

Salud y enfermedad en Madīna Balaghī, frontera superior de al-Ándalus

Health and disease in Madīna Balaghī, upper frontier of al-Ándalus

Júlia Olivé Busom¹, Helena Kirchner²

Recibido: 18/08/2025

Aprobado: 01/07/2026

Publicado: 08/09/2026

RESUMEN

La ciudad andalusí de Madīna Balaghī (ss. VIII-XII) ha sido objeto de investigación documental y arqueológica desde hace años. Recientemente, se han ido incorporando estudios propios de la bioarqueología. El presente artículo presenta los resultados obtenidos del análisis de 57 esqueletos procedentes de la *maqbara* de la *madīna*, en los que se evalúa la presencia de enfermedades bucodentales, metabólicas, traumáticas y degenerativas. A partir de estos resultados y de su combinación con la información carpológica y arqueofaunística obtenida del mismo yacimiento, la información documental sobre la *madīna*, la información isotópica relativa a la dieta obtenida de los mismos individuos y la comparación de la patologías observadas con las identificadas en otras poblaciones de geografía y cronología similar, se presenta una visión multidisciplinar sobre el estado de salud, dieta y calidad de vida de los habitantes de Madīna Balaghī.

Palabras clave: antropología física, arqueobiología, salud bucodental, enfermedades metabólicas, traumatismos, enfermedades degenerativas, al-Ándalus.

ABSTRACT

The Andalusí city of Madīna Balaghī (8th to 12th centuries) has a long tradition of documentary and archaeological research, while in recent years new lines of research in bioarchaeology have been incorporated. This article presents the results of the analysis of 57 skeletons from the *maqbara* of the *madīna*, in which the presence of oral, metabolic, traumatic and degenerative diseases is assessed. Based on these results and their combination with carpological and archaeofaunal information obtained from the same site, documentary information on the *madīna*, isotopic data relating to the diet from the same individuals, and a comparison of the pathologies observed with those reported in other populations of similar geography and chronology, a multidisciplinary perspective of the health, diet and quality of life of the inhabitants of Madīna Balaghī is presented.

Keywords: physical anthropology, bioarchaeology, oral health, metabolic disease, trauma, degenerative disease, Al-Andalus.

INTRODUCCIÓN

Este estudio recoge los datos obtenidos a partir del análisis antropológico de 57 esqueletos procedentes de la *maqbara* del yacimiento arqueológico del Pla d'Almatà, correspondiente a la ciudad andalusí de Balaguer (Figura 1). El yacimiento está situado al norte de la actual ciudad de Balaguer, en la comarca de La Noguera (Lleida) y ocupa prácticamente toda la

llanura que se conoce con el mismo nombre con una extensión de unas 27 ha (Figura 1). Se encuentra delimitado por acantilados sobre el río Segre al este y el barranco de los Rucs (originalmente barranco de *Alcoraç*) al sur. El resto del perímetro presenta restos de lienzos de muralla con 23 torres conservadas. En el extremo sureste hay una alcazaba (*suda*), conocida con el nombre de Castell Formós (GIRALT 1994, 219-232; GARCIA *et alii*, 1998).

¹ Universidad de Bonn. Email: juliabusom@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-9610>

² Universitat Autònoma de Barcelona. Email: Helena.Kirchner@uab.cat. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3877-4138>

Cómo citar: Júlia Olivé Busom, Helena Kirchner (2026): Salud y enfermedad en Madīna Balaghī, frontera superior de al-Ándalus. *Arqueología y Territorio Medieval*, 33, e9855. <https://doi.org/10.17561/aytm.v33.9855>



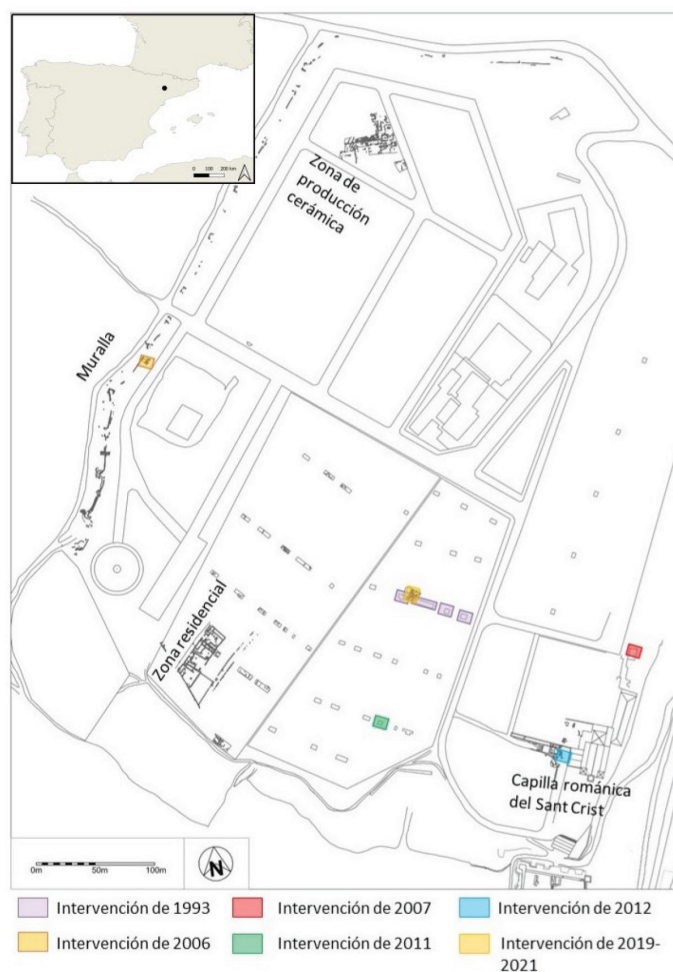


Figura 1. Localización de Balaguer respecto la península Ibérica (arriba izquierda) y plano detallado de la configuración del Pla d'Almatà. Modificado de Olivé-Busom (2024).

Según Pere Balañà, Almatà procede de un sustantivo árabe compuesto por el artículo *al-* y la raíz *uatà*, que significa «llanura», coherente con la ubicación del yacimiento en una gran meseta (BALAÑÀ, 1990). Hasta ahora se han podido excavar varias casas, una zona industrial con talleres de alfarería y dos zonas de enterramientos. Las excavaciones y prospecciones arqueológicas realizadas en el yacimiento desde la década de 1980, así como las prospecciones electromagnéticas y con georradar, han confirmado que la zona intramuros estaba totalmente ocupada a principios del siglo XII, cuando la ciudad fue conquistada por los ejércitos cristianos en 1105 (ALÒS, 2015; CAMATS *et alii*, 2015; ALÒS *et alii*, 2022).

