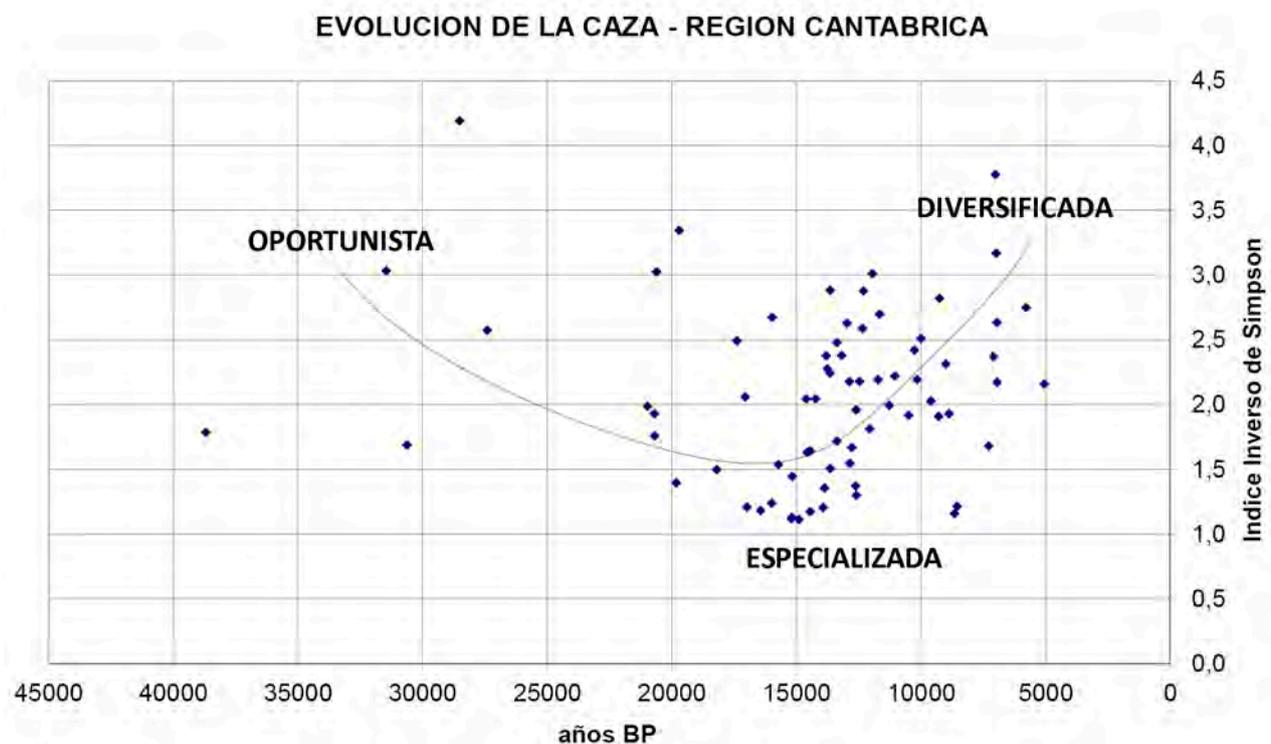


Figura 4: Evolución de la dieta desde el Musteriense final al Mesolítico en la Región Cantábrica a partir de los estudios arqueozoológicos de mamíferos disponibles.

y son recuperados durante el proceso de cribado (Geiling *et alii*, 2016). La inclusión de la fracción pequeña de huesos, no es normalmente analizada en detalle por la mayor parte de arqueozoólogos debido a la alta inversión de tiempo y la ausencia de un protocolo de estudio eficiente. El protocolo definido por Geiling (Geiling *et alii*, 2016) en el caso de El Mirón, dada la buena conservación del conjunto óseo y la poca perturbación post-deposicional, ha permitido identificar

diferentes suelos habitacionales y de actividad de procesamiento de las carcasas que de otra manera no habrían sido posible (Marín-Arroyo, 2010). A diferencia de los huesos más grandes y claramente identificables, los pequeños restos óseos son propensos a permanecer en su lugar de fracturación, siendo menos propensos a ser desplazados durante las limpiezas superficiales, lo cual confiere a este tipo de restos la característica de marcadores de zonas de actividades y suelos

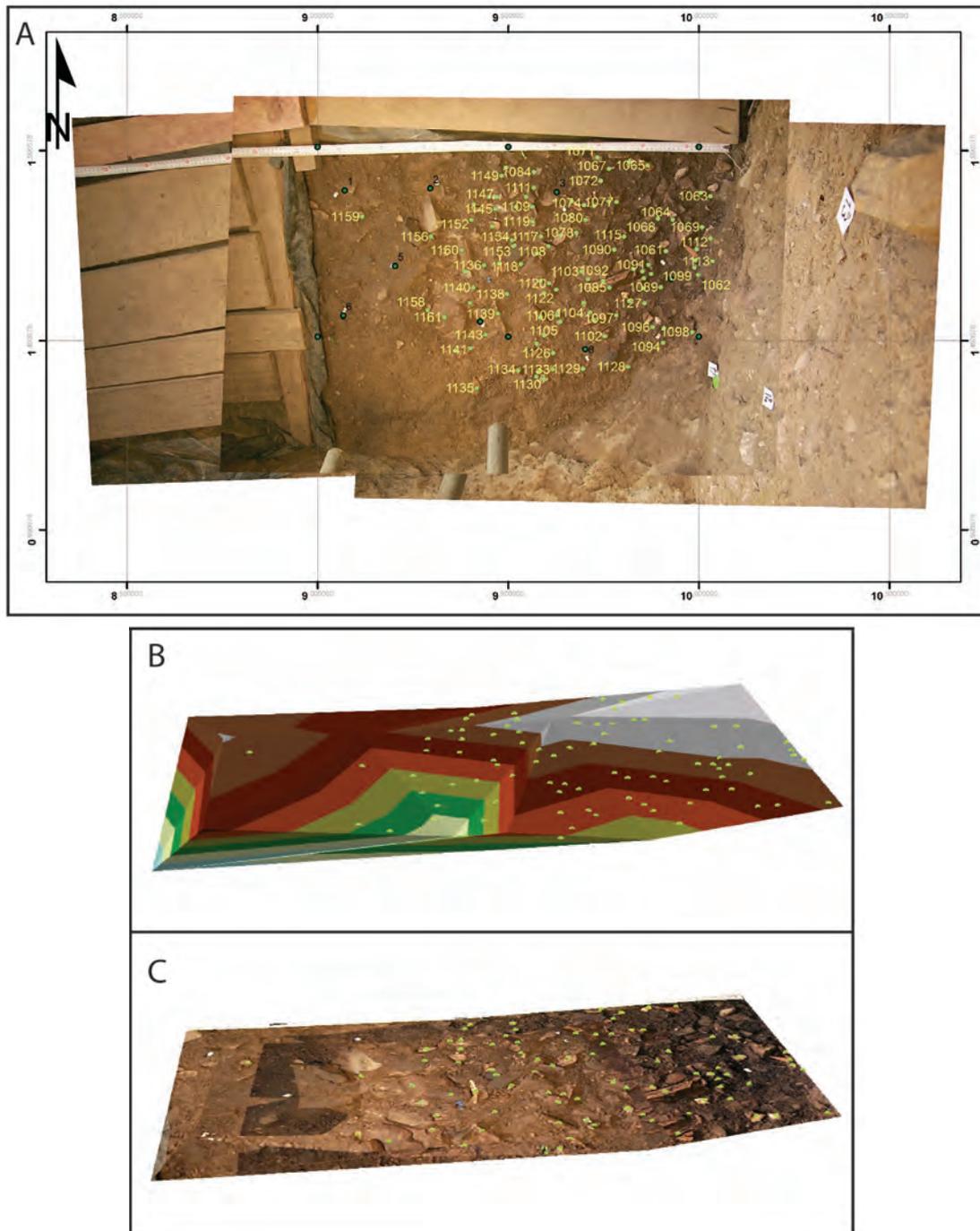


Figura 5: A.- Ortofotos de elementos óseos del nivel 17 georreferenciados de forma individual en la Cueva de El Mirón. Realizado con ArcMap.; B.- Recreación de la superficie de excavación mediante redes triangulares utilizando herramientas SIG de ArcMap; C.- Reconstrucción de la superficie de excavación mediante ortofotos, mostrando las profundidades y los hallazgos *in situ* (B y C: Vista 3D en ArcScene).

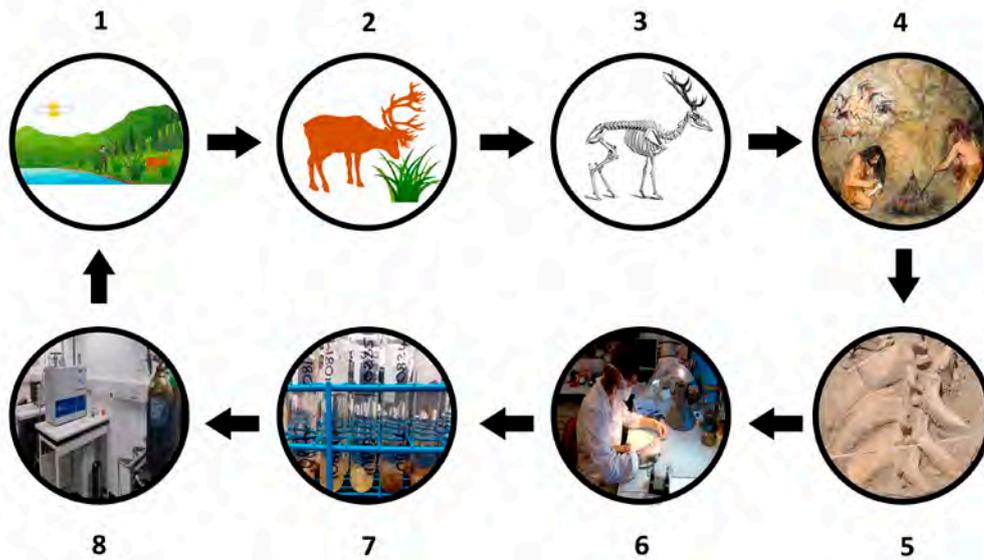


Figura 6: Ciclo analítico para la reconstrucción del paleoambiente, a partir del estudio de isótopos estables, en el colágeno de restos óseos animales. Dependiendo de las condiciones medioambientales, las plantas adquieren diferentes valores de isótopos estables como el Carbono o el Nitrógeno. Los animales que consumen dichas plantas reciben ese valor isotópico con un efecto de fraccionamiento que queda registrado en el colágeno del hueso. Al analizar químicamente los huesos de animales encontrados en yacimientos arqueológicos, a través de la interpretación de los valores isotópicos podemos conocer qué tipo de clima y vegetación existía en el momento que esos animales vivieron y por consiguiente, co-habitaron con los grupos humanos.

habitacionales. Por lo tanto, su correlación con otros pequeños restos de desecho, tales como restos de fabricación de asta, hueso o piedra, que se encuentran en asociación con herramientas ya acabadas, es muy útil en la identificación de zonas de actividad *in situ*. Además, tafonómicamente esta fracción pequeña aporta información sobre los procesos pre y post-depositacionales acontecidos en el depósito, tales como fracturación ósea intencional y extensiva para obtener la medula y actividades de carnívoros a partir de identificación de pequeños huesos digeridos, facilitando también la recuperación de pequeños elementos de animales fetales o neonatos que de otra forma pasarían desapercibidos. Por lo tanto, el análisis arqueozoológico de estos micro-fragmentos, mediante SIG, se convierten en una herramienta idónea para investigar la formación de las diferentes ocupaciones arqueológicas.

