

LA DIETA ALIMENTICIA EN EL POBLADO DEL BRONCE MANCHEGO DEL CERRO DE EL CUCHILLO (ALMANSA, ALBACETE) A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES

Dietary Practices at the La Mancha Bronze Age Settlement of Cerro de El Cuchillo (Almansa, Albacete, Spain): Insights from Stable Isotope Analysis

Héctor BOLÍVAR SANZ*, Irene UREÑA HERRADÓN*, Gabriel GARCÍA ATIÉNZA**, Mauro Severo HERNÁNDEZ PÉREZ** y Domingo C. SALAZAR-GARCÍA***

* Instituto del Patrimonio Cultural de España (IPCE)-Ministerio de Cultura y Deporte. C/ Pintor el Greco, 4. 28040 Madrid. Correo-e: hector.bolivar@cultura.gob.es; irene.uh@gmail.com. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5898-643x>; <https://orcid.org/0000-0001-9724-9977>

** Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio Histórico (INAPH). Univ. de Alicante. Correo-e: g.garcia@ua.es; mauro.s.hernandez@gmail.com. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9390-8111>; <https://orcid.org/0000-0001-8225-4730>

*** Dpt. of Geological Sciences. 13 University Avenue South, Upper Campus-Univ. of Cape Town. Rondebosch 7701. South Africa. Correo-e: domingocarlos.salazar@uv.es. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8017-0194>

Recepción: 28/04/2026; Revisión: 17/05/2026; Aceptación: 20/05/2026

RESUMEN: Con el objetivo de contribuir al conocimiento del patrón alimentario en las poblaciones de la Edad del Bronce de la Península Ibérica, se presentan los análisis de isótopos de carbono y nitrógeno sobre colágeno óseo de once individuos recuperados en el poblado del cerro de El Cuchillo, en Almansa, Albacete, datado a inicios del II milenio a. C. Los resultados revelan una dieta característica de ecosistemas C_3 , con aporte de proteínas, principalmente, provenientes de animales domésticos, tales como caprinos y bóvidos. No se observan indicios de consumo de proteínas de agua dulce o marinas ni de recursos C_4 . Estos datos concuerdan con los estudios de isótopos realizados en otros yacimientos peninsulares de similar cronología, aunque se observan pequeñas diferencias con otros grupos culturales atribuibles, posiblemente, a la distinta aridez ambiental o al desarrollo de determinadas prácticas agrícolas.

Palabras clave: Bioarqueología; carbono; nitrógeno; ecosistemas C_3 ; II milenio a. C.; Península Ibérica.

ABSTRACT: This study aims to contribute to our understanding of dietary patterns among Bronze Age populations on the Iberian Peninsula. It presents the results of carbon and nitrogen isotope analysis of bone collagen from 11 individuals recovered from the Cerro de El Cuchillo settlement, in Almansa, Albacete, which dates to the early 2nd millennium BC. The results reveal a diet characteristic of C_3 ecosystems, with animal protein mainly derived from domesticated animals such as goats and cattle. There is no evidence of the consumption of freshwater or marine proteins, nor of C_4 resources. These findings are consistent with isotope studies carried out at other sites on the peninsula of a similar age, although there are some small differences with other cultural

groups. These differences may be due to varying levels of environmental aridity or the development of specific agricultural practices.

Keywords: Bioarchaeology; Carbon; Nitrogen; C₃ Ecosystems; Second Millennium BC; Iberian Peninsula.

1. Introducción¹

El análisis de la dieta de las poblaciones prehistóricas se ha basado tradicionalmente en el estudio de evidencias indirectas –artefactos, ecofactos y arteusos–. La calidad de la información que ofrecen estos registros depende de su grado de conservación, de forma que esta puede ser incompleta cuando su estado sea deficiente. Frente a estas limitaciones, el análisis de isótopos estables ha mostrado ser útil para conocer la dieta de las sociedades antiguas y su organización socioeconómica (Van der Merwe y Vogel, 1978; Schoeninger *et al.*, 1983; Makarewicz y Sealy, 2015) en tanto la calidad de la información que contienen no experimenta un decaimiento a lo largo del tiempo (Lee-Thorp, 2008; Salazar-García y Silva-Pinto, 2017). De este modo, los isótopos estables se presentan como una herramienta apta para el análisis directo de la dieta de individuos, siendo el material más

utilizado la proteína de colágeno que se preserva en mejores condiciones en los huesos más compactos (Hoke *et al.*, 2019).

El razonamiento detrás de esta técnica es que ‘somos lo que comemos’ (DeNiro y Epstein, 1978; Ambrose y Norr, 1993). Cada fuente de alimento posee una composición isotópica determinada como consecuencia de su fisiología y su metabolismo y, una vez consumida, esta sufrirá un fenómeno de fraccionamiento por el cual la proporción de isótopos ligeros y pesados de cada elemento se modificará de una forma determinada, quedando esta nueva proporción reflejada en las características isotópicas de los tejidos del consumidor (Schoeller, 1999). Esto permite que, una vez conocido ese fraccionamiento, se puedan identificar las fuentes principales de alimentación (Katzenberg, 2000; Sponheimer y Lee-Thorp, 2007; Makarewicz y Sealy, 2015).

Los valores de isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) permiten discriminar entre alimentos de origen terrestre y marino (Schoeninger y DeNiro, 1984; Lee-Thorp *et al.*, 1994; Honch *et al.*, 2006; Webb *et al.*, 2017) y, con cautela, respecto a los de origen estuarino (Eerkens *et al.*, 2013; Salazar-García *et al.*, 2014). También posibilitan discriminar el consumo de plantas con diferentes vías fotosintéticas y, por tanto, de los animales que las consumen –ciclo C₃ de Calvin-Benson y ciclo C₄ de Hatch-Slack– (Vogel y Van der Merwe, 1977; Schoeninger *et al.*, 1983; O’Leary, 1988). Las ratios isotópicas de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) proporcionan información sobre el nivel trófico, mostrando un incremento de *c.* 3-5 ‰ por cada nivel que se asciende en la cadena (Bocherens y Drucker, 2003; Hedges y Reynard, 2007; O’Connell *et al.*, 2012). El $\delta^{15}\text{N}$ de las plantas es más cercano al valor de referencia que el de los consumidores, siendo mayor la diferencia entre consumidores primarios y secundarios. Así, en los ecosistemas marinos y lacustre-fluviales, al encontrarse

¹ Este trabajo ha sido financiado por el Instituto de Estudios Albacetenses ‘Don Juan Manuel’ –Diputación de Albacete– a través del proyecto *Estudio isotópico de la población de la Edad del Bronce del cerro de El Cuchillo (Almansa)*, en el marco de las ayudas para estudios de Arqueología y Prehistoria de 2016, y a través del proyecto *Caracterización arqueométrica, radiocarbónica, paleoambiental y paleoeconómica del poblado de la Edad del Bronce del cerro de El Cuchillo (Almansa, Albacete)* desarrollado en el marco de las ayudas a la investigación del patrimonio arqueológico y paleontológico de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha 2018. DCSG declara financiación de la Generalitat Valenciana (CIDEAGENT/2019/061) y del Gobierno de España (PID2019-111207GA-I00). Gracias a R. Sanz Gamio y al Museo de Albacete por permitirnos el acceso a sus documentos y a los materiales de análisis. Gracias a I. Newton por su asistencia técnica. También nuestro agradecimiento a los revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios para mejorar el documento. El último firmante, DCSG, mantiene vinculación con el el Dpto. de Prehistòria, Arqueologia i Història Antiga de la Univ. de València.

un mayor número de niveles tróficos, se observa un incremento en $\delta^{15}\text{N}$ respecto a los terrestres. En humanos de poblaciones con alto consumo de alimentos acuáticos se observa el incremento en el isótopo pesado de nitrógeno (Richards y Hedges, 1999). La combinación del análisis de los isótopos estables de nitrógeno y carbono permite discernir entre dietas marinas y terrestres de gran contenido en plantas C_4 , algo que por separado no sería posible.

No obstante, los datos isotópicos constituyen una línea de evidencia que debe interpretarse de forma integrada con el resto del registro arqueológico para aproximarse a la organización socioeconómica de las poblaciones del pasado. Así, y como medio para ahondar en el conocimiento de la dieta de las comunidades prehistóricas de la península ibérica, en particular de las de la Edad del Bronce, en este trabajo se presentan y contextualizan los análisis de isótopos estables de una muestra limitada, aunque significativa, tanto de individuos inhumados como

de animales domésticos consumidos en el poblado del cerro de El Cuchillo, en Almansa, Albacete. Desde este objetivo general, esta aproximación plantea una serie de interrogantes específicos: ¿Cuál fue la importancia relativa de la ganadería *versus* la agricultura? ¿Cómo se comparan las firmas isotópicas con yacimientos manchegos contemporáneos? ¿Existió variabilidad dietética interpoblacional? ¿Qué rol tuvieron los espacios acuáticos tan característicos del Bronce manchego?

2. El contexto arqueológico: el yacimiento del cerro de El Cuchillo

El cerro de El Cuchillo se sitúa en el NO del término municipal de Almansa, Albacete –x:650267, y:4303551, UTM30N ETRS89–, a 825 m s.n.m., ocupando el extremo N de una elevación paralela a la sierra de los Cuchillos. El sitio se encuentra junto al



FIG. 1. Localización del poblado del cerro de El Cuchillo, en Almansa, Albacete (base cartográfica: Modelo Digital de Superficies LIDAR, CNIG).

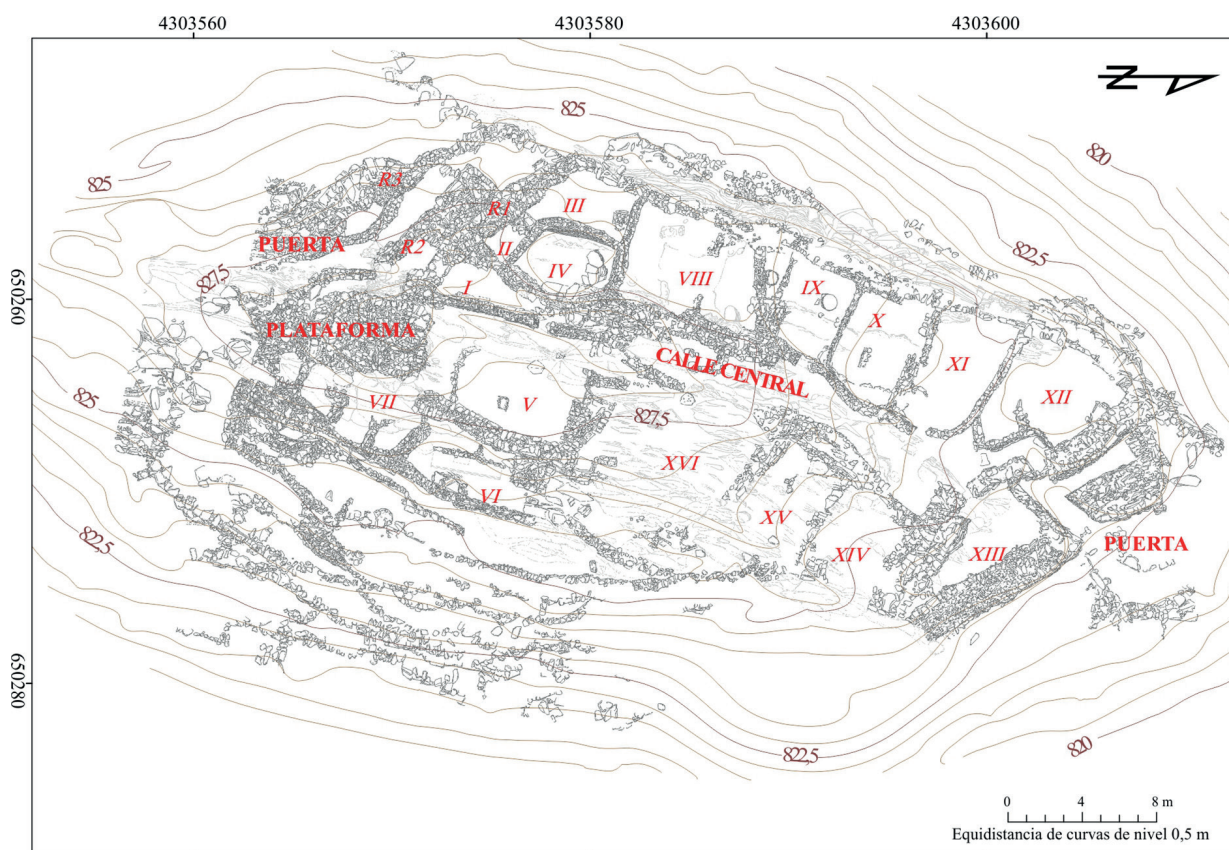


FIG. 2. Planta del poblado del cerro de El Cuchillo, con indicación de las estructuras principales y numeración de los departamentos excavados.

corredor de Almansa, una zona de tránsito natural que comunica con los altiplanos del este de Albacete, con el valle del Vinalopó, enlazando hacia el litoral mediterráneo —c. 100 km—, con la submeseta meridional y con el interior peninsular (Fig. 1).

El poblado fue descubierto a inicios de la década de 1980 a raíz de las prospecciones realizadas por J. L. Simón García (1987) para la realización de su memoria de licenciatura. Su excavación se inició en 1986 y continuó durante nueve campañas, habiéndose publicado los resultados de las primeras (Hernández *et al.*, 1994). A esta monografía siguieron estudios específicos (De Miguel, 2002; Barciela, 2006; Balsera, 2022), así como otras publicaciones sobre su relación con otros yacimientos y su entorno (Simón y Segura, 2011; Simón y Simón, 2018).