La primera referencia escrita sobre Balaguer data del año 863 d. C., en una crónica que relata

el traslado del cuerpo de san Vicente desde Zaragoza al monasterio de Castres (Septimania). Al pasar por el *oppidum* de Balaguer, una multitud salió a venerar el santo. Balaguer aparece citado por primera vez como un *ḥiṣn* en las fuentes árabes, como parte de la estructura defensiva de la frontera en el distrito de Lleida (SÉNAC, 1988; GIRALT, 1991: 71). En la versión castellana de la crónica de 'Isà b. Aḥmad al-Rāsī, (888-955), se dice que la ciudad de Lleida tenía varios castillos en su distrito administrativo y Balaguer era uno de ellos (BRAMON, 2001: 130-131). Según Ibn Ḥayyān (988-76), Lubb b. Muḥammad b. Lubb b. Mūsà b. Qasī comenzó a construir el *ḥiṣn* de Balaghí en el año 897 d. C., tras un enfrentamiento con Guifré el Pelós, conde de Barcelona (BRAMON, 2001: 238-240). Los arqueólogos que han examinado estas fuentes han identificado este *oppidum* con el Pla d'Almatà, que ya estaría

amurallado en esta fecha, y han relacionado el *ḥiṣn* construido en el 897 con la alcazaba (castillo de Formós), ya que está hecho con grandes sillares dispuestos a soga y tizón, característico de las obras emirales y del califato en al-Andalus (ESCO, GIRALT, SÉNAC, 1988: 20-23; GIRALT, 1994: 219-226, ALÒS, 2015: 167). La primera vez que se hace referencia a Madīna Balaghī, como ciudad, es por parte de Ibn al-Faradī, que menciona a un *ulema* que vivía en Tudela y murió en 1003 tras participar en la batalla de Albesa, cerca de la ciudad de Balaguer (BRAMON, 2001: 345; ALÒS, 2022: 35-36). Tras la conquista feudal de la ciudad, en 1105, solo unos pocos geógrafos e historiadores mencionan Balaguer. Yāqūt (1179-1229) describe Balaguer como una ciudad que pertenecía al distrito de Lleida y que contaba con varios *ḥuṣūn*, y como una de las fortalezas leridanas (BRAMON, 2001: 105). También en el siglo XII, al-Idrīsī (m. 1164-1165) menciona que hay 24 millas entre la ciudad de Lleida y la ciudad de Balaguer (BRAMON, 2001: 141).

Por el momento, los restos arqueológicos disponibles no permiten describir el asentamiento anterior al siglo X y las casas excavadas pueden datarse claramente en el siglo XI. Entre 2004 y 2009 se excavaron completamente cinco casas (ALÒS *et alii*, 2007, 2022; CAMATS *et alii*, 2015) y está en curso la excavación de una sexta casa. Las casas están organizadas a lo largo de calles con un trazado ortogonal y dispuestas en manzanas. Esta planificación urbanística se aprecia también en la construcción de las propias casas, ya que las fachadas exteriores de las casas se construyeron todas a la vez, como si los límites de las casas se hubieran determinado de antemano (ALÒS *et alii*, 2022). Las casas son de planta rectangular, excepto las adosadas a la muralla que tienen planta trapezoidal. La superficie oscila entre 110 y 150 m² y tienen entre 4 y 6 habitaciones. Las habitaciones se dividen en dos crujías, una paralela a la calle y otra perpendicular, y se abren a un gran patio. Las viviendas y los patios están separados por muros medianeros. La entrada a la vivienda se realiza a través de una puerta que da acceso directo a una habitación que hace función de vestíbulo. La mayoría de las casas tiene silos en el patio y una letrina que permite almacenar los desechos

en un pozo negro situado en la calle. También hubo un centro de producción de cerámica. La excavación de tres hornos de alfarería entre 1989 y 1991 aún no se ha estudiado en detalle (GIRALT, 1994: 243).

Los sedimentos procedentes de pozos negros y silos han proporcionado un importante número de restos arqueobotánicos que permiten hacer un primer esbozo de la dieta de los habitantes del Pla d'Almatà e informan sobre los principales cultivos y variedades. Los cereales más representados son la cebada vestida (*Hordeum vulgare*) y el trigo común o duro (*Triticum aestivum/durum*), pero también la avena (*Avena sativa*) y el mijo (*Setaria italica*). En cuanto a los frutos, los restos más abundantes son las uvas y los higos, pero también se han encontrado manzanas o peras, melocotones, melón o pepino y aceitunas (ALONSO, ANTOLÍN, KIRCHNER, 2014; ALONSO, VILA, 2010; ALÒS *et alii*, 2006-2007). Los análisis antracológicos de los carbones de estos hogares muestran una variedad de maderas y otras especies: encina, boj, enebro, espino cervical mediterráneo y tomillo. También se han encontrado especies heliófilas como el romero, el brezo, el madroño y el pino blanco. Así mismo, están representados frutales como la higuera, el nogal y la vid, mientras que algunos restos podrían corresponder a manzanos o perales y ciruelos (*pomoidea* y *prunus* sp.) (ALONSO, VILA, 2010). Los restos de fauna permiten definir una dieta cárnica compuesta principalmente por ovicápridos, aunque también se consumían bóvidos y pollos. La presencia de restos de ciervos demuestra que la caza era una actividad habitual. También se han encontrado cáscaras de huevo (ALÒS *et alii*, 2007).

Existía otro barrio, que coincide aproximadamente con el actual centro histórico de la ciudad de Balaguer, que se encuentra a los pies del Castell Formós y del Pla d'Almatà. Los datos arqueológicos de esta zona son fruto de excavaciones preventivas o de urgencia que no han sido estudiadas en profundidad. Esta zona, de unas 5 hectáreas, también estaba protegida con murallas cuyos restos son visibles en el barrio de El Firal y algunos tramos han sido excavados en lugares dispersos (GIRALT, 1994: 223; ALÒS 2015).

La primera referencia a la huerta de Balaguer consta en la donación hecha por el conde de Urgell Ermengol V al monasterio de Sant Serni de Tavèrnoles, 17 años antes de la conquista. La donación incluía la “mezquita de Avimoni” y algunas casas vecinas, entre las cuales discurría hacia el este la llamada Secla (acequia) del Cup. Cup (catalán) —cubo, en castellano— alude a la forma de llevar el agua a un molino de agua. Desde mediados del siglo XII, la Secla del Cup se menciona constantemente en los documentos junto con varios molinos de agua. El tramo de canal que discurre a lo largo del río y dentro del perímetro de las murallas que cerraban el barrio andalusí situado en la ribera del Segre está construido con grandes sillares que recuerdan el mismo trabajo de cantería de la alcazaba. La acequia riega actualmente una extensa zona de unas 700 ha en Balaguer, dejando de lado la localidad de Menàrguens, que también tiene derechos de riego.

A pesar de que las *maqābir* (sing. *maqbara*) suelen estar situadas fuera de la zona habitada, en el Plà d’Almatà se han hallado enterramientos en al menos cuatro lugares dentro del recinto amurallado (Figura 1). Dos de ellos son los más importantes en cuanto al número de tumbas desenterradas (CAMATS *et alii*, 2015). Los enterramientos de la zona noroeste están adosados a la muralla, entre las torres 18 y 19, y fueron hallados gracias a la realización de un sondeo en 2006. Se identificaron nueve tumbas, todas con orientación noreste-suroeste y con el esqueleto en posición decúbito lateral derecho y el rostro mirando al sureste. Aunque ninguna de las tumbas contenía ajuar funerario, en una de ellas se encontraron fragmentos de cerámica andalusí, lo que sugiere una cronología relativa posterior a la segunda mitad del siglo XI. Esta cronología relativa fue confirmada posteriormente por la datación por radiocarbono de uno de los esqueletos excavados, que indicaba una cronología entre 1037 y 1204 d. C. Dado que Madīna Balaghí fue conquistada por ejércitos feudales en 1105 d. C. y posteriormente abandonada, esta datación podría limitarse al siglo XI y los primeros años del siglo XII (OLIVÉ-BUSOM, 2024).

