

MUNIBE Antropología-Arkeología	nº 73	191-204	DONOSTIA	2022	ISSN 1132-2217 • eISSN 2172-4555
--------------------------------	-------	---------	----------	------	----------------------------------

Recibido: 2022-03-25
Aceptado: 2022-12-12

Diferentes modos de vida, diferentes dietas. Caries e isótopos estables en dos poblaciones burgalesas medievales

Different lifestyles, different diets. Caries and stable isotopes in two medieval populations from Burgos (Northern Spain)

PALABRAS CLAVES: Paleodieta, estudio isotópico, patología dental, Edad Media, Burgos.

GAKO-HITZAK: Paleodieta, ikerketa isotopikoa, hortzetako patología, Erdi Aroa, Burgos.

KEY WORDS: Paleodiet, isotopic analysis, dental pathology, Middle Ages, Burgos.

José Francisco MARTÍN-ALONSO⁽¹⁾, Rosa M. MAROTO BENAVIDES⁽¹⁾, María G. ROCA RODRÍGUEZ^(1,2), Olga LÓPEZ-GUARNIDO⁽¹⁾, Saray MONTALVO-ACOSTA⁽³⁾, Sylvia A. JIMÉNEZ-BROBEIL^{(1)*}

RESUMEN

Se comparan dos poblaciones burgalesas medievales con cementerios excavados en roca: Palacios de la Sierra (siglos IX-XIII), núcleo con economía basada principalmente en ganadería y explotación maderera en un entorno frío y montañoso, y Santa María de Tejuela (siglos VIII-XI), con economía fundamentalmente agrícola en una planicie y clima más cálido. La hipótesis del estudio es que deberían existir diferencias en su dieta. Se han analizado los isótopos estables de C y N de 101 individuos y la patología máxilo-dentaria de 79. Palacios de la Sierra, muestra una dieta con un elevado consumo de proteínas animales, superior al de Santa María de Tejuela, y menor patología dental en general. Las diferencias son estadísticamente significativas entre ambos sexos en Palacios, donde destaca un elevado consumo de proteínas animales y una menor tasa de patología dental entre las mujeres. Los resultados obtenidos están en consonancia con la hipótesis del estudio.

LABURPENA

Arrokan hilerriak zulatuta dituzten Burgosko Erdi Aroko bi herri alderatu ditugu: Palacios de Sierra (IX-XIII. mendeak), batez ere abeltzaintzan eta egur-ustiaketan oinarritutako ekonomia zuen gunea, ingurune hotz eta menditsuan kokatua; eta Santa María de Tejuela (VIII-XI. mendeak), batez ere nekazaritzan oinarritutako ekonomia zuena, eta lautada batean eta klima epelagoko ingurune batean kokatua. Ikerketaren hipotesiaren arabera, aldeak egon beharko liriteke haien dietan. 101 pertsonaren C eta Nren isotopo egonkorak aztertu dira, eta 79 pertsonaren masailleur eta hortzetako patologiak. Palacios de la Sierra topatutako dietan altua da animalia jatorriko proteinen kontsumoa, Santa María de Tejuelan baino altuagoa; eta hortzetako patología gutxiago topatu dira, orokorrean. Palaciosen, bi sexuen arteko aldeak estatistikoki esanguratsak dira; hala, emakumeen artean, animalia jatorriko proteinen kontsumoa altua da, eta, hortzetako patologiak, urriagoak. Eskuratutako emaitzak bat datoz ikerketaren hipotesiarekin.

ABSTRACT

This study compares two medieval villages in the province of Burgos (Northern Spain). The first one, Palacios de la Sierra, is a settlement with an economy based mainly on animal husbandry and logging, dating between the 9th and the 13th centuries CE. It is located in a mountainous area characterized by a cold climate. The second site, Santa María de Tejuela, dated between the 8th and the early 11th centuries CE, is located in a flat area, with a temperate climate and its economy is based mainly on agriculture and livestock breeding. The working hypothesis of the study is that there must have been differences in the diet of the two populations given their different way of life and environment. Stable isotopes of carbon and nitrogen as well as maxillo-dental pathology have been analyzed in a total of 101 adult individuals, in which sex and age have been estimated. In total, the sample of Palacios de la Sierra consists of 16 males and 13 females and that of Santa María de Tejuela consists of 44 males and 28 females. Palacios de la Sierra shows a diet based on C3 plants with high consumption of animal proteins, whereas in the diet of Santa María de Tejuela C4 plants were introduced and the protein values are considerably lower. As for dental pathology, differences have been found between the two sites, with the population of Palacios de la Sierra exhibiting lower rates. Regarding the possible differences by sex, these are marked in Palacios, where females have a diet with a higher protein intake than males, and a lower rate of dental pathology. In Santa María de Tejuela, on the other hand, there are no significant differences by sex in the isotopic values, and males have better dental health. The results obtained in Palacios, especially among females, are consistent with those of a diet based on a significant consumption of animal proteins, possibly dairy products, and even similar to those of medieval elites of Castile. As for the results of Santa María de Tejuela, they are similar to those of other medieval rural settlements in the region and clearly different from those of Palacios de la Sierra.

⁽¹⁾Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Universidad de Granada.

⁽²⁾Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Internacional de La Rioja.

⁽³⁾Departamento de Cirugía oral e Implantología. Universidad de Granada.

* Departamento de Medicina Legal, Toxicología y Antropología Física. Facultad de Medicina. Avda de la Investigación 11, torre A, planta 4. 18016 GRANADA (España). E-mail: jbrobeil@ugr.es.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el conocimiento sobre los modos de vida y la alimentación en poblaciones medievales del Norte de la Península Ibérica se ha basado en fuentes documentales puesto que la relación entre historiadores, arqueólogos y antropólogos no comenzó su andadura hasta las décadas de los 70-80 del pasado siglo (Quirós, 2016; Salazar-García, 2022). En ese momento es cuando se incorporaron la Arqueología y la Antropología física, disciplinas que ofrecen su corpus teórico y metodológico para llevar a cabo estudios enfocados desde una perspectiva holística y multidisciplinar (Agarwal y Glencross, 2011; Larsen, 2015). En los seres humanos la variación biológica está íntimamente ligada con la evolución social, cultural, histórica y económica, por lo que el análisis de esqueletos procedentes de excavaciones arqueológicas puede aportar una importante información para comprender dicha evolución y sobre todo los modos y medios de vida de poblaciones sobre las que no hay apenas referencias escritas (Cocozza *et al.*, 2022). Hay que partir del hecho de que nuestro organismo necesita alimentarse para desarrollarse y sobrevivir, pero el acceso a la comida y al tipo de alimentos está marcado por factores ambientales, sociales, culturales, políticos y económicos que se imbrican entre sí. Por todo ello, para acercarse al conocimiento de las fuentes de alimentación es imprescindible analizar los datos biológicos dentro del contexto socioeconómico y cultural de la población a estudiar. La dieta y los métodos de preparación de la comida pueden dejar algunas huellas en el esqueleto, principalmente en la presencia de determinadas patologías, especialmente la dental, y en la composición química de los huesos (Sehrawat *et al.*, 2017). Esta última constituye la temática de una línea de investigación que está aportando amplia y valiosa información sobre paleodietas: el análisis de los valores isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en el colágeno óseo (Froehle *et al.*, 2012; Makarewicz y Sealy, 2015) que reflejan el componente proteico de la dieta (Jim *et al.*, 2004).

1.1. Isótopos estables

Actualmente, el análisis de isótopos estables forma parte del conjunto de especialidades técnicas realizadas en restos excavados procedentes de yacimientos arqueológicos (Katzenberg, 2000). Un isótopo por definición es un elemento que tiene la misma masa atómica pero diferente número atómico (Allégre, 2005).

El carbono se encuentra presente principalmente como isótopos ^{12}C y ^{13}C en las moléculas de CO_2 atmosférico. Los animales no los toman directamente de la atmósfera, sino que lo obtienen de otras fuentes, como son las plantas o de otro animal. Las plantas, sin embargo, sí son capaces de usar el CO_2 atmosférico por medio de la fotosíntesis. Existen tres tipos de vías fotosintéticas en las plantas: C3, C4 y CAM. (Ehleringer

y Rundel, 1989; Medrano y Flexas, 2000). En los herbívoros, al consumir plantas, el carbono que se encuentra presente en el tejido vegetal pasa a formar parte de los tejidos animales. Al morir, en los tejidos duros como dientes y huesos, este carbono tiende a permanecer por lo que su análisis indicará el tipo de planta que consumió, si es una que presentaba fotosíntesis C3 o C4 (Gannes *et al.*, 1997; Koch, 2007). Así, un animal que consumió plantas C3 tendrá un valor más bajo de $\delta^{13}\text{C}$ que otro que consumiera plantas C4. Un carnívoro, por su parte, al alimentarse de otro animal, incorpora el carbono presente de su presa a su cuerpo y su análisis indicará el ecosistema donde vivía: pastos y sabanas o bien bosques y matorrales (Palmqvist *et al.*, 2008).

La relación de isótopos de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de los tejidos animales aumenta con cada nivel trófico. Por lo tanto, al medir los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en el hueso, la identificación de herbívoros, omnívoros y carnívoros se hace posible tanto en los ecosistemas marinos como terrestres (Bocherens y Drucker, 2003; DeNiro y Epstein, 1981; Hedges y Reynard, 2007; Schoeninger y DeNiro, 1984). Los valores de isótopos de nitrógeno también se pueden utilizar para distinguir la dependencia de alimentos marinos o terrestres, ya que los recursos marinos tienden a tener valores de $\delta^{15}\text{N}$ más altos debido a la mayor longitud de las cadenas alimentarias acuáticas (Schoeninger y DeNiro, 1984; Van Klinken *et al.*, 2002). Sin embargo, no se pueden utilizar proporciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno para distinguir entre el consumo de determinados vegetales o diferentes productos animales (O'Connell y Hedges, 1999).