III.1.3. Reconstrucción medioambiental y climática a partir de los restos de macromamíferos terrestres

Identificar los cambios medioambientales y climáticos acontecidos en el pasado es importante si queremos entender las decisiones económicas, sociales y culturales tomadas por nuestros ancestros. Los cambios climáticos han sido parte importante en la toma de decisiones de la humanidad, como así lo manifiestan, por ejemplo, la migración de los primeros homínidos fuera de África o la transición a la agricultura durante el Neolítico.

Actualmente la Arqueología se ha convertido en una disciplina multidisciplinar que se nutre de la

colaboración de diferentes especialistas (biólogos, químicos, paleoclimatólogos, etc.) para aportar información lo más objetivamente posible sobre los modos de vida de los grupos humanos y su relación con el medio en el pasado y así se lleva a cabo en el Laboratorio de Bioarqueología. Una de las técnicas más recientes aplicadas a la reconstrucción paleoclimática y paleoambiental es el análisis en el colágeno óseo de los isótopos de carbono (^{12}C : ^{13}C) y nitrógeno (^{14}N : ^{15}N), expresada como $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, respectivamente. El colágeno es una proteína que se encuentra en los huesos de humanos y animales, y que se forma a partir del contenido de proteínas de los alimentos consumidos. Esta técnica es muy común en el estudio de la paleodieta humana (Chisholm *et alii*, 1982), si bien en los últimos años se está aplicando también en restos de ungulados para reconstruir el paleoambiente donde estos mamíferos vivieron. El tipo de dieta llevada a cabo por este tipo de animales, durante los últimos 10-15 años de vida, deja un registro semipermanente en los tejidos blandos y los huesos (colágeno). Esta técnica aplicada en ungulados se ha utilizado para explorar los cambios ambientales durante el Paleolítico proporcionando información sobre el tipo de vegetación cercana a cada yacimiento arqueológico donde se han hallado dichos animales y que han sido objeto de consumo por los grupos humanos. En función de las condiciones ambientales existentes en un área determinada, las diferencias en las proporciones de estos isótopos se registran en las plantas, y por tanto, quedan también registradas en el colágeno de los animales que se alimentan de dicha vegetación (Fig. 6). En

yacimientos arqueológicos, los huesos de animales, gracias a su abundancia y buena conservación en comparación con otros indicadores medioambientales (polen, macrorrestos vegetales, microfauna, etc.), son un elemento idóneo para aplicar esta técnica y reconstruir el paleoambiente a lo largo de secuencias arqueológicas.

Hay muchos factores que pueden afectar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ en las plantas y, por tanto, en los animales. El $\delta^{13}\text{C}$ está relacionado directamente con el medioambiente existente, siendo la lluvia y la humedad factores que pueden modificar sus valores (Heaton, 1999). La cantidad de árboles (canopy effect) o la cobertura vegetal en el paisaje son factores que igualmente puede afectar. Así, en lugares con más árboles, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ son más bajos (Van de Merwe y Medina, 1991) que en zonas con poca cobertura vegetal. Por otro lado, los factores que determinan el $\delta^{15}\text{N}$ son algo más complicados. En medioambientes muy secos los valores de $\delta^{15}\text{N}$ puede ser más altos (Heaton, 1986), mientras que en ambientes fríos los valores de $\delta^{15}\text{N}$ suelen ser más bajos ya que hay menos actividad microbiana en el suelo (Handley, 1999). Otros factores que pueden afectar a los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ son la salinidad de la tierra, proximidad al mar, altitud o geología. Esta técnica, aunque destructiva, requiere de una mínima cantidad de hueso (menos de un gramo por muestra). Los resultados obtenidos con esta metodología, en combinación con otros indicadores climáticos como, por ejemplo, los estudios de polen, carbones, sedimentos, micro y macromamíferos, permiten observar cambios en el medioambiente a través del tiempo.

Recientemente el análisis de carbono y nitrógeno en los huesos de ciervo cazados y consumidos por los grupos que vivieron en la Cueva de El Mirón desde inicios del Paleolítico Superior a la Edad del Bronce ha permitido reconstruir el medioambiente alrededor del yacimiento a lo largo de dicha secuencia temporal (Stevens *et alii*, 2014). Los resultados muestran que el entorno sufrió considerables cambios ambientales, especialmente durante el Pleistoceno final e inicios del Holoceno, indicando variaciones climáticas locales (temperatura y disponibilidad de agua) y ambientales (vegetación y desarrollo forestal).

En la actualidad en el Laboratorio de Bioarqueología están en marcha dos proyectos donde el análisis de isótopos estables está permitiendo reconstruir el medioambiente en Cantabria y cómo los cambios climáticos pudieron afectar a las poblaciones animales y humanas durante el Paleolítico:

1. El proyecto EUROREFUGIA reconstruye el tipo de clima y medioambiente durante la transición entre el Paleolítico medio al superior en la Región Cantábrica y en Serbia central como parte de los proyectos del MINECO (HAR2012-3356) y de la Comisión Europea (CIG FP7- PEOPLE-2012 – 322112). En to-

tal se han muestreado 18 yacimientos arqueológicos de Serbia y de las provincias de Asturias, Cantabria, Vizcaya, Guipúzcoa entre 42.000 - 26.000 uncal ka BP, siete de ellos en Cantabria (Morín, Cobrante, Covalejos, El Mirón, El Otero, El Cuco). La metodología analítica aplicada está permitiendo obtener una resolución ambiental a escala regional y local alrededor de cada yacimiento, al mismo tiempo que una resolución cronológica precisa gracias a las dataciones de radiocarbono mediante ultrafiltración realizadas en cada depósito. Estos datos climáticos y ambientales se contrastan a su vez con la subsistencia llevada a cabo por neandertales y humanos anatómicamente modernos en cada yacimiento con el fin último de identificar diferencias o similitudes e incluso índices de estrés nutricional en este momento clave para la evolución humana.

2. De forma complementaria, el proyecto 'CLIMA-PROX' (H2020-MSCA-IF-2014-Ref. 656122) investiga la adaptación humana a los cambios climáticos y medioambientales aconteciendo durante el Pleistoceno final (21.000 - 7.000 uncal. ka BP) en la Región Cantábrica. Estos 14.000 años son igualmente un episodio clave en la evolución de nuestra propia especie. Durante este tiempo prosperaron las sociedades humanas del Paleolítico superior con cambios culturales y económicos importantes influenciados por las oscilaciones climáticas (Straus *et alii*, 2013). Algunos de los yacimientos muestreados son La Riera, El Mirón, Ekain, Erralla y Las Caldas. Los resultados permitirán entender cómo era el medioambiente desde el Último Máximo Glacial hasta el Mesolítico, y cómo la subsistencia humana se vio influenciada por ellos.

La colaboración con un grupo de investigación del Instituto de Biomedicina y Biotecnología de Cantabria (IBBTEC), ha permitido que actualmente se pueda realizar el proceso de extracción de colágeno de los huesos en los laboratorios de la Universidad de Cantabria.

III.2. Arqueomalacología

III.2.1. Estudios arqueomalacológicos desde una perspectiva multidisciplinar

Las investigaciones tradicionales que han pretendido conocer el modo de vida de los grupos humanos prehistóricos han tendido a reducir la importancia que ciertas actividades como la recolección, la pesca o el marisqueo han tenido para el desarrollo de estas sociedades. Sin embargo, durante las últimas décadas, el panorama descrito ha cambiado de manera sustancial como consecuencia del incremento de aquellos estudios que han tenido como objetivo valorar la importancia que los recursos marinos tuvieron para la subsistencia y el desarrollo de las poblaciones humanas en el

pasado (Erlandson, 2001). Así, diferentes investigaciones han puesto de manifiesto la importancia de estos recursos desde una perspectiva bromatológica, advirtiendo su aportación en la mejora de las condiciones físicas y el desarrollo de las capacidades cognitivas (Duarte, 2014). Durante la última década han sido varias las investigaciones que han manifestado la importancia de estos recursos en la alimentación humana, especialmente durante el Mesolítico (Álvarez-Fernández, 2011; Gutiérrez-Zugasti, 2009). No obstante, las investigaciones llevadas a cabo durante los últimos años también han permitido determinar el uso de los recursos malacológicos desde perspectivas no nutritivas, como es la ornamentación (Álvarez-Fernández, 2006; Gutiérrez-Zugasti y Cuenca-Solana, 2015; Rigaud y Gutiérrez-Zugasti, 2016) o la elaboración de instrumental tecnológico (Cuenca-Solana, 2013; 2015). Además, los moluscos también deben ser considerados como unos adecuados indicadores de las condiciones climáticas existentes en el pasado, proporcionando información significativa para una correcta comprensión del modo de vida y de la adaptación al medio de los grupos humanos prehistóricos. En este sentido, la presencia o au-

sencia de determinadas especies es un indicador de las condiciones medio ambientales, dado que cada taxón precisa de unas determinadas condiciones térmicas para su supervivencia. Al tiempo, durante las últimas décadas se han implementado análisis isotópicos y elementales, que permiten reconstruir la temperatura en la que crecieron las conchas, en tanto en cuanto la composición química del carbonato que conforma las conchas es dependiente de las condiciones del medio en las que se produce su precipitación (Prendergast y Stevens, 2014). A continuación, se hará referencia a las principales conclusiones obtenidas para la Región Cantábrica en general y para la provincia de Cantabria en particular en relación al aprovechamiento de los recursos litorales durante la Prehistoria.

III.2.2. Explotación de los recursos marinos como alimento

Si bien las primeras investigaciones arqueomalacológicas se remontan a mediados del siglo XX (Madariaga, 1963) no fue hasta finales de ese siglo y principios del nuevo milenio cuando se produjo la sistematización de la metodología para el análisis de los restos de moluscos y otros recursos litorales (Gu-