Por otro lado, las inhumaciones encontradas en la zona sureste son el resultado de varias excavaciones realizadas desde 1993 y de tres campañas de excavación arqueológica realizadas entre 2019 y 2021. Las inhumaciones se encuentran siempre en fosas de excavación simple con extremos ovalados y orientación noreste-suroeste (OLIVÉ-BUSOM, 2024). No se han hallado cubiertas ni marcadores de las tumbas. Los esqueletos estaban en su mayoría en posición decúbito lateral derecho con la cara mirando al sureste. La fecha de radiocarbono de uno de ellos —entre 772 y 899 cal AD (probabilidad del 82,3 %)— indica que la *maqbara* pudo estar en uso entre los siglos VIII y IX. Otro esqueleto se ha datado entre 886 y 993 d. C.

Dado que en el yacimiento de Plà d’Almatà convergen varios años de investigación documental, arqueológica y arqueofaunística, el presente artículo pretende integrar esta información previa con datos de carácter antropológico y biomolecular para ofrecer un discurso multidisciplinar sobre aspectos relativos a la cotidianidad y la calidad de vida de los habitantes de Madīna Balaghí.

METODOLOGÍA

De manera previa al análisis paleopatológico de los restos, se determinó el sexo y la edad de los esqueletos estudiados (Tabla 1). La estimación de la edad de los esqueletos no adultos menores de 15 años se realizó con los métodos recomendados por Schaefer, Black y Scheuer (2009), mientras que la edad de los esqueletos adultos se estimó según los métodos propuestos por Brooks y Suchey (1990), Lovejoy *et alii* (1985) e Işcan, Loth y Wright (1984, 1985). El sexo se identificó solo en individuos adultos (>18 años) siguiendo las recomendaciones de Buikstra y Ubelaker (1994).

Con el objetivo de determinar el estado de salud y calidad de vida de esta comunidad a través de sus restos esqueléticos, se evaluó una serie de variables antropométricas y paleopatológicas. Para entender mejor la higiene y salud

Tabla 1. Resumen de la distribución demográfica de la muestra estudiada.

Edad (años)	Indeterminado	Mujer	Hombre	Total	%
Peri/neonato	2	N/A	N/A	2	4
0-1	0	N/A	N/A	0	0
1-5	4	N/A	N/A	4	7
5-10	4	N/A	N/A	4	7
10-15	2	N/A	N/A	2	4
15-18	2	N/A	N/A	2	4
<18 indeterminado	1	N/A	N/A	1	2
18-30	0	1	6	7	12
30-50	0	4	2	6	11
50+	0	0	3	3	5
>18 indeterminado	11	7	3	21	37
Indeterminado	5	0	0	5	9
Total	31	12	14	57	100
%	54	21	25	100	

bucodental de la población de Madīna Balaghī, se analizaron los patrones de distribución de caries dental, cálculo dental y pérdidas dentales en vida, siguiendo las recomendaciones establecidas por Hillson (2019). La criba orbitaria y la hipoplasia lineal del esmalte se registraron según el procedimiento de Stuart-Macadam (1991) y Hillson (2019), respectivamente. Además, la estatura de cada esqueleto se determinó a través de las fórmulas de regresión creadas por Pearson (1898), Trotter y Glesser (1952) y Mendonça (2000). Estos tres parámetros se utilizaron para abordar el estado de salud y nutrición durante la infancia, tal como se ha hecho para otras poblaciones arqueológicas (e. g., SCHWEICH, KNÜSEL, 2003; MARKLEIN, LEAHY, CREWS, 2016; SCOTT *et alii*, 2020; PILLOUD, SCHWITALLA, 2020). Los traumatismos presentes en la muestra, junto con la prevalencia de nódulos de Schmörl y osteoartritis se registraron con el fin de entender mejor cómo impactaba la cotidianidad en la salud general de la población adulta, ya que estas patologías pueden estar vinculadas al desempeño de tareas físicamente intensas y con la carga mecánica y la repetición de ciertas acciones (WEISS, JURMAIN, 2007; FACCIA, WILLIAMS, 2008; WALDRON, 2009: 27-28; DAR *et alii*, 2010).

El estudio no incluye el análisis de patologías de origen infeccioso debido a una limitación del material estudiado que presenta una degradación considerable de la superficie de hueso cortical en la mayoría de los restos. Ello influyó negativamente en la observación de periostitis y otras manifestaciones patológicas indicativas de enfermedades de origen infeccioso y también metabólico (más información en OLIVÉ-BUSOM, 2023: 146-150). Aun así, durante el análisis antropológico no se identificaron casos de osteomielitis, osteítis u otros marcadores óseos que pudieran resultar sintomáticos de un proceso infeccioso.

RESULTADOS

Ninguna de las piezas de dentición decidua observadas presentaba caries dental ($n=27$), mientras que esta sí que está presente en varias piezas de dentición permanente, especialmente en la dentición posterior, tal y como es más usual en poblaciones arqueológicas y actuales (Tabla 2) (DUYAR, ERDAL, 2003; WYNE, 2008; TAFERE *et alii*, 2018). Aunque la población de sexo masculino presenta una mayor incidencia, la diferencia no es significativa ($\chi^2 p=0,52$).

Tabla 2. Resumen de las patologías bucodentales encontradas en la población estudiada.

	Permanente			Hombres			Mujeres		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%
Caries dental anterior	10	201	5,0	8	93	8,6	2	87	2,3
Caries dental posterior	42	325	12,9	17	152	11,2	16	132	12,1
Caries dental total	52	526	9,9	25	245	10,2	18	219	8,2
Pérdidas dentales en vida anterior	10	270	3,7	4	120	3,3	6	101	5,9
Pérdidas dentales en vida posterior	64	444	14,4	36	207	17,3	21	161	13,0
Pérdidas dentales en vida total	74	714	10,4	40	327	12,2	27	262	10,3
Cálculo dental anterior	66	225	29,3	28	95	29,5	32	91	35,2
Cálculo dental posterior	86	365	23,6	44	162	27,2	35	140	25,0
Cálculo dental total	152	590	25,8	72	257	28,0	67	231	29,0

Las pérdidas dentales en vida muestran un patrón similar, ya que afectan más a la dentición posterior que a la anterior, y también a los individuos de sexo masculino, sin hallarse diferencias significativas (χ^2 p= 0,54). En el caso del cálculo dental, este tiene una mayor incidencia en la dentición anterior, y siguen sin apreciarse diferencias significativas entre sexos (χ^2 p= 0,89).