El poblado tiene aproximadamente 60 m de longitud en su eje N-S y 20 m de anchura, extendiéndose

por ambas laderas del cerro y ocupando una superficie aproximada de unos 1.000 m² (Hernández Pérez *et al.*, 1994). Se han identificado hasta dieciséis departamentos de diverso tamaño protegidos por un recinto amurallado con sendas plataformas de piedra interpretadas como torres que defenderían tanto el acceso sur como el norte (Fig. 2). En comparación con otros sitios del Bronce manchego cercanos, se trata de un emplazamiento de un tamaño medio (Fernández-Posse *et al.*, 2008).

Las dataciones, realizadas sobre muestras de vida larga —carbón no identificado— (Hernández *et al.*, 1994), sobre restos humanos —sin referencias estratigráficas— (Balsera, 2022) y de fauna doméstica, señalan una ocupación entre el último siglo del III y la primera mitad del II milenio cal AC (Figs. 3 y 4). Estos resultados son coherentes con la cultura material y el tipo de construcciones documentadas

MUESTRA	MATERIAL / CONTEXTO	BP	CAL AC (95,4 %)	REF. BIBLIOG.
I-17446	carbón vegetal Dpto. VI Nivel I	3390 ± 90	1923-1498 (95,2 %) 1471-1465 (0,3 %)	Hernández <i>et al.</i> , 1994
I-17445	carbón vegetal Dpto. V Nivel II	3410 ± 90	1973-1504 (95,4 %)	Hernández <i>et al.</i> , 1994
CNA-4057	hueso humano contexto no publicado	3492 ± 30	1894-1740 (93,1 %) 1712-1698 (2,4 %)	Balsera, 2022
CNA-4060	hueso humano contexto no publicado	3549 ± 31	2013-2000 (1,8 %) 1976-1867 (62,2 %) 1851-1771 (31,4 %)	Balsera, 2022
I-17448	carbón vegetal Dpto. IV Nivel III	3500 ± 90	2126-2093 (1,6 %) 2041-1608 (92,7 %) 1578-1561 (0,8 %) 1555-1546 (0,4 %)	Hernández <i>et al.</i> , 1994
I-17447	carbón vegetal Dpto. VIII Nivel IV	3510 ± 90	2132-2086 (2,5 %) 2050-1612 (92,7 %) 1573-1566 (0,2 %)	Hernández <i>et al.</i> , 1994
CNA-4058	hueso humano contexto no publicado	3585 ± 30	2030-1878 (93,1 %) 1840-1826 (2,3 %)	Balsera, 2022
I-17449	carbón vegetal Dpto. I Nivel III	3590 ± 90	2201-1734 (93,7 %) 1719-1691 (1,8 %)	Hernández <i>et al.</i> , 1994
CNA-4056	hueso humano contexto no publicado	3594 ± 30	2033-1881 (94,8 %) 1836-1831 (0,6 %)	Balsera, 2022
Beta-510332	<i>Ovis aries</i> Calle (D8/D9)-Sector 2) Nivel IIIb	3650 ± 30	2137-1936 (95,4 %)	inédito

FIG. 3. Dataciones absolutas del cerro de El Cuchillo –carbón vegetal: $n = 5$; hueso humano: $n = 4$; hueso de oveja: $n = 1$ – (calibración: OxCal v. 4.4.4 ^(c) C. Bronk Ramsey, 2021; r: 5 IntCal20 datos atmosféricos de Reimer *et al.*, 2020).

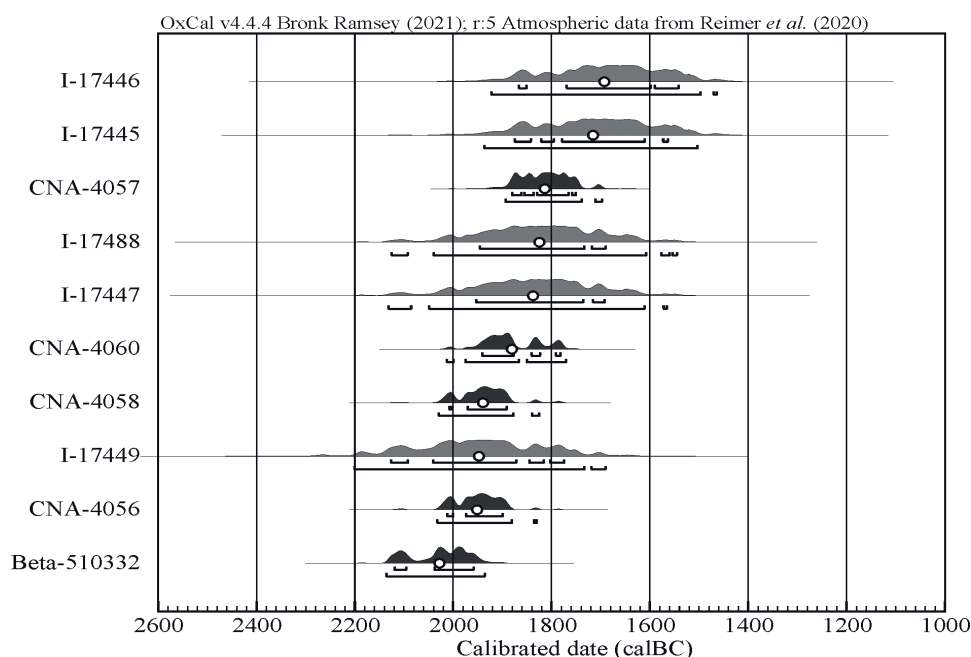


FIG. 4. Representación gráfica de la calibración de las dataciones radiocarbónicas del cerro de El Cuchillo (OxCal v.4.4.4, ^(c) C. Bronk Ramsey 2021; r: 5 IntCal20 datos atmosféricos de Reimer *et al.*, 2020).



FIG. 5. Enterramientos localizados en distintos contextos del cerro de El Cuchillo: a) Enterramiento 1; b) Enterramiento 2; c) Enterramiento 5; d) Enterramientos 7-8.

(Hernández Pérez *et al.*, 1994), permitiendo su relación con otros yacimientos de la Edad del Bronce de La Mancha (Nájera, 1984; Martínez, 1988; Martín *et al.*, 1993; Fernández-Posse *et al.*, 2008, entre otros). En este sentido, se documentó un número considerable de elementos de marfil (Barciela, 2006), materia prima también documentada en sitios como en El Acequión, en Albacete (Martín *et al.*, 1993; Barciela y Schuhmacher, 2025); la Morra del Quintanar, en Munera (Martín, 1984), y Castillejo del Bonete, en Ciudad Real (Benítez de Lugo *et al.*, 2015), lo que indicaría la participación en redes de intercambio a larga distancia.

En las campañas de excavación aparecieron restos humanos enterrados en cistas y fosas localizadas en el interior de los recintos amurallados y de los departamentos, así como individuos arrojados al interior de la cisterna o restos aislados asociados a los niveles de aterrazamiento (Fig. 5). Su conservación

es dispar debido, en parte, a la escasez de depósitos funerarios primarios en tanto solo unos pocos individuos aparecieron en inhumaciones, individuales o dobles, colocados en decúbito lateral flexionado sobre el lado izquierdo o derecho. El número total de individuos recuperados es de, al menos, 23. Los 10 individuos que se han sexado son masculinos/posiblemente masculinos (Arnay y González, 1994; De Miguel, 2002). En cuanto a sus condiciones de vida, la determinación de líneas de Park-Harris (Harris, 1926; Park, 1964), asociadas al estrés metabólico o a patologías, en los enterramientos 5 y 7 (Arnay y González, 1994: 147) son indicadores de los niveles de estrés físico. Un indicador adicional de las condiciones de vida sería el elevado número –5 de 23– de enterramientos infanto-juveniles (De Miguel, 2002).

Como en otros poblados de la Edad del Bronce cercanos, se ha explicado su emplazamiento por la importancia de recursos hídricos (Hernández *et al.*,

1994; Fernández-Posse *et al.*, 2008; Simón y Segura, 2011; Simón y Simón, 2018), destacando la construcción de una cisterna de gran capacidad. En El Cuchillo, los análisis antracológicos han descrito la presencia de romerales, leguminosas, monocotiledóneas y rosáceas, siendo los árboles más representativos el pino carrasco –*Pinus halepensis*–, la encina –*Quercus ilex*– y el alaterno –*Rhamnus* sp.– (Grau, 1994). Las evidencias de restos de fauna, semillas e instrumental lítico han permitido sugerir una subsistencia fundamentalmente agropecuaria (Hernández *et al.*, 1994). Para este momento se ha señalado la importancia de la cabaña trashumante de caprinos y la gran dependencia de abrigos rocosos y de zonas de agua dulce, que se convertirían en puntos estratégicos (Simón y Segura, 2011; Simón y Simón, 2018). Sin embargo, Fernández-Posse *et al.* (2008), basándose en la documentación de las motillas de El Azuer y Los Palacios, dan mayor importancia a los bóvidos en las comunidades del Bronce manchego. Respecto a los recursos agrícolas, se ha documentado en múltiples yacimientos de la zona, incluyendo El Cuchillo, el almacenamiento de grandes cantidades de granos de cereales, principalmente trigo y cebada (Hernández *et al.*, 1994; Rivera *et al.*, 1988; Llorach *et al.*, 2000; Fernández-Posse *et al.*, 2008).

3. Material y métodos

Para el estudio isotópico se seleccionaron 27 muestras –11 humanas y 16 de fauna– (Fig. 6). Debido a la ausencia de análisis zooarqueológico, y por su relación con el estudio de la dieta de la población humana, se ha realizado la revisión preliminar de los restos depositados en el Museo de Albacete, siguiendo el criterio de Davis (1992), identificando los POSAC –*Parts Of the Skeleton Always Counted*–. La identificación taxonómica se realizó con el apoyo de atlas anatómicos (Pales y Lambert, 1971; Schmid, 1972; Barone, 1976; Pales y García, 1981; France, 2008), registrándose también se la presencia o ausencia de signos de termoalteración.

De entre los restos de fauna se seleccionaron 10 muestras de caprinos –*Ovis aries* o *Capra hircus*–, 3 de suidos –*Sus* sp.–, 2 de bóvidos –*Bos* sp.– y 1 de équido –*Equus* sp.–. Siempre que fue posible se seleccionó el mismo elemento anatómico, tomando en consideración su lateralidad, así como elementos encontrados en distintos departamentos, con el objetivo de evitar muestrear dos veces el mismo individuo. Cuando fue posible, se separaron adicionalmente mediante criterios de edad.

Debido al estado de conservación de la mayor parte de los individuos humanos, no se pudieron obtener muestras de los 23 documentados. Seis individuos proceden de depósitos primarios, algunos de ellos en forma de cistas adosadas a muros. Dos de estos enterramientos –enterramiento 1 y enterramiento 7/8– son múltiples. Del primero se recuperaron dos individuos infantiles bien diferenciados, mientras que en el segundo se documentaron dos individuos masculinos adultos arrojados juntos al interior de la cisterna, lo cual se interpreta como reflejo de una muerte violenta (Hernández *et al.*, 1994). Los otros individuos –enterramientos 2 y 5– fueron localizados en otros departamentos y, al igual que los anteriores, sin ajuar. El resto de las muestras proceden de huesos aparecidos de manera aislada en diferentes puntos del poblado, en estratos asociados a reestructuraciones de los espacios y a rellenos constructivos. Al no datarse los restos humanos no se puede saber si son coetáneos o representan distintos momentos de ocupación. Las recientes dataciones publicadas por Balsera (2022), para las que no se han indicado los contextos estratigráficos de procedencia ni los individuos a las que pertenecen, reflejan que, al menos cuatro de ellos, fallecieron en un lapso de unos 118 años calendáricos, entre 1949 y 1836 cal AC -1σ .