1.2. Patología máxilodental

El análisis de la patología máxilodental es un método clásico de acercamiento al estudio de la dieta de poblaciones del pasado (Bertilsson *et al.*, 2022). Generalmente se han estudiado las frecuencias de caries y de pérdida de piezas *ante mortem* (Larsen, 2015) pero hay que tener en cuenta que ambos procesos son multifactoriales y no dependen exclusivamente de la dieta (Hillson, 1996; Williams *et al.*, 2021). En líneas generales, un consumo elevado de carbohidratos refinados se ha asociado con un incremento en la frecuencia de caries, mientras que ésta es más baja en poblaciones donde el consumo de proteínas animales es elevado (Larsen, 2015; Powell, 1985). Sin embargo, no se debe olvidar que la incidencia y la intensidad de las lesiones están influidas por otros factores independientes de la dieta (Saunders *et al.*, 1997; Wang *et al.*, 2021). Por todo ello, de cara a relacionar la patología dental con la alimentación, es preferible tener en cuenta a los adultos más jóvenes para descartar el factor de la enfermedad periodontal, que suele iniciarse a partir de los 40 años y que constituye uno de los principales causantes de pérdida de piezas en vida (Hildebolt y Molnar, 1991; Lukacs, 2007). En la Edad Media y en personas jóvenes, la mayoría de piezas caídas *ante mortem* pudieron

ser dientes con caries que fueron extraídos intencionalmente por un barbero o la persona que ejerciera el oficio de “sacamuelas”, figura que está atestiguada en la Castilla medieval (González Iglesias, 1994).

1.3. Los yacimientos arqueológicos

Precisamente es el norte de la Castilla medieval, la zona en la que se centra este trabajo. Desde la perspectiva arqueológica, destaca la gran cantidad de estudios realizados sobre cementerios altomedievales que presentan tumbas excavadas en roca. Entre los primeros trabajos destaca el de Alberto del Castillo (1972), quien siguiendo a Claudio Sánchez Albornoz (1966) opinaba que estos cementerios eran producto de repoblaciones ultramontanas que tuvieron lugar durante la denominada Reconquista. Posteriormente se constató que buena parte de los planteamientos iniciales eran erróneos, por lo que la mayoría de la bibliografía actual ha estado encaminada a aclarar muchas de estas ideas (López *et al.*, 2016; Martín-Alonso *et al.*, 2021; Martín Viso, 2012; Padilla y Álvaro, 2010, 2013; Quirós, 20th; Tente 2015, entre otros). Desde la perspectiva antropológica, los estudios se iniciaron con autores como Philippe du Souich (Souich *et al.*, 1991) quien analizó algunos cementerios que conservaban restos humanos. Los estudios isotópicos han arrancado mucho más tarde a partir de restos procedentes de nuevas excavaciones arqueológicas, tanto en Castilla como en el País Vasco (Guede *et al.*, 2018; Jiménez-Brobeil *et al.*, 2020; Lubritto *et al.*, 2017; MacKinnon *et al.*, 2019, Pérez-Ramallo *et al.*, 2022, entre otros).

Este trabajo se lleva a cabo sobre restos humanos procedentes de dos yacimientos de la provincia de Bur-

gos, ambos con tumbas en roca y excavados por A. del Castillo (1972). El primero es el cementerio situado junto al Castillo de Palacios de la Sierra (en adelante Palacios), ubicado en la denominada “Tierra de Pinares” en una de las vertientes de la Sierra de la Demanda (Figuras 1 y 2). Ha sido objeto de varios trabajos antropológicos que, a pesar del deficiente estado de conservación de los restos esqueléticos, han señalado una mayor esperanza media de vida (Jiménez-Brobeil *et al.*, 2020b; Maroto, 2004) y mejores condiciones de salud que entre otras poblaciones medievales (Castillo, 2008). La necrópolis contaba con más de 500 tumbas con una amplia tipología, pero los esqueletos recogidos apenas pasan del centenar y su conservación es muy deficiente. Algunas tumbas contaban con estelas con textos en latín y cruces grabadas (Carmona Ballester, 2019; Castillo, 1972). Del Castillo estimó que el cementerio se utilizó entre los siglos XI y XIII, aunque el estudio de las estelas adelanta su inicio a los siglos IX-X (Carmona Ballester, 2019). Las escasas dataciones absolutas disponibles enmarcan el cementerio entre los siglos IX-XIII (datos inéditos procedentes del Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla). La altitud de esta región, con inviernos largos y severos y veranos cortos y frescos, debió marcar la economía de sus pobladores con actividades centradas en la ganadería y la explotación de los recursos forestales, ocupando la agricultura una posición secundaria (Álvaro *et al.*, 2018; López Pérez *et al.*, 2016; Padilla y Álvaro, 2010). Esto además se veía marcado por su adscripción parcial a la fase de transición a la denominada Pequeña Edad del Hielo (Moreno *et al.*, 2012). La documentación histórica parece confirmar estas actividades junto con la práctica de la carretería (De la Cruz, 1968; Munguía, 2003).

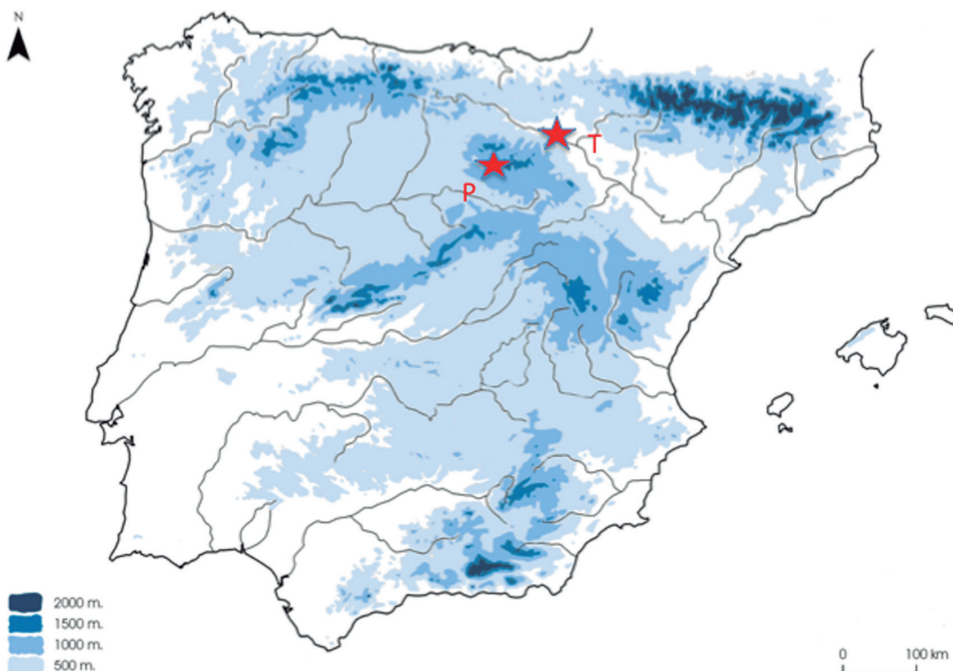


Fig.1. Situación en la Península Ibérica de los yacimientos de Palacios de la Sierra (P) y Santa María de Tejuela (T) / Location of Palacios de la Sierra (P) and Santa María de Tejuela (T) sites in the Iberian Peninsula.

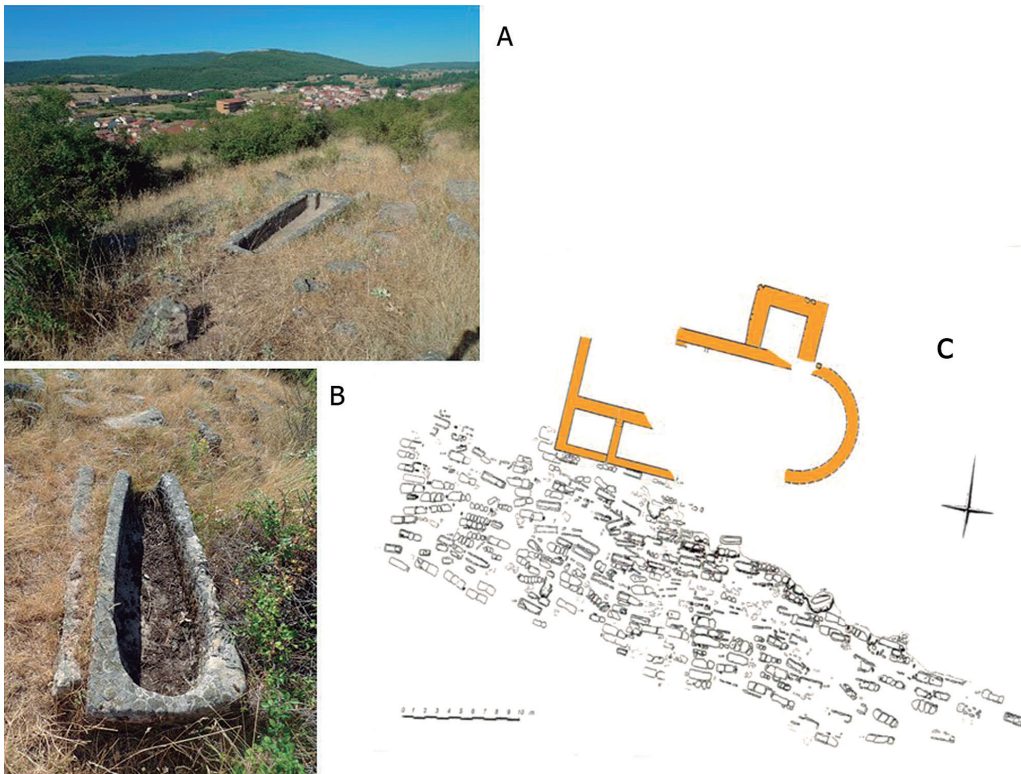


Fig.2. Yacimiento de Palacios de la Sierra. A: vista desde el Cerro del Castillo. B: detalle del estado actual de una tumba. C: Planta del yacimiento (tomada de Castillo (1972) y modificada por los autores. / Palacios de la Sierra site. A: view from the cemetery. B: detail of the current state of a tomb. C: Plan of the site (taken from Castillo (1972) and modified by the authors.