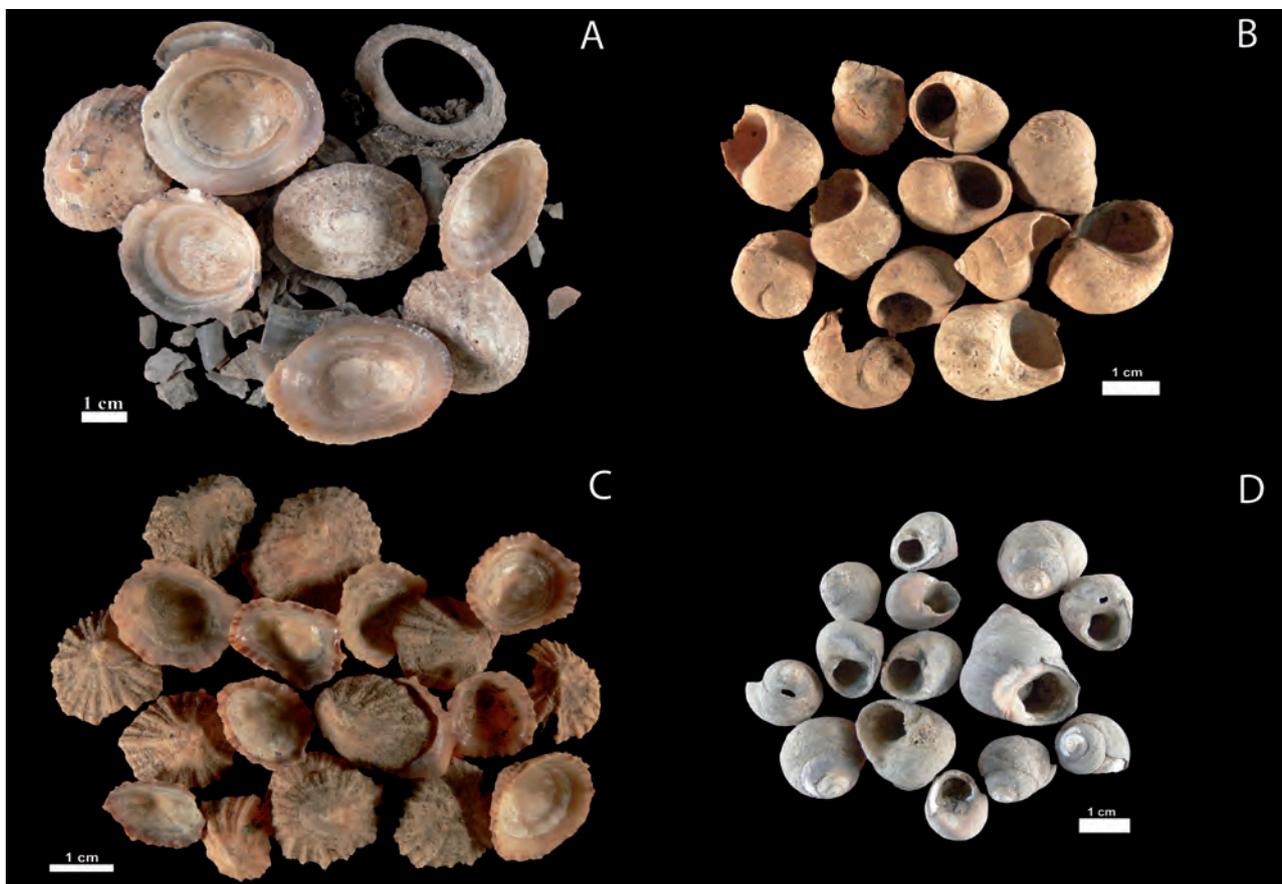


Figura 7: Especies de moluscos más abundantes en yacimientos del Paleolítico superior (A y B) y el Mesolítico (C y D) de la Región Cantábrica. A) *Patella vulgata* del Gravetiense de la cueva de la Fuente del Salín; B) *Littorina littorea* del Magdaleniense superior del Abrigo del Perro; C) *Patella depressa* del Mesolítico de la cueva de Mazaculos II; D) *Phorcus lineatus* del Mesolítico de la cueva de Mazaculos II.

tiérrez-Zugasti, 2009; Moreno, 1994). Sin embargo, en la actualidad son abundantes los estudios que abordan la importancia que tuvieron los recursos costeros y especialmente los moluscos en la dieta de las poblaciones de cazadores-recolectores-pescadores.

La información obtenida hasta el presente para la Región Cantábrica sugiere la existencia de cambios en la representación de las especies recolectadas por las sociedades prehistóricas. En este sentido, los conjuntos recuperados muestran un alto grado de especialización durante el Paleolítico superior y el Aziliense, siendo *Patella vulgata* Linnaeus, 1758 y *Littorina littorea* (Linnaeus, 1758) las especies predominantes en diferentes registros arqueológicos (Álvarez-Fernández, 2011; Gutiérrez-Zugasti, 2009; Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2012; 2013). Durante el inicio del Holoceno y especialmente durante el Mesolítico, el patrón de explotación sufrió tanto una sustitución de los taxones principales como una diversificación del número de especies presentes en los yacimientos arqueológicos (Álvarez-Fernández, 2011; Gutiérrez-Zugasti, 2009). Así, *L. littorea* desaparece en favor del aumento de otra especie de caracolillo espiralado, *Phorcus lineatus* (da Costa, 1778). Al mismo tiempo, se documentan otras dos especies de lapas que no habían estado presentes en los registros arqueológicos de la región durante el Pleistoceno final, *Patella depressa* Pennant, 1777 y *Patella ulyssiponensis* Gmelin, 1791, cuyos porcentajes aumentan en detrimento de *P. vulgata*, especie que en este caso no desaparece del registro arqueológico (Fig. 7). Estos cambios en los patrones de explotación estuvieron causados por las nuevas condiciones climáticas templadas durante el Holoceno, que produjeron la desaparición de aquellos taxones adaptados al clima frío precedente. Estos cambios climáticos también favorecieron la diversificación, en especial en aquellas áreas cercanas a estuarios (Gutiérrez-Zugasti, 2009). También es a inicios del Holoceno cuando se produce un aumento de la presencia de otros recursos litorales, como ocurre por ejemplo con los equinodermos o los crustáceos (Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2016).

Del mismo modo que ocurría para la representación de las especies, en el registro arqueológico también son observables cambios con respecto a las zonas de recolección. Si en el Paleolítico superior la recolección se produjo en sustratos rocosos y en zonas altas y abrigadas del intermareal, en el Mesolítico son las zonas bajas y expuestas del intermareal las zonas más explotadas. Si bien el sustrato rocoso continuó siendo el más frecuentado por los grupos humanos prehistóricos, el sustrato arenoso y/o fangoso también es explotado con asiduidad en aquellas áreas del litoral con presencia de estuarios (Gutiérrez-Zugasti, 2009). La mayor explotación de aquellas zonas más batidas por el oleaje (y también de mayor peligrosidad) y menos tiempo emergidas, unido a un descenso en el tiempo de los tamaños de las conchas recupera-

das en los yacimientos, permite sostener la hipótesis de una mayor presión humana sobre los recursos marinos durante el Mesolítico (Gutiérrez-Zugasti, 2009).

Por otro lado, las investigaciones que han tenido como objetivo determinar los patrones estacionales en la explotación de recursos marinos sugieren la existencia de un doble patrón dependiendo del género de molusco recolectado. Los análisis esclerocronológicos de Bailey y Craighead (2003) sugirieron que *P. vulgata* y *P. depressa* fueron capturadas a lo largo de todo el año. En cambio, los análisis isotópicos realizados en la especie *P. lineatus* (Deith, 1983; Deith y Shackelton, 1986) indicaron que su recolección estuvo centrada durante los meses de invierno. Investigaciones desarrolladas en la actualidad por miembros del III PC tienen como objetivo aumentar esta información relativa a los patrones de explotación de los recursos marinos.

III.2.3. Aprovechamiento de las conchas como instrumentos de trabajo

A pesar del notable desarrollo alcanzado por los estudios arqueomalacológicos durante las últimas décadas en la Región Cantábrica en general y la provincia de Cantabria en particular, ha sido escaso el interés por la documentación y el análisis del posible aprovechamiento de las conchas como útiles tecnológicos. Sin embargo, durante los últimos años ha comenzado a paliarse el vacío de conocimiento existente en este sentido, procediendo al estudio de diferentes instrumentos de concha en los yacimientos de Cantabria (Cuenca-Solana, 2013; 2015; Cuenca-Solana *et alii*, 2016). Para una sistematización de la metodología de análisis del material arqueológico se ha combinado la observación a nivel macroscópico y microscópico, la experimentación con muestras modernas para la documentación y descripción de diferentes huellas de uso y la realización de análisis químicos sobre las superficies de los instrumentos de trabajo (Cuenca-Solana 2013).

Mediante la aplicación de esta metodología, se han estudiado diferentes registros arqueológicos en la Región Cantábrica (Cuenca-Solana, 2013; 2015; Cuenca-Solana *et alii*, 2016; Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2011). Durante el Paleolítico medio destaca el hallazgo de una concha utilizada en el Abrigo del Cuco (Castro-Urdiales), mientras que para el Paleolítico superior se cuenta con información procedente de la cueva de la Fuente del Salín (Muñorrodero) y Altamira (Santillana del Mar). Tanto en la Fuente del Salín como en Altamira se ha documentado la utilización de conchas del género *Patella* sp. para el procesado de materia mineral, concretamente ocre. Este trabajo debió estar relacionado con la obtención del pigmento empleado para la realización de las representaciones gráficas. Además, en la cueva de la Fuente del Salín también se documentaron dos perforadores elaborados a partir de fragmentos de *Patella*, uno de ellos posiblemente relacionado con la perforación de piel/cuero (Cuenca-Solana, 2013; 2015;

Cuenca-Solana *et alii*, 2013; 2016). En todos los casos el desarrollo de las huellas de uso documentadas no es muy elevado, lo que sugiere que las acciones realizadas con ese material eran poco prolongadas en el tiempo y que los artefactos eran empleados con un uso de carácter expeditivo, aspecto coherente con una economía basada en una alta movilidad. En conclusión, los resultados obtenidos permiten ampliar la colección de elementos tecnológicos utilizados por los grupos humanos prehistóricos, al tiempo que también permite poner de manifiesto la importancia que los recursos marinos tuvieron para las sociedades prehistóricas, y no sólo desde una perspectiva bromatológica.

III.2.4. Utilización de las conchas como ornamentación

Al mismo tiempo, las conchas también pueden proporcionar información sobre los aspectos simbólicos de las poblaciones prehistóricas. La utilización de las conchas con fines ornamentales ha sido ampliamente documentada en la Región Cantábrica (Álvarez-Fernández, 2006). No obstante, durante los últimos años, diferentes investigaciones han permitido valorar el significado social de estos ornamentos. En este sentido, el análisis de los conjuntos paleolítico del Abrigo de El Cuco (Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2013), Fuente del Salín (Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2012), El Mirón (Gutiérrez-Zugasti y Cuenca-Solana, 2015) y Santimamiñe (Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2011), así como el de los conjuntos mesolíticos de El Toral III y El Mazo (Rigaud y Gutiérrez-Zugasti, 2016) han puesto de manifiesto importantes conclusiones de tipo simbólico y social. La utilización de ornamentos no sólo tuvo un papel estético, sino que además también debió de tener un notable papel social, al facilitar la comunicación entre diferentes grupos y favorecer la existencia de relaciones interpersonales y los intercambios de diferente género (objetos, información, matrimonio), cumpliendo así una funcionalidad social importante dentro de las sociedades de cazadores-recolectores-pescadores que habitaron la Región Cantábrica durante el Paleolítico superior y el Mesolítico.

III.2.5. Determinación de las condiciones paleoclimáticas y los patrones estacionales en la explotación de los moluscos

A pesar del incremento de los análisis arqueomalacológicos durante las últimas décadas y de la mayor importancia concedida a los recursos marinos en las estrategias de subsistencia de los grupos humanos prehistóricos e incluso de reivindicar su interés como materia prima para la elaboración de instrumental tecnológico, los interrogantes que aún se ciernen en relación al consumo de estos recursos litorales continúan siendo abundantes. Una de las principales incógnitas al respecto son los patrones estacionales de recolección de los moluscos. Con el objetivo de dar respuesta a esta cuestión, una de las

líneas de investigación de los miembros del Laboratorio de Bioarqueología es la aplicación del estudio de isótopos estables de oxígeno en conchas marinas. En los estudios de este género se consideran dos de los isótopos estables del oxígeno, el más ligero (^{16}O) y el más pesado (^{18}O), y concretamente la relación entre ambos ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), expresada como $\delta^{18}\text{O}$. La incorporación de ambos está determinada por las condiciones del medio en la que los moluscos precipitan el carbonato cálcico (CaCO_3) de las conchas, siendo los cambios de temperatura el factor más determinante (Hallmann *et alii*, 2009). Estos análisis tienen una gran importancia para la investigación arqueológica, en tanto en cuanto permiten reconstruir las temperaturas del mar en la que crecieron los especímenes analizados y al mismo tiempo, determinar la estación de captura de los recursos malacológicos.