El muestreo se realizó en el laboratorio de restauración del Museo de Albacete, tomándose las muestras de zonas con cortical ósea bien desarrollada. Antes del muestreo, la superficie del hueso se limpió mediante abrasión para eliminar posibles contaminantes postdeposicionales. Se utilizó una sierra Dremel 8500 con discos de corte para obtener las muestras, obteniéndose entre 300 y 900 mg

ID S-EHU	CAMPAÑA / CORTE / NIVEL	ESPECIE	HUESO MUESTREADO	EDAD	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	%C	%N	C:N
95	cu90 f5 1b	<i>Homo sapiens</i>	fémur	adulto	-18,6	10,1	32,0	11,3	3,3
96	cu88 c5-c6	<i>Homo sapiens</i>	hemimandíbula izqda.	adulto	-18,7	10,5	38,8	13,6	3,3
97	cu88 c4 III	<i>Homo sapiens</i>	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,6	8,2	27,2	9,6	3,3
98	cu88 c4-c5 IV	<i>Homo sapiens</i>	hemimandíbula dcha.	adulto	-18,9	10,8	37,7	13,9	3,2
99	cu88 c4-c5 v	<i>Homo sapiens</i>	fémur dcho.	infantil	-18,8	9,9	41,3	15,0	3,2
100	cu88 b4 Recinto 2 Enterr. 2	<i>Homo sapiens</i>	húmero	infantil	-18,4	11,7	28,7	10,1	3,3
101	cu88 c4 II Cisterna Enterr. 7-8	<i>Homo sapiens</i>	húmero dcho.	adulto	-18,6	10,4	41,4	15,1	3,2
102	cu88 c4 Cisterna Enterr. 7-8	<i>Homo sapiens</i>	húmero dcho.	adulto	-18,4	10,0	32,7	11,8	3,2
103	Plataforma N cu90 e2 Enterr. 5	<i>Homo sapiens</i>	temporal	adulto	-19,6	10,6	11,8	3,7	3,7
104	cu86 d3 Recinto 1 Enterr. 1	<i>Homo sapiens</i>	occipital	juvenil	-22,7	11,2	1,4	0,2	6,5
105	cu86 d3 Recinto 1 Enterr. 1	<i>Homo sapiens</i>	frontal	juvenil	-23,6	15,2	0,9	0,1	7,9
79	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	juvenil	-19,5	6,2	38,3	13,7	3,2
80	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,2	4,9	34,2	12,2	3,3
82	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,7	4,9	41,4	15,0	3,2
83	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,1	5,6	34,1	12,3	3,3
84	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,3	5,0	41,1	14,8	3,3
85	cu85 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	juvenil	-19,3	5,7	39,0	14,5	3,1
86	cu87 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,4	6,1	40,4	14,5	3,3
87	cu87 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,2	6,7	31,7	11,4	3,3
88	cu87 c5 III	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	adulto	-19,3	6,4	35,5	12,7	3,3
90	cu87 c5 VI	<i>Ovis</i> sp./ <i>Capra</i> sp.	hemimandíbula dcha.	lactante	-19,0	8,3	37,3	13,3	3,3
89	cu87 c5 VI	<i>Sus</i> sp.	hemimandíbula izqda.	adulto	-19,4	8,6	38,9	14,0	3,2
91	cu87 c4 1098	<i>Sus</i> sp.	hemimandíbula dcha.	juvenil	-18,9	8,5	37,8	13,5	3,3
92	cu93 D8 I	<i>Sus</i> sp.	hemimandíbula izqda..	adulto	-18,7	7,1	39,1	14,0	3,3
93	cu93 D8 I	<i>Equus</i> sp.	metatarso	adulto	-20,5	3,8	35,6	12,9	3,2
81	cu85 c5 III	<i>Bos</i> sp.	metacarpo	adulto	-20,0	6,1	37,7	13,7	3,2
94	cu90 f3	<i>Bos</i> sp.	metacarpo	adulto	-19,6	7,1	41,2	15,0	3,2

FIG. 6. Relación de muestras –para las inhumaciones se indica la denominación otorgada en Hernández et al., 1994: 133-142– y resultados de los análisis de isótopos de carbono y nitrógeno en fauna y humanos. Se incluye la referencia a los índices de calidad del colágeno. Las tres muestras de humanos resaltadas en gris no están dentro de los parámetros de calidad estandarizados para estos análisis, por lo que no son consideradas en el análisis estadístico.

para cada una. La extracción y el análisis del colágeno se realizaron en la Univ. de Ciudad del Cabo, Sudáfrica, siguiendo el procedimiento descrito en Richards y Hedges (1999) con el añadido de ultrafiltrado para analizar las moléculas de colágeno mejor preservadas (>30kDa) y eliminar moléculas contaminantes de menor tamaño (Salazar-García *et al.*, 2013).

Una vez extraído el colágeno, cada muestra se analizó por duplicado, utilizando un espectrómetro de masas de ratios isotópicos de flujo continuo Delta plus XP –Thermo Fisher Scientific, EE. UU.– tras su combustión en un analizador elemental Flash EA 1112 –Thermo-Finnigan, Alemania–. Las ratios de isótopos estables se expresan en función de la escala v-PDB –Vienna-Pee-Dee-Belemnite– para el carbono y de la escala AIR –Atmospheric N_2 – para el nitrógeno, utilizando la notación delta (δ) en partes por mil (‰). Los estándares internos utilizados fueron MG –esperado: $\delta^{13}C = -20,05$ ‰, $\delta^{15}N = 7,5$ ‰; [n = 58] $\delta^{13}C -20,57 \pm 0,19$ ‰, $\delta^{15}N + 7,49 \pm 0,09$ ‰–; SEAL –esperado: $\delta^{13}C = -11,97$ ‰, $\delta^{15}N = 15,84$ ‰; [n = 54] $\delta^{13}C -12,02 \pm 0,20$ ‰, $\delta^{15}N 15,78 \pm 0,10$ ‰–; y VALINA –esperado: $\delta^{13}C = -26,80$ ‰, $\delta^{15}N = 12,14$ ‰; [n = 48] $\delta^{13}C = -26,78 \pm 0,19$ ‰, $\delta^{15}N = 12,21 \pm 0,09$ ‰–. Cada estándar fue calibrado frente a los referentes internacionales NBS 21, IAEA N1 y N2. La reproducibilidad de las medidas de los materiales estándares fue $\leq 0,2$ ‰ para $\delta^{13}C$ y $\leq 0,1$ ‰ para $\delta^{15}N$. Dos cápsulas vacías se analizaron con cada bandeja de muestras, no presentando ninguna de ellas pico alguno durante el análisis.

Para el análisis estadístico se ha empleado el test de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors para testar la normalidad de variables y el test de Fligner-Killeen para comparar varianzas. El análisis de medias entre grupos se ha realizado con el test de Kruskal-Wallis y el test de Mann-Whitney-Wilcoxon para determinar las diferencias entre pares de grupos. Los valores atípicos se han determinado según el método de Vallas de Tukey con el cálculo del rango intercuartílico –IQR–, que se establece mediante la diferencia entre el tercer y el primer cuartil de una distribución –Q3-Q1–, que es menos sensible a variaciones producidas por valores

atípicos extremos. Los valores atípicos que distan entre 1,5 veces y 3 veces la distancia IQR se han considerado leves, mientras que aquellos que distan más de 3 veces la distancia IQR se han considerado extremos.

4. Resultados

4.1. Análisis faunístico

Dentro del conjunto faunístico revisado –n = 1 142–, del total de restos morfológicamente identificables –n = 602– se ha podido realizar la determinación taxonómica en un 56 % de los casos –n = 335–, destacándose la presencia de caprinos –18 % número restos-NR–; bóvidos –15 % NR–; lagomorfos –10 % NR–; suidos –6 % NR–; cérvidos –3 % NR–; équidos –1 % NR–; pequeños carnívoros –2 % NR–, y reptiles –1 % NR–, de los cuales no se ha podido determinar el taxón. Este inventario indica la existencia de cabaña ganadera principalmente compuesta por caprinos y bóvidos, destacándose ambos grupos numéricamente sobre otras especies domésticas, complementada por especies cinegéticas entre las que destacarían el ciervo y el corzo. Es notable también la presencia de lagomorfos como el conejo o la liebre. Respecto a los signos de termoalteración, nuestras observaciones indican que cerca del 40 % del total de los elementos poseen algún signo de alteración por calor.

4.2. Estudio isotópico

Los resultados del análisis (Figs. 6 y 7) evidencian que todas las muestras han proporcionado colágeno en la fracción >30kDa, de la cual se han obtenido los datos. Los valores de calidad del colágeno – %C, %N, C:N– son los esperados para huesos bien conservados (DeNiro, 1985; Ambrose y Norr, 1993; Van Klinken, 1999), excepto en las muestras procedentes del Enterramiento 5 –s-EHU 103– y del 1 –s-EHU 104 y 105–, por lo que estos datos se han descartado para los análisis estadísticos

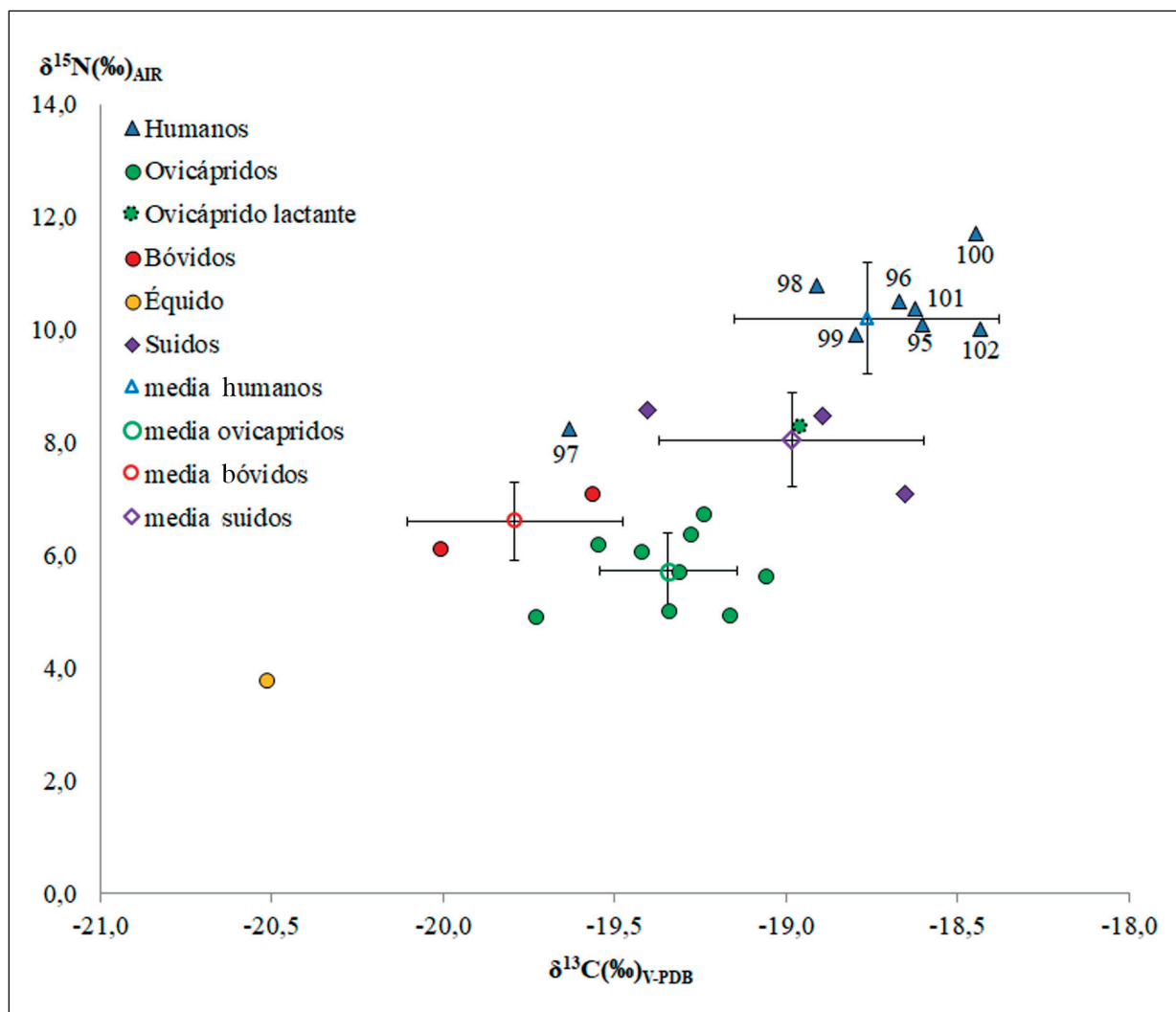


FIG. 7. Representación gráfica de los análisis isotópicos de las muestras del cerro de El Cuchillo.

y la interpretación de los resultados. En el primer caso, el individuo no presentaba signos de alteración, pero en los otros dos la cremación parcial de los esqueletos ha sido posiblemente el factor que ha limitado su análisis.

Los herbívoros analizados han ofrecido rangos de $\delta^{13}\text{C}$ de -20,5 ‰ a -19,0 ‰, con un valor promedio de $-19,5 \pm 0,4$ ‰ (1σ). Estos valores son los esperados para un ecosistema europeo terrestre tipo C_3 . Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ para los herbívoros presentan un rango entre 3,8 ‰ y 7,1 ‰, con un valor medio de $5,7 \pm 0,9$ ‰ (1σ). En el cálculo de la media de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para los herbívoros se ha omitido el

caprino lactante –s-EHU 90–, mientras que el resto de los caprinos analizados muestran homogeneidad. Se han analizado tres suidos, cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}$ se encuentran entre -19,4 ‰ y -18,7 ‰, siendo el valor promedio de $-19,0 \pm 0,4$ ‰ (1σ). Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ se distribuyen entre 7,1 ‰ y 8,5 ‰, siendo el valor promedio de $8,0 \pm 0,8$ ‰ (1σ). Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ son ligeramente superiores –un 2,3 ‰ más elevados– a los presentados por el grupo de herbívoros.

El rango de $\delta^{13}\text{C}$ de los humanos varía de -19,6 ‰ hasta -18,4 ‰, con un promedio de $-18,8 \pm 0,4$ ‰ (1σ). Los valores para $\delta^{15}\text{N}$ se distribuyen entre 8,2 ‰ y 11,7 ‰, con un promedio de $10,2 \pm$

1,0 ‰ (1 σ). Respecto a los valores de $\delta^{13}\text{C}$, el grupo de humanos se encuentra un 0,8 ‰ en promedio sobre los valores promediados de herbívoros y un 0,2 ‰ sobre los de omnívoros. En cuanto al valor $\delta^{15}\text{N}$, los humanos se encuentran muy por encima de los herbívoros $-4,5$ ‰ y $2,2$ ‰ por encima de los omnívoros. Resulta interesante destacar la presencia de un individuo $-s\text{-EHU } 97$, humano adulto de complexión robusta— cuyos valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ ($-19,6$ ‰ y $8,2$ ‰, respectivamente) suponen un valor atípico leve en la población según el cálculo del rango intercuartílico $-IQR-$.