El otro yacimiento estudiado es el cementerio de Santa María de Tejuela (Tejuela en adelante). Situado en el término municipal de Bozoo, junto a los meandros del Ebro (Figuras 1 y 3), es conocido tradicionalmente como Villanueva de Soportilla dada su cercanía a dicha localidad (Aratikos Arqueólogos, 2010; Palomino y Negredo, en prensa). Se trata de un montículo rocoso que enmarca un cementerio de los que Padilla y Álvaro (2010) denominan como “grandes necrópolis”. Cuenta con al menos 340 tumbas organizadas alrededor de un centro de culto (Palomino y Negredo, en prensa) similar a otros cementerios burgaleses como Cuyacabras, Revenga o Regumiel o el soriano de Duruelo (Padilla y Álvaro, 2010 y 2013; López *et al.*, 2016; Álvaro *et al.*, 2018). El interés de Tejuela radica en que, a diferencia de la mayoría de los cementerios en roca, conservaba restos humanos en sus tumbas. Los no menos de 115 individuos excavados por Alberto del Castillo (1972) no iban acompañados de información arqueológica cuando se realizaron los primeros estudios antropológicos (Castillo, 2008; Maroto, 2004; Souich *et al.*, 1991, entre otros). La única información se limitaba al número de tumba de cada esqueleto. En el año 2010 la Excma. Diputación de Burgos inició la recuperación y puesta en valor de este cementerio con una nueva excavación realizada por el equipo de Aratikos Arqueólogos (2010) (Palomino y Negredo, en prensa). La excavación y limpieza de más tumbas, la ubicación sobre plano de los anteriores esqueletos y la obtención de dataciones absolu-

tas, convierten a Tejuela en un referente clave dentro de los cementerios altomedievales del Norte peninsular (Martín-Alonso *et al.*, 2021). Según las dataciones absolutas obtenidas, Tejuela se utilizó desde el último tercio del siglo VIII hasta comienzos del XI con una ocupación centrada en el siglo X (Martín-Alonso *et al.*, 2021), es decir, durante el óptimo climático medieval (Moreno *et al.*, 2012). Perteneció a una comunidad aldeana establecida en las fértiles tierras del río Ebro, con una economía basada principalmente en la agricultura, unas condiciones de vida muy duras y un bajo índice de juventud, lo que sugiere un cierto carácter fundacional (Jiménez-Brobeil *et al.*, 2020b).

En este trabajo se parte de la hipótesis de que si estas dos poblaciones fueron condicionadas en sus modos de vida por su ubicación en entornos medioambientales diferentes, debería esperarse que sus dietas también lo fueran. Para ello se va a recurrir al estudio de los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y de la patología dental con los siguientes objetivos:

- Comprobar si los resultados de los análisis de isótopos estables y las frecuencias de patología dental sugieren dietas similares o diferentes;
- Analizar si existen diferencias de sexo de las que se puedan inferir diferencia de género;
- Examinar si se aprecian posibles diferencias en la alimentación que correspondan con factores socioeconómicos.

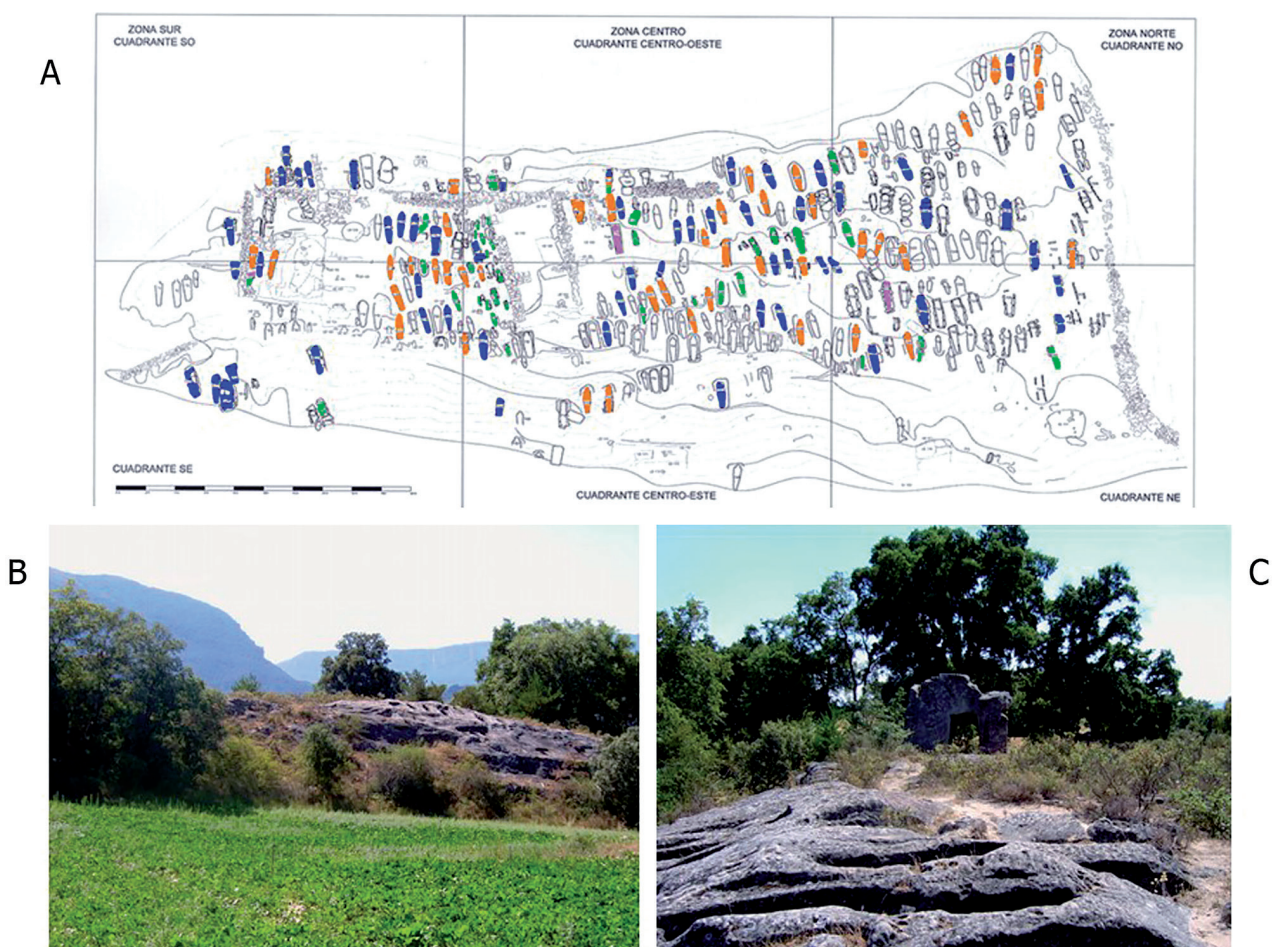


Fig. 3. Cementerio de Santa Mª de Tejuela. A: planta del cementerio (tomada de Aratikos Arqueólogos (2010) y modificada por los autores. B: vista del yacimiento y su entorno. C: vista de algunas tumbas con un edículo al fondo / Santa Mª de Tejuela cemetery. A: plan of the cemetery (taken from Aratikos Arqueólogos (2010) and modified by the authors. B: view of the site and its landscape. C: view of some tombs with the aedicule in the background.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El material procedente de Palacios está formado por 31 muestras de hueso, 567 dientes y 781 alvéolos; el de Tejuela comprende 72 muestras de hueso, 712 piezas dentales y 911 alvéolos observados. Todo el material analizado procede de esqueletos de individuos adultos a los que se ha podido estimar el sexo por la morfología de pelvis y cráneo, y la edad por la faceta sinfisaria del pubis, carilla esternal de la costilla o faceta auricular del ilion, tal como se recoge en Buikstra y Ubelaker (1994) y Ferembach *et al.* (1980). Ambas poblaciones no difieren estadísticamente en cuanto a su distribución por clases de edad, aunque en Palacios de la Sierra figuran algunos individuos seniles.

Los análisis isotópicos se han llevado a cabo sobre fragmentos de costillas que no presentaran indicios de traumatismos o procesos infecciosos (Olsen *et al.*, 2014). Se ha elegido este hueso por su tasa de remodelación (Fahy *et al.*, 2017; Hill, 1998) y porque por su fragilidad es muy fácil encontrar fragmentos sin necesidad de dañar ejemplares completos (Jiménez-Brobeil

et al. 2020a). Fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC) siguiendo el protocolo descrito en Bocherens *et al.* (1997) y Bocherens y Drucker (2003). Este procedimiento se encuentra detallado en Laffranchi *et al.* (2016) y Jiménez-Brobeil *et al.* (2021). Los resultados están expresados en relación a V-PDB para el carbono y AIR para el nitrógeno (Coplen, 1995). Solo se han tenido en cuenta las muestras con buena calidad del colágeno (Ambrose, 1990; DeNiro, 1985; Van Klinken, 1999; Salazar-García, 2022). Las muestras de animales para establecer las bases de la cadena trófica (Goude y Fontugne, 2016; Bownes *et al.*, 2018) proceden del yacimiento de San Martín de Lantarón (Álava) (Jiménez-Brobeil *et al.*, 2020a) situado a escasos kilómetros de Tejuela en la orilla opuesta del Ebro. Como no se cuenta con animales de Palacios, se han utilizado los valores publicados de otros yacimientos relativamente próximos (Guede, *et al.*, 2018; Lubritto *et al.*, 2017), pero teniendo muy presente esta limitación.

Las piezas dentales con caries y las pérdidas *ante mortem* se han registrado macroscópicamente (Buik-

tra y Ubelaker, 1994; Hillson, 2001) según el sexo del individuo. Los resultados se analizan según el número total de piezas para la caries y de alvéolos conservados para las pérdidas en vida y el total de piezas dañadas (Caries + pérdidas) (Frayer, 1984; Molnar y Molnar, 1985). Para este trabajo y dados sus objetivos, solo se han tenido en cuenta los esqueletos pertenecientes a sujetos menores de 40 años que conservaran al menos un 75% del complejo máxilodental: 24 varones y 19 mujeres de Tejuela; 13 varones y 23 mujeres de Palacios.