La aplicación de estudios de este género en la Región Cantábrica se remonta a inicios de la década de los ochenta y estuvieron impulsados por la implementación de un nuevo marco teórico como la Nueva Arqueología y el interés de ésta por dotar a la investigación arqueológica de un mayor carácter científico. Estas primeras investigaciones, realizadas sobre muestras modernas y arqueológicas, estuvieron centradas en el oriente de Asturias (Deith, 1983; Deith y Shackleton, 1986). Sin embargo, las investigaciones realizadas durante las últimas décadas han centrado su esfuerzo en Cantabria, analizando muestras modernas de las especies *P. lineatus* y *P. vulgata* y corroborando su viabilidad como unos adecuados indicadores de las condiciones paleoclimáticas (Gutiérrez-Zugasti *et alii*, 2015; Surge *et alii*, 2013). En la actualidad se está trabajando en el análisis de este género sobre muestras arqueológicas, con el objetivo de incrementar el conocimiento en relación a los patrones de explotación de los recursos malacológicos, así como determinar la evolución del clima desde el Tardiglacial hasta los inicios del Holoceno en la Región Cantábrica.

Sin embargo, los estudios que tienen como objetivo el conocimiento de las condiciones paleoclimáticas deben de tener en consideración que la incorporación de los isótopos estables de oxígeno al CaCO_3 que compone la concha no depende de manera exclusiva de la temperatura del mar, sino también del valor isotópico del agua, variable que es sensible a los cambios de salinidad del entorno como consecuencia del flujo o la precipitación de agua dulce, lo que introduce determinadas limitaciones en la interpretación de los resultados. En este sentido, las relaciones elementales (Mg/Ca, Sr/Ca, etc.) parecen ser un indicador climático independiente de las variaciones de la salinidad y del valor isotópico del agua. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta el presente en moluscos no son concluyentes al respecto, ya que si bien algunas especies han mostrado una alta dependencia entre los valores obtenidos y las

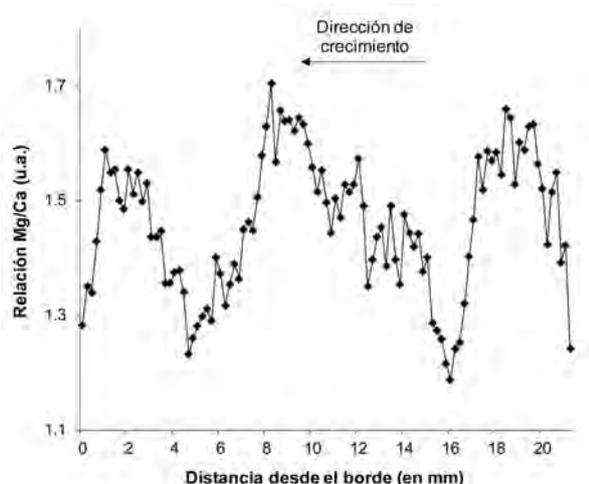


Figura 8: Secuencia de valores de Mg/Ca de un ejemplar de *Patella vulgata* recolectada en enero de 2005 en la playa de Langre (Ribamontán al Mar, Cantabria). La gráfica muestra variaciones estacionales en los valores Mg/Ca que coinciden con variaciones en las temperaturas de la superficie del mar. Los valores bajos indican temperaturas frías (invierno), mientras que los valores altos muestran temperaturas cálidas (verano).

temperaturas existentes durante su crecimiento (Ferguson *et alii*, 2011), en otros casos la incorporación de estos elementos químicos parece mantener una dependencia con otros aspectos biológicos (Schöne *et alii*, 2011). La Región Cantábrica en general y la provincia de Cantabria en particular no se han mantenido al margen de los estudios de este género. Los datos obtenidos hasta el presente a partir de moluscos modernos recogidos en la playa de Langre (Ribamontán al Mar) sugieren que la incorporación de magnesio al carbonato de las conchas podría tener una relación con la temperatura del medio en la que crecieron los moluscos (García-Escárcaga *et alii*, 2015) (Fig. 8). Las investigaciones desarrolladas en la actualidad por miembros del IIIPC deberán confirmar o refutar la viabilidad de estas especies y los análisis elementales como adecuados indicadores paleoclimáticos.

III.3. Antropología física

El análisis de los restos óseos humanos es una fuente de información muy valiosa que proporciona datos sobre las poblaciones del pasado que difícilmente podríamos obtener por otros medios, como puede ser la demografía del grupo, qué actividades desarrollaban, qué enfermedades padecían o incluso conductas de las cuales no queda otro registro, además de permitirnos individualizar los restos y en ocasiones estudiar la biografía de los mismos.

La estimación del sexo y la edad del individuo son los primeros análisis que normalmente se realizan, y a pesar de contar con métodos de hace más de cuarenta años como el de Phenice (1969), aún hoy útiles, cada año se siguen publicando nuevas formas de esti-

mación de estas variables usando metodologías muy recientes, como la morfometría geométrica (Bastir, 2014), el análisis genético (Thèves *et alii*, 2016), y los rasgos métricos y no métricos en diferentes regiones anatómicas aparte de las clásicas en el cráneo y la pelvis (Karakostis *et alii*, 2015). La correcta estimación de estas variables no es un hecho trivial, ya que deben ser consideradas a la hora de establecer el patrón de mortandad de una población, es decir, si se debe a la muerte natural de los individuos que componían el grupo o a un hecho catastrófico, como una epidemia o un acto violento, la esperanza de vida, quiénes morían, etcétera (Maier *et alii*, 2016). También son cruciales a la hora de realizar un diagnóstico diferencial en paleopatología para afinar el diagnóstico lo más posible, ya que algunas enfermedades tienen tendencia a manifestarse a determinadas edades o son más probables en un sexo que en otro (Matos *et alii*, 2011).

Gracias a los restos óseos humanos también podemos estudiar patrones de actividad ya que, aunque los tejidos blandos como el músculo desaparecen durante la esqueletización del individuo, el desarrollo de ciertos paquetes musculares deja huellas en los huesos que podemos interpretar y relacionar con actividades físicas. Casos clásicos son el lanzamiento de lanzas, la arquería (Villotte y Knüsel, 2014) o la exostosis auditiva (Villotte y Knüsel, 2016), presente en individuos que realizan actividades acuáticas. Las lesiones traumáticas presentes en determinados huesos podrían estar relacionadas con las actividades a las que se dedicaba el grupo, pero también informarnos de episodios de traumatismos o de violencia interpersonal en la vida estas personas (Lahr-Mirazon *et alii*, 2016).

En los últimos años se ha extendido el uso de métodos moleculares para conocer más en profundidad la vida de esos grupos humanos. Así, el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno nos permiten estudiar la dieta durante los últimos años de vida de un individuo y hacer comparativas intra e inter-poblacionales, así como diacrónicas (Salazar-García *et alii*, 2016). Además, el uso de tejidos de crecimiento incremental, como la dentina, proporcionan una información más detallada sobre la dieta a lo largo de diferentes años y posibles situaciones de estrés (Montgomery *et alii*, 2013). Los isótopos de hidrógeno, azufre y estroncio también son útiles para estudiar la dieta (los dos primeros) y las migraciones de los grupos estudiados (Oulhote *et alii*, 2011). Por otro lado, los análisis de material genético (ADN y ARN) están en los últimos años mostrando el parentesco no solo entre grupos de humanos anatómicamente modernos (Krause y Pääbo, 2016), sino también la relación que estos mantenían con otras especies de homínidos coetáneas (Vernot *et alii*, 2016).

En Cantabria es notable la escasez de restos humanos. Durante el Paleolítico medio varios frag-

mentos aislados fueron recuperados en el nivel 18 (Auriñaciense inicial) de El Castillo, si bien no eran claramente diagnósticos proponiéndose la posibilidad de que pudiesen pertenecer a Neandertales más que a humanos modernos (Cabrera *et alii*, 2005; Garralda, 2006). Durante el Paleolítico superior, no es hasta el Magdaleniense cuando la presencia de restos humanos es algo más frecuente, si bien en su mayoría corresponden a elementos aislados, dientes o fragmentos de esqueletos incompletos (Balbín, 2015). Recientemente el descubrimiento del enterramiento secundario de la Dama Roja en la Cueva del Mirón, fechado hace 18.000 años, ha ampliado el registro de restos humanos en este periodo (Figura 9). Un estudio multidisciplinar por más de 20 investigadores y publicado en 2015 en el volumen 60 de *Journal of Archaeological Science* ha proporcionado múltiple información sobre esta mujer de unos 35-40 años hallada en la parte más interna del yacimiento (Straus *et alii*, 2015). Los resultados de esta investigación ha permitido obtener su ADN (Fu *et alii*, 2016), conocer su anatomía, su dieta, tafonomía de los huesos humanos, características y distribución espacial del enterramiento, origen del ocre encontrado sobre los huesos, el tipo de artefactos líticos, el arte parietal en el área del enterramiento, el tipo de elementos decorados en concha y dientes. En definitiva conocer más sobre el modo de vida y muerte durante el Magdaleniense inferior en Cantabria (Straus *et alii*, 2015).

En conclusión, el estudio de los restos óseos humanos no debe ser subestimado ya que pueden proporcionar gran cantidad de información que puede ser crucial a la hora de entender la existencia de los grupos humanos del pasado.

En la actualidad en el Laboratorio de Bioarqueología A. Higuero está desarrollando su tesis doctoral usando isótopos estables de carbono, nitrógeno y estroncio para conocer los posibles cambios en la dieta humana, así como los patrones migratorios que tuvieron lugar durante la transición del Mesolítico al Neolítico en la Región Cantábrica.

III.4. Arqueobotánica

La arqueobotánica es otra línea de investigación dentro del Laboratorio de Bioarqueología que se centra en el estudio de restos de plantas recuperadas en contextos arqueológicos. Esta disciplina tiene muchas ramas que estudian diferentes tipos de restos de plantas, que se pueden agrupar en dos grandes grupos: macrorrestos (restos visibles a simple vista pero que requieren instrumentos de magnificación de baja potencia para su análisis, e.g. semillas y frutos) y microrrestos (restos microscópicos no visibles a simple vista que requieren de instrumentos de aumento de gran potencia, e.g. polen) (Figura 10). Cada rama de la arqueobotánica tiene sus propias metodologías y líneas

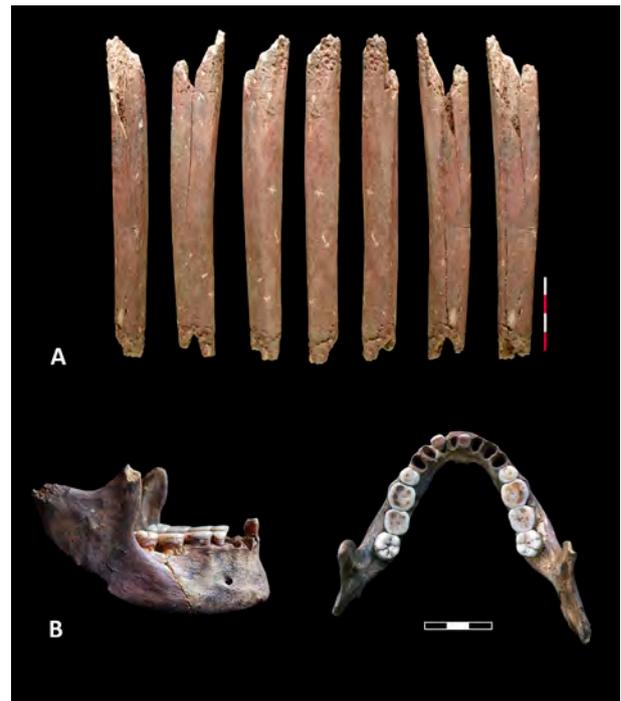


Figura 9: Vista de la tibia y la mandíbula de la Dama Roja hallada en la Cueva de El Mirón. La mandíbula corresponde a una mujer de 35-40 años, mientras que la tibia apareció mordida en ambas epífisis, probablemente, por un lobo.

de investigación y cada tipo de resto sus diferentes potenciales de preservación (Figura 10).