5. Discusión

5.1. Dieta humana y animal en el cerro de El Cuchillo

Los restos de fauna analizada del cerro de El Cuchillo confirman la existencia de una cabaña de animales domésticos compuesta principalmente por caprinos y bóvidos, siendo los primeros más numerosos, aspecto también observado en yacimientos de similar cronología, como El Acequión, en Albacete (Morales *et al.*, 2025); la Morra del Quintanar, en Munera, Albacete (Morales, 1991); la Motilla de Azuer, en Daimiel, Ciudad Real (Driesch y Boessneck, 1980; Beltrán *et al.*, 2026); o la Motilla de los Palacios, en Almagro, Ciudad Real (Driesch y Boessneck, 1980). Sin embargo, estudios efectuados en otros yacimientos adscritos al Bronce manchego, como la Motilla de los Romeros, en Alcázar de San Juan, Ciudad Real (García Pérez, 1987), documentan un mayor número de bóvidos (Fernández-Posse *et al.*, 2008). En el cerro de El Cuchillo también se han identificado otros animales, como suidos y équidos, así como restos de animales propios de las actividades cinegéticas como los cérvidos y los lagomorfos.

Los restos de fauna proceden de zonas de vertedero o se asocian a basuras secundarias acopiadas para el aterrazamiento de diferentes espacios. En su mayor parte se trata de esquirlas óseas, la mayoría no identificables, algunas de ellas con signos de

termoalteración que pueden indicar tanto una práctica culinaria como alteraciones producidas durante la destrucción y la transformación de sus contextos originales. En este sentido, resulta difícil asignarlos a una actividad concreta atendiendo solo a caracteres como el color o la textura de la superficie del hueso, que son también dependientes de otros factores como la intensidad del calor o la forma de gestión posterior como residuo (Shipman *et al.*, 1984).

El estudio isotópico de los taxones faunísticos indica que los herbívoros analizados comparten cierta heterogeneidad. Los caprinos se sitúan en el lado positivo del conjunto de herbívoros respecto al $\delta^{13}\text{C}$, lo que indica la posibilidad de que tuvieran una dieta en la que se incluyeran plantas con adaptaciones a la aridez, que suelen ser poco palatables para otro tipo de animales. Un dato particular lo representa el caprino $s\text{-EHU } 90$, que ofrece unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ muy altos y cercanos a los de los omnívoros. Este individuo, identificado como lactante, conserva parte de su dentición decidual $-dP4-$ y, por el tipo de desgaste y la erupción de sus piezas dentales, se puede clasificar en el Grupo ‘C’—edad de muerte entre 6 y 12 meses— (Payne, 1973). A pesar de que los caprinos comienzan a introducir alimentos distintos de la leche materna de forma precoz —alrededor de los 4 meses en las ovejas domésticas—, el elevado valor de $\delta^{15}\text{N}$ registrado en este individuo puede explicarse porque el colágeno óseo aún conservaba parcialmente la señal isotópica adquirida durante la lactancia. Dado que la renovación del colágeno no es inmediata tras el destete, esta señal puede persistir incluso cuando la leche materna ya no constituye una parte significativa de la dieta (Fogel *et al.*, 1989; Fuller *et al.*, 2003; Howcroft *et al.*, 2012).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de los bóvidos y del équido representan las medidas más negativas y, por tanto, más cercanas al consumo de plantas de tipo C_3 . El équido $s\text{-EHU } 93$ posee unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ significativamente bajos $-3,8$ ‰, sugiriendo una alimentación distinta de otros grupos analizados. Es probable que el animal tuviera una alimentación basada principalmente en pastos silvestres, en contraposición a la alimentación con aportes de plantas

domésticas procedentes de cultivos que los habitantes del yacimiento podrían haber proporcionado a su cabaña principal. Tratarse de cultivos mejorados con abono, como se ha propuesto para La Bastida de Totana y Gatas (Knipper *et al.*, 2020: 14), explicaría los valores $\delta^{15}\text{N}$ más elevados que presentan los bóvidos y, especialmente, los caprinos respecto al équido (Bogaard *et al.*, 2007; Fraser *et al.*, 2011; Szpak, 2014; Vaiglova *et al.*, 2014; Makhad *et al.*, 2022).

Los suidos analizados indican una dieta omnívora en un medio terrestre con dominancia de plantas C_3 . Dos poseen rangos de $\delta^{15}\text{N}$ cercanos a 8,5 ‰, mientras que el tercero presenta unos valores menores. Estos valores se sitúan entre los grupos de herbívoros y los de los pobladores humanos. Esta dieta omnívora se compondría posiblemente de vegetales destinados al ganado, así como de restos y descartes de la alimentación humana (Halley y Rosvold, 2014).

Sobre la interpretación de los resultados respecto a la población humana de El Cuchillo, de nuevo es importante remarcar que, aunque nos referimos al conjunto, las dataciones disponibles apuntan a individuos que vivieron en distintos momentos de la secuencia. Si exceptuamos el individuo s-EHU 97, el resto de los humanos analizados comparten unos valores bastante homogéneos, con un promedio de $\delta^{13}\text{C}$ de $-18,6 \pm 0,19$ ‰, lo que indicaría una dieta terrestre C_3 predominante. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en humanos sugieren la ingesta de proteínas de origen animal en su dieta. La media en los humanos $-10,2$ ‰ indica un incremento del 4,3 ‰ sobre el valor medio de los herbívoros, de lo que se infiere que una de las fuentes más comunes de proteína serían estos animales, consumidos directamente o a través de productos derivados, como los lácteos, atestiguados de manera indirecta por la presencia de queseras en el yacimiento. Esta hipótesis se refuerza con la gran cantidad de restos de fauna quemada o con signos de tratamiento con calor, especialmente en restos de caprinos. Si analizamos las diferencias entre los valores medios de $\delta^{15}\text{N}$ de humanos y de las diferentes especies de fauna observamos que, de todas ellas, los caprinos $-$ diferencia de 4,5 ‰ $-$ y

los bóvidos $-$ diferencia de 3,6 ‰ $-$ son los que más se ajustan al 3-5 ‰ ocasionado por el enriquecimiento teórico en el isótopo pesado del nitrógeno que se produciría al consumir el animal (Bocherens y Drucker, 2003).

Tomando en consideración el estudio arqueozoológico e isotópico, es más que probable que los caprinos fueran la especie de consumo preferente en El Cuchillo debido a su gran adaptación al ambiente semiárido de la Meseta y a que proporcionan, además de carne, otros productos secundarios, como la leche o materias primas como los ligamentos, pieles, vísceras y vellón de oveja, sin olvidar los materiales óseos para fabricar herramientas (López Padilla, 2011: 286-300).

Los suidos poseen una diferencia de 2,2 ‰ de $\delta^{15}\text{N}$ con respecto a los humanos, por lo que no serían descartables como una fuente de alimento recurrente, aunque no tan frecuente como los caprinos y los bóvidos. Por último, podríamos considerar el équido analizado como un alimento ocasional o incluso un animal no consumido, ya que la diferencia entre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de este con los humanos es de 6,4 ‰, de forma que se alejaría del consumo frecuente de estos animales por parte de la población estudiada. Esta observación, además, se apoya en la inexistencia de marcas de corte o de cocción sobre los huesos de équido revisados.

La muestra s-EHU 97, perteneciente a los restos de un individuo humano adulto robusto, es la que posee valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ menores a los del resto de la población, sugiriendo un aporte proteico diferente. Este individuo se documentó en el nivel de ocupación más reciente $-$ Nivel III $-$ del Departamento IV, mientras que otros individuos hallados en ese mismo departamento $-$ s-EHU 98 y 99 $-$ pertenecen a niveles más antiguos $-$ IV y V $-$. La explicación a los valores atípicos de esta muestra podría ser por unos hábitos alimentarios distintos $-$ un menor consumo de proteína animal $-$; por haber migrado a la comunidad desde otra población con un patrón alimentario diferente, o por su posible pertenencia a una cronología más tardía en la que los patrones alimentarios fueran diferentes o con unos valores de base diferentes debido a cambios ambientales y/o

sociales. En este punto, cabe reseñar que Díaz-del-Río *et al.* (2022) publicaron un estudio de movilidad basado en isótopos estables de estroncio, incluyendo al individuo s-EHU 98 y otros dos humanos –no analizados aquí–. No obstante, con los datos publicados hasta la fecha no se puede determinar el origen –foráneo o local– del individuo s-EHU 97. En el otro extremo se sitúa el individuo del enterramiento número 2 –s-EHU 100–, el cual posee unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ más elevados –11,7 ‰–, en consonancia con ser un individuo infantil, lo que muy probablemente refleje el efecto de la lactancia materna (Fuller *et al.*, 2006; Howcroft *et al.*, 2012).

Sobre el consumo de recursos vegetales, se destaca el predominio proteico de origen vegetal, ya que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en humanos deberían situarse varios puntos por debajo de los valores obtenidos y cerca de los valores $\delta^{15}\text{N}$ bajos de los herbívoros domésticos (Bocherens y Drucker, 2003; Fahy *et al.*, 2015). No obstante, para obtener información del tipo de recursos vegetales consumidos sería mejor utilizar otras técnicas analíticas, como el estudio de microrrestos vegetales en cálculos dentales (Leonard *et al.*, 2015; Power *et al.*, 2015; Salazar-García *et al.*, 2021). Lo que sí que indican los análisis isotópicos es una dieta predominante C_3 basada probablemente en el consumo de cereales, como el trigo y la cebada, junto a otros recursos vegetales que no han podido ser recuperados, pero que posiblemente se explotaron, como las leguminosas y los frutos silvestres, de forma análoga a lo documentado en el cercano yacimiento de El Acequión (Llorach *et al.*, 2000; Rivera *et al.*, 2025).

A pesar de la recuperación de elementos ornamentales sobre malacofauna e ictiofauna marina en el yacimiento (Barciela, 2006) y de la existencia de zonas de acumulación de aguas temporales o permanentes en las cercanías, no se observan indicios de ingesta de proteínas marinas o dulceacuícolas en la población estudiada. Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ para los consumidores habituales de recursos marinos son más elevados que los observados en el análisis y, sobre todo, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ serían mucho más positivos. De este modo, los restos de elementos marinos parecen fruto del intercambio entre las

poblaciones de la zona con otras poblaciones del litoral o incluso de fuera de la península, como sería el caso de los elementos de marfil.

5.2. Contextualización de los resultados en el Bronce peninsular

Con el objetivo de contrastar los datos obtenidos en El Cuchillo, se ha realizado una comparación con los valores publicados para otros yacimientos de la Edad del Bronce de la península. Para realizar el análisis estadístico se han agrupado los yacimientos según áreas culturales y/o pisos bioclimáticos con desarrollos históricos, en parte, contemporáneos (Figs. 8 y 9).

La aplicación del test de Kruskal-Wallis para determinar las diferencias entre grupos muestra que existen diferencias significativas –p-valor < 0,001– entre las medias de los grupos para $\delta^{13}\text{C}$ cuando se omiten los valores del yacimiento de El Espinoso –que aparecen como valores atípicos leves en el cálculo del IQR, ya que están todos ellos por encima del -18,58 ‰–, conformándose tres grupos principales: a) Bronce manchego; b) zona atlántica –excepto El Espinoso–; y c) zonas mediterránea y argárica. Por el contrario, no se observan esas diferencias en cuanto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$.

