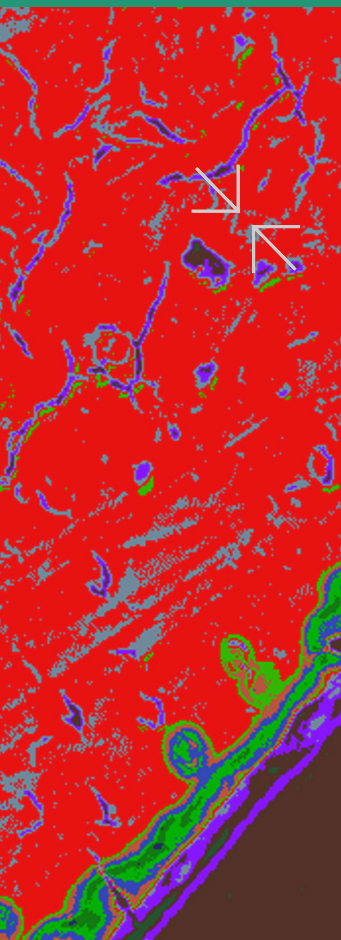


e-phc¹³



Guía de las ciencias experimentales aplicadas a la arqueología



Junta de Andalucía

Consejería de Turismo,
Cultura y Deporte

Instituto Andaluz
del Patrimonio Histórico

CONSEJERÍA DE TURISMO, CULTURA Y DEPORTE

Consejero de Turismo,
Cultura y Deporte
Arturo Bernal Bergua

Viceconsejero de Turismo,
Cultura y Deporte
Víctor Manuel González García

Secretaría General para la
Cultura
Salomón Castiel Abecasis

Director del Instituto
Andaluz del Patrimonio
Histórico (IAPH)
Juan José Primo Jurado

Edita:
Consejería de Turismo, Cultura
y Deporte. Junta de Andalucía

Copyright:
Consejería de Turismo, Cultura
y Deporte. Junta de Andalucía

Coordinación de la edición:
Instituto Andaluz del
Patrimonio Histórico

Coordinación científica:
Eloísa Bernáldez-Sánchez,
Instituto Andaluz del
Patrimonio Histórico
Esteban García-Viñas,
Instituto Andaluz del
Patrimonio Histórico

Coordinación general del
programa de publicaciones
del IAPH:
Marta Sameño Puerto
Directora de Investigación
y Transferencia

Equipo editorial IAPH:
María Cuéllar Gordillo
Cinta Delgado Soler
Carmen Guerrero Quintero

Corrección de textos:
Deculturas, S.C.A.

Diseño:
Manolo García nz

Maquetación:
LaMetro.fox/Equipo28

Esta guía recoge los
resultados obtenidos en
el ensayo de cada técnica
y método aplicado a los
yacimientos arqueológicos
estudiados en el desarrollo
del proyecto P18-FR-2100
"Avances e innovaciones en
métodos, técnicas y análisis
experimentales aplicados
al Patrimonio Arqueológico
orgánico: Paleobiología,
Genética y Arqueometría en
medios terrestre y marino".
Dicho proyecto corresponde
a la convocatoria 2018 de
Proyectos I+D+I del Plan
Andaluz de Investigación,
Desarrollo e Innovación
(PAIDI 2020).

Esta obra está bajo una
licencia
Reconocimiento-NoComercial-
SinObraDerivada 3.0 España.
Creative Commons

La licencia completa está
disponible en:
[http://creativecommons.org/
licenses/bync-nd/3.0/es/](http://creativecommons.org/licenses/bync-nd/3.0/es/)

AÑO DE EDICIÓN: 2023
ISBN: 978-84-9959-462-0

Guía de las ciencias experimentales aplicadas a la arqueología

Coordinación

Eloísa Bernáldez-Sánchez,
Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

Esteban García-Viñas,
Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

Índice

08

Presentación

Juan José Primo Jurado

10

Prólogo

José María Bermúdez de Castro Risueño

16

Introducción

Eloísa Bernáldez-Sánchez

Bloque A.

Preliminares

34

Capítulo 1

Percepción de las ciencias experimentales desde la arqueología andaluza

Yolanda González-Campos Baeza, David Villalón Torres, Esteban García-Viñas, José Luis Ramos Soldado, Auxiliadora Gómez-Morón, Milagros Alzaga-García, Eloísa Bernáldez-Sánchez, María José del Pino Espejo y Jennifer A. Leonard

52

Capítulo 2

Arqueología subacuática

Milagros Alzaga García

Bloque B.

Métodos, técnicas

y análisis experimentales.

Flora y fauna

78

Capítulo 3

La fauna en arqueología

Esteban García-Viñas, Eloísa Bernáldez-Sánchez,

José Luis Ramos Soldado y David Villalón Torres

104

Capítulo 4

Arqueomalacología

Rosa Arniz-Mateos, David Cuenca-Solana,

Igor Gutiérrez-Zugasti y Asier García-Escárzaga

132

Capítulo 5

Inteligencia artificial aplicada a la arqueología

Fernando Dorado Rueda, Iván Rodríguez, Eugenio

Fernández Ruiz y Francisco José Domínguez García

170

Capítulo 6

Paleopalinología

Herminia García-Mozo, Rocío López-Orozco y

Carmen Galán Soldevilla

188

Capítulo 7

La antracología

María Oliva Rodríguez-Ariza

212

Capítulo 8

Carpología

Eva María Montes Moya

Bloque C.
Métodos, técnicas
y análisis experimentales.
Biología molecular

234

Capítulo 9

Respuestas mediante el ADN antiguo
a las preguntas arqueológicas
Anna Cornellàs, Jennifer A. Leonard, Eloisa
Bernáldez-Sánchez y Esteban García-Viñas

256

Capítulo 10

Proteómica y metabolómica de muestras
paleobiológicas
Carmen Domínguez Castillo y Bruno Martínez
Haya

288

Capítulo 11

El análisis de residuos orgánicos en cerámicas
arqueológicas
Miriam Cubas, Marta Francés Negro, Izaro
Quevedo-Semperena, Urko Santamaría Díaz, Olaia
Granizo Candelas, Néstor Lozano-López y Estibaliz
Espada Martín

308

Capítulo 12

Detección de microorganismos en restos
arqueológicos: técnicas dependientes e
independientes de cultivo
Cristina Sánchez-Porro, Antonio Ventosa y Rafael
R. de la Haba

Bloque D.
Métodos, técnicas
y análisis experimentales.
Arqueometría

348

Capítulo 13

Técnicas de imagen y caracterización
arqueométrica del material arqueológico.
Auxiliadora Gómez Morón y Marius Vendrell Saz

374

Capítulo 14

Las técnicas IBA: PIXE, PIGE, RBS
Inés Ortega Feliu y Blanca Gómez Tubío

388

Capítulo 15

Análisis de isótopos aplicados a la arqueología
Marta Díaz-Zorita Bonilla, Dobereiner Chala-
Aldana, Javier Escudero Carrillo y Edwin Mauricio
Marciales Daza

412

Capítulo 16

Dataciones por radiocarbono
Francisco Javier Santos Arévalo, Isabel Gómez
Martínez y José Antonio Galván Moreno

Bloque E.
Métodos, técnicas
y análisis experimentales.
Paleoclimatología

436

Capítulo 17

Espeleotemas y Arqueología

Javier Martín-Chivelet, María Belén Muñoz-García,

Andrea Molero-Monsonís, Ana Isabel Ortega-

Martínez, Miguel Ángel Martín-Merino y María

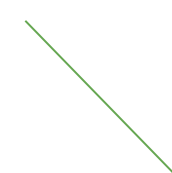
Jesús Turrero

460

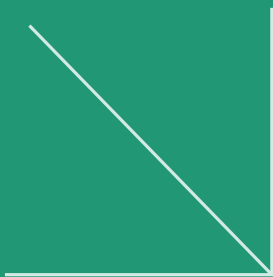
Capítulo 18

Paleoclimatología

Javier Martín-Chivelet



04



Arqueomalacología

Rosa Arniz-Mateos, David Cuenca-Solana e
Igor Gutiérrez-Zugasti, Instituto Internacional de
Investigaciones Prehistóricas de Cantabria (IIIPC);
y Asier García-Escárzaga, Departament de Prehistòria
e Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB),
Universitat Autònoma de Barcelona