Tan solo se pudo observar las órbitas de dos individuos no adultos: uno, de unos 2 años, no presenta criba orbitaria en la órbita conservada, mientras que el otro, de entre 5 y 7 años, la presenta de manera bilateral. La población adulta presenta una frecuencia de criba orbitaria del 13 %. Se advierte que tanto el número de individuos (n=17) como el de órbitas (n=23) son bajos, por lo que establecer una comparación entre

sexos no es posible (Tabla 3). Dos individuos de sexo femenino y uno masculino constituyen los tres casos de criba orbitaria observados. Solamente en uno de ellos se conservan ambas órbitas, sin constatar una bilateralidad de este marcador patológico. Por otro lado, ninguna pieza de dentición decidua se ve afectada por hipoplasia lineal del esmalte, mientras que el 14,6 % de la dentición permanente presenta esta deformidad. Los individuos de sexo femenino muestran una mayor afectación que los individuos de sexo masculino, sin que las diferencias resulten significativas ni para el total de la dentición (χ^2 p=1) ni por categoría dental (anterior p Fisher= 0,37 p Montecarlo= 0,37; posterior p Fisher= 0,83 p Montecarlo= 0,83). Del total de individuos analizados, solamente 6 individuos de sexo masculino y 5 individuos de

Tabla 3. Resumen de la frecuencia de aparición de las patologías indicativas de estrés metabólico encontradas en la población estudiada. CO= criba orbital; LEH= hipoplasia lineal del esmalte.

	Adultos	Noadultos	Hombres	Mujeres
CO Total	13 %	67 %		
LEH anterior*	26,5 %	0	26 %	34 %
LEH posterior*	8,9 %	0	11,1 %	10,0 %
LEH total*	14,6 %	0	16,7 %	20,6 %
$\bar{x}$ Estatura Pearson			163,5 cm	151,9 cm
$\bar{x}$ Estatura Trotter-Glesser			168,6 cm	150,3 cm
$\bar{x}$ Estatura Altura Mendonca			161,9 cm	153,5 cm

Nota: *dentición permanente.

sexo femenino, para los cuales había 6 fémures, 5 húmeros, 4 tibias, 3 cúbitos y 7 radios disponibles, eran aptos para realizar una estimación de la estatura. Independientemente del método empleado para calcular dicho valor antropométrico, se identifica un dimorfismo sexual marcado debido a incompatibilidades entre el número muestral y los requerimientos estadísticos, solo se ha podido testar si esta diferencia es significativa en las estaturas obtenidas mediante las fórmulas de regresión de Trotter y Gleser (1952), obteniéndose un p valor $<0,01$, por lo cual el resultado es significativo.

El mal estado de conservación de los esqueletos de Balaguer dificultó la observación de las epífisis de los huesos largos y demás zonas de articulación, también de las vértebras —de media, la superficie cortical del hueso presenta un grado de conservación 4 (McKinley 2004), y el índice de conservación esquelética es de $0,4 \pm 5,6$ (WALKER *et alii*, 1988). Por este motivo, el número de observaciones es bajo, aunque se pudo determinar la presencia inequívoca de osteoartritis en varias epífisis y vértebras. La frecuencia total de osteoartritis del esqueleto apendicular es del 2,2 %, y las extremidades superiores (3 %) se encuentran más afectadas que las inferiores (1,5 %). La artrosis vertebral es más usual en las vértebras lumbares (13,6 %)

seguido de las cervicales (9,9 %). Por último, las vértebras torácicas presentan una afectación del 6,5 %.

La población de sexo masculino ($n=13$) presenta frecuencias de afectación más elevadas tanto en las articulaciones de huesos largos como en las vértebras, y las vértebras lumbares están más afectadas (19 %) seguido de las vértebras cervicales (13 %) (Tabla 4). La población de sexo femenino ($n=9$) no presenta artrosis en los huesos largos, mientras que las vértebras cervicales (8 %) y las vértebras torácicas (0,8 %) muestran esta patología. Las diferencias entre sexos observadas entre las vértebras torácicas y lumbares son significativas (Fisher $p<0,01$), aunque el número de observaciones en la población de sexo femenino es notablemente más bajo. No se identifican diferencias significativas al comparar las frecuencias observadas entre ambos sexos en el resto de los grupos articulares (Fisher $p>0,05$).

Cinco de los 57 individuos analizados (9 %) presentan fracturas en su esqueleto, todas ellas *ante mortem*. En todos los casos se trata de individuos adultos de sexo masculino y con fracturas costales en su mayoría (Tabla 5). Solamente uno de los individuos con fractura costal presenta una mala alineación.

Tabla 4. Resumen de las frecuencias de osteoartritis y nódulos de Schmorl observadas en la población adulta estudiada.

	Total			Hombres			Mujeres		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%
SN torácicos	19	280	8,6	19	149	12,8	0	117	0
SN lumbares	0	109	0	0	68	0	0	39	0
SN total	19	389	4,9	19	127	8,8	0	156	0
OA cervical	13	131	9,9	9	69	13	4	51	8
OA torácica	20	308	6,5	19	171	11,1	1	123	0,8
OA lumbar	16	118	13,6	14	73	19	0	41	0
OA extremidades superiores	5	167	3	5	104	4,8	0	53	0
OA extremidades inferiores	2	137	1,5	2	93	2	0	43	0
OA apendicular total	8	355	2,2	8	197	4,1	0	96	0

Nota: OA= osteoartritis.

Tabla 5. Resumen de las fracturas *ante mortem* encontradas en la población estudiada.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Zona afectada y breve descripción	Frecuencia en la región ósea
HA2	Hombre	18-30	Fragmento de costilla derecha e izquierda con callo óseo.	8/311; ~3 %
HA8	Hombre	18-30	Fragmento de costilla izquierda con callo óseo y periostitis asociada.	8/311; ~3 %
2.1	Hombre	50+	Cuatro fragmentos de costilla mal alineados con callo óseo.	8/311; ~3 %
PA19UE28	Hombre	18-30	Clavícula acromial derecha.	1/18; ~6 %
PA20UE58	Hombre	50+	Fragmento de costilla derecha con callo óseo.	8/311; ~3 %

DISCUSIÓN

Los individuos estudiados presentan frecuencias de caries dental similares o ligeramente superiores a las observadas en otras poblaciones de su mismo contexto, mientras que sus frecuencias de cálculo dental son más bajas, y las frecuencias observadas de pérdidas dentales en vida son similares (Figura 2). Teniendo estos datos en cuenta, es posible sugerir que, pese a las patologías bucodentales que esta población presenta, los habitantes de Balaguer gozaban de una buena higiene y salud bucodental dentro de su contexto poblacional. Además, la ausencia de caries dentales en la dentición decidua podría indicar una relativa buena calidad de vida y condiciones higiénicas en la población no adulta, ya que estudios realizados en poblaciones modernas relacionan la aparición de caries dentales en dentición decidua con diversos factores ambientales tales como la higiene oral, el consumo frecuente de alimentos con alto contenido en azúcares u otros alimentos cariogénicos, una hipoplasia dental preexistente, o la duración del amantamiento (PASCOE, SEOW, 1994; HARRIS *et alii*, 2004; TANAKA *et alii*, 2015; SU *et alii*, 2018; PAIXÃO-GONÇALVES *et alii*, 2019; QIN *et alii*, 2019).