Los valores $\delta^{13}\text{C}$ de los humanos analizados de El Cuchillo se integran perfectamente con los de la zona de la Meseta manchega, con emplazamientos de elevada altitud sobre el nivel de mar. El conjunto de yacimientos del Bronce manchego presenta valores $\delta^{13}\text{C}$ más elevados que el promedio de otras agrupaciones, a pesar de que, en otras zonas, se observan algunos valores puntualmente superiores a los de esta zona, destacando claramente el caso de los individuos de El Espinoso. Estos valores sugieren que las condiciones de aridez propias de la Meseta durante el evento 4.2 ka cal AC (Mejías *et al.*, 2020) pudieron haber tenido un efecto sobre el fraccionamiento. Otro factor que explicaría este resultado sería el posible efecto de la introducción, en muy pequeñas cantidades, de plantas tipo C_4 en la dieta, como proponen González-Rabanal y otros (2022)

para la región cantábrica, y que en la zona manchega tendría su reflejo en la identificación de una carióspside de mijo –género *Panicum*– en la última

fase de El Acequión (Llorach *et al.*, 2000; Balsera *et al.*, 2016). Esta evidencia podría señalar los inicios del uso de este recurso, cuyo consumo e importancia

YACIMIENTO	n	ZONA	MEDIA $\delta^{13}\text{C} \pm \text{DE} (\text{‰})$	MEDIA $\delta^{15}\text{N} \pm \text{DE} (\text{‰})$	REF. BIBLIOG.
El Cuchillo, Albacete	8	Bronce manchego	-18,8 $\pm$ 0,4	10,2 $\pm$ 1,0	Inédito
El Acequión, Albacete	6	Bronce manchego	-18,4 $\pm$ 0,5	10,3 $\pm$ 1,7	Balsera <i>et al.</i> , 2016
Castillejo de Bonete, Ciudad Real	5	Bronce manchego	-19,3 $\pm$ 0,8	9,3 $\pm$ 1,3	Salazar-García <i>et al.</i> , 2013
Motilla del Azuer, Ciudad Real	59	Bronce manchego	-18,6 $\pm$ 0,3	10,4 $\pm$ 1,2	Nájera Colino <i>et al.</i> , 2010
Can Roqueta, Barcelona	29	Mediterránea	-19,4 $\pm$ 0,5	9,3 $\pm$ 1,2	Grandal d'Anglade <i>et al.</i> , 2019
Cova de la Pastora, Alicante	2	Mediterránea	-19,5 $\pm$ 0,1	7,9 $\pm$ 0,6	McClure <i>et al.</i> , 2011
Coveta del Frare, Valencia	2	Mediterránea	-19,1 $\pm$ 0,1	10,0 $\pm$ 0,2	García Borja <i>et al.</i> , 2013
Minferri, Lérida	35	Mediterránea	-19,0 $\pm$ 0,6	10,0 $\pm$ 1,1	Grandal d'Anglade <i>et al.</i> , 2019
Tossal del Mortorúm, Castellón	16	Mediterránea	-19,1 $\pm$ 0,2	9,3 $\pm$ 0,4	Salazar-García, 2017
Moro de Alins, Huesca	8	Mediterránea	-18,9 $\pm$ 0,3	10,2 $\pm$ 0,8	Fernández-Crespo <i>et al.</i> , 2022
Cova de la Sarsa, Valencia	1	Mediterránea	-18,9	9,1	Salazar-García <i>et al.</i> , 2023
Cuesta del Negro, Granada	36	Argárica	-19,3 $\pm$ 0,3	10,0 $\pm$ 0,9	Molina <i>et al.</i> , 2019
La Navilla, Granada	10	Argárica	-19,1 $\pm$ 0,4	7,7 $\pm$ 0,6	Molina <i>et al.</i> , 2019
Úbeda-Eras del Alcázar, Jaén	16	Argárica	-18,8 $\pm$ 0,5	9,2 $\pm$ 1,8	Molina <i>et al.</i> , 2019
Baeza-Cerro del Alcázar, Jaén	37	Argárica	-19,3 $\pm$ 0,6	8,6 $\pm$ 1,1	Molina <i>et al.</i> , 2019
La Bastida, Murcia	48	Argárica	-18,6 $\pm$ 0,5	11,5 $\pm$ 1,3	Knipper <i>et al.</i> , 2020
Gatas, Almería	21	Argárica	-19,2 $\pm$ 0,5	10,6 $\pm$ 1,7	Knipper <i>et al.</i> , 2020
Cova do Santo, Orense	13	Atlántica	-19,9 $\pm$ 0,2	9,4 $\pm$ 0,3	López Costas <i>et al.</i> , 2015
El Espinoso, Asturias	14	Atlántica	-15,6 $\pm$ 1,0	9,5 $\pm$ 0,4	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2022
La Llana, Asturias	1	Atlántica	-21,1	9,2	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2022
Los Cinchos, Asturias	1	Atlántica	-20,9	8,6	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2025
Abrigo de la Castañera, Cantabria	3	Atlántica	-20,9 $\pm$ 0,4	9,6 $\pm$ 0,4	Jones <i>et al.</i> , 2019
La Fragua, Cantabria	1	Atlántica	-20,4	9,2	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2022
El Agua, Cantabria	1	Atlántica	-20,4	8,9	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2025
El Mirón, Cantabria	1	Atlántica	-21,5	9,1	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2022
Ondarre, Guipúzcoa	3	Atlántica	-21,3 $\pm$ 0,4	9,4 $\pm$ 0,6	Fernández Crespo <i>et al.</i> , 2016
Santimamiñe, Vizcaya	1	Atlántica	-17,8	11,1	Sarasketa <i>et al.</i> , 2018
Ferrocarril-La Dehesa, Burgos	1	Atlántica	-19,6	9,1	Jones <i>et al.</i> , 2019
Arroyo de las Vegas, Burgos	4	Atlántica	-20,1 $\pm$ 0,3	8,6 $\pm$ 0,9	Villalobos <i>et al.</i> , 2025
Palomera, Burgos	2	Atlántica	-19,7 $\pm$ 0,1	9,7 $\pm$ 0,8	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2025
La Quebrantada, Burgos	14	Atlántica	-19,5 $\pm$ 0,2	8,4 $\pm$ 0,4	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2025
Trulla, Burgos	1	Atlántica	-19,7	8,3	González-Rabanal <i>et al.</i> , 2025

FIG. 8. Datos isotópicos de humanos recopilados –en total, 400 pares– procedentes de yacimientos de la Edad del Bronce de las diferentes zonas peninsulares analizadas en este trabajo.

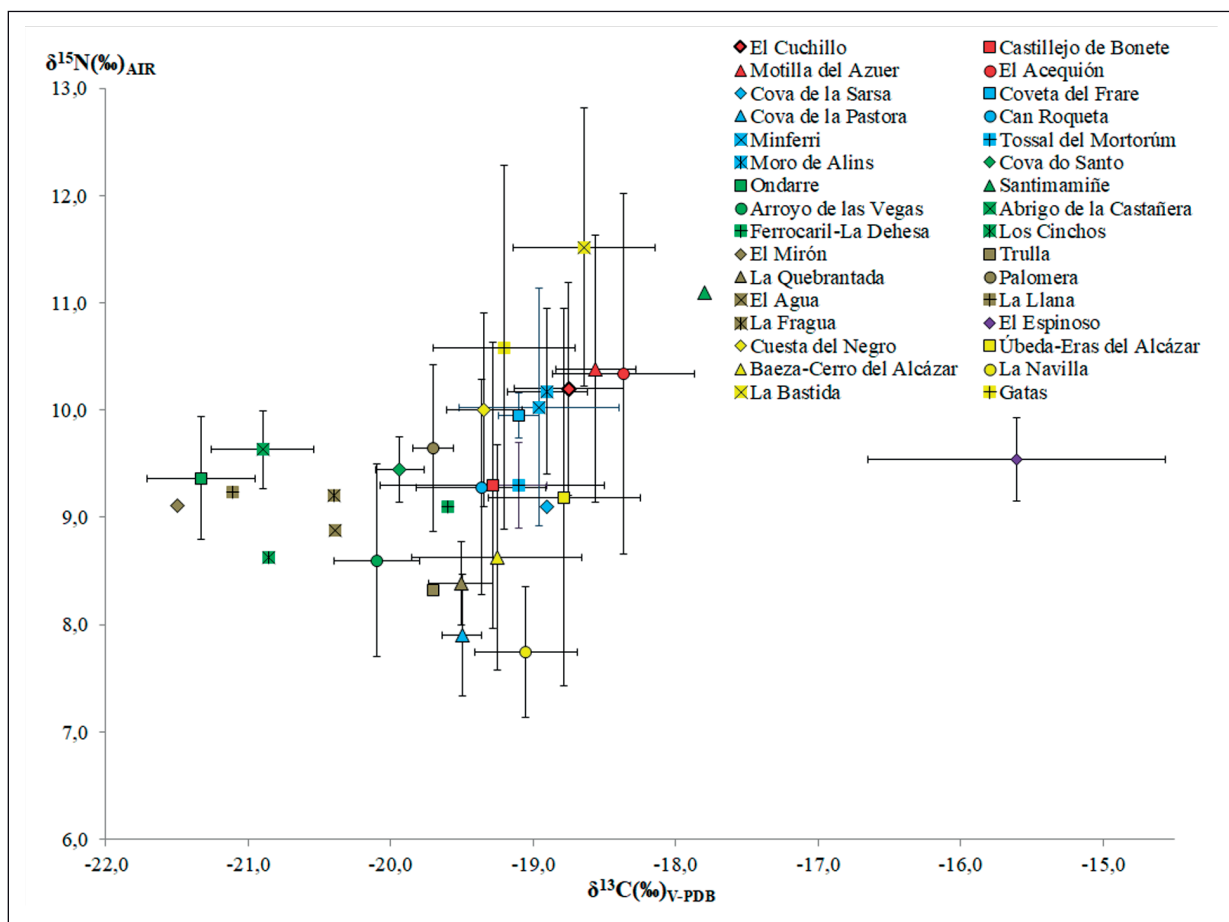


FIG. 9. Representación gráfica de los análisis isotópicos realizados sobre muestras humanas de la Edad del Bronce de las diferentes zonas peninsulares analizadas en este trabajo.

se iría extendiendo a partir de la Edad del Hierro (Buxó, 1997). Es interesante señalar que en ninguno de los yacimientos del Bronce de La Mancha analizados se han encontrado, según los análisis de isótopos estables publicados, aportes destacables de alimentos marinos o dulceacuícolas.

Las zonas mediterránea y argárica presentan medias de $\delta^{13}\text{C}$ de $-19,0 \pm 0,5$ ‰ y $-19,0 \pm 0,6$ ‰, respectivamente. Esta similitud es debida, muy probablemente, al clima templado mediterráneo que predomina en ambas áreas (Goude y Fontugne, 2016). Los registros arqueológicos indican que, de forma general, los yacimientos argáricos comparten con los del Bronce valenciano y manchego su forma de subsistencia, basada en el cultivo de secano,

con una ganadería de caprinos y bóvidos y un escaso aprovechamiento de la caza, la pesca y el marisqueo (Lull *et al.*, 2014; Mora *et al.*, 2022; Jover *et al.*, 2022, 2025). Los yacimientos de la zona atlántica se caracterizan por valores $\delta^{13}\text{C}$ ligeramente más negativos que los del resto de los agrupamientos, salvo el caso comentado de El Espinoso, lo que sugiere la influencia de ambientes propios de ecosistemas más húmedos en los que escasean las plantas de tipo C_4 . De esta zona, solo el individuo de Santimamiñe, en Vizcaya, y los catorce de El Espinoso, en Cantabria, poseen valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ distintos a los de otros yacimientos de este agrupamiento. Si bien en el caso del yacimiento cántabro se atribuye al

consumo de mijo (Gonzalez-Rabanal *et al.*, 2022), no es posible atribuirlo al de Santimamiñe.

En cualquier caso, si bien se puede hablar de ligeras diferencias en el fraccionamiento del carbono entre las poblaciones comparadas (Figs. 10 y 11), en los distintos agrupamientos se observan valores dentro de lo esperado para poblaciones humanas con una dieta típicamente C_3 con un aporte regular de proteína animal representado por una horquilla de los valores de $\delta^{13}C$ entre -20 ‰ y -18 ‰, y entre 7 ‰ y 12 ‰ para $\delta^{15}N$. Como se ha indicado, esta aparente homogeneidad la rompería el yacimiento de El Espinoso ($\delta^{13}C = 15,6 \pm 1,0$ ‰; $\delta^{15}N = 9,4 \pm 0,4$ ‰). Sin embargo, en el resto de sitios los aportes de proteína marina o de recursos C_4 son escasos o restringidos a algún individuo aislado, no sugiriéndose diferencias en las estrategias de alimentación y de subsistencia a nivel intragrupo.

Las pequeñas diferencias observadas sí que podrían indicar la influencia de otros factores. En este sentido, las plantas más eficientes en su consumo de agua, aquellas de zonas áridas –plantas C_4 y CAM–, poseen valores más positivos de $\delta^{13}C$ que otras que no lo son (O’Leary, 1988). Por tanto, estas diferencias podrían atribuirse a la aridez ambiental de los diferentes ecosistemas y climas que afectaron a las poblaciones analizadas. En los climas con buen aporte hídrico aparecen menos especies de plantas de metabolismo C_4 , como el mijo, que en climas donde existe un déficit de agua, lo que revelaría un ligero desplazamiento hacia valores más negativos de $\delta^{13}C$ en ambientes húmedos, como en la zona atlántica, y valores más positivos de este isótopo en ambientes más áridos, como en la zona manchega. En este sentido, la revisión estadística de los valores $\delta^{13}C$ en una treintena de yacimientos neolíticos de

Francia y el noroeste de Italia indican que existe un gradiente desde el norte hasta el sureste de Francia y Liguria, Italia, de + 2,5 ‰, relacionando esto con un gradiente de aridez ambiental (Goude y Fontugne, 2016).

En cuanto a la comparación estadística de los valores $\delta^{15}N$ entre las diversas zonas estudiadas no se han encontrado diferencias significativas (Fig. 7), por lo que podemos asumir un aporte similar de proteína animal. Un interesante factor que considerar en la interpretación sería la fertilización de los campos, la cual posee un efecto en el fraccionamiento del nitrógeno (Fraser *et al.*, 2011; Bogaard *et al.*, 2013) y, de forma mucho menor, del carbono (O’Leary, 1988). Por tanto, no debemos descartar que las ligeras variaciones observadas entre las zonas podrían estar condicionadas, además de por el ambiente, por distintas estrategias agrícolas (Mora *et al.*, 2022). Un factor interesante de fertilización del terreno durante la Edad del Bronce es la siembra de especies de leguminosas para mejorar el suelo gracias a su relación con las bacterias simbiotes del género *Rhizobium* (Peña-Chocarro, 2000). La recuperación de semillas de leguminosas está documentada en diferentes yacimientos de la península ibérica desde el Neolítico, siendo las habas –*Vicia faba*– la especie mejor representada (Rivera *et al.*, 1988). En el yacimiento de El Cuchillo se han podido identificar géneros de leguminosas salvajes, como *Cytisus*, *Genista* o *Ulex*, pero no de géneros alimentarios como *Vicia* o *Pisum* –guisante– (Grau, 1994).