Los datos se han analizado estadísticamente con el programa SPSS de IBM versión 22. Se han realizado test de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y se ha aplicado la U de Mann-Whitney para los datos isotópicos y el test χ^2 con la corrección de Fisher para los datos dentales. La significación estadística se ha considerado a partir de $p \leq 0,05$. Los posibles *outliers* se han identificado con el método de Tukey usando como umbral 1.5 x el intervalo intercuartil.

3. RESULTADOS

En la tabla 1 se expresan los valores isotópicos para la generalidad de ambos yacimientos y para las series masculina y femenina de cada uno de ellos. La distribución media total de los valores $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ entre ambos yacimientos presenta diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) según el test U de Mann-Whitney. No figura diferencia significativa en $\delta^{13}C$ por sexos en Palacios, pero sí en $\delta^{15}N$ ($p = 0,007$). En Tejuela hay diferencia por sexos en $\delta^{13}C$ ($p = 0,03$) pero no en $\delta^{15}N$. Sin embargo, sí las hay entre los varones

y mujeres de ambos yacimientos ($\delta^{13}C \text{ ♂ Pal vs Tej, } p = 0,002$; $\delta^{13}C \text{ ♀ Pal vs Tej, } p < 0,001$; $\delta^{15}N \text{ ♂ Pal vs Tej, } p = 0,006$; $\delta^{15}N \text{ ♀ Pal vs Tej, } p < 0,001$). La distribución de los valores isotópicos según yacimiento y sexo se expresa gráficamente en las figuras 4 a 7.

En la tabla 2 se exponen los resultados del estudio de patología máxilodentaria según yacimientos y sexo.

La diferencia entre las frecuencias del total de piezas dañadas de ambos yacimientos resulta estadísticamente significativa ($p < 0,001$). La comparación entre sexos de ambos yacimientos, respecto al total de piezas dañadas, no resulta estadísticamente significativa entre los varones (13,2 vs 10,5; $p = 0,28$), pero sí lo es entre las mujeres (5,2 vs 17,7; $p < 0,001$).

Palacios de la Sierra	$\delta^{13}C$				$\delta^{15}N$			
	N	Min - Máx	M	σ	N	Min - Máx	M	σ
Total	31	-20,3 -18,2	-19,4	0,5	31	6,7 -11,4	9,8	1,1
Varones	16	-20,3 -18,2	-19,3	0,6	16	6,7 -10,8	9,6	1,2
Mujeres	15	-20,3 -18,9	-19,6	0,3	15	6,7 -11,4	10,4	0,8
Sta. María de Tejuela								
Total	72	-19,5 -17,0	-18,6	0,6	72	8,0 -12,2	9,4	0,4
Varones	44	-19,5 -17,0	-18,8	0,6	44	8,0 -10,2	9,4	0,5
Mujeres	28	-19,5 -17,3	-18,5	0,6	28	8,0 -10,2	9,4	0,3

Tabla 1: N: número de casos; Min-Max: rango; M: media; σ : desviación estándar / N: number of cases; Min-Max: range; M: mean; σ : standard deviation.

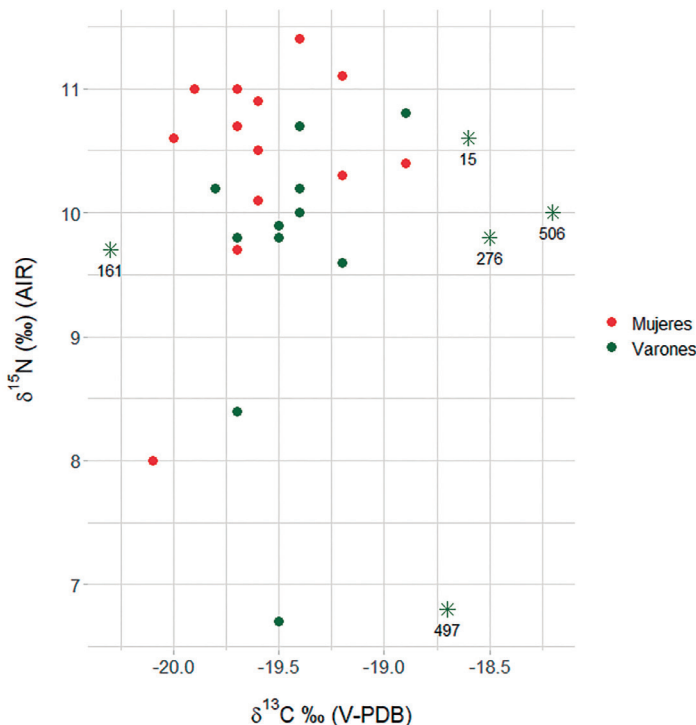


Fig.4. Distribución de los valores isotópicos individuales de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en Palacios de la Sierra. Los individuos marcados con *son los publicados previamente en Jiménez-Brobeil *et al.*, (2016) / Distribution in Palacios de la Sierra of the $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ isotopic values. Individuals marked with *are those previously published by Jiménez-Brobeil *et al.*, (2016).

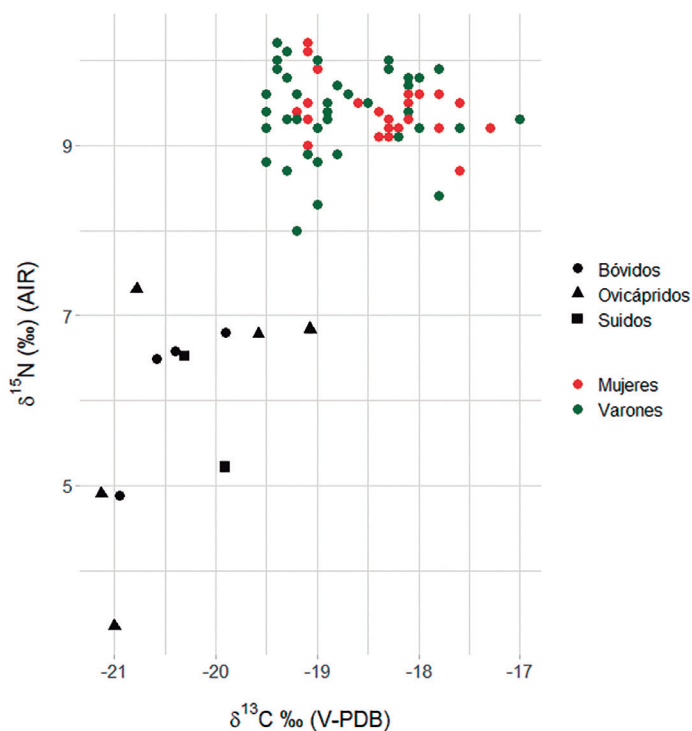


Fig.5. Distribución de los valores isotópicos individuales de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en humanos del yacimiento de Santa M^a de Tejuela y de animales del de S. Martín de Lantarón / Distribution of the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotopic values in humans from Santa M^a de Tejuela and in animals from S. Martín de Lantarón.

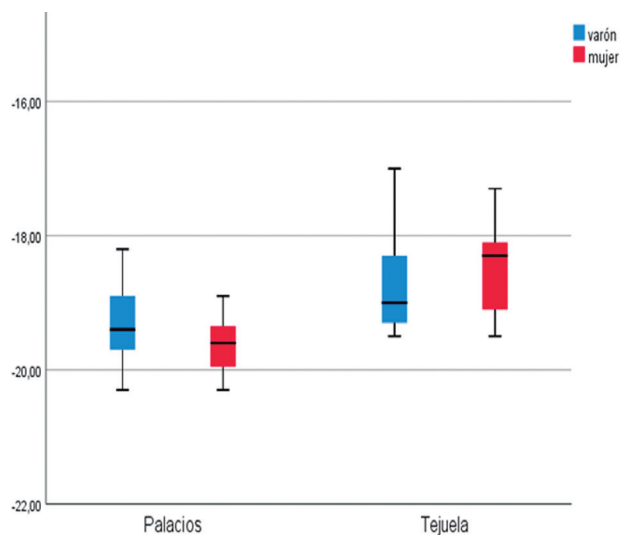


Fig.6. Diagrama de cajas con la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ según yacimiento y sexo / Boxplot of $\delta^{13}\text{C}$ values by site and sex.

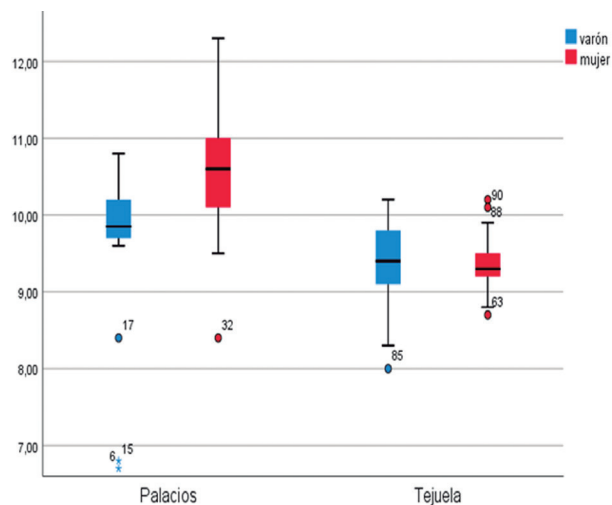


Fig.7. Diagrama de cajas con la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ según yacimiento y sexo / Boxplot of $\delta^{15}\text{N}$ values by site and sex.