Introducción

La arqueomalacología es una disciplina arqueozoológica que se encarga del estudio de los moluscos procedentes de yacimientos arqueológicos con el objetivo de obtener información sobre las sociedades humanas del pasado. Las conchas de moluscos contienen valiosa información para la reconstrucción de las estructuras sociales de los grupos humanos, pero también para conocer el clima y el medioambiente en el que se desarrolló la vida de dichos grupos, lo que convierte a la arqueomalacología en una potente disciplina de estudio en el marco de la arqueología. Aunque el término se refiere exclusivamente a los moluscos, en ocasiones el estudio de crustáceos (por ejemplo, cangrejos, percebes) y equinodermos (erizos de mar) también se incluye bajo el paraguas de la arqueomalacología, ya que todos estos organismos habitan en las zonas intermareales de la costa y, por tanto, formarían parte del mismo objetivo humano, como es el aprovechamiento de recursos litorales para diferentes funciones. Además, los fundamentos para su estudio, en términos metodológicos e interpretativos, son similares a los de los moluscos.

La información que ofrece el estudio de los moluscos sobre las sociedades humanas del pasado es muy variada, abarcando diferentes aspectos de su organización social, como las dietas, las estrategias de subsistencia, la movilidad, la tecnología y el mundo simbólico. Por otra parte, también proporciona conocimiento sobre las condiciones climáticas y medioambientales, ya que cada molusco tiene unas preferencias climáticas que determinan su distribución geográfica y, además, es posible reconstruir las temperaturas de la superficie del mar utilizando determinadas técnicas analíticas.

En este capítulo se repasan las diferentes aplicaciones que tiene la arqueomalacología para el conocimiento del pasado humano desde sus diversas perspectivas metodológicas, incluyendo la identificación taxonómica, la tafonomía, la biometría, la traceología y el análisis isotópico. El objetivo es explicar qué tipo de información se puede obtener en aspectos relacionados con la dieta, la tecnología, la ornamentación, las estrategias de subsistencia y los patrones de asentamiento.

Representación de especies y tafonomía

El primer paso del análisis arqueomalacológico, independientemente del tipo de depósito al que nos enfrentemos, es conocer qué especies aparecen en cada unidad estratigráfica y cuál es su abundancia absoluta y relativa. Este primer paso es fundamental, ya que son las particularidades de cada especie las que convierten a los moluscos en recursos atractivos para los seres humanos del pasado y, además, nos ayudan a definir qué tipo de utilización se ha hecho de los mismos. Por norma general, los moluscos suelen ser empleados como alimento, ornamento e instrumento de trabajo, si bien, dependiendo del período y de las especies, se pueden encontrar otros usos (por ejemplo, como material de construcción, obtención de tintes, moneda...).

Por lo tanto, la metodología de trabajo aplicada al análisis arqueomalacológico de moluscos y otros recursos marinos comienza con la identificación taxonómica y anatómica de los restos recuperados en los depósitos arqueológicos. Este paso inicial permite conocer cuáles fueron las especies más apreciadas por el ser humano para su consumo o para otras utilidades, si bien este aspecto está mediatizado por lo disponible en el medio y la

localización de los yacimientos con respecto a los recursos. En el caso de los ornamentos, los taxones más apreciados para la fabricación de elementos de adorno-colgante son generalmente distintos a los utilizados para la alimentación. Por otra parte, la representación de especies también proporciona información sobre las condiciones climáticas y las zonas de recolección, ya que cada especie tiene unas preferencias climáticas y medioambientales determinadas.

Para llevar a cabo la identificación taxonómica se pueden utilizar guías de campo, adaptadas a diferentes zonas geográficas (Gofas, Salas y Moreno 2010; Poppe y Goto 1993; Rolán Mosquera 1984), que aportan información acerca de los caracteres morfológicos o la distribución biogeográfica de las especies. También existen colecciones comparativas, que se pueden utilizar para cotejar rasgos anatómicos que ayuden a diagnosticar la especie a la que pertenece un resto, como la colección de referencia del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid o la malacoteca del Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria (IIIPC). En algunas ocasiones, no es posible identificar la especie de un resto, pero sí alguna categoría taxonómica superior, como el género o la familia. Es importante que la nomenclatura de estos organismos sea homogénea, y para ello se cuenta con un registro mundial de todas las especies marinas reconocidas llamado WoRMS (World Register of Marine Species) [↗](#). Además, existen pautas para expresar de forma correcta los taxones y sus descubridores, cuyas normas están recogidas en el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN).

La abundancia de cada taxón se puede calcular a partir de diversos métodos basados en el conteo de

elementos no repetitivos. Los procedimientos más simples basan el cálculo en la cuantificación de un solo elemento, como el ápice en los gasterópodos y el umbo en los bivalvos. La fragmentación, a pesar de ser un fenómeno común que dificulta de forma significativa la identificación y cuantificación, puede utilizarse para determinar la abundancia de los diferentes taxones. Así, los métodos de cuantificación más complejos, fundamentales para analizar los conjuntos que presentan una fragmentación significativa, se basan en el conteo de más de un elemento diagnóstico. En este sentido, los trabajos de Ruth Moreno supusieron un antes y un después desde el punto de vista metodológico en la península ibérica tras la publicación de su tesis doctoral (Moreno Nuño 1994), en la que propuso una serie de categorías de fragmentación en base a los rasgos anatómicos conservados para gasterópodos y bivalvos, sistematizando los elementos diagnósticos que se pueden utilizar para la cuantificación. Posteriormente, se desarrollaron métodos de cuantificación basados en categorías de fragmentación para otros organismos intermareales, como los equinodermos y los crustáceos (Gutiérrez-Zugasti 2009; Álvarez-Fernández, Ontañón-Peredo y Molares-Vila 2010).

Una vez identificadas las especies y separado el material por categorías de fragmentación, se procede a la cuantificación de restos a partir de diversos estimadores de abundancias como son el número de restos (NR), el número mínimo de individuos (NMI), el peso y las densidades por volumen de sedimento excavado (Reitz y Wing 1999; Gutiérrez-Zugasti 2009; Jerardino 2016). El objetivo principal es extraer la mayor cantidad de información acerca de la representatividad de las especies identificadas en un yacimiento. El NR se calcula

contando cada uno de los restos de una especie que aparecen en la unidad de análisis seleccionada, mientras que el NMI se contabiliza utilizando diversas fórmulas, que varían en función de la especie y de las categorías de fragmentación conservadas. En el caso de ambos estimadores, también se pueden utilizar para calcular densidades por volumen de sedimento excavado (NR/dm^3 y NMI/dm^3), que permiten homogeneizar las diferencias de volumen de las unidades estratigráficas, algo especialmente importante cuando el objetivo es comparar unidades de tamaño muy diferente, si bien es importante tener en cuenta la tasa de deposición de cada unidad. El peso es otro de los estimadores más empleados en la cuantificación y simplemente es necesario ponderar todos los individuos de una misma especie (Gutiérrez-Zugasti 2009). El peso y sus limitaciones han sido discutidos por varios autores (Claassen 1998; Mason, Petterson, Tiffany, 1998).

Otro aspecto que aporta importante información es el análisis tafonómico de las conchas, que permite conocer cuestiones relacionadas tanto con su utilización por las poblaciones humanas como con procesos posdeposicionales ocurridos en el yacimiento, por lo que se trata de una herramienta fundamental para reconstruir las formas de vida, pero también la historia de los yacimientos. Entre los procesos tafonómicos más destacados se encuentran la abrasión, la carbonificación, la cementación o la biodegradación, si bien el más habitual es la fragmentación. El análisis de la fragmentación permite conocer el grado de intensidad de las ocupaciones o la existencia de procesos posdeposicionales que han afectado al registro arqueológico de manera considerable. Para calcular el índice de fragmentación se han propuesto diversas fór-

mulas para bivalvos y gasterópodos en función del peso o de las relaciones entre NR y NMI (Moreno Nuño 1994; Mowat 1994; Gutiérrez-Zugasti 2009).