Como en el caso analizado para El Cuchillo, los elevados valores de $\delta^{15}N$ en determinados individuos de varios yacimientos –la Motilla del Azuer, El Acequión, Castillejo del Bonete, Can Roqueta, Minferri, Úbeda-Eras del Alcázar, La Bastida, Gatas– se deben

ZONA	n	MEDIA $\delta^{13}C \pm DE$ (‰)	MEDIA $\delta^{15}N \pm DE$ (‰)
Bronce manchego	78	-18,6 $\pm$ 0,4	10,3 $\pm$ 1,3
Mediterránea	93	-19,1 $\pm$ 0,5	9,6 $\pm$ 1,1
Argárica	168	-19,0 $\pm$ 0,6	10,0 $\pm$ 1,7
Atlántica	61	-19,0 $\pm$ 2,0	9,1 $\pm$ 0,7
Atlántica (salvo El Espinoso)	47	-20,0 $\pm$ 0,7	9,0 $\pm$ 1,1

FIG. 10. Datos de los valores de isótopos estables de carbono y nitrógeno según las zonas peninsulares analizadas en este trabajo.

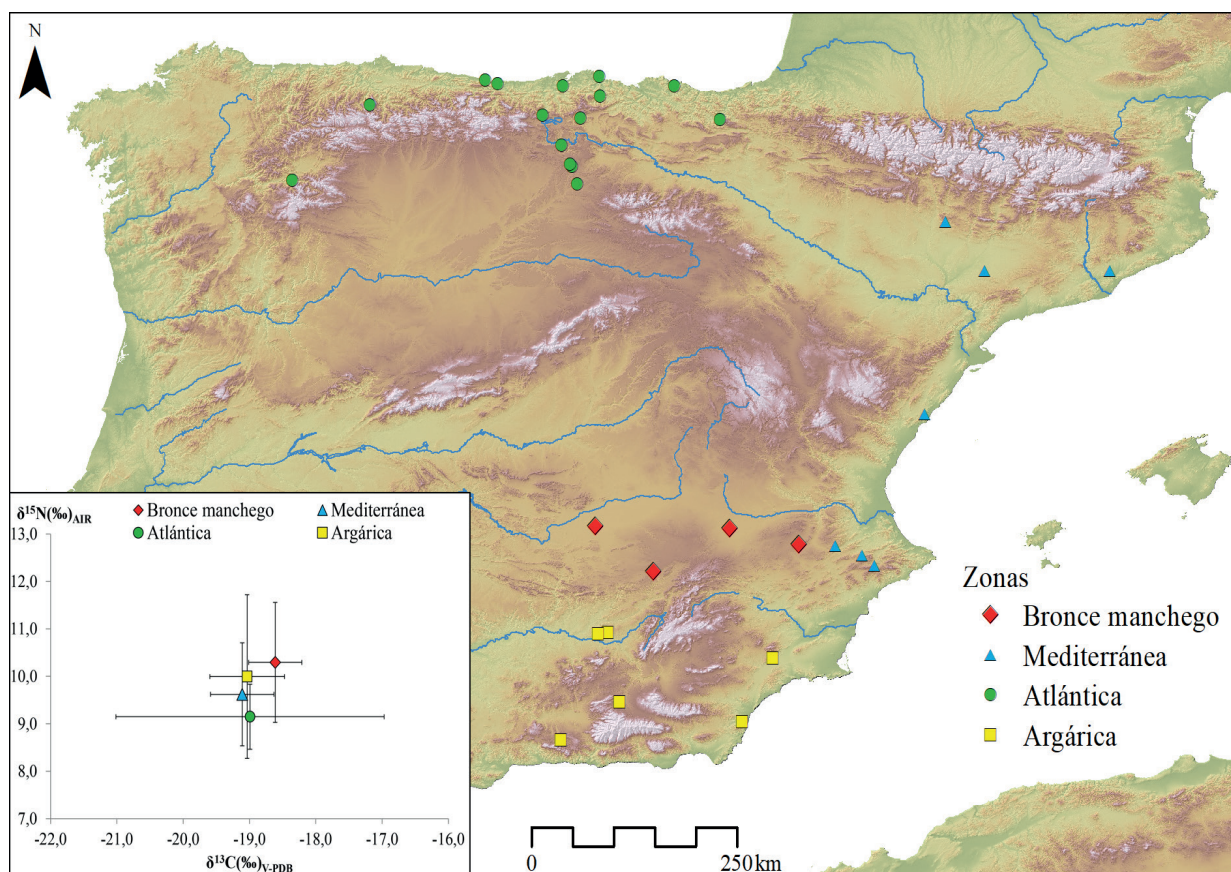


FIG. 11. Localización de los contextos y de las áreas comparadas e indicación de los valores estadísticos agrupados para cada área peninsular (base cartográfica: SRTM 90m Digital Elevation Database v.4.1, NASA).

a su asociación con individuos infantiles, pudiendo relacionarse, muy probablemente, con la lactancia (Fogel *et al.*, 1989; Fuller *et al.*, 2006).

En cuanto al consumo de recursos acuáticos, los valores isotópicos permiten descartar una contribución significativa de proteína marina, al no registrarse el enriquecimiento en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ característico de este tipo de dietas. Asimismo, aunque los recursos dulceacuícolas no presentan necesariamente valores elevados de $\delta^{13}\text{C}$, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ tampoco sugieren un consumo relevante de estos recursos. En conjunto, los resultados apuntan a una escasa explotación de recursos acuáticos tanto en los yacimientos del interior de la Meseta como en aquellos ubicados en zonas próximas a la costa, donde su disponibilidad habría sido previsiblemente mayor.

6. Conclusiones

El análisis de los isótopos de carbono y nitrógeno sobre el colágeno óseo de los individuos recuperados del cerro de El Cuchillo indica una dieta C_3 terrestre con un consumo regular de proteína animal. Existen evidencias isotópicas y zooarqueológicas suficientes para afirmar que, muy probablemente, el grupo animal de consumo preferente en El Cuchillo fueron los caprinos, seguidos por bóvidos y suidos. A pesar de que los alrededores del yacimiento poseían importantes recursos hídricos y de la aparición de elementos de ornato personal sobre especies marinas, no se aprecian indicios de un aporte de proteína de origen acuático, así como tampoco de recursos alimentarios del tipo C_4 .

Este estudio pone de manifiesto que en El Cuchillo se consumía una dieta similar a la descrita para otros grupos en la península ibérica durante la Edad del Bronce. Esta sería del tipo C₃ fundamentada en recursos terrestres y basada en la agricultura y los recursos ganaderos. Las pequeñas diferencias observadas en la huella isotópica del carbono de las poblaciones humanas de los diversos yacimientos y áreas analizadas podrían responder a efectos ambientales, aunque otras hipótesis basadas en prácticas campesinas concretas explicarían también estas diferencias, como podría ser la introducción muy moderada de algunos recursos C₄ –el mijo–, como se ha reportado para el caso de El Espinoso, o el enriquecimiento de las zonas de cultivo cultivando leguminosas. En apariencia, los niveles de ingesta de proteína animal serían similares en todas las zonas analizadas. Cabe destacar que, según los estudios de isótopos estables disponibles, no se aprecia el aprovechamiento continuado de recursos marinos o de agua dulce ni en poblaciones de interior ni en poblaciones cercanas al litoral durante este periodo.

Este estudio pone de relieve el potencial heurístico de los análisis isotópicos como herramienta clave para avanzar hacia reconstrucciones de dieta en sociedades de la Edad del Bronce. Más allá de la caracterización básica de su alimentación, la ampliación de las muestras humanas y faunísticas; la incorporación sistemática de otros *proxies* –como isótopos de azufre, estudios de microdesgaste dental o análisis de microrrestos en cálculo–, y su articulación con datos arqueobotánicos, zooarqueológicos y de movilidad permitirán abordar cuestiones de mayor resolución, como la gestión diferencial de los recursos, las estrategias de resiliencia frente a la aridez o la existencia de desigualdades sociales en el acceso a los alimentos. En este sentido, trabajos como el presente, más allá del tamaño de la muestra, no solo enriquecen la base empírica disponible, sino que contribuyen a afinar los marcos interpretativos desde los que se analiza la complejidad biocultural de las comunidades de la Edad del Bronce, subrayando la necesidad de enfoques interdisciplinarios y comparativos a escala regional y suprarregional.

Bibliografía

- AMBROSE, S. H. y NORR, L. (1993): “Experimental Evidence for the Relationship of the Carbon Isotope Ratios of whole Diet and Dietary Protein to those of Bone Collagen and Carbonate”. En LAMBERT, J. B. y GRUPE, G. (eds.): *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*. Berlin: Springer: 1-37. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_1
- ARNAY, M. y GONZÁLEZ, E. (1994): “Análisis antropológico”. En HERNÁNDEZ, M. S.; SIMÓN, J. L. y LÓPEZ, J. A. (eds.): *Agua y Poder. El Cerro del Cuchillo (Almansa, Albacete). Excavaciones 1986/1990*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, pp. 143-147.
- BALSER, V. (2022): “Biografía de un poblado de la Edad del Bronce manchego. El Cerro de El Cuchillo (Almansa, Albacete). Nuevos datos cronológicos”. En LÓPEZ PRECIOSO, J. (coord.): *Miscelánea arqueológica de la provincia de Albacete (2015-2020)*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 3-26.
- BALSER, V.; DÍAZ DEL RÍO, P.; DÍAZ-ZORITA, M.; BOCHERENS, H.; WATERMAN, A.; THOMAS, J. y MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I. (2016): “El Acequión: paleodieta y movilidad humana durante la Edad del Bronce en la Mancha”. En GAMO, B. y SANZ, R. (eds.): *Actas I Reunión Científica de Arqueología de Albacete*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 331-343.
- BARCIELA, V. (2006): *Los elementos de adorno de El Cerro de El Cuchillo (Almansa, Albacete): estudio tecnológico y funcional*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.
- BARCIELA, V. y SCHUHMACHER, T. X. (2025): “Producción y consumo de objetos de marfil en el yacimiento de El Acequión”. En BENÍTEZ DE LUGO, L. (coord.): *Investigaciones arqueológicas y gestión de la motilla El Acequión (Albacete). 1985-2022*. Albacete: Ayuntamiento de Albacete-Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 155-185.
- BARONE, R. (1976): *Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques*. Paris: Vigot Frères.
- BELTRÁN, A.; RIQUELME, J. A.; MOLINA, F.; NÁJERA, T. y ALMEIDA, N. J. (2026): “Subsistence Strategies in Bronze Age South-eastern Iberia: Insights from Motilla del Azuer Phase 2 (ca. 1950-1875 cal BCE)”, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 69, 105547. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2025.105547>

- BENÍTEZ DE LUGO, L.; SCHUHMACHER, T. X.; PALOMARES, N.; ÁLVAREZ, H. J.; MATA, E.; MORALEDA, J. y SALAZAR-GARCÍA, D. C. (2015): "Marfil para los muertos en la cultura de Las Motillas: los botones de Castillejo del Bonete (Terrinches, Ciudad Real)", *Madridrer Mittelungen*, 56, pp. 40-61.
- BOCHERENS, H. y DRUCKER, D. (2003): "Trophic Level Isotopic Enrichment of Carbon and Nitrogen in Bone Collagen: Case Studies from Recent and Ancient Terrestrial Ecosystems", *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), pp. 46-53. <https://doi.org/10.1002/oa.662>
- BOGAARD, A.; FRASER, R.; HEATON, T. H. E.; WALLACE, M.; VAIGLOVA, P.; CHARLES, M. y STEPHAN, E. (2013): "Crop Manuring and Intensive Land Management by Europe's First Farmers", *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(31), pp. 12589-12594. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305918110>
- BOGAARD, A.; HEATON, T. H. E.; POULTON, P. y MERBACH, I. (2007): "The Impact of Manuring on Nitrogen Isotope Ratios in Cereals: Archaeological Implications for Reconstruction of Diet and Crop Management Practices", *Journal of Archaeological Science*, 34, pp. 335-343. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.04.009>
- BRONK RAMSEY, C. (2009): "Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates", *Radiocarbon*, 51(1), pp. 337-360. <https://doi.org/10.1017/S0033822200033865>
- BRONK RAMSEY, C. (2021): *OxCal v.4.4.4*. Oxford. Disponible en: <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>
- BUXÓ, R. (1997): *Arqueología de las plantas*. Barcelona: Crítica.
- DAVIS, S. J. (1992): *A Rapid Method for Recording Information about Mammal Bones from Archeological Sites*. Ancient Monuments Laboratory Report, 19/92. London: Historic Buildings and Monuments Commission.
- DE MIGUEL, M. P. (2002): "El cerro del Cuchillo (Almansa, Albacete) un estudio antropológico". En *II Congreso de Arqueología y Prehistoria de Albacete (Albacete, 2000)*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 129-136.
- DE NIRO, M. J. (1985): "Postmortem Preservation and Alteration of in Vivo Bone Collagen Isotope Ratios in Relation to Palaeodietary Reconstruction", *Nature*, 317, pp. 806-809. <https://doi.org/10.1038/317806a0>
- DE NIRO, M. J. y EPSTEIN, S. (1978): "Influence of Diet on the Distribution of Carbon Isotopes in Animals", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42(5), pp. 495-506. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)
- DÍAZ-DEL-RÍO, P.; URIARTE, A.; BECERRA, P.; PÉREZ-VILLA, A.; VICENT, J. M. y DÍAZ-ZORITA, M. (2022): "Paleomobility in Iberia: 12 Years of Strontium Isotope Research", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 46, 103653. <https://doi.org/10.1016/j.jas-rep.2022.103653>
- DRIESCH, A. y BOESSNECK, J. (1980): "Die Motillas von Azuer und Los Palacios (Prov. Ciudad Real). Untersuchung der Tierknochenfunde", *Studien Über Frühe Tierknochenfunde von Der Iberischen Halbinsel*, 7, pp. 84-121.
- EERKENS, J. W.; BYRD, B. F.; SPERO, H. J. y FRITSCHI, A. K. (2013): "Stable Isotope Reconstructions of Shellfish Harvesting Seasonality in an Estuarine Environment: Implications for Late Holocene San Francisco Bay Settlement Patterns", *Journal of Archaeological Science*, 40(4), pp. 2014-2024. <https://doi.org/10.1016/J.JAS.2012.12.018>
- FAHY, G. E.; BOESCH, C.; HUBLIN, J. J. y RICHARDS, M. (2015): "The Effectiveness of Using Carbonate Isotope Measurements of Body Tissues to infer Diet in Human Evolution: Evidence from Wild Western Chimpanzees (*Pan troglodytes verus*)", *Journal of Human Evolution*, 88, pp. 70-78. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2015.09.002>
- FERNÁNDEZ-CRESPO, T.; CZERMAK, A.; ORDOÑO, J.; LORENZO, J. I. y RODANÉS, J. M. (2022): "The 'postweanling's conundrum': Exploring the Impact of Infant and Child feeding Practices on Early Mortality in the Bronze Age Burial Cave of Moro de Alins, Northeastern Iberia, through Stable Isotope Analysis", *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14, p. 196. <https://doi.org/10.1007/s12520-022-01658-4>
- FERNÁNDEZ-CRESPO, T.; MUJICA, J. A. y ORDOÑO, J. (2016): "Aproximación al patrón alimentario de los inhumados en la cista de la Edad del Bronce de Ondarre (Aralar, Guipúzcoa) a través del análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno sobre colágeno óseo", *Trabajos de Prehistoria*, 73(2), pp. 325-334. <https://doi.org/10.3989/tp.2016.12177>
- FERNÁNDEZ-MIRANDA, M.; FERNÁNDEZ-POSSE, M.^a D. y MARTÍN, C. (1988): "Caracterización de la Edad del Bronce en La Mancha: algunas proposiciones para su estudio", *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología*, 1, pp. 293-310. <https://doi.org/10.5944/etf.1.1988.4495>
- FERNÁNDEZ-POSSE, M.^a D.; GILMAN, A.; MARTÍN, C. y BRODSKY, M. (2008): *Las comunidades agrarias de*