Por otro lado, la falta de una incidencia elevada de caries dental puede indicar que, aunque los carbohidratos estaban presentes en la dieta de esta población, no había una dependencia excesiva que distinguiera esta población frente

a las otras (PITTS *et alii*, 2017; HILLSON, 2019). La incidencia relativamente baja de pérdidas de dientes en vida apoya esta interpretación ya que diversos estudios demuestran que las caries dentales son uno de los precursores de las pérdidas de dientes en vida (BROADBENT, THOMSON, POULTON, 2006; MÜLLER, HUSSEIN, 2017; HILLSON, 2019). Los datos isotópicos relacionados con la dieta obtenidos en 13 de los individuos incluidos en este estudio indican que, además, la población tenía un acceso no restringido a productos de origen animal ($\bar{x} \delta^{15}\text{N} = 11,4 \pm 0,8 \text{‰}$) y comía principalmente vegetales del grupo C_3 ($\bar{x} \delta^{13}\text{C}_{\text{col}} = -18,8 \pm 0,2 \text{‰}$), como el trigo, la cebada y la mayoría de frutas y verduras propias del Mediterráneo, hecho que se ha vinculado al contexto urbano de la población, que posiblemente permitía el acceso a mercados y a una mayor variedad de productos con mayor frecuencia y disponibilidad (OLIVÉ-BUSOM, LÓPEZ-COSTAS, 2024b). Esta interpretación coincide, además, con el estudio arqueobotánico realizado en muestras procedentes de las casas excavadas, que concluye que los cereales eran las plantas más representadas en la muestra estudiada; entre estos el trigo y la cebada se identifican con más frecuencia, mientras que el trigo farro, la avena y el mijo menor tienen una representación más escasa. Se destaca, además, que las leguminosas están prácticamente ausentes del registro, ya que solamente se identifican unas pocas semillas de lenteja. En la muestra también están presentes algunas semillas de melón o pepino, que representan la variedad

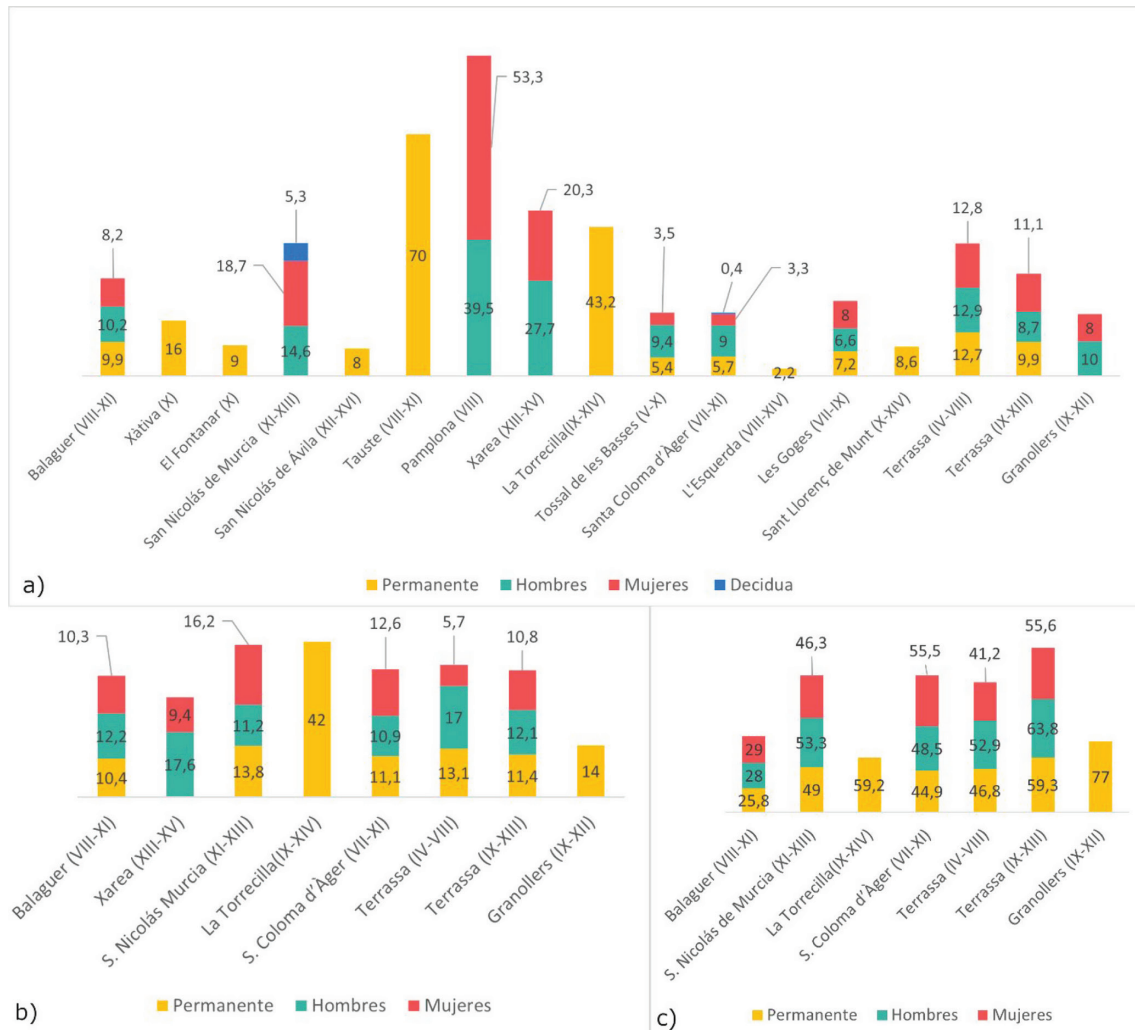


Figura 2. Comparación de las frecuencias de caries dental (a) pérdidas dentales en vida (b) y cálculo dental (c) entre la población de Balaguer y otras poblaciones de cronología y entorno similares. Los datos de otras poblaciones proceden de: VIVES, 1982; BRANDI, 1992; MESTRE et alii, 1996; PUJOL, CAMPILLO, 1996; ROBLEDO, 1998; NEGRE et alii, 2003; FADRIQUE, CARRASCAL, MORERA, 2005; LACALLE, GUIJO, 2006; JORDANA, 2007: 220; LAGUILLO et alii, 2009; MONTIANO, 2010; DE MIGUEL, 2016: 315-316; GUTIÉRREZ, LALIENA, PINA, 2016; LÓPEZ-MORANGO, 2020; OLIVÉ-BUSOM, BRUFAL, LÓPEZ-COSTAS, 2024.

de hortalizas y frutas que se pudieron haber cultivado en las huertas que rodeaban Madīna Balaghī (BATET, 2006: 207). Respecto al consumo de productos de origen animal no restringido, el estudio arqueofaunístico realizado en los restos de fauna encontrados en los silos y pozos negros de Pla d'Almatà no solo identifica un claro predominio de los caprinos, sino también la presencia de carnes de caza y de gallináceas, lo que indica una posible suplementación mediante huevos y lácteos (GARCÍA GARCÍA, 2022). Además, dado que los caprinos predominan en la muestra, es muy posible

que la alimentación de origen animal de esta población se derivara fundamentalmente de ovejas y cabras, una tendencia que parece seguirse en el resto de al-Ándalus (GARCÍA SÁNCHEZ, 2011). Debe advertirse, no obstante, que los estudios arqueobotánicos y arqueofaunísticos pueden representar cronologías ligeramente más tardías de las representadas en la muestra esquelética.