Análisis biométrico

Los análisis biométricos y estadísticos nos ayudan a conocer las características de las distribuciones de tamaños en los depósitos arqueológicos. Nos permiten identificar las variaciones de los tamaños de los moluscos y establecer si han existido o no cambios a lo largo de la secuencia cronoestratigráfica, pero también determinar aspectos como la existencia de una selección de tamaños o las zonas en las que se llevó a cabo la recolección. Para ello, es necesario tomar distintos tipos de medidas en cada individuo que presente una conservación adecuada. Comúnmente se toma la longitud/anchura/altura en gasterópodos no espiralados como las lapas; longitud/diámetro para gasterópodos espiralados; y longitud/altura para bivalvos (Gutiérrez-Zugasti 2009). Con los datos obtenidos se pueden llevar a cabo diversas pruebas estadísticas en *softwares* libres como R o PAST (Hammer, Harper y Ryan 2001) para comparar entre distribuciones o determinar si existió selección de tamaños durante la recolección (Barceló 2007). Para realizar los análisis estadísticos con fiabilidad es necesario contar con un tamaño de muestra adecuado. La identificación de descensos en el tamaño de los moluscos puede ser un indicador de una recolección intensa por parte de los grupos humanos o bien de cambios en las condiciones climáticas, que afectan a su tamaño. Diferenciar entre ambas causas no es una tarea sencilla y, en ocasiones, es necesario recurrir a otro tipo de analíticas para obtener esa información. Por otra parte, la selección de los ejemplares más grandes puede estar indi-

cando una recolección poco intensa, en la que no es necesario recoger todo tipo de tamaños, lo cual, además, beneficia las posibilidades reproductoras de los moluscos, pero también puede interpretarse como un esfuerzo por intensificar el rendimiento cárnico obtenido de los mismos.

Por otra parte, los estudios sobre las zonas de hábitat y grado de exposición de la costa nos permiten establecer los territorios en los que se ha llevado a cabo la recolección de los moluscos. Respecto a las zonas de hábitat, se pueden diferenciar en función del sustrato (roca, arena, fango) y la posición vertical en el litoral donde se encuentren (intermareal alto y bajo), mientras que el grado de exposición distingue entre costas expuestas y abrigadas. La información se obtiene a partir de las preferencias de hábitat de cada especie y de una serie de fórmulas desarrolladas mediante datos biométricos

Metodologías de análisis arqueomalacológico y tipo de información que proporcionan. Gráfico: Elaboración propia



de conchas modernas de cada especie y que varían dependiendo del área de estudio. En el caso de la costa cantábrica, se han calculado varias ecuaciones desarrolladas por Bailey y Craighead (2003) para la especie *Patella vulgata* Linnaeus, 1758. Las implicaciones de los resultados son variadas. Una mayor recolección en las zonas bajas y expuestas indicaría un aprovechamiento más intenso de los recursos marinos, al ser áreas en las que el acopio es más complejo (menos tiempo emergidas, más expuestas al oleaje y más peligrosas) en comparación con terrenos altos y abrigados.

La traceología o análisis funcional

Las conchas utilizadas como ornamento o como instrumento de trabajo pueden ser analizadas desde un punto de vista tecnológico. En el caso de los ornamentos, dicho análisis puede aportar información sobre las técnicas de manufactura, mientras que en los instrumentos el estudio se realiza fundamentalmente sobre conchas que han sido transformadas para su utilización, si bien en muchas ocasiones se emplean de forma expeditiva, sin modificación alguna. En estos dos tipos de uso juega un papel importante el análisis traceológico o funcional.

La traceología o análisis funcional es una metodología arqueológica orientada a estudiar los instrumentos de trabajo y los ornamentos personales desde la perspectiva de su manufactura y/o uso. Esta interpretación traceológica se realiza a partir del desgaste, huellas de uso o alteraciones producidas sobre estos elementos debido a la manufactura y/o a la utilización a la que han sido sometidos. Por lo tanto, a partir de su aplicación es posible restaurar los diferentes procesos relacionados con

la cadena operativa de estos artefactos, desde la captación de la materia prima empleada para su manufactura hasta su abandono en el contexto arqueológico, evidentemente pasando por su uso.

Hasta la última década esta metodología había tenido escasa relevancia dentro de los estudios arqueomalacológicos, sobre todo frente al análisis de los soportes líticos, que han sido el principal objetivo de los estudios traceológicos. Recientemente, la progresiva adaptación de la metodología desarrollada por Semenov (1964) a las características específicas de las conchas de los moluscos ha facilitado interesantes aportaciones, tanto por la paulatina incorporación conceptual del utillaje de concha al conjunto de los medios de producción empleados por los grupos humanos, más allá de su consumo alimenticio, como por la posibilidad de relacionar aquel con la organización de las actividades productivas realizadas en los contextos arqueológicos. En lo que respecta a los ornamentos personales, el empleo de esta metodología ha permitido profundizar en su uso social e identitario, incluyendo la probable transmisión generacional de estos elementos (Margarit 2016), la gestión del territorio por parte de las poblaciones prehistóricas (Rigaud et ál. 2014) o la existencia de técnicas de manufactura complejas o incluso superpuestas (Guzzo Falci et ál. 2017).

El análisis funcional tiene su origen en la investigación desarrollada por el arqueólogo soviético S.A. Semenov a partir de los años 30 y publicada en Occidente en los años 60 (Semenov 1964). A pesar del transcurso del tiempo, lo cierto es que la base metodológica desarrollada por este investigador, inicialmente orientada al estudio del utillaje lítico y óseo, continúa siendo el cimiento fundamental del

análisis traceológico. Esta metodología se asienta sobre la combinación de la observación a nivel macroscópico y microscópico, generalmente mediante la utilización de lupa binocular y microscopio óptico y la realización de experimentaciones de carácter analítico (González Urquijo e Ibáñez Estévez 1994), es decir, sometidas al control de las diferentes variables que intervienen en el desarrollo de las huellas de uso, como elemento de interpretación del material arqueológico.

Durante la última década se han comenzado a emplear nuevas técnicas y/o equipos para desarrollar este tipo de analíticas, como el microscopio electrónico de barrido (MEB) o el microscopio confocal. Así, el MEB se ha empleado tanto para llevar a cabo el análisis funcional de instrumentos de concha (Gruet, Lemonnier y Gruet 1999; Tumung, Bazgir y Ollé 2015), como también el análisis químico de las superficies activas de aquellos (Cuenca-Solana et ál. 2013; Cuenca-Solana et ál. 2016). Si bien es cierto que el MEB analiza la superficie de las muestras a una mayor cantidad de aumentos y con un mayor contraste que la microscopía tradicional, lo que en ocasiones permite caracterizar con gran nitidez algunas alteraciones como las micromelladuras, las estrías o los surcos, su verdadero potencial radica en la posibilidad de vincular las huellas de uso con los elementos químicos que, procedentes de la materia procesada, han quedado depositados en la zona activa de los instrumentos de trabajo (Cuenca-Solana, Gutierrez-Zugasti y González-Morales 2017).

Más recientemente se ha comenzado a implementar el empleo del microscopio confocal o perfilómetro para llevar a cabo estudios de funcionalidad. Este equipo realiza, a partir del uso de diferentes

softwares, la cuantificación de parámetros observados y, posteriormente, su tratamiento estadístico con respecto a los objetivos planteados en la investigación. En última instancia, este análisis estadístico y el modelo predictivo generado proporcionan una herramienta para efectuar un estudio funcional más objetivo. Hasta el momento, el empleo de estas técnicas se ha orientado exclusivamente al estudio de tecnología lítica (Evans y Donahue 2008; Ibáñez, González-Urquijo y Gibaja 2014, entre otros), aunque su aplicación para el estudio de soportes malacológicos es solo cuestión de tiempo.