	PALACIOS DE LA SIERRA		
	Caries	Pérdidas <i>ante mortem</i>	Total de piezas dañadas
Varones	N/n/%	N/n/%	N/n/%
I	41 / 1 / 2,4	77 / 3 / 3,9	77 / 4 / 5,2
C	30 / 1 / 3,3	40 / 1 / 2,5	40 / 2 / 5,0
P	61 / 2 / 3,3	80 / 4 / 5,0	80 / 6 / 7,5
M	60 / 2 / 3,3	105 / 26 / 24,8	105 / 28 / 26,7
Total ♂	192 / 6 / 3,1	302 / 34 / 11,3	302 / 40 / 13,2

PALACIOS DE LA SIERRA			
	Caries	Pérdidas <i>ante mortem</i>	Total de piezas dañadas
Mujeres	N/n/%	N/n/%	N/n/%
I	89 / 0 / 0,0	118 / 0 / 0,0	118 / 0 / 0,0
C	46 / 0 / 0,0	63 / 1 / 1,6	63 / 1 / 1,6
P	98 / 1 / 1,0	132 / 2 / 1,5	132 / 3 / 2,3
M	142 / 7 / 4,9	166 / 14 / 8,4	166 / 21 / 12,6
Total ♀	375 / 8 / 2,1	479 / 17 / 3,5	479 / 25 / 5,2
P♂ vs♀	0,66	<0,001*	<0,001*
Total	567 / 14 / 2,5	781 / 51 / 6,5	781 / 65 / 8,3
STA. MARÍA DE TEJUELA			
	Caries	Pérdidas <i>ante mortem</i>	Total de piezas dañadas
Varones	N/n/%	N/n/%	N/n/%
I	59 / 0 / 0,0	64 / 0 / 0,0	64 / 0 / 0,0
C	32 / 1 / 3,1	33 / 1 / 3,0	33 / 2 / 6,1
P	61 / 4 / 6,6	67 / 3 / 4,5	67 / 7 / 10,4
M	76 / 0 / 0,0	88 / 15 / 17,0	88 / 15 / 17,0
Total ♂	416 / 15 / 3,6	505 / 38 / 7,5	505 / 53 / 10,5
I	74 / 3 / 4,0	102 / 0 / 0,0	102 / 3 / 2,9
C	41 / 2 / 4,9	55 / 0 / 0,0	55 / 2 / 3,6
P	85 / 7 / 8,2	114 / 10 / 8,8	114 / 17 / 14,9
M	96 / 19 / 19,8	135 / 31 / 23,0	135 / 50 / 37,0
Total ♀	296 / 31 / 10,5	406 / 41 / 10,1	406 / 72 / 17,7
P♂ vs♀	<0,001*	0,21	<0,001*
Total	712 / 46 / 6,5	911 / 79 / 8,7	911 / 125 / 13,7

Tabla 2: Patología máxilo-dental / Table 2. Maxillo dental pathology.

Número de dientes / número de dientes lesionados / porcentaje de piezas lesionadas. I incisivos. C caninos. P premolares. M molares. *significación estadística $p \leq 0,05$. Number of teeth / number of damaged teeth / % of damaged teeth. I incisives. C canines. P premolars. M molars. *statistical significance $p \leq 0,05$.

4. DISCUSIÓN

Los resultados isotópicos de los animales de San Martín de Lantarón, en relación al inmediato yacimiento de Tejuela (tabla 3), muestran los valores esperados según la posición en la cadena trófica. Así, el valor medio de $\delta^{13}\text{C}$ es un 2% inferior en herbívoros con relación a los humanos, mientras que el de $\delta^{15}\text{N}$ es un 3-5,2% superior en humanos (Bocherens y Drucker, 2003; DeNiro y Epstein, 1981; Hedges y Reynard, 2007). Esta diferencia es similar entre los promedios de Palacios con los de animales procedentes de yacimientos relativamente próximos y contemporáneos, pero limita las comparaciones ya que al carecer de fauna de Palacios no se puede precisar la base de la cadena trófica (Bownes *et al.*, 2018; Goude y Fontugne, 2016; Salas y Jiménez, 2020).

Los valores isotópicos de carbono indican un ecosistema terrestre con consumo de plantas tipo C3 con algo de C4 (posiblemente mijo) en Tejuela. Esta población campesina presenta valores isotópicos similares a otras del entorno geográfico o ambiental con la misma base económica (tabla 3) (Guede *et al.*, 2017; Lubritto *et al.*, 2017; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022) con dietas

terrestres basadas mayoritariamente en plantas C3 y con bajo o mediano consumo de proteínas de origen animal. En Palacios, con valores $\delta^{13}\text{C}$ más bajos, se consumirían fundamentalmente plantas C3 (Guede *et al.*, 2018; Schoeninger y DeNiro 1984), mientras que los valores isotópicos de nitrógeno sugieren un consumo más alto de proteínas de origen animal, sobre todo entre las mujeres (DeNiro y Epstein 1981; Hedges y Reynard 2007). Estos resultados se podrían explicar teniendo en cuenta las diferencias medioambientales y económicas entre ambas poblaciones. Los valores más bajos de $\delta^{13}\text{C}$ en Palacios respecto a Tejuela podrían relacionarse con su ubicación en un entorno más frío en el que no fuera fácil el cultivo de plantas de tipo C4 (Goude y Fontugne, 2016). Los más altos de $\delta^{15}\text{N}$ coincidirían con una base económica más centrada en la ganadería, tal como plantean los estudios arqueológicos (Álvaro *et al.*, 2018; Escalona, 2001, 2002; López Pérez *et al.*, 2016), aunque también podrían indicar un estatus social superior (Müldner y Richards, 2005).

Las diferencias detectadas entre varones y mujeres son más complejas y pueden obedecer a diversas causas. Cuando se presentan, suelen vincularse con

Yacimiento o colección	$\delta^{13}\text{C}$ (min a max; M \pm σ ; n)	$\delta^{15}\text{N}$ (min a max; M \pm σ ; n)	Fuente
Dulantzi (Álava)	-24,5 a -14,1 -18,8 \pm 1,4 n=61	4,7 a 12,2 9,1 \pm 1,2 n=61	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
Aistra (Álava)	-22,0 a -16,7 -18,9 \pm 1,0 n=44	6,7 a 12,1 8,0 \pm 1,0 n=44	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
Zaballa (Álava)	-22,3 a -18,8 -19,9 \pm 0,9 n=14	7,6 a 12,5 9,4 \pm 1,3 n=14	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
Treviño (Burgos)	-22,0 a -18,7 -19,5 \pm 0,7 n=19	7,5 a 12,0 9,7 \pm 1,1 n=19	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
Zornoztegi (Álava)	-19,9 a -17,2 -18,2 \pm 0,8 n=9	7,0 a 9,2 8,0 \pm 0,6 n=9	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
<i>Bos taurus</i> (Dul., Ais., Zab., Tre., Zor)	-22,8 a -18,3 -20,8 \pm 1,2 n=10	3,2 a 8,4 5,6 \pm 1,4 n=10	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
<i>Ovis/Capra</i> (Dul., Ais., Zab., Tre., Zor)	-22,0 a -15,8 -20,4 \pm 1,5 n=14	2,3 a 9,8 5,7 \pm 2,0 n=14	Lubritto <i>et al.</i> , 2017
Las Gobas (Burgos)	-20,1 a -17,2 -19,0 \pm 0,6 n=40	7,7 a 11,7 8,9 \pm 0,9 n=40	Guede <i>et al.</i> , 2018
<i>Ovis/Capra</i> Las Gobas (Burgos)	-21,0 a -20,3 -20,71 \pm 0,37 n=6	4,1 a 5,5 4,83 \pm 0,55 n=6	Guede <i>et al.</i> , 2018 Calculado por los autores
Catedral Oviedo	-18,9 a -18,4 -18,6 \pm 0,2 n=4	10,3 a 13,0 12,0 \pm 1,2 n=4	Passalacqua y Mackinnon, 2016
San Baudelio de Berlanga (Soria)	-19,0 a -17,5 -18,2 \pm 0,4 n=20	9,2 a 11,5 10,3 \pm 0,5 n=20	Jiménez-Brobeil <i>et al.</i> , 2020a
San Roque de las Quintanillas (Burgos)	-18,6 a -16,3 -18,1 \pm 0,9 n=6	8,4 a 11,2 9,7 \pm 1,0 n=6	Pérez-Ramallo <i>et al.</i> , 2022
Portales 67 (Logroño)	-19,4 a -18,1 -18,8 \pm 0,4 n=7	8,8 a 12,2 10,5 \pm 1,1 n=7	Pérez-Ramallo <i>et al.</i> , 2022
Elite social siglos X-XII	-19,1 -17,8 -18,6 \pm 0,4 n=6	9,4 a 13,7 11,8 \pm 1,8 n=6	Pérez-Ramallo <i>et al.</i> , 2022
Familia de Pedro I de Castilla	-19,3 a -18,0 -18,6 \pm 0,5 n=5	11,9 a 16,6 13,3 \pm 1,5 n=5	Jiménez-Brobeil <i>et al.</i> , 2016
Palacios (Burgos)	-20,3 a -18,2 -19,6 \pm 0,5 n=31	6,7 a 11,4 10,1 \pm 1,1 n=31	Este trabajo
Tejuela (Burgos)	-19,5 a -17,0 -18,5 \pm 0,6 n=72	8,0 a 12,2 9,4 \pm 0,3 n=72	Este trabajo
<i>Bos</i> S. Martín de Lantarón (Álava)	-20,9 a -19,9 -20,4 \pm 0,4 n=4	4,8 a 6,9 6,2 \pm 0,9 n=4	Jiménez-Brobeil <i>et al.</i> , 2020a
<i>Ovis/Capra</i> S. Martín de Lant.	-21,1 a -19,1 -20,3 \pm 0,9 n=5	3,3 a 7,3 5,8 \pm 1,7 n=5	Jiménez-Brobeil <i>et al.</i> , 2020a

Tabla 3: Valores isotópicos medios de carbono y nitrógeno en varios yacimientos medievales del norte de España. / Isotopic mean values of carbon and nitrogen in several medieval sites in northern Spain.