III.4.1. Carpología

Específicamente la investigación en el IIIIC se ha centrado en el estudio de carporrestos o macrorrestos vegetales no leñosos (restos de semillas y frutos) como un elemento esencial de la investigación arqueológica, con el objetivo de obtener datos paleoambientales que permitan comprender la gestión de los recursos vegetales por las sociedades del pasado. Además, los carporrestos suelen ser los elementos más apropiados para la realización de dataciones radiocarbónicas (e.g. López-Dóriga, 2014).

En la actualidad, las principales líneas de investigación de la carpología desarrolladas en el Laboratorio de Bioarqueología son:

- La domesticación de las plantas y su dispersión geográfica a través de la agricultura.
- Las prácticas agrícolas y de gestión del bosque.
- La etnobotánica (los usos de las plantas).

La metodología carpológica requiere de la puesta en práctica de estrategias de muestreo durante el curso de la excavación arqueológica, así como de la aplicación de técnicas específicas de recuperación de macrorrestos vegetales. Las estrategias de muestreo deben de ser sistemáticas (Hastorf y Popper, 1998) para la correcta obtención de resultados significativos desde el punto de vista socioeconómico, pero pueden variar en su grado de extensión o intensidad de acuerdo con la naturaleza del contexto arqueológico (cro-

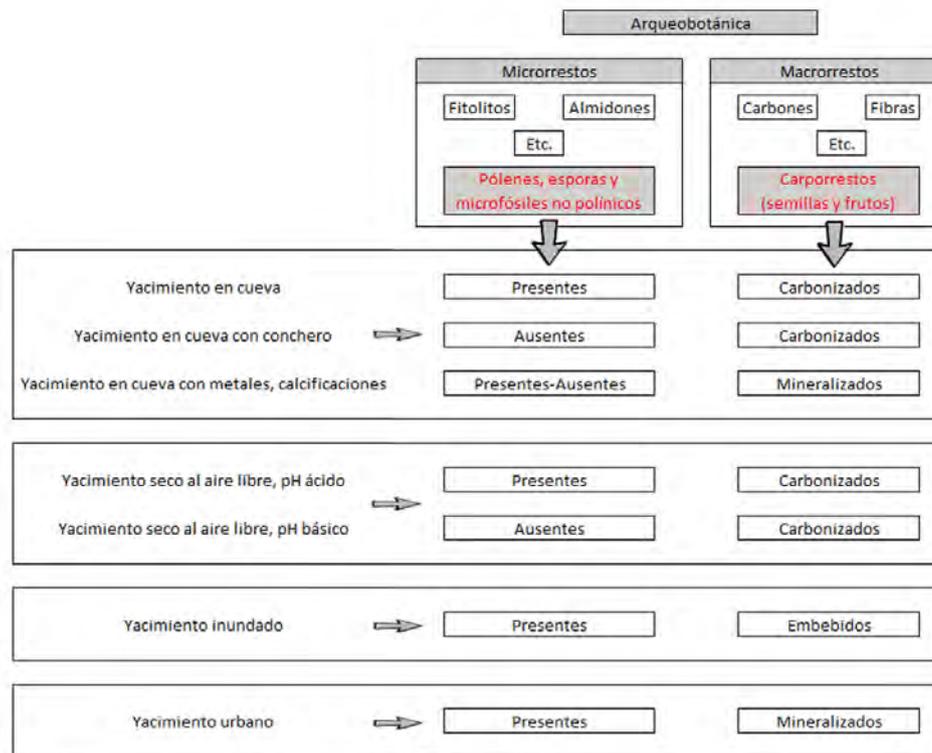


Figura 10: Ejemplos de microrrestos y macrorrestos vegetales, y de preservación de pólenes y semillas en los tipos de yacimientos que se pueden encontrar en Cantabria.

nología, funcionalidad, condiciones físicas, etc.). Un mínimo de 40 litros de sedimento por unidad estratigráfica asegura la obtención de datos que pueden ser interpretados con confianza en su representatividad. Las técnicas de recuperación de macrorrestos vegetales de sedimentos arqueológicos (flotación, criba...) varían en función del tipo de preservación (carbonización, desecación, mineralización o embibición). La técnica más apropiada para la recuperación de restos carbonizados, que es la forma más generalizada de preservación de macrorrestos vegetales en la Europa templada, es la flotación. La flotación consiste en la separación de elementos poco densos, como semillas y frutos, del resto de elementos pesados presentes en el sedimento de los yacimientos arqueológicos, mediante la inmersión en agua. La flotación puede ser manual, con cubos, o con máquinas de diversa complejidad. Dos fracciones, una ligera y una pesada, resultan del proceso de flotación y deben ser examinadas por personal mínimamente formado en arqueobotánica. La clave para una correcta recuperación de macrorrestos vegetales es la recogida del residuo ligero ("flot") en una malla de 250-300 micras y la inspección y selección de los macrorrestos mediante instrumentos de aumento óptico. Los macrorrestos vegetales son posteriormente identificados a nivel anatómico y taxonómico mediante la comparación con atlas especializados y colecciones comparativas.

Los estudios carpológicos en Cantabria no han

sido suficientemente desarrollados en la investigación arqueológica hasta momentos recientes y su aplicación sigue siendo muy parcial, de acuerdo con diferencias de metodología arqueológica que, en la práctica, desgraciadamente, varían en función de aspectos ajenos a la naturaleza de los yacimientos arqueológicos y las preguntas a las que deberían pretender responder los proyectos de intervención. Por un lado, la ausencia de cualquier tipo de mención a los restos arqueobotánicos en la normativa regional sobre patrimonio arqueológico hace que los análisis de este tipo queden habitualmente excluidos de cualquier intervención de salvamento. Idealmente, las normativas regional y nacional deberían ser actualizadas para poder alcanzar niveles de desarrollo en el conocimiento sobre las sociedades del pasado al nivel de otros países europeos (e.g. Reino Unido), en los que la recuperación de datos paleoambientales forma parte de la práctica arqueológica normativa. Con respecto a las intervenciones de investigación, el panorama es comparativamente mejor, aunque dista de poder considerarse "adecuado". La mayor parte de los estudios carpológicos realizados hasta la fecha han sido realizados en contextos prehistóricos, en parte porque la mayor parte de las investigadoras en carpolología que han desarrollado su investigación en la región (Lydia Zapata, Leonor Peña-Chocarro, Inés López-Dóriga, ver más abajo) se han involucrado personalmente en proyectos centrados en tales cronologías, y en parte por-

que son generalmente los investigadores en arqueología prehistórica (o formados en ella) los que aplican acercamientos multidisciplinarios en sus proyectos de intervención.

De esta forma, la investigación carpológica en Cantabria tiene su primer ejemplo en la cueva de El Juyo en los años 80 (Freeman, 1989), de la mano de investigadores de centros extranjeros que inyectaron en Cantabria los nuevos métodos de recuperación sistemática de macrorestos botánicos en yacimientos arqueológicos, poco después de que se desarrollaran por primera vez en otras partes del mundo (e.g. Struever, 1968). Desgraciadamente, estos estudios no tuvieron continuidad, puesto que, aunque desde entonces la flotación sistemática ha formado parte de muchos de los proyectos de investigación en varios grupos regionales con actividad arqueológica, no ha habido muchos investigadores que hayan trabajado con las muestras tomadas, en gran parte por la inexistencia de partidas presupuestarias que incluyeran financiación para la realización de tales estudios.

A lo largo de los años 90 y primera década del siglo XXI, la mayor parte de los estudios carpológicos en yacimientos de Cantabria fueron realizados de manera informal por una gran investigadora en la historia de la carpología ibérica y pionera en el País Vasco (Zapata Peña, 2002) y que por proximidad geográfica y afinidad investigadora fue consultada por algunos de los investigadores llevando a cabo proyectos en Cantabria. Desgraciadamente, y a consecuencia de la informalidad de las consultas, dichos estudios raramente fueron publicados en extensión, sino que quedaron reducidos a pequeñas referencias en textos poco explícitos desde el punto de vista metodológico. Esta deficiente publicación de datos carpológicos ha cambiado en la última década, a raíz del estudio (externo) sistemático de muestras de flotación en el marco del proyecto de investigación de la Cueva del Mirón (Peña-Chocarro, 2005), desarrollado por el IIIPC, y a raíz de la propia investigación desarrollada en el IIIIPC.

Recientemente, López-Dóriga (2015-2016) ha llevado a cabo, en el marco de su tesis doctoral, el estudio de macrorestos vegetales procedentes de varios proyectos de excavación arqueológica desarrollados por el IIIPC: Poças de S. Bento y Cabeço do Pez en Portugal o El Toral III y El Mazo en Asturias. Estos estudios se han desarrollado en el marco de los proyectos DOMATLAN, COASTTRAN, TRACECHANGE y COCHANGE. Esta investigación ha permitido la documentación de las evidencias más antiguas de agricultura en la costa atlántica de la Península Ibérica en varios yacimientos neolíticos de Portugal y por las primeras poblaciones humanas en las Islas Baleares y la profundización en el conocimiento sobre la utilización de las plantas silvestres entre los últimos cazadores recolectores y los primeros agricultores.

Nuevos avances metodológicos han sido llevados a cabo en aspectos tafonómicos de la preservación de macrorestos vegetales en yacimientos arqueológicos en el marco de la investigación desarrollada en el IIIIPC, haciendo uso de otras instalaciones adicionales de la UC.

Igualmente, la investigación en carpología en el IIIIPC ha permitido, mediante la colaboración con otros proyectos externos, la obtención de nuevos datos para la mejor comprensión de las prácticas de gestión de los recursos vegetales por las sociedades del pasado de la Península Ibérica, desde el Paleolítico Medio hasta la Edad Media. A raíz de estos estudios, diversos proyectos arqueológicos de gran importancia para la arqueología cántabra han tomado muestras por primera vez (e.g. Iuliobriga y Camesa-Rebolledo), y su estudio podría contribuir a la obtención de nuevos datos de gran interés para la comprensión de las sociedades del pasado en Cantabria.

III.4.2. La palinología arqueológica: el estudio del polen

La rama de la palinología que se encarga de identificar los pólenes y las esporas fosilizados en el suelo de los yacimientos arqueológicos se denomina palinología arqueológica o arqueopalinología. Ésta aporta datos de gran valor sobre la vegetación de un determinado periodo, las condiciones climáticas reinantes en el momento de estudio, la vida vegetal o animal de la zona, o la manera en la que el ser humano utilizaba los recursos de su alrededor y cómo fue modificando el medio ambiente de su entorno a través de distintos fenómenos de quema, deforestación, cultivo, etc., a lo largo de diferentes periodos culturales y cronológicos (Carrión *et alii*, 2000; López Sáez *et alii*, 2003).