Análisis de relaciones de isótopos estables del oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$) en conchas

Resultado de la madurez científica alcanzada por la arqueomalacología, desde finales del siglo pasado se han aplicado al estudio de las conchas de moluscos metodologías analíticas propias de otras disciplinas científicas, como, por ejemplo, la geoquímica, la física o la paleoproteómica, entre otras. Ello ha permitido incrementar de manera notable la información obtenida a partir de los restos malacológicos recuperados de los yacimientos arqueológicos. En este sentido, con el objetivo de mejorar la información disponible en relación con las estrategias de subsistencia, así como con los patrones de explotación del medio marino y de asentamiento desarrollados por los grupos humanos prehistóricos, se han implementado análisis de isótopos estables del oxígeno en el carbonato de las conchas (Bailey, Deith y Shackleton 1983).

Durante la vida de los moluscos, estos segregan carbonato cálcico (CaCO_3) para la formación de las conchas. Los átomos de oxígeno que forman las

moléculas de CaCO_3 pueden tener diferente masa atómica debido al desigual número de neutrones en su núcleo. A cada uno de los átomos de un mismo elemento químico con un número distinto de neutrones se le denomina isótopo. En el caso del oxígeno, es especialmente interesante la relación que se establece entre el isótopo de mayor masa (^{18}O) y el isótopo de menor masa atómica (^{16}O), ya que puede ser utilizado como un indicador del clima en el pasado. La relación entre estos dos isótopos estables (expresada como $\delta^{18}\text{O}$) en el carbonato cálcico que forman las conchas es dependiente de 1) la composición isotópica del agua circundante ($\delta^{18}\text{O}_{\text{agua}}$), y 2) de la temperatura del mar durante la precipitación del carbonato (Leng y Lewis 2016; Martín-Chivelet y Muñoz-García 2015). Teniendo en consideración que la variación de la composición isotópica del agua en condiciones marinas es muy pequeña (Gutiérrez-Zugasti et ál. 2015), los valores isotópicos de las conchas ($\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$) de aquellos moluscos que habiten áreas de costa abierta dependerán casi en exclusividad de la temperatura de la superficie del mar. Por tanto, los valores $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ son de gran utilidad para: 1) reconstruir la temperatura del mar durante la vida de los moluscos y, por ende, el clima durante el pasado, y 2) atendiendo a la secuencia térmica previa a la muerte del molusco, también su estación de captura o recolección (García-Escárzaga, Bello-Alonso y Ozkorta-Escribano 2015; Leng y Lewis 2016; Prendergast y Stevens 2014).

Es precisamente este último aspecto, la posibilidad de determinar la estación de captura de este recurso alimenticio por parte de las comunidades prehistóricas, el que ha centrado la mayor parte del interés en el seno de la disciplina arqueomala-cológica. Los primeros trabajos en este sentido se llevaron a cabo en la segunda mitad del siglo pasa-

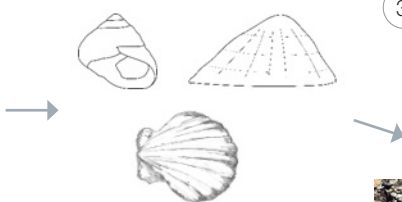
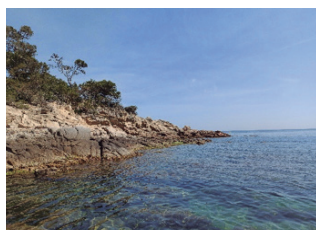
Representación gráfica de los fundamentos teóricos que permiten la reconstrucción de las condiciones climáticas del pasado a partir de la aplicación de la relación de isótopos estables de oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) en conchas marinas. Esquema: Elaboración propia

do (Killingley 1981; Deith y Shackleton 1988), siendo la región cantábrica (N de Iberia) una de las primeras áreas del mundo donde se desarrollaron estos análisis (Bailey, Deith y Shackleton 1983; Deith y Shackleton 1986). Todavía en la actualidad, esta área de la península concentra la mayor parte de los estudios isotópicos llevados a cabo en conchas marinas. Aunque se están desarrollando proyectos en los que se incluyen análisis en gasterópodos recuperados en varios yacimientos de Andalucía, la información actualmente publicada en relación con este aspecto procede exclusivamente del norte peninsular.

1 ¿Cómo podemos reconstruir las condiciones climáticas en el pasado?

2 El carbonato cálcico (CaCO_3) que forma las conchas marinas fue depositado en equilibrio con la temperatura del mar.

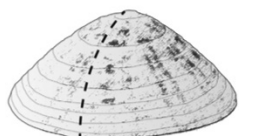
3 Los moluscos fueron consumidos por los humanos y las conchas pueden ser recuperadas en los yacimientos arqueológicos.



3



5 Los valores isotópicos del oxígeno permiten reconstruir las temperaturas del mar durante la vida de los moluscos.



4

Se toman muestras de CaCO_3 a lo largo del crecimiento de las conchas y se realizan análisis de isótopos estables de oxígeno ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$).



Algunos ejemplos de análisis arqueomalacológicos

El aprovechamiento de recursos marinos de La Esparragosa (Chiclana de la Frontera, Cádiz)

La Esparragosa es un yacimiento neolítico de tipo “campo de silos” datado en el IV milenio a.n.e. (Cantillo y Soriguer 2019). El asentamiento se encuentra a las orillas del río Iro, pero su localización interior no limita la explotación de recursos marinos por parte de sus pobladores (Pérez et ál. 2005). La identificación taxonómica de los restos faunísticos ha documentado un total de 33 taxones pertenecientes a moluscos, crustáceos y equinodermos asociados a diferentes nichos ecológicos (Cantillo y Soriguer 2019). Las especies predominantes de un total de 5.783 NR y 1.518 NMI son los bivalvos *Ruditapes decussatus*, *Pecten maximus*, *Chlamys* sp. y *Crassostrea* sp. Mientras que los crustáceos *Brachyura* sp. y los equinodermos *Paracentrotus lividus* representan las especies minoritarias del conjunto (Cantillo y Soriguer 2019). Las estructuras de ocupación del yacimiento presentan diferentes distribuciones de los restos malacológicos hallados. La estructura AV, de carácter funerario, conserva el porcentaje más alto de NMI documentado en el yacimiento (Vijande et ál. 2018). Dicho enterramiento está asociado a un total de 1.458 almejas pertenecientes a la especie *Ruditapes decussatus* acompañadas por restos de almejas *Pholas dactylus* y un ejemplar *Charonia lampas* (Cantillo y Soriguer 2019).

En segundo lugar, entre las estructuras de tipo almacenaje conservadas en el poblado, las denominadas AIV y BIII destacan por su mayor número de muestras malacológicas respecto al resto, que comparte un patrón de explotación homogéneo

(Cantillo y Soriguer 2019). En cuanto al análisis biométrico, los resultados obtenidos a partir de la especie *Ruditapes decussatus* muestran distribuciones estadísticas normales a lo largo de la secuencia, lo cual indica que sus pobladores recolectaron poblaciones biológicas completas (Cantillo y Soriguer 2019). El estudio de las áreas donde se llevó a cabo la recolección de los moluscos demuestra que se explotaron diversos ambientes. Fundamentalmente, las especies son de tipo estuarino, aunque también están presentes organismos de costa abierta/estuario y de costa abierta (Cantillo y Soriguer 2019). La frecuente explotación de recursos marinos documentada a lo largo de la secuencia del yacimiento arqueológico de La Esparragosa refleja que los moluscos eran recursos estables con un rol importante dentro de estas comunidades. Este aspecto se encuentra en consonancia con otros yacimientos arqueológicos cercanos en tiempo y localización geográfica, como son el asentamiento Campo de Hockey (Vijande 2009) y SET Parralejos (Villalpando y Montañés 2009).