Los marcadores de estrés fisiológico durante la infancia y la etapa de desarrollo analizados en esta colección pueden interpretarse

en una clave similar al compararlos con otros resultados publicados de poblaciones geográfica y cronológicamente cercanas. Se observa que las frecuencias de criba orbitaria en los individuos de Balaguer tienden a ser inferiores en los individuos adultos (Figura 3a). Además, la presencia de un dimorfismo sexual significativo en la estatura puede interpretarse como un indicador de la ausencia de elementos significativos de estrés durante el periodo de desarrollo de los individuos, ya que diversos estudios indican que dicho estrés tiende a disminuir el dimorfismo sexual en la estatura de las poblaciones (GERNAY, 2015; MARKLEIN, LEAHY, CREWS, 2016; SCOTT *et alii*, 2020). El hecho de que las estaturas medias observadas

en la población de Balaguer sean similares a las publicadas para las poblaciones de su entorno (Tabla 6) indica una buena alimentación durante la infancia, ya que, dejando de lado el factor principal, la genética, la dieta es uno de los factores ambientales que contribuyen a determinar la estura que un individuo alcanza; de este modo, la presencia de una población con una estatura significativamente inferior podría indicar que los individuos de esta misma sufrían algún tipo de estrés durante su etapa de desarrollo que impedía que desarrollaran su estatura del mismo modo que el resto de poblaciones, mientras que la presencia de estaturas medias similares, como se observa en este caso, se puede interpretar como un

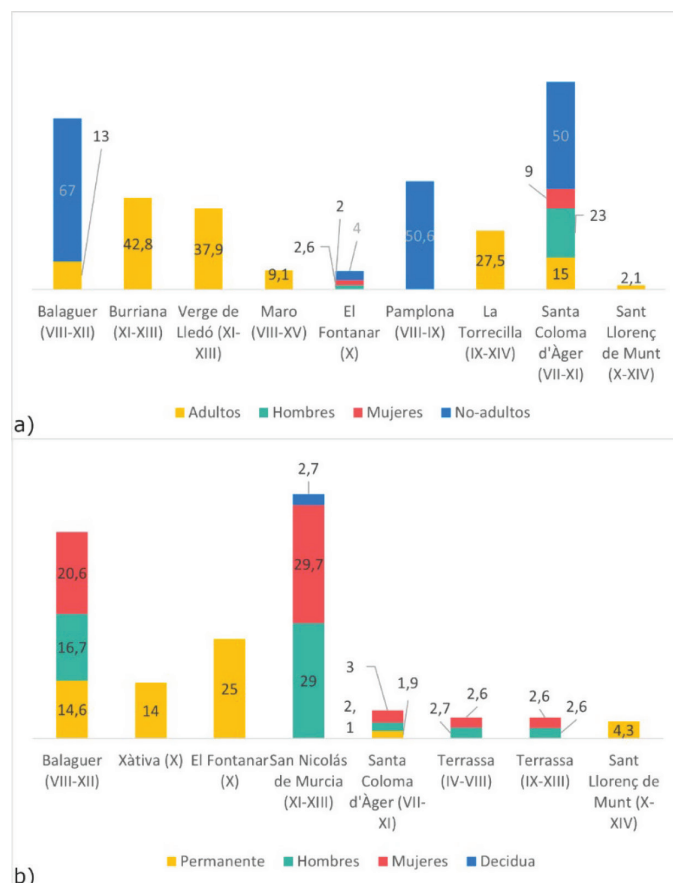


Figura 3. Comparación de las frecuencias de cribra orbital (a) e hipoplasia lineal del esmalte (b) entre la población de Balaguer y otras poblaciones de cronología y entorno similares. Los datos de otras poblaciones proceden de: DU SOUICH, 1974; BRANDI, 1992; PUJOL, CAMPILLO, 1996; NEGRE *et alii*, 2003; LACALLE, GUIJO, 2006; JORDANA, 2007; POLO, CRUZ, COCH, 2008; POLO *et alii*, 2013; PUCHALT, 2017; DE MIGUEL, 2020; LÓPEZ-MORANGO, 2020; SÁNCHEZ-APARCERO, ALEMÁN, BOTELLA, 2020.

Tabla 6. Resumen de las estaturas medias observadas en diferentes yacimientos medievales de la Península Ibérica.

	Región	Cronología	Pearson				Mendonça				Trotter y Gleser				Autores
			Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	
Balaguer ♂	Lleida	VIII-XII	163,5	3,5	<0,01	6	161,9	4,4	N/A	5	168,6	3,8	<0,01	6	
Balaguer ♀	Lleida	VIII-XII	151,9	0,5		3	153,5	N/A	N/A	1	150,3	7,8		5	
Maro ♂	Andalucía	VIII-XV	N/A	N/A	N/A	N/A	170,5	6,8	<0,01	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SÁNCHEZ-APARCERO, ALEMÁN, BOTELLA, 2020
Maro ♀	Andalucía	VIII-XV	N/A	N/A			161,1	5,8		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Can Fonoll ♂	Islas Baleares	X-XIII	159,4	N/A	N/A	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	KYRIAKOU <i>et alii</i> , 2012
Can Fonoll ♀	Islas Baleares	X-XIII	150,5	N/A	N/A	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
La Torrecilla ♂	Andalucía	IX-XIV	164,9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	DU SOUICH, 1974
La Torrecilla ♀	Andalucía	IX-XIV	151,8	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
San Lázaro ♂	Toledo	X-XI	N/A	N/A	N/A	N/A	166,7	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	MOLERO, 2017: 117-118
San Lázaro ♀	Toledo	X-XI	N/A	N/A	N/A	N/A	157,6	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Santa Teresa ♂	Toledo	VIII-X	N/A	N/A	N/A	N/A	163,8	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Santa Teresa ♀	Toledo	VIII-X	N/A	N/A	N/A	N/A	156,3	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
La Rauda ♂	Valencia	XI-XIII	174	N/A	N/A	N/A	N/A		9		N/A	N/A	N/A	N/A	DJILALI, 2018
La Rauda ♀	Valencia	XI-XIII	156	N/A	N/A	N/A	N/A		9		N/A	N/A	N/A	N/A	
Santa Coloma d'Àger ♂	Lleida	VII-XI	165,2	4,9	<0,01	18	163,4	4,4	<0,01	18	169,7	5,5	<0,01	18	OLIVÉ-BUSOM, BRUFAL, LÓPEZ-COSTAS, 2024
Santa Coloma d'Àger ♀	Lleida	VII-XI	153,4	3,9		6	154,4	4,5		6	157,3	5,2		6	
Can Reiners ♂	Islas Baleares	VII-X	165,2	3,1	<0,01	24	166,5	4,9	<0,01	24	N/A	N/A	N/A	N/A	FIORIN <i>et alii</i> , 2017
Can Reiners ♀	Islas Baleares	VII-X	152,5	4,4		12	158,8	5,5		12	N/A	N/A	N/A	N/A	
Terrassa ♂	Barcelona	IV-VIII	167,2	5,1	N/A	22	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	JORDANA, 2007
Terrassa ♀	Barcelona	IV-VIII	153,8	2,4	N/A	6	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Terrassa ♂	Barcelona	IX-XIII	166,2	5,5	N/A	20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Terrassa ♀	Barcelona	IX-XIII	155,2	3,9	N/A	21	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
La Almoína ♂	Valencia	VI-X	169	N/A	N/A	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	DJILALI, 2018
La Almoína ♀	Valencia	VI-X	157	N/A	N/A	7	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