Muy particularmente, no debe olvidarse que la Palinología arqueológica aporta elementos de discusión a la problemática propia de cada yacimiento arqueológico (Diot, 1984/1985; López Sáez *et alii*, 2003). En este sentido, la investigación palinológica informa sobre la deforestación del entorno de un yacimiento, su antropización y el enriquecimiento de los suelos con nutrientes como fósforo y nitrógeno, la utilización selectiva de alguna especie -p.ej. *Polypodium vulgare* en lechos de cama (Argant, 2001)- la existencia de una cabaña ganadera, la introducción de especies exóticas, así como el establecimiento de cultivos (cereales, leguminosas, etc.), sobre el grado de contaminación de las aguas, la evolución temporal del trofismo, la utilización selectiva del fuego, el origen natural o antrópico de los incendios, la relación entre los periodos de sequedad y humedad, el nivel de circulación del agua, la variación del nivel de la capa freática, el grado de erosión, e incluso del mismo nivel de antropización de un yacimiento en el sentido de poder cuantificar el grado de ocupación

y las fases de abandono (Diot, 1984-85; López Sáez *et alii*, 2003).

La investigación arqueológica, por lo tanto, debe ser entendida dentro de un marco interdisciplinar redundando en beneficio de las disciplinas implicadas. Arqueólogos y paleoecólogos, entre otros, deben trabajar conjuntamente, gestionando una 'alianza' pluri e interdisciplinar que haga avanzar sus respectivos campos (Briggs *et alii*, 2006).

Las fases que constituyen el trabajo palinológico están bastante estandarizadas y existe abundante bibliografía al respecto (Burjachs *et alii*, 2003; López Sáez *et alii*, 2003). El proceso metodológico para el estudio arqueopalínológico comienza con una primera fase de muestreo, que será distinta dependiendo del contexto sedimentológico (yacimientos arqueológicos o turberas). En el caso de los yacimientos arqueológicos se siguen dos estrategias principales. Por un lado, la tradicional, en columna, también denominada muestreo vertical, muestreo en "perfil estratigráfico" o "continuo" que es el más adecuado en caso de contar con perfiles estratigráficos abiertos (Burjachs *et alii*, 2003; López Sáez *et alii*, 2003). Por otro lado, se emplea el muestreo horizontal, en el que se toman muestras directamente de la superficie de diferentes unidades estratigráficas durante el proceso de excavación.

En el caso de las turberas, la toma de muestras se lleva a cabo con el empleo de una sonda manual. La utilizada en todos los casos que se mencionarán más adelante fue la sonda rusa del Laboratorio de Arqueobiología del CSIC (CCHS, Madrid).

Tras la recogida de las muestras, se procede al tratamiento químico de las mismas que consiste en que, tras el lavado del sedimento, éste es sometido a diferentes ataques químicos con ácidos y bases (ácido clorhídrico, hidróxido sódico), para eliminar carbonatos, materia orgánica y silicatos, de tal manera que al final del proceso únicamente quede el contenido esporo-polínico. Este último es concentrado mediante licor de Thoulet, que permite separar los microfósiles polínicos y no polínicos del resto por diferencias densimétricas (Burjachs *et alii*, 2003; López Sáez *et alii*, 2003). La porción final del sedimento se conserva en gelatina de glicerina, para su posterior montaje y lectura al microscopio óptico. La identificación a nivel taxonómico se lleva a cabo mediante comparación con colecciones de referencia (Laboratorio de Arqueobiología del CSIC, CCHS, Madrid) y con atlas especializados (Fig. 11). Parte del trabajo de identificación microscópica se está llevando a cabo en el Departamento de Geología de la Universidad de Cantabria, que cuenta con un microscopio petrográfico apto para este cometido.

Los análisis polínicos en Cantabria se iniciaron tímidamente a mediados de la década de los 60 y principios de los 70 con los estudios de la cueva del Otero y cueva Morín. Durante los años 80 del siglo XX se lle-

varon a cabo una serie de estudios en turberas, como las de Cueto de la Avellanosa y Alsa o los Tornos, así como en depósitos arqueológicos en las cuevas de Rascaño y Chufín.

Durante la década de los 90, aparte de trabajos realizados por Salas (1992; 1995) y las revisiones de Sánchez Goñi (1991; 1994) los estudios polínicos fueron bastante escasos, aunque no por ello carentes de relevancia. Ya en los inicios del siglo XXI, se produjo un claro ascenso de este tipo de estudios, especialmente orientados a la obtención de datos paleoambientales en cuevas y yacimientos arqueológicos, como La cueva del Esquilleu, la cueva de Cobrante o los estudios realizados por Carrión y Duprè en 2002 en la sala de las pinturas de Altamira. Todos los estudios anteriormente mencionados están recogidos en una obra imprescindible para ampliar el conocimiento sobre los principales registros paleobotánicos de la región, como es el volumen publicado por Carrión *et alii*, (2012) denominado "Paleoflora y paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario" en el que se incluyen secuencias de polen fósil, carbón arqueológico, semillas y otros restos vegetales. En los últimos años, se han venido realizando estudios de manera más o menos continuada en yacimientos, como es el caso de la Cueva de El Mirón (Iriarte *et alii*, 2015) y en turberas, como la de Cuzalón (López-Sáez *et alii*, 2013; Pellejero *et alii*, 2014) por poner sólo unos ejemplos. Actualmente, desde el IIIIPC y en estrecha colaboración con el Laboratorio de Arqueobiología del CSIC, se están llevando a cabo diversos análisis que tienen como objetivo profundizar en el conocimiento sobre los estudios arqueobotánicos llevados a cabo en la región para arrojar un poco de luz sobre los efectos que los cambios climáticos



Figura 11: Algunos ejemplos de pólenes comunes en la Región Cantábrica. A.- *Betula alba* (Abedul); B.- *Tilia codata* (Tilo de hoja pequeña); C.- *Fagus sylvatica* (Haya común); D.- *Pinus Sylvestris* (Pino silvestre).



Figura 12: Actividades de divulgación científica desarrolladas por el grupo de investigadores del Laboratorio de Bioarqueología. Derecha: Marie Curie Laboratory Open Day. Centro: European Researcher's Night. Izquierda: Campus Infantil de la Universidad de Cantabria.

abruptos pudieron tener sobre las poblaciones humanas durante el Holoceno. Estos trabajos se ubican geográficamente en Cantabria y en el Oriente de Asturias, y se enmarcan bajo el estudio de la tesis doctoral desarrollada por S. Núñez de la Fuente y financiada a través de los proyectos COASTTRAN y COCHANGE. Se pueden destacar los estudios realizados en las turberas del Llano de Roñanzas (Llanes, Asturias) y las turberas de Sotombo (Arredondo) y Cueto de la Avellanosa (Polaciones), ambas en Cantabria. En cuanto a yacimientos arqueológicos, se están realizando estudios sobre las cuevas de El Mazo y El Toral III (Llanes, Asturias), La Fragua (Santoña, Cantabria) y La Garma (Ribamontán al Monte, Cantabria).

IV. DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DESARROLLADA EN EL LABORATORIO DE BIOARQUEOLOGÍA

La difusión y divulgación de la investigación desarrollada en el Laboratorio de Bioarqueología se considera una labor indispensable como medio de transmisión del conocimiento, no solo dentro del mundo académico, sino también en la sociedad en general, especialmente cuando los proyectos son financiados con fondos públicos. Desde su creación este objetivo ha sido prioritario. Así, dentro de la difusión científica en el entorno académico los resultados de las investigaciones realizadas se han publicado en diferentes medios, como libros, capítulos de libro, revistas nacionales e internacionales de revisión por pares, además de su presentación en congresos, seminarios o workshops.

Por otro lado, las labores de divulgación que se realizan de cara a la sociedad son variadas y dirigidas a diferentes tipos de público, desde niños de tres años a un público adulto no especializado. Es de destacar la participación, en representación del IIIPC, en las actividades de la Unidad de Cultura Científica desarrolladas por la Universidad de Cantabria en colaboración con otros institutos de investigación y departamentos de la Universidad de Cantabria. Algunos ejemplos son actividades que se desarrollan anualmente como la Semana de la Ciencia, la Feria de la Ciencia, el Campus Infantil y desde 2013 la Noche Europea de los

investigadores y las exposiciones temporales de "Mujer y ciencia: 13 nombres para cambiar la historia" y "Fotciencia11", entre otros. Así mismo, se han desarrollado actividades de puertas abiertas, dentro de proyectos europeos, tales como el Marie Curie Open Day dentro del proyecto EUROREFUGIA (Fig. 12).

Además de todo lo anteriormente expuesto, la utilización de medios de información y comunicación como plataformas digitales, páginas web y redes sociales es fundamental para difundir el desarrollo de las investigaciones. Para ello contamos con numerosas plataformas digitales tales como la página web del IIIPC (<http://www.iiipc.unican.es/>) con un apartado específico del Laboratorio (http://www.iiipc.unican.es/?page_id=2749) y con perfiles en la red social Facebook dónde puede consultarse toda la información relativa a las investigaciones y actividades realizadas tanto en el Laboratorio de Bioarqueología (<https://www.facebook.com/uclaboratoriobioarqueologia>) como en el IIIPC (<https://www.facebook.com/iiipcuc>). En los últimos años desde el IIIPC y el laboratorio se han organizado varias conferencias, seminarios, cursos y congresos internacionales, tales como el II Taphonomy Working Group Meeting y la IV Reunión Científica de Arqueomalacología de la Península Ibérica.

V. FUTURO DE LA INVESTIGACIÓN BIOARQUEOLÓGICA EN CANTABRIA

El enorme potencial arqueológico de la provincia de Cantabria, y de la Región cantábrica en general, permiten concebir un futuro prometedor de la bioarqueología como disciplina de estudio para conocer cómo vivieron los grupos humanos en el pasado y cuál fue su relación con el medioambiente, así como adaptaron sus estrategias económicas, sociales y culturales a los cambios climáticos. La puesta en marcha de nuevos estudios y metodologías en este campo, tanto en la Universidad de Cantabria, como en colaboración con otros grupos de investigación nacionales e internacionales, tal y como se ha venido realizando hasta la actualidad, permitirá situar la investigación realizada en Cantabria en un entorno competitivo que permitirá seguir captando fondos que hagan posible continuar con la tarea

investigadora. No debemos olvidarnos, la necesidad de seguir divulgado los resultados obtenidos, no sólo en el ámbito académico sino a la sociedad en general. Sin ciencia no hay pasado, pero tampoco hay futuro.