Los ornamentos personales de concha mesolíticos de El Toral III (San Roque del Acebal, Asturias) y El Mazo (Andrín, Asturias)

Además del consumo alimenticio y de su uso tecnológico, las conchas también pueden proporcionar información sobre el simbolismo de las poblaciones prehistóricas. La utilización de las conchas de moluscos con fines ornamentales ha sido ampliamente documentada en la península ibérica, constituyéndose claramente como la materia prima más empleada para constituir este tipo de soportes desde el Paleolítico superior hasta el final del Mesolítico (Álvarez Fernández 2006).

Durante los últimos años, diferentes investigaciones han intentado aproximarse al significado social de estos ornamentos, incluyendo una perspectiva traceológica en su enfoque metodológico (Gutiérrez-Zugasti y Cuenca-Solana 2015). Estos trabajos han mostrado que los ornamentos personales no solo tuvieron un papel estético, sino que, además, favorecieron la existencia de relaciones interpersonales e identitarias, cumpliendo, así, una funcionalidad social fundamental dentro de las sociedades de cazadores-recolectores-pescadores. En este sentido, la investigación desarrollada sobre los contextos mesolíticos de El Toral III y El Mazo, situados a menos de un kilómetro de distancia entre sí, ha permitido interpretar que las conchas de *Littorina obtusata* (Linné, 1758) y *Trivia* sp. fueron utilizadas sistemáticamente para la ornamentación personal por parte de los grupos que ocuparon estos sitios (Rigaud y Gutiérrez-Zugasti 2016).

Además, a través de una aproximación interdisciplinar, que ha combinado la identificación taxonómica, el estudio tecnológico, tafonómico y morfométrico y el análisis de huellas de uso, se ha restituido por completo la biografía de estos ornamentos. De este modo, ha sido posible interpretar que todos los procesos técnicos necesarios para su producción, desde la recolección de las conchas hasta su fabricación y uso, se llevaron a cabo en estos territorios. Esta interpretación, sustentada por el análisis funcional, supone una importante transformación con respecto al desarrollo de los procesos de manufactura y distribución de estos materiales en momentos anteriores en esta región (Rigaud et ál. 2014), lo que muestra un profundo cambio en la organización social de estas poblaciones.

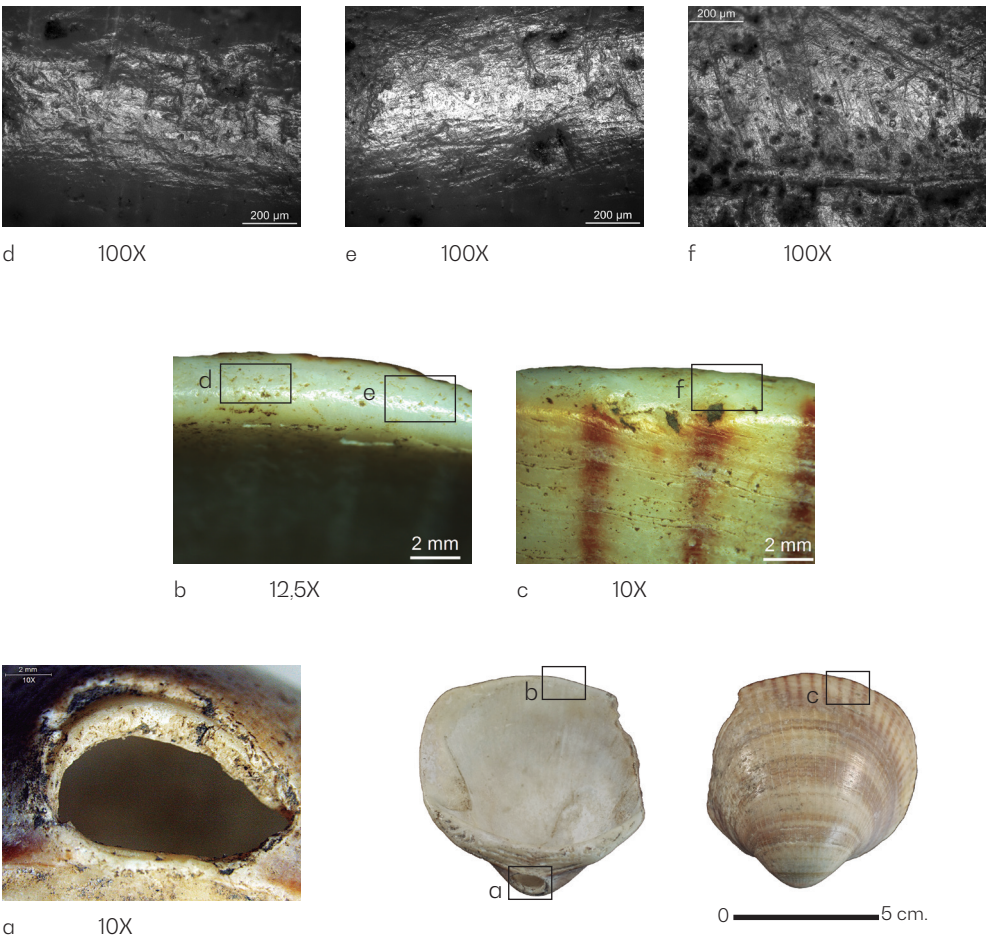
Los instrumentos de concha y la producción alfarera neolítica de la cueva de El Toro (Antequera, Málaga)

La cueva de El Toro (Antequera, Málaga) presenta sendas fases de ocupación humana adscritas al Neolítico antiguo (6200-5980 BP/5280-4780 2σ cal BC) y al Neolítico reciente (5320-5170 BP/4250-3950 2σ cal BC). Dentro de este último momento de ocupación neolítica de la cavidad destaca especialmente la presencia de un taller alfarero documentado *in situ* durante la Subfase IIIB (Martín Socas, Camalich Massieu y González Quintero 2004; Martín Socas et ál. 2018). La interpretación de esta área de trabajo se ha basado en diferentes evidencias, entre las que destaca la presencia de instrumentos de concha, junto a otros soportes líticos y de industria ósea, empleados para desarrollar diferentes actividades dentro del proceso de manufactura cerámica. En concreto, a través del análisis funcional fueron documentados ocho instrumentos de concha a lo largo de la secuencia de ocupación de la cavidad. Posteriormente, los resultados obtenidos mediante el desarrollo de un protocolo experimental analítico, efectuado con el mismo tipo de arcillas usadas durante las diferentes fases de ocupación neolítica, permitió confirmar la utilización de siete de estos instrumentos para llevar a cabo el modelado de los vasos cerámicos durante la fase inicial del trabajo alfarero (Cuenca-Solana et ál. 2022).

Los resultados obtenidos en esta investigación suponen una nueva evidencia para reflexionar acerca de la importancia que tuvieron los instrumentos de concha en algunos de los contextos arqueológicos en los que se focalizó la producción cerámica durante la prehistoria reciente (Cuenca-Solana, Dupont y Hamon 2015; Manca 2016), más aún

si se tiene en cuenta que estos elementos siguen siendo frecuentemente empleados por los artesanos alfareros en la producción, reparación o mantenimiento de la cerámica (Clemente-Conte et ál. 2016). Por otra parte, esta investigación es también una muestra del potencial de la traceología para replicar los procesos técnicos, y también sociales, relacionados con el desarrollo de las actividades de subsistencia de los grupos humanos durante la prehistoria.