indicador de condiciones ambientales similares en las poblaciones (GUSTAFSSON *et alii*, 2007; SHIN *et alii*, 2012; BOGIN, SCHEFFLER, HERMANUSSEN, 2017).

No obstante, las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte son ligeramente más elevadas que las de poblaciones de su entorno inmediato, aunque no cuando se comparan con otras poblaciones andaluses más lejanas, hecho que puede indicar una mayor frecuencia de episodios de carestía y otros eventos que habrían provocado carencias nutricionales en el individuo (Figura 3b). En este sentido, el análisis por incrementos de la dentina de cuatro esqueletos incluidos en este estudio indica que los infantes consumían leche materna, mezclada con alimentos sólidos, hasta la edad de $2,3 \pm 0,3$ años de media, con un periodo de transición que duraba unos $1,4 \pm 0,2$ años (TIAN *et alii*, 2025). Diversos estudios etnográficos demuestran que, aunque las estrategias para la interrupción del amamantamiento y el inicio del consumo exclusivo de sólidos son dispares, en la mayoría de las sociedades se produce entre los 2,5 años y los 3 años, una franja de edad compatible con las estimaciones realizadas en los individuos de Balaguer (KENNEDY, 2005). Esto podría haber repercutido favorablemente en la salud de infantes y madres, garantizando la creación de un buen sistema inmune y suplementando su alimentación en los primeros y una buena salud postnatal en ellas, en la medida que la prolongación del amamantamiento disminuye la fertilidad (JAY, 2009). Por lo tanto, aunque la presencia de hipoplasia lineal del esmalte y criba orbital en algunos individuos atestiguan posibles episodios de carestía y déficit nutricional en algunos individuos, la información isotópica relativa al amamantamiento indica una buena suplementación alimenticia en los infantes. Los mismos análisis indican que, durante la niñez, estos mismos individuos muestran patrones de alimentación similares a los de la población adulta (TIAN *et alii*, 2025).

Las patologías articulares y traumáticas pueden resultar informativas acerca de los riesgos que la cotidianidad de esta población

conllevaría y cómo esta interactuaba con su salud. En primer lugar, ninguno de los esqueletos estudiados presentaba signos de traumatismos *peri mortem*. No obstante, Giralt, Benseny y Camí (1995) informan del hallazgo de dos esqueletos de sexo masculino afectados por traumatismos *peri mortem* debidos a objetos punzantes aún incrustados en el esqueleto. Sí que se han identificado, sin embargo, diversas fracturas ya curadas en las costillas y una en la clavícula (Figura 4). En las poblaciones modernas, tanto las fracturas costales como las fracturas claviculares suelen ser el resultado de caídas y accidentes (NOWAK, MALLMIN, LARSSON, 2000; LOVELL, GRAUER, 2019). Se destaca un individuo de sexo masculino adulto senil que presenta 4 fracturas costales mal alineadas en 4 costillas diferentes. No es posible determinar si las cuatro costillas afectadas son contiguas, por lo que no se puede emplear la nomenclatura “fracturas en serie” (CLARKE *et alii*, 2019; EDWARDS *et alii*, 2020). Todas las fracturas costales observadas en este individuo presentan callos óseos con porosidad, osteofitosis y una mala alineación, que podría responder a una falta de reposo durante el proceso de curación, y pudo haber resultado en un mayor riesgo de sufrir colesiones en el tórax y dificultades respiratorias (Figura 4c) (BUGAEV *et alii*, 2016).

Las frecuencias de artrosis observadas en la población de Balaguer pueden entenderse como bajas si se comparan con las observadas en la población rural de Santa Coloma d'Àger, muy cercana a esta ciudad, hecho que puede deberse, en parte, a la mala preservación de muchas de las epífisis, pero también podría relacionarse con su contexto urbano (OLIVÉ-BUSOM, BRUFAL, LÓPEZ-COSTAS, 2024). De un modo similar, esta población presenta frecuencias de nódulos de Schmörl que pueden calificarse como bajas (Figura 5). A nivel clínico, diversos estudios determinan que las poblaciones rurales tienen una mayor afectación de artrosis y patologías de la columna vertebral que las poblaciones urbanas, un hecho que coincide con las frecuencias más bajas de artrosis y nódulos de Schmörl observadas en la población de Balaguer (LAWRENCE, 1976; USENBO *et alii*, 2015; ICHINOHE *et alii*, 2021).



Figura 4. Ejemplo de patologías identificadas en la muestra estudiada; a) caries dental, b) nódulo de Schmörl, c) fractura ante mortem en una costilla.