diferencias de estatus social, con la división por género del trabajo o con factores fisiológicos relacionados con el embarazo (Craig *et al.*, 2009; Fuller *et al.*, 2004, 2006; Jiménez-Brobeil *et al.*, 2022; Laffranchi *et al.*, 2016, 2019; Reitsema y Vercellotti 2012; Toso *et al.*, 2019). Los varones de Tejuela presentan un valor medio de $\delta^{13}\text{C}$ más bajo que las mujeres, lo que supondría un mayor consumo de plantas C3 y, tal vez, una posible preeminencia social. Esto se plantea porque el trigo, una planta C3, era tradicionalmente el cereal más demandado (MacKinnon *et al.*, 2019; Peña-Chocarro *et al.*, 2019). Sin embargo, la similitud de los valores de $\delta^{15}\text{N}$, que denota igual consumo de proteínas de origen animal, no permite asegurar esta conclusión. Los altos valores de $\delta^{15}\text{N}$ en la mayoría de las mujeres de Palacios resultan similares a los de élites o entornos urbanos (Aguraiuja-Lätti y Löugas, 2019; Jiménez-Brobeil *et al.*, 2016; Lubritto *et al.*, 2017; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022a y b; Schats *et al.*, 2022). Generalmente, un consumo elevado de proteínas de origen animal sugiere un elevado estatus social, puesto que la ingesta de carne se ha vinculado principalmente con las élites (Guede *et al.*, 2018; Lubritto *et al.*, 2017; Jiménez-Brobeil *et al.*, 2016; Müldner y Richards, 2005; Pérez-Ramallo *et al.*, 2022a y b). Sin embargo, Palacios fue un núcleo rural con tierras comunales (Giménez, 1991) donde no habría diferencias acusadas de clase social (Carvajal Castro, 2017; Martín Viso, 2020) y fuera de la ruta de peregrinaje hacia Santiago de Compostela (Pérez-Ramallo *et al.*, 2022b). Esta diferencia también se podría explicar por una larga residencia femenina en un poblado ubicado en un entorno montañoso, cuya economía se centraría en la ganadería con un importante consumo de proteínas de origen animal, principalmente de productos lácteos, mientras que los varones pudieron tener mayor movilidad. Un caso similar, aunque vinculado con élites, es el publicado sobre Rennes (Bretaña) (Colleter *et al.*, 2019). Si como afirman algunos autores (De la Cruz, 1968; Munguía, 2003), los varones se dedicaron principalmente a la ganadería trashumante, la explotación forestal y la carretería, pudieron consumir alimentos diferentes en lugares alejados de Palacios, tal vez con menos proteínas animales. Los individuos con valores $\delta^{15}\text{N}$ muy alejados de la media (*outliers*) podrían ser recién llegados, pero, aunque se excluyan estos casos, la diferencia entre ambos sexos sigue alcanzando la significación estadística ($p = 0.002$).

Llegado este punto, ¿qué puede aportar la patología dental? En Palacios hay menos piezas dañadas (caries más piezas perdidas en vida) que en Tejuela, pero las diferencias radican principalmente en las que presentan las mujeres, puesto que entre los varones no hay diferencias significativas. Estos resultados indican que la dieta de las mujeres de Palacios fue menos cariogénica que la de sus varones y los individuos de ambos sexos de Tejuela. Esto viene a coincidir con los valores isotópicos y el entorno medioambiental que sugieren una dieta más rica en proteínas animales en el

yacimiento de entorno montañoso y con base económica ganadera. El valor de $\delta^{15}\text{N}$ no puede diferenciar si las proteínas proceden de carne, huevos o productos lácteos (MacKinnon *et al.*, 2019; Salazar-García, 2022). En principio, se puede asumir que estos últimos fueran fácilmente accesibles en una población dedicada a la ganadería y está científicamente demostrado su carácter protector frente a la caries (Bowen y Pearson, 1993; Guggenheim *et al.*, 1999). Este hecho no está en contra de la posible mayor movilidad de los varones, con diversificación de fuentes nutricionales, mientras que las mujeres permanecieron en el núcleo de Palacios con una dieta presumiblemente rica en productos lácteos. Este posible relativo aislamiento en un núcleo rural y no urbano, donde habría recursos alimenticios más variados, refuerza el que no se pueda hablar claramente de élites, que pueden tener una mayor frecuencia de piezas con caries por poder acceder a mayor variedad de alimentos (Schats *et al.*, 2022).

En Tejuela, sin embargo, ocurre lo contrario: son las mujeres las que presentan mayores porcentajes de patología dental. Esto último es lo habitual en mujeres jóvenes (Larsen, 2015; Lukacs, 1996) en las que los cambios en la flora bacteriana y el pH de la saliva durante el embarazo incrementan el riesgo de sufrir lesiones en los dientes (Figuro *et al.*, 2020). El embarazo es un periodo donde ocurren muchos cambios en el cuerpo de la mujer. Las lesiones bucales más comunes que se encuentran durante este estado incluyen caries dental, enfermedad periodontal, hiperplasia gingival, candidiasis oral y úlceras aftosas (Bett *et al.*, 2019; Jang *et al.*, 2021). El huésped y la microbiota de la cavidad oral tienen un delicado equilibrio que mantiene el estado de salud. Cambios en los niveles de hormonas producen mayor dilatación y permeabilidad de los vasos sanguíneos aumentando así los niveles de inflamación gingival (Bett *et al.*, 2019; Figuro *et al.*, 2020). Durante el embarazo, las mujeres son más proclives a presentar caries dental, comparadas con mujeres no embarazadas (Bett *et al.*, 2019). Se han encontrado diferencias estadísticas significativas en la cantidad de bacterias que se evaluaron tanto en la placa dental como en la saliva (Wagle *et al.*, 2018). El cambio en la dieta puede ocasionar que las bacterias cariogénicas aumenten la formación de ácidos que degradan la estructura del diente, lo que unido a una pobre higiene oral propicia un incremento del número de piezas dentales con caries (Bett *et al.*, 2019; Wagle *et al.*, 2018). Todo esto podría explicar el hecho de que las mujeres entre 20 y 40 años de Tejuela, que estarían en su periodo fértil, presenten una mayor incidencia de patología dental que los varones de la misma franja etaria. Por otra parte, no está en contra de la hipótesis de una mayor ingesta de productos lácteos entre las mujeres de Palacios quienes habrían disfrutado de su carácter protector durante sus embarazos. En cualquier caso, estos resultados no son fácilmente comparables con los de otras poblaciones medievales castellanas porque los métodos de es-

tudio no son iguales. Una muestra amplia y clasificada por sexo y edad es la publicada por López Martínez (2002) sobre poblaciones del antiguo Reino de León, que engloba colecciones rurales y urbanas. La caries (no se estudian las pérdidas en vida) presenta una frecuencia de 5,3% en varones menores de 40 años y de 12,7% en mujeres, distribución similar a la de la caries en Tejuela.

5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los análisis isotópicos y de patología dental no están en contra de la hipótesis planteada: que una población establecida en un entorno montañoso y frío, con una economía basada fundamentalmente en la ganadería y la explotación forestal, Palacios, debería tener una dieta diferente a la de una establecida en un llano y dedicada principalmente a la agricultura en una época cálida como es la de Tejuela. En Palacios se aprecia una clara diferenciación sexual, tanto en valores isotópicos como en patología dental que pueden indicar diferencias de género, como el que las mujeres tengan una dieta más rica en productos lácteos y permanezcan en el lugar de residencia. No pueden valorarse diferencias sociales entre las poblaciones estudiadas, pero sí es cierto que las mujeres de Palacios parecen haber disfrutado de un estatus de salud más elevado que se refleja en la mayor esperanza media de vida señalada por otros autores (Jiménez-Brobeil *et al.*, 2020b; Maroto, 2004) y unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ similares a los de élites medievales del norte de la península ibérica. Estas conclusiones pueden parecer muy pobres, pero hay que recordar que las dificultades como la ausencia de animales en Palacios o el pequeño tamaño muestral derivado de la conservación de los esqueletos no permiten contestar con más profundidad los objetivos planteados. No obstante, este estudio viene a completar la visión que se está obteniendo por parte de los distintos investigadores de la dieta y los modos y medios de vida de la Castilla medieval.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha llevado a cabo dentro del Proyecto "Salud y alimentación en poblaciones rurales de la España Medieval" (HAR2016-75788-P) financiado por el Gobierno de España.

7. BIBLIOGRAFÍA

Agarwal, S.C., Glencross, B.A., 2011. *Social Bioarchaeology*. Wiley-Blackwell, Malden.

Aguraiuja-Lätti, Ü., Lõugas, L., 2019. Stable isotope evidence for medieval diet in urban and rural northern Estonia. *Journal of Archaeological Science: Reports* 26, 101901.

Allègre, C.J., 2005. *Isotope geology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Álvaro Rueda, K., Travé Allepuz, E., López Pérez, M.D., 2018. Excavaciones arqueológicas en el yacimiento altomedieval de Revenga: nuevos datos para el conocimiento de los espacios de hábitat altomedieval en el Alto Arlanza (Burgos). *Territorio, Sociedad y Poder* 13, 5-21.

Ambrose, S.H., 1990. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science* 17, 431-451.

Aratikos Arqueólogos, 2010. Excavación arqueológica en la necrópolis de Santa María de Tejuela en Villanueva Soportilla (Bozío, Burgos). Diputación de Burgos, Burgos.

Bertilsson, C., Borg, E., Sten, S., Hessman, E., Sjöblom, H., Lingsström, P., 2022. Prevalence of dental caries in past European populations: a systematic review. *Caries Research* 56, 15-28.

Bett, J.V.S., Batistella, E.Á., Melo, G., Munhoz, E.A.; Silva, C.A.B.; Guerra, E.N.S.; Porporatti, A.L.; Canto G.L., 2019. Prevalence of oral mucosal disorders during pregnancy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Pathology & Medicine* 48, 270-277.