Huellas de uso documentadas sobre concha de *Glycymeris glycymeris* (Da Costa, 1778), empleada para realizar la producción alfarera en la Fase III de la cueva de El Toro. Fuente: Cuenca-Solana et ál. 2022



Estacionalidad de la recolección de moluscos: el caso de El Mazo (Andrín, Asturias)

Como se ha comentado anteriormente, los estudios arqueomalacológicos sobre cuantificación de especies y biometría permiten obtener información muy relevante sobre las estrategias de subsistencia y los patrones de explotación del litoral por parte de los grupos humanos, como en el caso del Mesolítico, cuando estos recursos se aprovecharon en mayor medida que en las etapas previas y posteriores, tanto en la fachada atlántica-cantábrica, como en el Mediterráneo (Gutiérrez-Zugasti et ál. 2011; Fontanals-Coll et ál. 2023). No obstante, la información en relación con la estacionalidad de las actividades de recolección de los moluscos marinos en la península todavía era muy escasa hasta hace una década (Deith y Shackleton 1986; Bailey y Craighead 2003). El trabajo desarrollado por García-Escárzaga et ál. (2019) a partir de los restos malacológicos procedentes del conchero mesolítico de El Mazo (Asturias, N Iberia) permitió comenzar a paliar el escaso conocimiento al respecto.

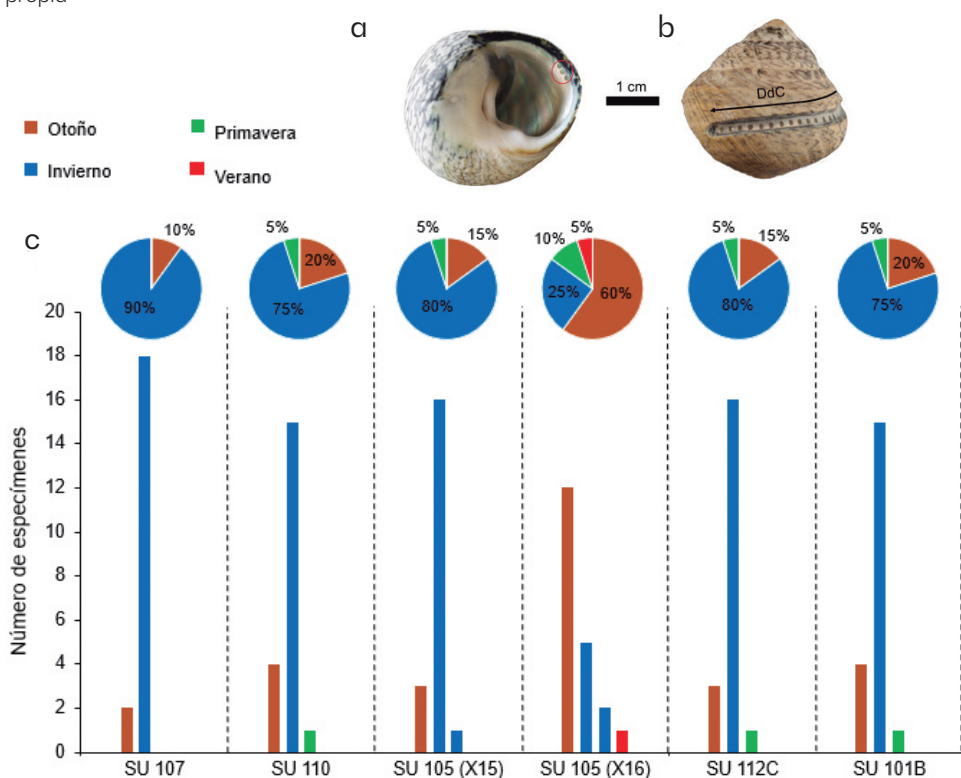
El conchero de El Mazo se formó durante el Holoceno temprano y los primeros siglos del Holoceno medio (ca. 9.000-7.500 cal BP). Una de las principales características de este yacimiento es la alta resolución cronológica de su secuencia estratigráfica (García-Escárzaga et ál. 2022). Para el desarrollo del análisis isotópico se utilizaron conchas de la especie *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778), gasterópodo espirado muy representado en el registro arqueológico de la región cantábrica desde inicios del Holoceno (Gutiérrez-Zugasti 2011). Se analizaron un total de 110 conchas de *P. lineatus* procedentes de cinco niveles arqueológicos diferentes. Las micromuestras de carbonato cálcico se extrajeron de la capa de aragonito de forma

manual, utilizando un microtaladro y una broca con cabeza de diamante de 0,5 mm. En un total de dos conchas por nivel se tomaron 45 micromuestras de carbonato y en las restantes se tomaron 10 micromuestras. Las primeras fueron utilizadas para establecer el rango isotópico propio de cada nivel, información necesaria para estimar con precisión la estación de captura de las conchas restantes, analizadas mediante secuencias cortas (véase García-Escárzaga et ál. 2019 para más información sobre la metodología).

Los resultados obtenidos sugirieron que la mayor parte de las conchas fueron recogidas durante el final de la estación de otoño (26,9 %) y durante los meses de invierno (66,9 %), siendo mucho menor la recolección durante la primavera (5,4 %) y prácticamente inexistente durante los meses de verano (0,8 %). Este marcado patrón estacional es similar al observado para esta misma especie en el norte de la península en los estudios publicados en el siglo pasado (Deith y Shackleton 1986) y en otras áreas del norte de la fachada atlántica europea (Mannino, Spiro y Thomas 2003). Este patrón también es semejante al observado a partir de otra especie de este mismo género en el área mediterránea durante el Mesolítico (S de Italia y N de Libia) (Colonese et ál. 2018; Mannino et ál. 2014; Prendergast et ál. 2016). Los argumentos previamente esgrimidos para intentar explicar este marcado patrón de explotación de *P. lineatus* (desocupación de la costa en verano, movilidad estacional, escasez de recursos en invierno, etc.) (Deith y Shackleton 1986) no se encuentran en sintonía o no pueden ser corroborados con la información actualmente disponible para la región cantábrica. Debido a ello, García-Escárzaga et ál. (2019) recolectaron moluscos modernos de esta

Metodología para la toma de muestras en gasterópodos espiralados. La primera micromuestra de carbonato fue recogida desde la parte inferior de la boca de la concha (a), mientras que las restantes se tomaron desde el exterior, después de eliminar el *periostracum* y las capas de calcita que cubren a la de aragonito (b). (c) Número de conchas recolectadas en cada estación por unidad estratigráfica en El Mazo y representación porcentual de las estaciones (modificado a partir de García-Escárcaga et ál. 2019). Esquema: Elaboración propia

especie durante tres años, con el objetivo de observar si el rendimiento cárnico de este taxón variaba a lo largo del año y si esta variación pudiera explicar una recolección centrada en los meses más fríos. Los resultados obtenidos indicaron que la cantidad de carne susceptible de ser extraída para un peso fijo de concha era superior durante el final del otoño y los meses de invierno, coincidiendo así con el momento en el que este molusco era recolectado de manera preferente en el Mesolítico. Estos datos sugieren que los grupos humanos recogieron determinadas especies en los periodos del año en los que presentan un mayor rendimiento cárnico, exhibiendo un amplio conocimiento del medio y de los recursos disponibles.



Los datos isotópicos extraídos a partir de las conchas recuperadas del yacimiento mesolítico de El Mazo también fueron utilizados para estimar las condiciones climáticas del pasado, pues estos valores pueden ser transformados en temperatura de la superficie del mar a partir de la aplicación de fórmulas específicas. La reconstrucción de las temperaturas del mar puso de manifiesto una reducción de estas, especialmente durante los meses de verano (García-Escárzaga et ál. 2022). Un descenso abrupto de las temperaturas que coincidió cronológicamente con el evento climático frío 8,2 cal BP, y que se dejó sentir en diferentes zonas del planeta. En el caso de la región cantábrica, esta reducción de las temperaturas tuvo una incidencia notable en la ecología marina y en los modelos de vida de las poblaciones mesolíticas (García-Escárzaga et ál. 2022).