AGRADECIMIENTOS

La investigación llevada a cabo por el grupo de investigadores del Laboratorio de Bioarqueología ha sido posible gracias a diversas fuentes de financiación españolas y europeas. En primer lugar, a título personal señalar las siguientes ayudas: Programa Ramon y Cajal a ABMA (RYC-2011-00695), Programa Juan de la Cierva a IGZ (JCI-2012-12094) y DCS (IJCI-2014-20590), Marie Skłodowska-Curie Individual Fellowship a JJ (H2020-MSCA-IF-2014-Ref. 656122), Becas Predoctorales FPI a JMG (BES-2013-063309) y RSR (BES-2014-070075), AH (BES-2015-075176), Predoctorales UC a ILD y AGE y Técnicos de Apoyo I+D a LAP (PTA2013-8401-I). En segundo lugar, parte de estas investigaciones forma o ha formado parte de los siguientes proyectos de investigación financiados por la Comisión Europea (FP7-PEOPLE-2012-CIG (322112), la British Academy y The Royal Society (Newton International Fellowship NF100413), y el Ministerio de Economía y Competitividad de España (HAR2008-06477-C03-00/HIST; HAR2010-22115-C02-01; HAR2011-29907-C03-00; HAR2012-33956; HAR2013-46802-P; HAR2014-51830-P). Por último, queremos agradecer el acceso a los fondos de museos como los depositados en el Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria (MUPAC), el Museo de Altamira, Centro de Patrimonio Cultural Mueble de Gipuzkoa (Gordailua), Museo Arqueológico de Asturias, Grupo de Ingeniería Fotónica de la Universidad de Cantabria, Laboratorio de la División de Ciencia e Ingeniería de los Materiales de la Universidad de Cantabria (LADICIM) e Instituto de Biomedicina y Biotecnología de Cantabria.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez Fernández, E. (2006): *Los objetos de adorno-colgantes del Paleolítico Superior y del Mesolítico en la cornisa cantábrica y en el valle del Ebro: una visión europea*, Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Álvarez-Fernández, E. (2011): "Humans and marine resource interaction reappraised: Archaeofauna remains during the late Pleistocene and Holocene in Cantabrian Spain", *Journal of Anthropological Archaeology* 30(3): 327-343.
- Altuna, J. (1972): *Fauna de mamíferos de los yacimientos prehistóricos de Guipúzcoa*, Munibe 24, San Sebastián.
- Altuna, J. (1981): "Restos óseos del yacimiento prehistórico de Rascaño", *El Paleolítico Superior de la Cueva de Rascaño* (J.González Echegaray, J.Barandiarán eds.), Monografías del Centro de Investigación y Museo de Altamira 3, Santander: 223-269.
- Argant, J. (2001): "What is the meaning of the high percentages of fern spores in archaeological sediment palynological analyses", *Proceedings of the IX International Palynological Congress* (D.K.Goodman, R.T.Clarke eds.), Texas: 339-345.
- Bailey, G. N. y Craighead, A. S. (2003): "Late Pleistocene and Holocene coastal paleoeconomies: a reconsideration of the molluscan evidence from Northern Spain", *Geoarchaeology* 18(2): 175-204.
- Balbin, R. (2015): "Death in the cave. Human remains from the Upper Palaeolithic in the Iberian Peninsula", *Death as Archaeology of Transition: Thoughts and Materials* (L.Rocha, P.Bueno-Ramírez, G.Branco eds.), B.A.R.-International Series 2708, Oxford: 1-28.
- Bastir, M. *et alii* (2014): "Three-dimensional analysis of sexual morphism in human thoracic vertebrae: Implications for the respiratory system and spine morphology", *American Journal of Physical Anthropology* 155: 513-521.
- Binford, L. R. (1981): *Bones: ancient men and modern myths*, Academic Press, New York.
- Brain, C. K. (1981): *The Hunters or the hunted? An introduction to African cave taphonomy*, University of Chicago Press, Chicago.
- Briggs, J. M. *et alii* (2006): "Why ecology needs archaeologists and archaeology needs ecologists", *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(4): 180-188.
- Burjachs, F., López Sáez, J. y Iriarte, M. (2003): "Metodología arqueopalinológica", *La Recogida de Muestras en Arqueobotánica: Objetivos y Propuestas Metodológicas* (R.Buxó, R.Piqué eds.), Barcelona: 11-18.
- Chisholm, B. S., Nelson, D. E. y Schwarcz, H. P. (1982): "Stable Carbon isotope Ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in Ancient Diets", *Science* 216: 1131-1132.
- Cabrera, V. *et alii* (2005): "Excavaciones en El Castillo: veinte años de reflexiones", *Neandertales Cantábricos* (R.Montes, J.A.Lasheras eds.), Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira 20, Madrid: 505-526.
- Carrión, J. S. -coord.- (2012): *Paleoflora y paleovegetación de la Península Ibérica e Islas Baleares: Plioceno-Cuaternario*, Ministerio de Economía y Competitividad, Universidad de Murcia, Murcia.
- Carrión, J. S. *et alii* (2000): "Paleoclimas e historia de la vegetación cuaternaria en España a través del análisis polínico: viejas falacias y nuevos paradigmas", *Complutum* 11: 115-142.
- Carrión, J. S. y Dupré, M. (2002): "Los paisajes vegetales de Altamira en el Paleolítico Superior", *Redescubrir Altamira* (J.A.Lasheras Corrucho ed.), Turner Publicaciones, Madrid: 141-149.
- Cuenca-Bescós, G. *et alii* (2012): "Relationship between Magdalenian subsistence and environmental change. The Mammalian evidence from El Mirón (Spain)", *Quaternary International* 272-273: 125-137.
- Cuenca-Solana, D. (2013): *Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en las formaciones económico-sociales de los cazadores-recolectores-pescadores y primeras sociedades tribales de la fachada atlántica europea*, Universidad de Cantabria, Santander.
- Cuenca-Solana, D. (2015): "The Use of Shells by Hunter-Fisher-Gatherers and Farmers from the Early Upper Palaeolithic to the Neolithic in the European Atlantic Façade: A Technological Perspective", *The Journal of Island and Coastal Archaeology* 10: 52-75.
- Cuenca-Solana, D. *et alii* (2013): "Shell technology, rock art and the role of coastal resources in the upper Palaeolithic", *Current Anthropology* 54(3): 370-380.
- Cuenca-Solana, D. *et alii* (2016): "Painting Altamira Cave? Shell tools for ochre-processing in the Upper Palaeolithic in northern Iberia", *Journal of Archaeological Science* 74: 135-151.
- Dari, A. (1999): "Les grandes mammifères du site Pleistocène Supérieur de la Grotte du Castillo. Etude archéozoologique: Données Paléontologiques, taphonomiques et paleoethnographiques", *Espacio, Tiempo y Forma, Serie - I, Prehistoria* 12: 103-127.
- Deith, M. (1983): "Seasonality of shell collecting, determined by oxygen isotope analysis of marine shells from Asturian sites in Cantabria", *Animals and Archaeology* (C.Grigson, J.Clutton-Brock eds.), Oxford: 67-76.
- Deith, M. y Shackleton, N. J. (1986): "Seasonal exploitation of marine molluscs: oxygen isotope analysis of shell from La Riera cave", *La Riera Cave. Stone Age Hunter-Gatherer Adaptations in Northern Spain* (L.G.Straus, G.A.Clark eds.), Tempe: 299-313.
- Diot, M. (1984-85): "Aspects particuliers de la démarche palynologique. 2. La palynologie des époques historiques en France", *Nouvelles de l'Archéologie* 18: 23-26.

- Duarte, C. M. (2014): "Red ochre and shells: clues to human evolution", *Trends in Ecology and Evolution* 29(10): 560-565.
- Erlanson, J. M. (2001): "The Archaeology of Aquatic Adaptations: Paradigms for a New Millennium", *Journal of Archaeological Research* 9: 287-350.
- Ferguson, J. E. et alii (2011): "Increased seasonality in the Western Mediterranean during the last glacial from limpet shell geochemistry", *Earth and Planetary Science Letters* 308(3-4): 325-333.
- Fisher, J. W. (1995): "Bone surface modifications in Zooarchaeology", *Journal of Archaeological Method and Theory* 2(1): 7-68.
- Freeman, L. G. et alii (1988): "Dimension of research at El Juyo. An early Magdalenian site in Cantabrian Spain", *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia* (H.L.Dibble, A.M.White eds.), Pennsylvania: 3-29.
- Fu, Q. et alii (2016): "The genetic history of Ice Age Europe", *Nature* DOI: 10.1038/nature17993.
- Fuentes Vidarte, C. (1980): "Estudio de la fauna de El Pendo", *El Yacimiento de la Cueva de El Pendo. Excavaciones 1953-1957* (J.González Echegaray ed.) *Bibliotheca Praehistorica Hispana* 17, Madrid.
- García-Escárcaga, A. et alii (2015): "Mg/Ca ratios measured by laser induced breakdown spectroscopy (LIBS): a new approach to decipher environmental conditions", *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 30(9): 1913-1919.
- Garralda, M. D. (2006): "¿Y si las gentes del nivel 18 b de la cueva de El Castillo fueran Neandertales?", *En el Centenario de la Cueva de El Castillo* (V.Cabrera, F.Bernaldo de Quiros, J.M.Mañillo, eds.), UNED, Santander: 435-452.
- Geiling, J. M. y Marín Arroyo, A. B. (2015): "Spatial distribution analysis of the Lower Magdalenian human burial in El Mirón Cave (Cantabria, Spain)", *Journal of Archaeological Science* 60: 47-56.
- González Echegaray, J. y Freeman, L. G. (1978): *Vida y muerte en Cueva Morín*, Institución Cultural de Cantabria, Santander.
- González Pellejero, R. et alii (2014): "Dinámicas naturales y antropicas en los paisajes vegetales de los valles internos de Cantabria occidental (Norte de España)", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 65: 139-165.
- González Sainz, C. (1992): "Aproximación al aprovechamiento económico de las poblaciones cantábricas durante el Tardiglacial", *Elefantes, Ciervos y Ovicaprinos. Economía y Aprovechamiento del Medio en la Prehistoria de España y Portugal* (A.Moure ed.), Universidad de Cantabria, Santander: 129-147.
- Gutiérrez-Zugasti, F. et alii (2009): *La explotación de moluscos y otros recursos litorales en la Región Cantábrica durante el Pleistoceno final y el Holoceno inicial*, Universidad de Cantabria, Santander.
- Gutiérrez-Zugasti, F. I. et alii (2011): "Instrumentos de trabajo y elementos de adorno en conchas de molusco de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia)", *La Cueva de Santimamiñe: Revisión y Actualización (2004-2006)* (J.C.López Quintana ed.), *Kobie - Serie Excavaciones Arqueológicas en Bizkaia* 1, Bilbao: 155-170.
- Gutiérrez-Zugasti, I. et alii (2012): "El aprovechamiento de moluscos y otros recursos litorales durante el Gravetiense en la Región Cantábrica: análisis arqueomalacológico de la cueva de la Fuente del Salín (Muñorrodero, Cantabria)", *Pensando el Gravetiense: Nuevos Datos para la Región Cantábrica en su Contexto Peninsular y Pirenaico/ Rethinking the Gravettian: New Approaches for the Cantabrian Region in its Peninsular and Pyrenean contexts* (C. de las Heras, J.A.Lasheras, A.Arrizabalaga, M. de la Rasilla eds.), Monografías del Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira 23, Madrid: 416-428.
- Gutiérrez-Zugasti, I. et alii (2013): "The role of shellfish in hunter-gatherer societies during the early Upper Palaeolithic: a view from El Cuco rockshelter, Northern Spain", *Journal of Anthropological Archaeology* 32: 242-256.
- Gutiérrez-Zugasti, I. et alii (2015): "Determination of sea surface temperatures using oxygen isotope ratios from *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778) in northern Spain: Implications for paleoclimate and archaeological studies", *The Holocene* 25(6): 1002-1014.
- Gutiérrez-Zugasti, I. et alii (2016): "Collection and consumption of echinoderms and crustaceans at the Mesolithic shell midden site of El Mazo (northern Iberia): Opportunistic behaviour or social strategy?", *Quaternary International* 407(Part B): 118-130.
- Hallmann, N. et alii (2009): "High-resolution sclerochronological analysis of the bivalve mollusk *Saxidomus gigantea* from Alaska and British Columbia: techniques for revealing environmental archives and archaeological seasonality", *Journal of Archaeological Science* 36(10): 2353-2364.
- Handley, L. L. et alii (1999): "The 15-N natural abundance ($\delta^{15}N$) of ecosystem samples reflects measures of water availability", *Australian Journal of Plant Physiology* 26: 185-199.
- Hastorf, C. A. y Popper, V. S. (1998): *Current paleoethnobotany: analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains*, University of Chicago Press, Chicago.
- Heaton, T. H. E. (1999): "Spatial, species, and temporal variations in the C-13/C-12 ratios of C-3 plants: implications for palaeodiet studies", *Journal of Archaeological Science* 26: 637-649.
- Heaton, T. H. E. et alii (1986): "Climatic influence on the isotopic composition of bone collagen", *Nature* 322: 822-823.
- Iriarte, M^a. J., Arrizabalaga, A. y Cuenca-Bescós, G. (2015): "The vegetational and climatic contexts of the Lower Magdalenian human burial in El Mirón Cave (Cantabria, Spain): implications related to human behavior", *Journal of Archaeological Science* 60: 66-74.
- Jones, J. R. et alii (2018): "Changing environments during the Middle-Upper Palaeolithic transition in the eastern Cantabrian Region (Spain): direct evidence from stable isotope studies on ungulate bones", *Scientific Reports* 8(1): 14842.
- Karakostis, F., Zorba, E. y Moraitis, K. (2015): "Sexual dimorphism of proximal hand phalanges", *International Journal of Osteoarchaeology* 25: 733-742.
- Klein, R. y Cruz-Urbe, K. (1985): "La fauna mamífera del yacimiento de la Cueva de El Juyo", campañas de 1978 y 1979", *Excavaciones en la Cueva de El Juyo* (I.Barandiarán Maestu, L.G.Freeman, J.González Echegaray, R.Klein eds.), Monografías del Centro de Investigación y Museo de Altamira 14, Santander: 99-120.
- Krause, J. y Pääbo, S. (2016) "Genetic time travel", *Genetics* 1: 9-12.
- Lahr-Mirazon, M. et alii (2016): "Inter-group violence among early Holocene hunter-gatherers of West Turkana, Kenya", *Nature* 529: 394-398.
- López-Dóriga, I. (2014): "¿Por qué datar carporrestos arqueológicos por radiocarbono?", *Nailos* 1: 167-180.
- López Sáez, J. A. et alii (2013): "Culazón, Cantabrian Mountains (northern Spain)", *Grana* 52: 316-318.
- López Sáez, J. A., López García, P. y Burjachs, F. (2003): "Arqueopalinología: síntesis crítica", *Polen* 12: 5-35.
- Lyman, R. L. (1994): *Vertebrate taphonomy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Madariaga de la Campa, B. (1963): "Análisis Paleontológico de la fauna terrestre y marina de la Cueva de La Chora", *Cueva de La Chora, Excavaciones Arqueológicas en España* 26, Madrid: 51-74.
- Maier, A. et alii (2016): "Demographic estimates of hunter-gatherers during the Last Glacial Maximum in Europe against the background of palaeoenvironmental data", *Quaternary International* <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2016.04.009>.
- Marín-Arroyo A. B. (2004): *Análisis Arqueozoológico, Tafonómico y de Distribución espacial de la fauna de mamíferos de la Cueva de La Fragua (Santoña, Cantabria)*, Ediciones TGD, Santander.
- Marín-Arroyo, A. B. (2008a): "El yacimiento paleolítico de la Cueva del Mirón: resultados de la aplicación de nuevas metodologías arqueozoológicas", *Zooarqueología hoy. Encuentros Hispano-Argentinos* (C.Díez ed.), Universidad de Burgos, Burgos: 69-87.
- Marín-Arroyo, A. B. (2008b): "Patrones de movilidad y control del territorio en el Cantábrico Oriental durante el Tardiglacial", *Trabajos de Prehistoria* 65(1): 29-45.
- Marín-Arroyo, A. B. (2009): "Economic adaptations during the Late Glacial in northern Spain. A simulation approach", *Before Farming* 2(article 3): 1-18.