Bocherens, H., Biliou, D., Patou-Mathis, M., Bonjean, D., Otte, M., Mariotti, A., 1997. Paleobiological implications of the isotopic signatures (^{13}C , ^{15}N) of fossil mammal collagen in Scladina cave (Sclayn, Belgium). *Quaternary Research* 48, 370-380.

Bocherens, H., 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, 46-53.

Bowen, W.H., Pearson, S.K., 1993. Effect of milk on cariogenesis. *Caries Research* 27, 461-466.

Bownes, J., Clarke, L. & Buckberry, J., 2018. The importance of animal baselines: Using isotope analyses to compare diet in a British medieval hospital and lay population. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17, 103-110.

Buikstra, J.E., Ubelaker, D.H., 1994. Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archeological Survey Research Series*, Fayetteville.

Carmona Ballesteros, E., 2019. Releyendo las estelas epigráficas de la necrópolis de "El Castillo" (Palacios de la Sierra, Burgos). *Arqueología y Territorio Medieval* 26, 137-154.

Carvajal Castro, A., 2017. Prácticas colectivas y gestión de los espacios agrarios en la Alta Edad Media: una perspectiva comparada desde Irlanda y el noroeste de la península Ibérica. *Historia Agraria: Revista de Agricultura e Historia Rural* 73, 151-183.

Castillo Yurrita, A. del., 1972. Excavaciones altomedievales en las provincias de Soria, Logroño y Burgos, Excavaciones Arqueológicas en España, Madrid.

Castillo González, C., 2008. Evolución de los estados de salud-enfermedad de poblaciones medievales del Alto Ebro y Alto Duero. Tesis doctoral. Universidad de Granada, Granada.

Cocozza, C., Cirelli, E., Gross, M., Teegen, W.R., Fernandes, R., 2022. Presenting the Compendium Isotoporum Medii Aevi, a multi-isotope database for Medieval Europe. *Scientific Data* 9:354.

Colleter, R., Clavel, B., Pietrzak, A., Duchesne, S., Schmitt, L., Richards, M.P., Telmon, N., Crubézy, E., Jaouen, K., 2019. Social status in late medieval and early modern Brittany: insights from stable isotope analysis. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 823-837.

- Coplen, T., 1995. New manuscript guidelines for the reporting of stable hydrogen, carbon, and oxygen isotope-ratio data. *Geothermics* 24, 707-712.
- De la Cruz, V., 1968. Notas para la historia de Palacios de la Sierra. *Boletín de la Institución Fernán González* 171, 305-311.
- DeNiro, M.J., 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to paleodietary reconstruction. *Nature* 317, 806-909.
- DeNiro, M.J., Epstein, S., 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341-351.
- Ehleringer, J.R., Rundel, P.W., 1989. Stable isotopes: History, units, and instrumentation. En: Rundel, P.W., Ehleringer, J.R., Nagy, K.A. (Eds.), *Stable isotopes in ecological research*, 1-15. Springer-Verlag, New York.
- Escalona Monge, J., 2001. Jerarquización social y organización del espacio. Bosques y pastizales en la Sierra de Burgos (siglos X-XII). En: Gómez-Pantoja, J. (Ed.), *Los rebaños de Gerión. Pastores y trashumancia en Iberia antigua y medieval*, 109-137. Casa de Velázquez, Madrid.
- Escalona Monge, J., 2002. *Sociedad y Territorio en la Alta Edad Media Castellana. La formación del Alfoz de Lara*. Oxford: BAR International Series 1079.
- Fahy, G.E., Deter, C., Pitfield, R., Miszkiewicz, J.J., Mahoney, P., 2017. Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. *Journal of Archaeological Science* 87, 10-16.
- Ferembach, D., Schwidetzky, I., Stloukal, M., 1980. Recommendations for age and sex diagnoses of skeletons. *Journal of Human Evolution* 9, 517-549.
- Figuero, E., Han, Y.W., Furuichi, Y., 2020. Periodontal diseases and adverse pregnancy outcomes: Mechanisms. *Periodontology* 2000 83, 175-188.
- Frayser, D.W., 1984. Tooth size, oral pathology, and class distinctions: Evidence from the Hungarian Middle Ages. *Anthropologiai Közlemények* 28, 47-54.
- Froehle, A.W., Kellner, C.M., Schoeninger, M.J., 2012. Multivariate carbon and nitrogen stable isotope model for the reconstruction of prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology* 147, 352-369.
- Fuller, B.T., Fuller, J. L., Sage, N. E., Harris, D. A., O'Connell, T.C., Hedges, R.E.M., 2004. Nitrogen balance and $\delta^{15}\text{N}$: why you're not what you eat during pregnancy. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 18, 2889-2896.
- Fuller, B.T., Molleson, T.I., Harris, D.A., Gilmour, L.T., Hedges, R.E.M., 2006. Isotopic evidence for breastfeeding and possible adult dietary differences from Late/Sub-Roman Britain. *American Journal of Physical Anthropology* 129, 45-54.
- Gannes, L.Z., O'Brien, D.M., Martínez del Río, C., 1997. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats, and a call for more laboratory experiments. *Ecology* 78, 1271-1276.
- Giménez Romero, C. (1991). *Valdelaguna y Coatepec. Permanencia y funcionalidad del régimen comunal agrario en España y México*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- González Iglesias, J., 1994. *Historia de la Odontostomatología Española*. Avances Médicodentales, Madrid.
- Goude, G., 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, 117-131.
- Guede, I., Ortega, L.A., Zuluaga, M.C., Alonso-Olazabal, A., Murelaga, X., Solaun, J.L., Sánchez, I., Azkarate, A., 2018. Isotopic evidence for the reconstruction of diet and mobility during village formation in the Early Middle Ages: Las Gobas (Burgos, northern Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences* 10, 2047-2058.
- Guggenheim, B., Schmid, R., Aeschlimann, J.M., Berrocal, R., Neeser, J.R., 1999. Powdered milk micellar casein prevents oral colonization by *Streptococcus sobrinus* and dental caries in rats: a basis for the caries-protective effect of dairy products. *Caries Research* 33, 446-454.
- Hedges, R.E.M., Reynard, L.M., 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34, 1240-1251.
- Hildebolt, C.F., Molnar, S., 1991. Measurement and description of periodontal disease in anthropological studies. En: Kelley, M.A., Larsen, C.S. (Eds.), *Advances in Dental Anthropology*, 225-240. Wiley-Liss, New York.
- Hill, P.A., 1998. Bone remodelling. *British Journal of Orthodontics* 25, 101-107.
- Hillson, S., 1996. *Dental Anthropology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hillson, S., 2001. Recording dental caries in archaeological human remains. *International Journal of Osteoarchaeology* 11, 249-289.
- Jang, H., Patoine, A., Wu, T.T., Castillo, D.A., Xiao, J., 2021. Oral microflora and pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports* 11, 16870.
- Jim, S., Ambrose, S.H., Evershed, R.P., 2004. Stable carbon isotopic evidence for differences in the dietary origin of bone cholesterol, collagen and apatite: Implications for their use in palaeodietary reconstruction. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 68, 61-72.
- Jiménez-Brobeil, S.A., Laffranchi, Z., Maroto, R.M., López Sánchez, F.A., Delgado Huertas, A., 2016. How royals feasted in the court of Pedro I of Castile: A contribution of stable isotope study to medieval history. *Journal of Archaeological Science: Reports* 10, 424-430.
- Jiménez-Brobeil, S.A., Maroto, R.M., Laffranchi, Z., Roca, M.G., Granados Torres, A., Delgado Huertas, A., 2020a. Exploring diet in an isolated medieval rural community of Northern Iberia: the case study of San Baudelio de Berlanga (Soria, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports* 30, 102218.
- Jiménez-Brobeil, S.A., Maroto Benavides, R.M., Roca, M.G., Martín-Alonso, J.F., 2020b. La población altomedieval de Sta. María de Tejuela (Bozoó, Burgos). *Notas paleodemográficas, Munibe Antropología-Arkeología* 71, 181-191.
- Jiménez-Brobeil, S.A., Charisi, D., Laffranchi, Z., Maroto, R.M., Delgado Huertas, A., Milella, M., 2021. Sex differences in diet and life conditions in a rural Medieval Islamic population from Spain (La Torrecilla, Granada): An isotopic and osteological approach to gender differentiation in al-Andalus. *American Journal of Physical Anthropology* 175, 794-815.
- Katzenberg, M.A., 2000. Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. En: Katzen-