Bibliografía

- 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*. Salamanca: Universidad de Salamanca
- Álvarez-Fernández, E., Ontañón-Peredo, R. y Molares-Vila, J. (2010) Archaeological data on the exploitation of the goose barnacle *Pollicipes pollicipes* (Gmelin, 1790) in Europe. *Journal of Archaeological Science*, vol. 37, pp. 402-408
- Bailey, G.N. y Craighead, A.S. (2003) Late Pleistocene and Holocene coastal paleoeconomies: a reconsideration of the molluscan evidence from Northern Spain. *Geoarchaeology*, vol. 18, n.º 2, pp. 175-204
- Bailey, G.N., Deith, M.R. y Shackleton, N.J. (1983) Oxygen Isotope Analysis and Seasonality Determinations: Limits and Potential of a New Technique. *American Antiquity*, vol. 48, n.º 2, pp. 390-398
- Barceló, J.A. (2007) *Arqueología y estadística (I). Introducción al estudio de la variabilidad de las evidencias arqueológicas*. Materials 187. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 135 pp.
- Cantillo, J.J. y Soriguer, M.C. (2019) Los moluscos marinos. En: Vijande-Vila, E., Ramos-Muñoz, J., Fernández-Sánchez, D., Cantillo-Duarte, J.J. y Pérez-Rodríguez, M. (coords). *La Esparragosa (Chiclana de La Frontera, Cádiz) Un campo de silos neolíticos del IV milenio a.n.e*. Sevilla: Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía
- Claassen, C. (1998) *Shells*. Cambridge: Cambridge University Press
- Clemente-Conte, I., Mazzucco, N., Cuenca-Solana, D. y Mozota Holgueras, M. (2016) The toolkit for pottery production and repair in Prehistory. En: *Traditions and innovations in the study of earliest pottery: materials of the international conference*, May, 24-27. San Petersburgo, pp. 135-139
- Colonese, A.C., Lo Vetro, D., Landini, W., Di Giuseppe, Z., Hausmann, N., Demarchi, B., d'Angelo, C., Leng, M.J., Incarbona, A., Whitwood, A.C. y Martini, F. (2018) Late Pleistocene-Holocene coastal adaptation in central Mediterranean: Snapshots from Grotta d'Oriente (NW Sicily). *Quaternary International*, vol. 493, pp. 114-126
- 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*. Santander: Publican, Servicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria
- Cuenca-Solana, D., Dupont, C. y Hamon, G. (2015) Instrumentos de concha y producción cerámica en los grupos tribales neolíticos de la costa atlántica del oeste de Francia. En: Gutiérrez-Zugasti, I., Cuenca-Solana, D. y González Morales, M.R. (eds.). *Actas de la IV Reunión de Arqueomalacología de la península Ibérica*. Santander: Publican, Servicio de Publicación de la Universidad de Cantabria, pp. 101-111
- Cuenca-Solana, D., Gutiérrez-Zugasti, I. y Gonzalez-Morales, M.R. (2017) Use-wear analysis: An optimal methodology for the study of Shell tools. *Quaternary International*, vol. 427 (A), pp. 192-200

Cuenca-Solana, D., Gutiérrez Zugasti, I., González-Morales, M.R., Setién Marquinez, J., Ruiz Martínez, E., García Moreno, A. y Clemente Conte, I. (2013) Shell Technology, Rock Art, and the Role of Marine Resources during the Upper Paleolithic. *Current Anthropology*, vol. 4, n.º 3, pp. 370-380

Cuenca-Solana, D., Rodríguez-Santos, F.J., Nonza-Micaelli, A., Cantillo-Duarte, J.J., Clop-García, X., Camalich-Massieu, M.D. y Martín-Socas, D. (2022) Los instrumentos de concha y la producción alfarera durante el Neolítico en la Cueva de El Toro (Antequera, Málaga). En: Vicens, M.A. y Pons, G.X. (eds.) *Avances en Arqueomalacología. Nuevos conocimientos sobre las sociedades pasadas y su entorno natural gracias a los moluscos*. Palma de Mallorca: Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 32, pp. 121-152

Cuenca-Solana, D., Ruiz Redondo, A., Gutiérrez Zugasti, I., González Morales, M.R., Setién Marquinez, J., Ruiz Martínez, E., Palacio Pérez, E., de las Heras Martín, C., Prada Freixedo, J.A. y Lasheras Corruçhaga, A. (2016) Insights into rock art painting techniques: shell tools from the upper Palaeolithic of Altamira cave (northern Spain). *Journal of Archaeological Science*, vol. 74, pp. 135-151

Deith, M. y Shackleton, N.J. (1988) Oxygen Isotope Analyses of Marine Molluscs from Franchthi Cave. En: *Excavations at Franchthi Cave, Greece. Marine Molluscan Remains from Franchthi Cave*. Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press, pp. 133-155

Deith, M. y Shackleton, N.J. (1986) Seasonal exploitation of marine molluscs: oxygen isotope analysis of shell from

La Riera cave. En: *Lawrence G. Straus y Geoffrey A. Clark. Stone age hunter-gatherer adaptations in northern Spain*. Tempe: Arizona State University, pp. 199-313

Evans, A.A. y Donahue, R.E. (2008) Laser scanning confocal microscopy: a potential technique for the study of lithic microwear. *Journal of Archaeological Science*, vol. 35, n.º 8, pp. 2223-2230

Fontanals-Coll, M., Soncin, S., Talbot, H.M., von Tersch, M., Gibaja, J.F., Colonese, A.C. y Craig, O.E. (2023) Stable isotope analyses of amino acids reveal the importance of aquatic resources to Mediterranean coastal hunter-gatherers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 290, n.º 1993

García-Escárzaga, A. (2020) *Paleoclima y aprovechamiento de recursos costeros durante el Mesolítico en la región cantábrica (N de Iberia)*. British Archaeological Reports Limited International Series, vol. 2976. Oxford: BAR Publishing

García-Escárzaga, A., Bello-Alonso, P.M. y Ozkorta-Escribano, L. (2015) El análisis de los recursos malacológicos desde una perspectiva arqueométrica: indicadores paleoclimáticos y socio-económicos. En: *Arqueologías sociales, Arqueología en sociedad. Actas de las VII Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica*. Vitoria: Arqueogazte, pp. 299-309

García-Escárzaga, A., Gutiérrez-Zugasti, I., Cobo, A., Cuenca-Solana, D., Martín-Chivelet, J., Roberts, P. y González-Morales, M.R. (2019) Stable oxygen isotope analysis of *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778) as a proxy for foraging seasonality

during the Mesolithic in northern Iberia. *Archaeological and Anthropological Sciences*, vol. 11, n.º 10, pp. 5631-5644

García-Escárzaga, A., Gutiérrez-Zugasti, I., Marín-Arroyo, A.B., Fernandes, R., Núñez de la Fuente, S., Cuenca-Solana, D., Iriarte, E., Simões, C., Martín-Chivelet, J., González-Morales, M.R., Roberts, P. (2022) Human forager response to abrupt climate change at 8.2 ka on the Atlantic coast of Europe. *Scientific reports*, vol. 12, n.º 1

Gofas, S., Salas, C. y Moreno, D. (coords.) (2010) *Moluscos marinos de Andalucía*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía

González Urquijo, J.E. e Ibáñez Estévez, J.J. (1994) *Metodología de análisis funcional de instrumentos tallados en sílex*. Cuadernos de Arqueología 14. Deusto: Universidad de Deusto

Gruet, M., Lemonnier L. y Gruet, Y. (1999) Les coquilles marines. En: Burnez, C. y Fouéré, P. (eds.) *Les enceintes néolithiques de Diconche à Saintes (Charente-Maritime)*. Mémoire de la S.P.F. 1998, vol. 1, pp. 139-146

Gutiérrez-Zugasti, I. (2011) Coastal resource intensification across the Pleistocene-Holocene transition in Northern Spain: evidence from shell size and age distributions of marine gastropods. *Quaternary International*, vol. 244, n.º 1, pp. 54-66

Gutiérrez-Zugasti, I. (2009) *La explotación de moluscos y otros recursos litorales en la región cantábrica durante el Pleistoceno final y el Holoceno inicial*. Santander: Publican, Ediciones de la Universidad de Cantabria

Gutiérrez-Zugasti, I., Andersen, S.H., Araújo, A.C., Dupont, C., Milner, N. y Monge-Soares, A.M. (2011) Shell midden research in Atlantic Europe: State of the art, research problems and perspectives for the future. *Quaternary International*, vol. 239, n.º 1-2, pp. 70-85