- la Edad del Bronce en la Mancha oriental (Albacete). Bibliotheca Praehistorica Hispana, xxv. Madrid: CSIC-Instituto de Estudios Albacetenses.
- FOGEL, M.; TUROSS, N. y OWSLEY, D. W. (1989): "Nitrogen Isotope Tracers of Human Lactation in Modern and Archaeological Population", *Geophysical Laboratory 1988-1989*, pp. 111-117.
- FRANCE, D. L. (2008): *Human and Nonhuman Bone Identification: A Color Atlas*. Boca Raton: CRC Press.
- FRASER, R. A.; BOGAARD, A.; HEATON, T.; CHARLES, M.; JONES, G.; CHRISTENSEN, B. T.; HALSTEAD, P.; MERBACH, I.; POULTON, P. R.; SPARKES, D. y STYRING, A. K. (2011): "Manuring and Stable Nitrogen Isotope Ratios in Cereals and Pulses: Towards a New Archaeobotanical Approach to the Inference of Land Use and Dietary Practices", *Journal of Archaeological Science*, 38, pp. 2790-2804. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.06.024>
- FULLER, B. T.; FULLER, J. L.; HARRIS, D. A. y HEDGES, R. E. M. (2006): "Detection of Breastfeeding and Weaning in Modern Human Infants with Carbon and Nitrogen Stable Isotope Ratios", *American Journal of Physical Anthropology*, 129(2), pp. 279-293. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20249>
- FULLER, B. T.; RICHARDS, M. P. y MAYS, S. A. (2003): "Stable Carbon and Nitrogen Isotope Variations in Tooth Dentine Serial Sections from Wharram Percy", *Journal of Archaeological Science*, 30(12), pp. 1673-1684. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00073-6](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00073-6)
- GARCÍA BORJA, P.; FERNÁNDEZ, Á.; BIOSCA, V.; RIBERA, A. y SALAZAR-GARCÍA, D. (2013): "Los restos humanos de la Coveta del Frare (La Font de la Figuera, València)". En GARCÍA, P.; REVET, E.; RIBERA, A. y BIOSCA, V. (eds.): *El naixement d'un poble: història i arqueologia de La Font de la Figuera*. La Font de la Figuera: Ayto. de la Font de la Figuera, pp. 47-60.
- GARCÍA PÉREZ, T. (1987): "Apéndice. Informe faunístico sobre los restos óseos de la Motilla de Los Romeos", *Oretum*, 3, pp. 152-163.
- GONZÁLEZ-RABANAL, B.; MARÍN-ARROYO, A. B.; CRISTIANI, E.; ZUPANCICH, A. y GONZÁLEZ-MORALES, M. R. (2022): "The arrival of millets to the Atlantic coast of northern Iberia", *Scientific Reports*, 12(1), 18589. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23227-4>
- GONZÁLEZ-RABANAL, B.; VIDAL-CORDASCO, M.; JONES, J. R.; AGUDO PÉREZ, L.; CARMONA-BALLESTERO, E.; LÓPEZ, B.; MARTÍN-MERINO, M. A.; ORTEGA, A. I.; STRAUS, L. G.; STEVENS, R. G.; VEGA-MAESO, C.; GONZÁLEZ MORALES, M. R. y MARÍN-ARROYO, A. B. (2025): "Sulfur as a Proxy for identifying Coast-Inland Human Mobility in Northern Iberia during Late Prehistory", *Plos One*, 20(8), e0330249. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0330249>
- GOUDE, G. y FONTUGNE, M. (2016): "Carbon and Nitrogen Isotopic Variability in Bone Collagen during the Neolithic Period: Influence of Environmental Factors and Diet", *Journal of Archaeological Science*, 70, pp. 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.04.019>
- GRANDAL-D'ANGLADE, A.; ALBIZURI, S.; NIETO, A.; MAJÓ, T.; AGUSTÍ, B.; ALONSO, N. y PALOMO, A. (2019): "Dogs and Foxes in Early-Middle Bronze Age Funerary Structures in the Northeast of the Iberian Peninsula: Human Control of Canid Diet at the Sites of Can Roqueta (Barcelona) and Minferri (Lleida)", *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, pp. 3949-3978. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00781-z>
- GRAU, E. (1994): "Antracología". En HERNÁNDEZ, M. S.; SIMÓN, J. L. y LÓPEZ MIRA, J. A. (eds.): *Agua y Poder. El Cerro del Cuchillo (Almansa, Albacete). Excavaciones 1986/1990*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- HALLEY, D. J. y ROSVOLD, J. (2014): "Stable Isotope Analysis and Variation in Medieval Domestic Pig Husbandry Practices in Northwest Europe: Absence of Evidence for a Purely Herbivorous Diet", *Journal of Archaeological Science*, 49, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.04.006>
- HARRIS, H. A. (1926): "The Growth of the Long Bones in Childhood, with Special Reference to Certain Bony Striations of the Metaphysis and to the Role of the Vitamins", *Archives of Internal Medicine*, 38(6), pp. 785-806. <https://doi.org/10.1001/archinte.1926.00120300102009>
- HEDGES, R. E. M. y REYNARD, L. M. (2007): "Nitrogen Isotopes and the Trophic Level of Humans in Archaeology", *Journal of Archaeological Science*, 34(8), pp. 1240-1251. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- HERNÁNDEZ, M. S.; SIMÓN, J. L. y LÓPEZ, J. A. (1994): *Agua y Poder. El Cerro del Cuchillo (Almansa, Albacete). Excavaciones 1986/1990*. Toledo: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- HOKE, N.; ROTT, A.; JOHLER, S.; REUL, A.; BECK, A.; GÜNTHER, A. y HARBECK, M. (2019): "How bone degradation, age, and collagen extraction methods affect stable isotope analysis", *Archaeological and*

- Anthropological Sciences*, 11, pp. 3357-3374. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0765-9>
- HONCH, N. V.; HIGHAM, T. F. G.; CHAPMAN, J.; GAYDARSKA, B. y HEDGES, R. E. M. (2006): "A Palaeodietary Investigation of Carbon ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) and Nitrogen ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) in Human and Faunal Bones from the Copper Age Cemeteries of Varna I and Durrankulak, Bulgaria", *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 1493-1504. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.02.002>
- HOWCROFT, R.; ERIKSSON, G. y LIDÉN, K. (2012): "Conformity in diversity? Isotopic investigations of infant feeding practices in two iron age populations from Southern Öland, Sweden", *American Journal of Physical Anthropology*, 149(2), pp. 217-230. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22113>
- JONES, J. R.; VEGA-MAESO, C.; CARMONA-BALLESTERO, E.; VILLANUEVA, L.; DELGADO, M. E. y MARÍN-ARROYO, A. B. (2019): "Investigating Prehistoric Diet and Lifeways of Early Farmers in Central Northern Spain (3000-1500 cal BC) using Stable Isotope Techniques", *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11, pp. 3979-3994. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00841-4>
- JOVER, F. J.; BASSO, R. E.; MORA, A. y LÓPEZ PADILLA, J. A. (2025): "Campesinado, bioclimatología y alimentación durante la Edad del Bronce: Las particularidades del modo de vida de las poblaciones argáricas", *Zephyrus*, XCVI, pp. 99-126. <https://doi.org/10.14201/zephyrus20259699126>
- JOVER, F. J.; PASTOR, M.; BASSO, R. E. y LÓPEZ, J. A. (2022): "Natural Resources, Peasant Rationality and Social Spaces in the Border between El Argar and the Valencian Bronze Age Societies". En BARTELHEIM, M.; CORTÉS, F. C. y HARDENBERG, R. (eds.): *Landscapes and Resources in the Bronze Age of Southern Spain*. Tübingen: Tübingen University Press. <https://doi.org/10.15496/publikation-66226>
- KATZENBERG, M. A. (2000): "Stable Isotope Analysis: A Tool for studying Past Diet, Demography and Life History". En KATZENBERG, M. A. y SAUNDERS, S. R. (eds.): *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. New York: Wiley-Liss, pp. 305-327.
- KNIPPER, C.; RIHUETE, C.; VOLTAS, J.; HELD, P.; LULL, V.; MICÓ, R. y ALT, K. W. (2020): "Reconstructing Bronze Age Diets and Farming Strategies at the Early Bronze Age Sites of La Bastida and Gatas (Southeast Iberia) using Stable Isotope Analysis", *Plos One*, 15(3), e0229398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229398>
- LEE-THORP, J. (2008): "On Isotopes and Old Bones", *Archaeometry*, 50(6), pp. 925-950. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00441.x>
- LEE-THORP, J.; VAN DER MERWE, N. J. y BRAIN, C. K. (1994): "Diet of *Australopithecus robustus* at Swartkrans from stable carbon isotopic analysis", *Journal of Human Evolution*, 27(4), pp. 361-372. <https://doi.org/10.1006/jhev.1994.1050>
- LEONARD, C.; VASHRO, L.; O'CONNELL, J. F. y HENRY, A. G. (2015): "Plant Microremains in Dental Calculus as a Record of Plant Consumption: A Test with Two Forager-Horticulturalists", *Journal of Archaeological Science: Reports*, 2, pp. 449-457. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.03.009>
- LLORACH, R.; RIVERA, D.; OBÓN, C.; MARTÍN, C. y FERNÁNDEZ-POSSE, M.^a D. (2000): *Estudio de los restos vegetales arqueológicos del yacimiento El Acequión, Albacete (Edad del Bronce)*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.
- LÓPEZ PADILLA, J. A. (2011): *Asta, hueso y marfil: Artefactos óseos de la Edad del Bronce en el Levante y Sureste de la Península Ibérica (c. 2500-c. 1300 cal BC)*. Alicante: MARQ.
- LÓPEZ-COSTAS, O.; MÜLDNER, G. y MARTÍNEZ CORTIZAS, A. (2015): "Diet and Lifestyle in Bronze Age Northwest Spain: the Collective Burial of Cova do Santo", *Journal of Archaeological Science*, 55, pp. 209-218. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.01.009>
- LULL, V.; MICÓ, R.; RIHUETE, C. y RISCH, R. (2014): "La Edad del Bronce en la Iberia Mediterránea". En ALMAGRO-GORBEA, M. (ed.): *Protohistoria de la Península Ibérica: del Neolítico a la Romanización*. Burgos: Univ. de Burgos-Fundación Atapuerca, pp. 147-159.
- MAKAREWICZ, C. A. y SEALY, J. (2015): "Dietary Reconstruction, Mobility and the Analysis of Ancient Skeletal Tissues: Expanding the Prospects of Stable Isotope Research in Archaeology", *Journal of Archaeological Science*, 56, pp. 146-158.
- MAKHAD, S. B.; PRADAT, B.; AGUILERA, M.; MALRAIN, F.; FIORILLO, D.; BALASSE, M. y MATERNE, V. (2022): "Crop Manuring on the Beauce Plateau (France) during the Second Iron Age", *Journal of Archaeological Science*, 43, 103463. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103463>
- MARTÍN, C. (1984): "La Morra del Quintanar", *Al-Basit*, 15, pp. 57-73.
- MARTÍN, C.; FERNÁNDEZ-MIRANDA, M.; FERNÁNDEZ-POSSE, M.^a D. y GILMAN, A. (1993): "The Bronze