- Marín-Arroyo, A. B. (2010): *Arqueozoología en el cantábrico oriental durante la transición Pleistoceno/Holoceno: La Cueva del Mirón*, PubliCan, Universidad de Cantabria, Santander.
- Marín-Arroyo, A. B. (2013): "Human response to Holocene warming on the Cantabrian Coast (northern Spain): an unexpected outcome", *Quaternary Science Reviews* 81: 1-11.
- Marín-Arroyo, A. B. *et alii* (2008): "Archaeological implications of human-derived manganese coatings: a study of blackened bones in El Mirón Cave, Cantabrian Spain", *Journal of Archaeological Science* 35(3): 801-813.
- Marín-Arroyo, A. B. y González Morales, M. R. (2009): "Comportamiento económico de los últimos cazadores-recolectores y primeras evidencias de domesticación en el occidente de Asturias. La Cueva de Mazaculos II", *Trabajos de Prehistoria* 66(1): 47-74.
- Marín-Arroyo, A. B., González Morales, M. y Estévez, J. (2011): "Palaeoclimatic inference of the mid-Holocene record of the monk seal (*Monachus monachus*) in the Cantabrian Coast, Spain", *Proceedings of the Geologist Association* 122: 113-124.
- Marín-Arroyo, A. B. y Geiling, J. M. (2015): "Archeozoological Study of the Macromammal Remains Stratigraphically Associated with the Magdalenian Human Burial in El Mirón Cave (Cantabria, Spain)", *Journal of Archaeological Science* 60: 75-83.
- Martínez Moreno, J. (1998): *El modo de vida Neandertal: Una reflexión en torno a la ambigüedad en la interpretación de la subsistencia durante el Paleolítico Medio Cantábrico*, Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona (inédita).
- Matos, V., Marques, C. y Lopes, C. (2011): "Severe vertebral collapse in a juvenile from the graveyard (13th/14th-19th centuries) of the São Miguel church (Castelo Branco, Portugal): Differential palaeopathological diagnosis", *International Journal of Osteoarchaeology* 21: 208-217.
- Montgomery, J. *et alii* (2013): "Strategic and sporadic marine consumption at the onset of the Neolithic: Increasing temporal resolution in the isotope evidence", *Antiquity* 87: 1060-1072.
- Moreno Nuño, R. (1994): *Análisis arqueomalacológicos en la Península Ibérica. Contribución metodológica y biocultural*, Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid (inédita).
- Oulhote, Y. *et alii* (2011): "Using and interpreting isotope data for source identification", *Trends in Analytical Chemistry* 30: 302-312.
- Peña-Chocarro, L. *et alii* (2005): "The oldest agriculture in northern Atlantic Spain: new evidence from El Mirón Cave (Ramales de la Victoria, Cantabria)", *Journal of Archaeological Science* 32: 579-587.
- Phenice, T. (1969): "A newly developed visual method of sexing in the os pubis", *American Journal of Physical Anthropology* 30: 297-301.
- Prendergast, A. L. y Stevens, R. E. (2014): "Molluscs (Isotopes):" Analyses in Environmental Archaeology", *Encyclopedia of Global Archaeology* (C. Smith ed.), New York: 5010-5019.
- Reitz, E. J. y Wing, E. R. (2008): *Zooarchaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rigaud, S. y Gutiérrez-Zugasti, I. (2016): "Symbolism among the last hunter-fisher-gatherers in northern Iberia: Personal ornaments from El Mazo and El Toral III Mesolithic shell midden sites", *Quaternary International* 407: 131-144.
- Ríos-Garaizar, J. y García-Moreno, A. (2015): "Middle Paleolithic Mobility Patterns and Settlement System Variability in the Eastern Cantabrian Region (Iberian Peninsula): A GIS-Based Resource Patching Model", *Settlement Dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*, Volume IV, (N. Conard, A. Delagnes eds.), Tübingen Publications in Prehistory, Kerns Verlag, Tübingen: 329-360.
- Salas, L. (1992): "Propuesta de modelo climático para el Holoceno en la vertiente cantábrica en base a los datos polínicos", *Cuaternario y Geomorfología* 6: 63-69.
- Salas, L. (1995): "Los estudios polínicos en España, utilizados en la reconstrucción climática de los últimos 10.000 años", *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe* 20: 67-98.
- Salazar-García, D. *et alii* (2016): "A combined dietary approach using isotope and dental buccal-microwear analysis of human remains from the Neolithic, Roman and Medieval periods from the archaeological site of Tossal de les Basses (Alicante, Spain)", *Journal of Archaeological Science Reports* 6: 610-619.
- Sánchez-Goñi, M. F. (1991): *Analyses palynologiques des remplissages de grotte de Lezetxiki, Labeko et Urutiaga (Pays Basque espagnol). Leur place dans le cadre des sequences polliniques de la côte cantabrique et des Pyrénées occidentales. De la taphonomie pollinique á la reconstitution de l'environnement* Tesis de Doctorado, Museum National d'Histoire Naturelle á l'Institut de Paleontologie Humaine, Paris, 282 (inédita).
- Sánchez-Goñi, M. F. (1994): "L'environnement de l'homme préhistorique dans la région cantabrique d'après la taphonomie pollinique des grottes", *L'Anthropologie* 98(2-3): 379-417.
- Schöne, B. R. *et alii* (2011): "Sr/Ca and Mg/Ca ratios of ontogenetically old, long-lived bivalve shells (*Arctica islandica*) and their function as paleotemperature proxies", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 302(1): 52-64.
- Stevens, R. E. y Hedges, R. E. M. (2004): "Carbon and Nitrogen Stable Isotope Analysis of Northwest European Horse Bone and Tooth Collagen, 40,000 BP-Present: Palaeoclimatic Interpretations", *Quaternary Science Reviews* 23: 977-991.
- Stevens, R. E. *et alii* (2014): "Investigation of Late Pleistocene and Early Holocene palaeoenvironmental change at El Mirón cave (Cantabria, Spain): Insights from carbon and nitrogen isotope analyses of red deer", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 414: 46-60.
- Straus, L. G. González Morales *et alii* (2015): "The Red Lady of El Mirón. Lower Magdalenian life and death in Oldest Dryas Cantabrian Spain: an overview", *Journal of Archaeological Science* 60: 134-137.
- Struever, S. (1968): "Flotation techniques for the recovery of small scale archaeological remains", *American Antiquity* 33: 353-362.
- Surge, D. *et alii* (2013): "Isotope sclerochronology and season of annual growth line formation in limpet shells (*Patella vulgata*) from cold- and warm-temperate zones in the eastern North Atlantic", *PALAIOS* 28(6): 386-393.
- Thèves, C. *et alii* (2016): "About 42% of 154 remains from the 'Battle of Le Mans', France (1793) belong to women and children: Morphological and genetic evidence", *Forensic Science International* 262: 30-36.
- Van Der Merwe, N. J. y Medina, E., (1991): "The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia", *Journal of Archaeological Science* 18: 249-259.
- Vega-Maeso, C. *et alii* (2016): "El Abrigo de la Castañera (Cantabria, Spain): A Chalcolithic cattle stable?", *Quaternary International* 414: 226-235.
- Vernot, B. *et alii* (2016): "Excavating Neandertal and Denisovan DNA from the genomes of Melanesian individuals", *Science* 352: 235-239.
- Villotte, S. *et alii* (2010): "Enthesopathies as occupational stress markers: Evidence from the upper limb", *American Journal of Physical Anthropology* 142: 224-234.
- Villote, S. y Knüsel, C. (2016): "External auditory exostoses and prehistoric aquatic resource procurement", *Journal of Archaeological Science Reports* 6: 633-636.
- Yravedra, J. (2013): "New contributions in the subsistence of Middle-Upper Palaeolithic in northern of Spain", *Zooarchaeology and Modern Human Origins: Human Hunting Behavior During the Later Pleistocene*, (J. Clark, J.D. Speth eds.), *Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology*, Springer: 77-95.
- Zapata Peña, L. (2002): *Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: análisis de restos vegetales arqueológicos*, Kobie-Anejos 4, Bilbao.