Gutiérrez-Zugasti, I. y Cuenca-Solana, D. (2015) Ornaments from the Magdalenian burial area in El Mirón Cave (Cantabria, northern Spain). Were they grave goods? *Journal of Archaeological Science*, vol. 60, pp. 112-124

Gutiérrez-Zugasti, I., García-Escárzaga, A., Martín-Chivelet, J. y González-Morales, M.R. (2015) Determination of sea surface temperatures using oxygen isotope ratios from *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778) in northern Spain: Implications or paleoclimate and archaeological studies. *The Holocene*, vol. 25, n.º 6, pp. 1002-1014

Guzzo Falci, C., Van Gijn, A., Antczak, M.M., Antczak, A.T. y Hofman, C.L. (2017) Challenges for microwear analysis of figurative shell ornaments from pre-Colonial Venezuela. *Journal of Archaeological Science: Reports*, vol. 11, pp. 115-130

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2001) Past: Paleontological Statistics software package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electrónica*, vol. 4, n.º 1, pp. 1-9

Ibáñez, J.J., González-Urquijo, J.E. y Gibaja, J. (2014) Discriminating wild vs domestic cereal harvesting micropolish through laser confocal microscopy. *Journal of Archaeological Science*, vol. 48, pp. 96-103

- Jerardino, A. (2016) Shell density as proxy for reconstructing prehistoric aquatic resource exploitation, perspectives from southern Africa. *Journal of Archaeological Science*, Reports, vol. 6, pp. 637-644
- Killingley, J.S. (1981) Seasonality of Mollusk Collecting Determined from O-18 Profiles of Midden Shells. *American Antiquity*, vol. 46, n.º 1, pp. 152-158
- Leng, M.J. y Lewis, J.P. (2016) Oxygen isotopes in Molluscan shell: Applications in environmental archaeology. *Environmental Archaeology*, vol. 21, n.º 3, pp. 295-306
- Manca, L. (2016) The shell industry in Final Neolithic societies in Sardinia: characterizing the production and utilization of *Glycymeris* da Costa, 1778 valves. *Anthropozoologica*, vol. 51, n.º 2, pp. 149-171
- Mannino, M.A., Spiro, B.F. y Thomas, K.D. (2003) Sampling shells for seasonality: oxygen isotope analysis on shell carbonates of the inter-tidal gastropod *Monodonta lineata* (da Costa) from populations across its modern range and from a Mesolithic site in southern Britain. *Journal of Archaeological Science*, vol. 30, n.º 6, pp. 667-679
- Mannino, M.A., Thomas, K.D., Crema, E.R. y Leng, M.J. (2014) A matter of taste? Mode and periodicity of marine mollusc exploitation on the Mediterranean island of Favignana (Ēgadi Islands, Italy) during its isolation in the early Holocene. *Archaeofauna*, vol. 23, pp. 133-147
- Margarit, M. (2016) Testing the endurance of prehistoric adornments: Raw materials from the aquatic environment. *Journal of Archaeological Science*, vol. 70, pp. 66-81
- Martín-Chivelet, J. y Muñoz-García, M.B. (2015) Estratigrafía de isótopos de oxígeno y la reconstrucción de los cambios climáticos del pasado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 23, n.º 2, pp. 160-170
- Martín Socas, D., Camalich Massieu, M.D., Caro-Herrero, J.L. y Rodríguez-Santos, F.J. (2018) The beginning of the Neolithic in Andalusia. *Quaternary International*, vol. 470, pp. 451-471
- Martín Socas, D., Camalich Massieu, M.D. y González Quintero, P. (2004) *La Cueva de El Toro (Sierra de El Torcal-Antequera-Málaga). Un modelo de Ocupación Ganadera en el Territorio Andaluz entre el VI y II Milenios A.N.E.* Arqueología Monografías 21, Sevilla: Junta de Andalucía
- Mason, R.D., Peterson, M.L. y Tiffany, J.A. (1998) Weighing vs. Counting: Measurement Reliability and the California School of Midden Analysis. *American Antiquity*, n.º 63, pp. 303-324
- Moreno Nuño, R. (1994) *Análisis Arqueomalacológicos en la Península Ibérica: Contribución Metodológica y Biocultural*. Tesis doctoral inedita. Universidad Autónoma de Madrid
- Mowat, F. (1994) Size really does matter: factors affecting shell fragmentation. En: Sullivan, M., Brockwell, S. y Webb, A. (eds.) *Archaeology in the North: Proceedings of the 1993 Australian Archaeological Association Conference*. North Australia Research Unit, Australian National University, Darwin, pp. 201-210
- Pérez, M., Ramos, J., Vijande, E. y Castañeda, V. (2005) Informe preliminar

- de la excavación de urgencia en el asentamiento prehistórico de La Esparragosa (Chiclana de la Frontera). *Anuario Arqueológico de Andalucía 2002*, vol. III. Sevilla: Junta de Andalucía, pp. 93-103
- Poppe, G.T. y Goto, Y. (1993) *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*, vol. I. Germany: Verlag Christa Hemmen
- Prendergast, A.L. y Stevens, R.E. (2014) Molluscs (Isotopes): Analyses in Environmental Archaeology. En: *Encyclopedia of Global Archaeology*. Nueva York: Springer, pp. 5010-5019
- Prendergast, A.L., Stevens, R.E., O'Connell, T.C., Fadlalak, A., Touati, M., al-Mzeine, A., Schöne, B.R., Hunt, C.O. y Barker, G. (2016) Changing patterns of eastern Mediterranean shellfish exploitation in the Late Glacial and Early Holocene: Oxygen isotope evidence from gastropod in Epipaleolithic to Neolithic human occupation layers at the Haua Fteah cave, Libya. *Quaternary International*, vol. 407, pp. 80-93
- Reitz, E.J. y Wing, E.S. (1999) *Zooarchaeology*. Cambridge: Cambridge University Press
- Rigaud, S., d'Errico, F., Vanhaeren, M. y Peñalber, X. (2014) A short-term, task-specific site: epipalaeolithic settlement patterns inferred from marine shells found at Prailleaitz I (Basque Country, Spain). *Journal of Archaeological Science*, vol. 41, pp. 666-678
- Rigaud, S. y Gutiérrez-Zugasti, I. (2016) Symbolism among the last hunter fishers gatherers in northern Iberia: Personal ornaments from El Mazo and El Toral III Mesolithic shell midden sites. *Quaternary International*, vol. 407, pp. 131-144
- Rolán Mosquera, E. (1984) *Moluscos de la Ría de Vigo I: Gasterópodos*. Santiago de Compostela: Thalassas
- Semenov, S.A. (1964) *Prehistoric Technology*. Londres: Cory Adams and Mackay
- Tumung, L., Bazgir, B. y Ollé, A. (2015) Applying SEM to the study of use-wear on unmodified shell tools: an experimental approach. *Journal of Archaeological Science*, vol. 59, pp. 179-196
- Vijande, E. (2009) El poblado de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz): resultados preliminares y líneas de investigación futuras para el conocimiento de las formaciones sociales tribales en la Bahía de Cádiz (tránsito V-IV milenios a.n.e.). *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*, vol. 11, pp. 265-284
- Vijande, E., Ramos, J., Pérez, M., Moreno, A., Cantillo, J.J., Domínguez-Bella, S., Almisas, S., Riquelme, J.A., Soriguer, M., Clemente, I., García, V., Barrena, A., Ruiz, B., Gil, M.J. y Fernández, D. (2018) Estudio interdisciplinar de la tumba AV del asentamiento neolítico de La Esparragosa (Chiclana de la Frontera, Cádiz, España). *Revista de Arqueología Iberoamericana*, vol. 37, pp. 40-47
- Villalpando, A. y Montañés, M. (2009) Avance de los resultados de las excavaciones arqueológicas realizadas en SET Parralejos. *Revista Atlántica-Mediterránea de Prehistoria y Arqueología Social*, vol. 11, pp. 257-264