- Age of La Mancha”, *Antiquity*, 67(254), pp. 23-45. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00045038>
- MARTÍNEZ NAVARRETE, M. I. (1988): “Morras, motillas y castillejos ¿Unidad o pluralidad cultural, durante la Edad del Bronce en La Mancha?”. En *Homenaje a Samuel de los Santos*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 81-92.
- MCCLURE, S. B.; GARCÍA, O.; ROCA DE TOGORES, C.; CULLETON, B. J. y KENNETT, D. J. (2011): “Osteological and paleodietary investigation of burials from Cova de la Pastora, Alicante, Spain”, *Journal of Archaeological Science*, 38(2), pp. 420-428. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.023>
- MEJÍAS, M.; BENÍTEZ DE LUGO, L.; LÓPEZ-SÁEZ, J. A. y LILLIOS, K. T. (2020): “La Cultura de las Motillas de La Mancha. Testigos del evento climático 4.2 ka cal BP”, *Boletín Geológico y Minero*, 131(1), pp. 89-108. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.131.1.006>
- MOLINA, F.; NOCETE, F.; DELGADO, A.; CÁMARA, J. A.; MARTÍNEZ, R. M.; JIMÉNEZ, S. y CARRIÓN, F. (2019): “Diet and Environment in South-eastern Iberia during the Bronze Age, based on Isotope Analysis of Human Remains”, *Oxford Journal of Archaeology*, 38(2), pp. 189-213. <https://doi.org/10.1111/ojoa.12164>
- MORA, A.; JOVER, F. J.; CONTRERAS, F. y LÓPEZ, J. A. (2022): “Agricultura y control social: de la tendencia al monocultivo a la diversidad agrícola en el Argar”, *Complutum*, 33(2), pp. 389-409. <https://doi.org/10.5209/cmpl.84155>
- MORALES, A. (1991): “Una fauna albacetense en la Edad del Bronce: La Morra del Quintanar (Munera)”. En *Jornadas sobre el medio natural albacetense*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 145-153.
- MORALES, A.; LIESAU VON LETTOW, C. y PINO, B. (2025): “Estudio de la fauna del poblado de la Edad del Bronce de El Acequión”. En BENÍTEZ DE LUGO, L. (ed.): *Investigaciones arqueológicas y gestión de la motilla El Acequión (Albacete). 1985-2022*. Albacete: Ayto. de Albacete-Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 434-446.
- NÁJERA, T.; SÁNCHEZ, M.; MOLINA, F.; JIMÉNEZ, S.; AL OUMAOU, I.; ARANDA, G. y LAFFRANCHI, Z. (2010): “La población infantil de la Motilla del Azuer: Un estudio bioarqueológico”, *Complutum*, 21(2), pp. 69-102.
- O’CONNELL, T. C.; KNEALE, C. J.; TASEVSKA, N. y KUHNLE, G. G. C. (2012): “The Diet-body Offset in Human Nitrogen Isotopic Values: a Controlled Dietary Study”, *American Journal of Physical Anthropology*, 149(3), pp. 426-434. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22140>
- O’LEARY, M. H. (1988): “Carbon Isotopes in Photosynthesis. Fractionation Techniques may reveal New Aspects of Carbon Dynamics in Plants”, *BioScience*, 38(5), pp. 328-336. <https://doi.org/10.2307/1310735>
- PALES, L. y GARCÍA, M. A. (1981): *Atlas ostéológicos pour servir à l’identification des mammifères du Quaternaire*. Paris: CNRS.
- PALES, L. y LAMBERT, C. (1971): *Atlas ostéologiques des mammifères*. Paris: CNRS.
- PARK, E. A. (1964): “The Imprinting of Nutritional Disturbances on the Growing Bone”, *Pediatrics*, 33, pp. 815-862.
- PAYNE, S. (1973): “Kill-off Patterns in Sheep and Goats: The Mandibles from Aşvan Kale”, *Anatolian Studies*, 23, pp. 281-303.
- PEÑA-CHOCARRO, L. (2000): “Agricultura y alimentación vegetal en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén)”, *Complutum*, 11, pp. 209-219.
- POWER, R. C.; SALAZAR-GARCÍA, D. C.; STRAUS, L. G.; GONZÁLEZ, M. R. y HENRY, A. G. (2015): “Microremains from El Mirón Cave Human Dental Calculus suggest a Mixed plant-animal Subsistence Economy during the Magdalenian in Northern Iberia”, *Journal of Archaeological Science*, 60, pp. 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.04.003>
- REIMER, P.; AUSTIN, W.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BLACKWELL, P.; BRONK RAMSEY, C. y TALAMO, S. (2020): “The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP)”, *Radiocarbon*, 62(4), pp. 725-757. <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>
- RICHARDS, M. P. y HEDGES, R. E. M. (1999): “Stable Isotope Evidence for Similarities in the Types of Marine Foods used by Late Mesolithic Humans at Sites along the Atlantic Coast of Europe”, *Journal of Archaeological Science*, 26(6), pp. 717-722. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0387>
- RIVERA, D.; OBÓN, C. y ASENSIO, A. (1988): “Arqueobotánica y paleobotánica en el sureste de España, datos preliminares”, *Trabajos de Prehistoria*, 45, pp. 317-334.
- RIVERA, D.; OBÓN, C. y VALERA, J. (2025): “Las plantas del yacimiento de El Acequión: Consideraciones treinta años después”. En BENÍTEZ DE LUGO, L. (ed.): *Investigaciones arqueológicas y gestión de la motilla El Acequión (Albacete). 1985-2022*. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses, pp. 390-411.

- SALAZAR-GARCÍA, D. (2017): "Estudio de la dieta en la población del Tossal del Mortórum mediante análisis de isótopos estables del carbono y del nitrógeno en colágeno óseo". En AGUILELLA, G. (ed.): *Tossal del Mortórum un assentament de L'Edat del Bronze i del Ferro antic a la ribera de Cabanes*. Castellón: Servei d'Investigacions Arqueològiques i Prehistòriques, pp. 189-195.
- SALAZAR-GARCÍA, D. C.; AURA, J. E.; OLÁRIA, C. R.; TALAMO, S.; MORALES, J. V. y RICHARDS, M. P. (2014): "Isotope Evidence for the Use of Marine Resources in the Eastern Iberian Mesolithic", *Journal of Archaeological Science*, 42(1), pp. 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.11.006>
- SALAZAR-GARCÍA, D. C.; BENÍTEZ DE LUGO, E.; ÁLVAREZ-GARCÍA, H. J. y BENITO-SÁNCHEZ, M. (2013): "Estudio diacrónico de la dieta de los pobladores antiguos de Terrinches (Ciudad Real) a partir del análisis de isótopos estables sobre restos óseos humanos", *Revista Española de Antropología Física*, 34, pp. 6-14.
- SALAZAR-GARCÍA, D. C.; GARCÍA-BORJA, P.; TALAMO, S. y RICHARDS, M. P. (2023): "Rediscovering Cova de la Sarsa (València, Spain): A Multidisciplinary Approach to One of the Key Early Neolithic Sites in the Western Mediterranean", *Heritage*, 6, pp. 6547-6569. <https://doi.org/10.3390/heritage6100342>
- SALAZAR-GARCÍA, D. C.; POWER, R. C.; RUDAYA, N.; KOLOBOVA, K.; MARKIN, S.; KRIVOSHAPKIN, A.; HENRY, A. G.; RICHARDS, M. P. y VIOLA, B. (2021): "Dietary Evidence from Central Asian Neanderthals: A Combined Isotope and Plant Microremains Approach at Chagyrskaya Cave (Altai, Russia)", *Journal of Human Evolution*, 156, e102985. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2021.102985>
- SALAZAR-GARCÍA, D. C. y SILVA-PINTO, V. (2017): "Isótopos en la Prehistoria y Arqueología valencianas", *Saguntum-Extra*, 19, pp. 75-91.
- SARASKETA, I.; VILLALBA, V.; LE ROUX, P.; ARRIZABALAGA, Á. y SALAZAR-GARCÍA, D. C. (2018): "Late Neolithic-Chalcolithic Socio-economical Dynamics in Northern Iberia. A Multi-isotope Study on Diet and Provenance from Santimamiñe and Pico Ramos Archaeological Sites (Basque Country, Spain)", *Quaternary International*, 481, pp. 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.049>
- SCHMID, E. (1972): *Atlas of Animal Bones: For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists*. Amsterdam: Elsevier Science Ltd.
- SCHOELLER, D. A. (1999): "Isotope Fractionation: Why aren't we what we eat?", *Journal of Archaeological Science*, 26(6), pp. 667-673. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0391>
- SCHOENINGER, M. J. y DENIRO, M. J. (1984): "Nitrogen and Carbon Isotopic Composition of Bone Collagen from Marine and Terrestrial Animals", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48(4), pp. 625-639. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90091-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90091-7)
- SCHOENINGER, M. J.; DENIRO, M. J. y TAUBER, H. (1983): "Stable Nitrogen Isotope Ratios of Bone Collagen Reflect Marine and Terrestrial Components of Prehistoric Human Diet", *Science*, 220(4604), pp. 1381-1383. <https://doi.org/10.1126/science.6344217>
- SHIPMAN, P.; FOSTER, G. y SCHOENINGER, M. (1984): "Burnt Bones and Teeth: An Experimental Study of Color, Morphology, Crystal Structure and Shrinkage", *Journal of Archaeological Science*, 11(4), pp. 307-325.
- SIMÓN, J. L. (1987): *La Edad del Bronce en Almansa*. Serie Estudios, 34. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses.
- SIMÓN, J. L. y SEGURA, G. (2011): "El poblamiento prehistórico en el corredor de Almansa y las tierras de Montearagón". En *Las raíces de Almansa desde los orígenes del poblamiento hasta el fin de la Edad Media*. Almansa: Ayto. de Almansa.
- SIMÓN, J. L. y SIMÓN, F. (2018): "Agua y poblamiento en el Sureste", *Murgetana*, 69(138), pp. 101-132.
- SPONHEIMER, M. y LEE-THORP, J. (1999): "Isotopic Evidence for the Diet of an Early Hominid, *Australopithecus africanus*", *Science*, 283(5400), pp. 368-370. <https://doi.org/10.1126/science.283.5400.368>
- SPONHEIMER, M. y LEE-THORP, J. (2007): "Hominin Palaeodiets: The Contribution of Stable Isotopes". En HENKE, W. y TATTERSALL, I. (eds.): *Handbook of Paleoanthropology*. Berlin: Springer-Verlag, pp. 555-586.
- SZPAK, P. (2014): "Complexities of Nitrogen Isotope Biogeochemistry in Plant-soil Systems: Implications for the Study of Ancient Agricultural and Animal Management Practices", *Frontiers in Plant Science*, 5, 288. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00288>
- VAIGLOVA, P.; BOGAARD, A.; COLLINS, M.; CAVANAGH, W.; MEE, C.; RENARD, J.; LAMB, A.; GARDEISEN, A. y FRASER, R. (2014): "An Integrated Stable Isotope Study of Plants and Animals from Kouphovouno, Southern Greece: A New Look at Neolithic Farming", *Journal of Archaeological Science*, 42, pp. 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.023>
- VAN DER MERWE, N. J. y VOGEL, J. C. (1978): "¹³C Content of Human Collagen as a Measure of Prehistoric Diet in Woodland North America", *Nature*, 276, pp. 815-816. <https://doi.org/10.1038/276815a0>

- VAN KLINKEN, G. J. (1999): "Bone Collagen Quality Indicators for Palaeodietary and Radiocarbon Measurements", *Journal of Archaeological Science*, 26(6), pp. 687-695. <https://doi.org/10.1006/jasc.1998.0385>
- VILLALOBOS, R.; SANTA CRUZ DEL BARRIO, A.; DELIBES, G.; MORENO, M. A.; BACONCILLOS, J.; BAYER, X.; PASTOR, S.; FERNÁNDEZ, T.; VILLANUEVA, O.; ODRIOZOLA, C. P.; CASAS-FERREIRA, A. M.; DEL NOGAL, M. y PÉREZ, J. L. (2025): "Las prácticas funerarias de los inicios de la Edad del Bronce en los páramos del noroeste de Burgos (España): El túmulo posdolménico de Arroyo de las Vegas en Sargentos de la Lora", *Munibe*, 76, pp. 59-77. <https://doi.org/10.21630/maa.2025.76.03>
- VOGEL, J. C. y VAN DER MERWE, N. J. (1977): "Isotopic Evidence for Early Maize Cultivation in New York State", *American Antiquity*, 42(2), pp. 238-242. <https://doi.org/10.2307/278984>
- WEBB, E. C.; LEWIS, J.; SHAIN, A.; KASTRISIANAKI-GUYTON, E.; HONCH, N. V.; STEWART, A. y EVERSLED, R. P. (2017): "The Influence of Varying Proportions of Terrestrial and Marine Dietary Protein on the Stable Carbon-isotope Compositions of Pig Tissues from a Controlled Feeding Experiment", *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 3(1), pp. 36-52. <https://doi.org/10.1080/20548923.2016.1275477>