- berg, M.A., Saunders, S.R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 305-328. Wiley-Liss, New York.
- Koch, P.L., 2007. Isotopic study of the biology of modern and fossil vertebrates. En: Michener, R., Lajtha, K. (Eds.), *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science*, 99-154. Blackwell Publishing, New Jersey.
- Laffranchi, Z., Delgado Huertas, A., Jiménez-Brobeil, S.A., Granados Torres, A., Riquelme Cantal, J.A., 2016. Stable C & N isotopes in 2100 Year-BP human bone collagen indicate rare dietary dominance of C4 plants in NE-Italy. *Science Reports* 6, e38817.
- Laffranchi, Z., Cavalieri Manasse, G., Salzani, L., Milella, M., 2019. Patterns of funerary variability, diet, and developmental stress in a Celtic population from NE Italy (3rd-1st c BC). *PLoS One*, 14(4), e0214372.
- Larsen, C.S., 2015. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- López Martínez, B., 2002. Los pobladores del antiguo Reino de León: antropometría, paleodemografía, paleopatología. Universidad de León, León.
- López Pérez, M.D., Álvaro Rueda, K., Travé Allepuz, E., 2016. Rock-cut cemeteries and settlement processes at the Upper Arlanza basin (Burgos, Spain): a Late Antique and Early Medieval landscape analysis. *Zephyrus LXXVIII*, 173-191.
- Lubritto, C., García-Collado, M., Ricci, P., Altieri, S., Sirignano, C., Quirós Castillo, J.A., 2017. New dietary evidence on Medieval rural communities of the Basque Country (Spain) and its surroundings from carbon and nitrogen stable isotope analyses: Social insights, diachronic changes and geographic comparison. *International Journal of Osteoarchaeology* 27, 984-1002.
- Lukacs, J.R., 2007. Dental trauma and antemortem tooth loss in Prehistoric Canary islanders: Prevalence and contributing factors. *International Journal of Osteoarchaeology* 17, 57-173.
- MacKinnon, A., Passalacqua, N.V., Bartelink, E.J., 2019. Exploring diet and status in the Medieval and Modern periods of Asturias, Spain, using stable isotopes from bone collagen. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11. doi.org/10.1007/s12520-019-00819-2.
- Makarewicz, C.A., 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, 146-158.
- Maroto Benavides, R.M., 2004. *Antropología de las poblaciones femeninas medievales del Alto Ebro y Alto Duero*. Universidad de Granada. Granada.
- Martín-Alonso, J.F., Maroto, R.M., Jiménez-Brobeil, S.A., 2021. Esqueletos inhumados en cementerios excavados en roca: el caso de Tejuela/Villanueva de Soportilla (Burgos). *Archivo Español de Arqueología* 94, 094.021.03.
- Martín Viso, I., 2012. Enterramientos, memoria social y paisaje en la Alta Edad Media: propuestas para un análisis de las tumbas excavadas en roca en el centro-oeste de la Península Ibérica. *Zephyrus LXIX*, 165-187.
- Martín Viso, I., 2020. Commons and the construction of power in the early Middle Ages: tenth-century León and Castile. *Journal of Medieval History* 46, 373-395.
- Medrano, H., Flexas, J., 2000. Fotorrespiración y mecanismos de concentración del dióxido de carbono. En: Azcón-Bieto, J., Talón, M. (Eds.). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, 187-201. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.
- Molnar, S., Molnar, L., 1985. Observations of dental diseases among prehistoric populations of Hungary. *American Journal of Physical Anthropology* 67, 51-64.
- Moreno, A., Pérez, A., Frigola, J., Nieto-Moreno, V., Rodrigo-Gámiz, M., Martrat, B., González-Sampériz, P., Morellón, M., Martín-Puertas, C., Corella, J.P., Belmonte, A., Sancho, C., Cacho, I., Herrera, G., Canals, M., Grimalt, J.O., Jiménez-Espejo, F., Martínez-Ruiz, F., Vegas-Vilarrúbia, T., Valero-Garcés, B.L., 2012. The Medieval Climate Anomaly in the Iberian Peninsula reconstructed from marine and lake records. *Quaternary Science Reviews* 43, 16-32.
- Müldner, G., Richards, M.P., 2005. Fast or feast: reconstructing diet in later medieval England by stable isotope analysis. *Journal of Archaeological Science* 32, 39-48.
- Munguía, E., 2003. *Palacios de la Sierra*. Ayuntamiento de Palacios de la Sierra, Burgos.
- O'Connell, T.C., Hedges, R.E.M. 1999. Investigations into the effect of diet on modern human hair isotopic values. *American Journal of Physical Anthropology* 108, 409-425.
- Olsen, K.C., White, C.D., Longstaffe, F.J., Heyking, K., McGlynn, G., Grupe, G., Rühli, F.J., 2014. Intraskelletal isotopic compositions ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) of bone collagen: non pathological and pathological variation. *American Journal of Physical Anthropology* 153, 598-604.
- Padilla, J.I., Álvaro-Rueda, K., 2010. Necrópolis rupestres y el poblamiento altomedieval en el alto Arlanza (Burgos). En *La España Medieval* 33, 259-294.
- Padilla, J.I., Álvaro-Rueda, K., 2013. Asentamientos altomedievales del Alto Arlanza (Burgos). *El despoblado medieval de Revenga*. *Pyrenae* 44, 11-41.
- Palmqvist, P., Pérez-Claros, J.A., Janis, C.M., Figuerido, B., Torregrosa, V., Gröcke, D.R., 2008. Biogeochemical and ecomorphological inferences on prey selection and resource partitioning among mammalian carnivores in an Early Pleistocene community. *Palaeos* 23, 724-737.
- Palomino Lázaro, A.L., Negro García, M. (Coords), en prensa. *La comunidad aldeana de Tejuela en época medieval*. Arqueología funeraria y doméstica en el Alto Valle del Ebro. Diputación de Burgos, Burgos.
- Passalacqua, N.V., Mackinnon, A.T., 2016. A historical bioarchaeology approach to health, status, and diet of Medieval Asturias, Spain. En: Quirós, J.A. (Ed.), *Demografía, paleopatologías y desigualdad social en el noroeste peninsular en época medieval*, 63-82. UPV/EHU, Bilbao.
- Peña-Chocarro, L., Pérez-Jordá, G., Alonso, N., Antolín, F., Teira-Brión, A., Tereso, J.P., Montes Moya, E.M., López Reyes, D., 2019. Roman and medieval crops in the Iberian Peninsula: a first overview of seeds and fruits from archaeological sites. *Quaternary International* 499, 49-66.
- Pérez-Ramallo, P.; Lorenzo-Lizalde, J.I., Staniewska, A., López, B., Alexander, M., Marzo, S., Lucas, M., Ilgner, J., Chivall, D., Grandal-D'Anglade, A., Roberts, P., 2022a. Stable isotope analysis and differences in diet and social status in northern Medieval Christian Spain (9th-13th centuries CE). *Journal of Archaeological Science: Reports* 41, 103325.
- Pérez-Ramallo, P.; Grandal d'Anglade, A., Organista, E., Santos, E., Chivall, D., Rodríguez Varela, R., Götherström, A., Etxeberria, F., Ilgner, J., Fernandes, R., Arsuaga, J.L., Le Roux, P., Higham, T., Beaumont, J., Koon, H., Roberts, P., 2022b. Multi

- isotopic study of the earliest mediaeval inhabitants of Santiago de Compostela (Galicia, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences* <https://doi.org/10.1007/s12520-022-01678-0>.
- Powell, M.L., 1985. Analysis of dental wear and caries for dietary reconstruction. En: Gilbert, R., Mielke, J. (Eds), *The analysis of prehistoric diets*, 307-338. Academic Press, Orlando.
- Quirós Castillo, J.A., 2013. Los comportamientos alimentarios del campesinado medieval en el País Vasco y su entorno (siglos VIII-XIV). *Historia Agraria* 59, 13-41.
- Quirós Castillo, J.A., 2016. Desigualdad y complejidad social. De la Antropología Física a la arqueo-anthropología en el Noroeste de la Península Ibérica. En: Quirós Castillo, J.A. (Dir.), *Demografía, paleopatologías y desigualdad social en el Noroeste peninsular en época medieval*, 23-42. Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Reitsemá, L.J., Vercellotti, G. 2012. Stable isotope evidence for sex-and status- based variations in diet and life history at Medieval Trino Vercellese, Italy. *American Journal of Physical Anthropology* 148, 589-600.
- Salas Olivares, C., Jiménez-Brobeil, S.A., 2020. Reconstruyendo la paleodieta desde lo pequeño: revisión y crítica al método de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en Arqueología. *Arqueo-Gazte* 10, 141-158.
- Salazar-García, D., 2022. Carbon and nitrogen stable isotope analysis of human and faunal remains from the Cuatrovitas medieval period. En: Heidenreich, A. (Ed.), *Cuatrovitas (Bollullos de la Mitación, Prov. Of Seville, Spain). New investigations into Almohad mosque and abandoned village*. *Studien zur islamischen Kunst und Archäologie*, 4.
- Sánchez-Albornoz, C., 1966. Despoblación y repoblación del Valle del Duero. Instituto de Historia de España, Buenos Aires.
- Saunders, S.R., De Vito, C., Katzenberg, M.A., 1997. Dental caries in Nineteenth Century Upper Canada. *American Journal of Physical Anthropology* 104, 71-87.
- Schoeninger, M.J., DeNiro, M.J., 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 625-639.
- Schats, R., van Hattum, I., Kootker, L. M., Hoogland, M.L.P., Waters-Rist, A.L., 2022. Diet and urbanization in medieval Holland. Studying dietary change through carious lesions and stable isotope analysis. *International Journal of Osteoarchaeology* 32, 142-155.
- Sehrawat, J.S., Kaur, J., 2017. Role of stable isotope analyses in reconstructing past life-histories and the provenancing human skeletal remains: A review. *Anthropological Review* 80, 243-258.
- Souich, Ph. du, Botella, M., Ruíz, L., 1991. Antropología de la población medieval de Villanueva de Sopotilla (Burgos). *Antropología y Paleoecología Humana* 6, 57-83.
- Tente, C., 2015. Tumbas rupestres en el Alto Mondego (Guarda, Portugal). Patrones de distribución, significados y construcción del paisaje rural altomedieval. *Munibe Antropología-Arkeologia* 66, 271-290.
- Toso, A., Gaspar, S., Banha da Silva, R., Garcia, S.J., Alexander, M., 2019. High status diet and health in Medieval Lisbon: a combined isotopic and osteological analysis of the Islamic population from Sao Jorge Castle. Portugal. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 3699-3716.
- Van Klinken, G.J., 1999. Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26, 687-695.
- Van Klinken, G.J., Richards, M.P., Hedges, B.E., 2002. An overview of causes for stable isotopic variations in past European human populations: environmental, ecophysiological, and cultural effects. En: Ambrose, S.H. y Katzenberg, M.A. (Eds.), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, 39-63.: Kluwer Academic, New York.
- Wagle, M., D'Antonio, F., Reiherth, E, Basnet, P., Trovik, T.A., Orsini, G., Manzoli, L., Acharya, G., 2018. Dental caries and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2;8(3) e018556.
- Wang, Y., Bernabe, E., Pitts, N., Zheng, S., Gallagher, J.E., 2021. Dental caries clusters among adolescents in England, Wales, and Northern Ireland in 2013: implications for proportionate universalism. *Caries Research* 55, 563-576.
- Williams, S., Wei, L., Griffin, S.O., Thornton-Evans, G., 2021. Untreated caries among US working-aged adults and association with reporting need for oral healthcare. *The Journal of the American Dental Association* 152, 55-64.