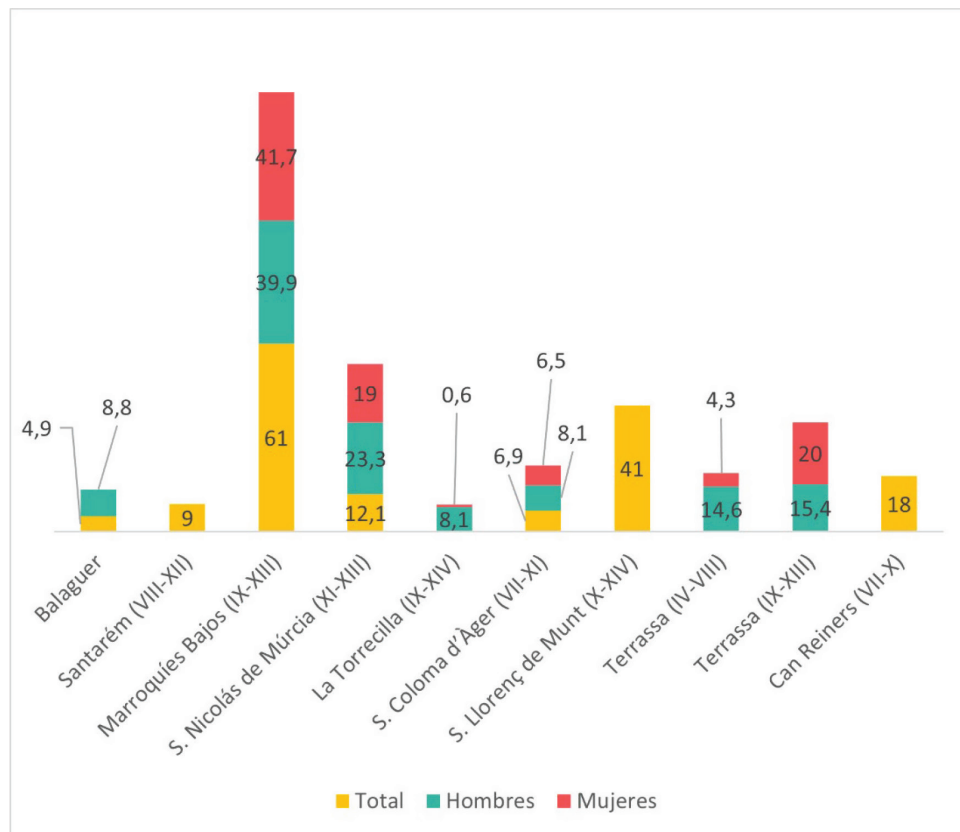


Figura 5. Comparación de las frecuencias de nódulos de Schmörl entre la población de Balaguer y otras poblaciones de cronología y entorno similares. Los datos de otras poblaciones proceden de: PUJOL, CAMPILLO, 1996; JORDANA, ISIDRO, MALGOSA, 2010; ARAN, 2012; JIMÉNEZ-BROBEIL et alii, 2012; RODRIGUES, 2013; CAMPO, 2015; FIORIN et alii, 2017; OLIVÉ-BUSOM, BRUFAL, LÓPEZ-COSTAS, 2024.

La combinación de los resultados obtenidos en este estudio junto a los datos de carácter histórico-arqueológico permite plantear que la población de Balaguer estaba sometida a tareas físicamente menos exigentes que las de otras poblaciones, principalmente rurales, de su alrededor. Por lo tanto, estos resultados también pueden entenderse dentro del contexto biocultural de Balaguer, que pudo comportar la ejecución de tareas y actividades que conllevaran una menor intensidad en la repetición y en la carga mecánica de los individuos estudiados. Aun así, sus habitantes no estaban menos expuestos a accidentes u otros eventos que provocaran fracturas.

CONCLUSIONES

El estudio antropológico y biomolecular realizado en 57 esqueletos de Madīna Balaghī ha permitido profundizar en su estado de salud, enfermedades habituales y hábitos alimenticios. Se ha constatado que, como es usual, la mayoría de los individuos se veían principalmente afectados por enfermedades de tipo bucodental, tales como cálculo dental, caries dentales o pérdidas dentales en vida. No obstante, la comparación de los resultados obtenidos con los de otras poblaciones cercanas permite concluir que la población de Madīna Balaghī gozaba de una salud bucodental relativamente buena. Por otro lado, la combinación de la información dental y los datos biomoleculares relativos a la dieta permiten proponer que los habitantes de la *madīna* no restringían su dieta a un solo tipo de alimentos (v. g. carbohidratos) de manera usual y tenían acceso a productos de origen animal, hecho que coincide con el registro arqueofaunístico y arqueobotánico procedente del Pla d'Almatà, así como con la información de carácter documental que se tiene acerca de la *madīna*.

Aun así, se identifican patologías de origen metabólico que podrían indicar ciertos periodos de estrés nutricional durante la infancia y la etapa de desarrollo de los individuos. No obstante, dado que su presencia en poblaciones arqueológicas es usual y que la frecuencia

con la que estas aparecen no es mayor a la observada en la mayoría de las poblaciones de comparación, es posible concluir que, aunque ciertos individuos pudieron experimentar una cierta escasez de alimentos durante su etapa de desarrollo, este no era el contexto habitual de la mayoría de la población.

Por otro lado, las fracturas observadas en los esqueletos no presentan indicios claros de violencia interpersonal, son siempre *ante mortem* y podrían ser el resultado de accidentes y/o caídas. Las patologías degenerativas y traumáticas de la columna vertebral, la artrosis y los nódulos de Schmörl, también están presentes en la muestra, y en menor medida la artrosis del esqueleto apendicular. Mediante la comparación directa con la población de Santa Coloma d'Àger, una población rural muy cercana, el patrón y la frecuencia de aparición de la artrosis en la población de Madīna Balaghī parecen reflejar una sociedad urbana sometida a tareas menos arduas y repetitivas que las poblaciones rurales de su alrededor, una interpretación que queda reforzada al comparar las frecuencias de aparición de los nódulos de Schmörl. Por último, aunque la ausencia de patologías de origen infeccioso (v. g. periostitis, sinusitis) es poco usual en poblaciones urbanas, es muy probable que el mal estado de conservación del esqueleto facial y de la superficie cortical del hueso hayan influido negativamente en su observación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, Núria; ANTOLÍN, Ferran; KIRCHNER, Helena (2014): "Novelties and legacies in crops of the Islamic period in the northeast Iberian Peninsula: The archaeobotanical evidence in Madīna Balaghī, Madīna Lârida, and Madīna Turtûša". *Quaternary International*, 346, pp. 149–161. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.04.026>
- ALONSO, Núria; VILA, Sílvia (2010): Tractament, tria de mostres i estudis arqueobotànics. Pla d'Almatà (Balaguer, La Noguera). Lleida, informe inédito.
- ALÒS, Carme (2015): «Balaguer: urbanisme entre dues cultures», en J. M. Vila (Coord.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya, I*, 165–178. Barcelona: Ajuntament de Barcelona.
- ALÒS, Carme; CAMATS, Anna; MONJO, Marta; SOLANES, Eva (2007): "Les cases andalusines del Pla d'Almatà (Balaguer, La Noguera)",

- Tribuna d'Arqueologia* 2006, 273–290. Barcelona: Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació, Generalitat de Catalunya.
- ALÒS, Carme; KIRCHNER Helena; MONJO, Marta; SOLANES, Eva (2022): “Espacios domésticos urbanos en al-Andalus. Las casas de Madīna Balaghī (Pla d’Almatà, Balaguer, Lleida)”, en J. García Targa y G. G. Martín Medina (Eds.), *La Casa Arqueológica. Estudios de caso en la antigüedad*. Oxford: Archaeopress, pp. 91–104.
- ARAN, Alba (2012): “La población de “Marroquíes Bajos”: Reconstrucción de la vida biológica, social y cultural de la necrópolis musulmana de Jaén”. *Estrat crític: Revista d'Arqueologia*, 6, pp. 68–84.
- BALANÀ, Pere (1990): “Balaguer en temps dels musulmans”. *Ilerda* 48/2, pp. 91–106.
- BATET, Carolina (2006): *L'aigua conquerida. Hidraulisme feudal en terres de conquesta*. València: Universitat de València.
- BOGIN, Barry; SCHEFFLER, Christiane; HERMANUSSEN, Michael (2017): “Global effects of income and income inequality on adult height and sexual dimorphism in height”. *American Journal of Human Biology*, 29(2), e22980. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22980>
- BRAMON, Dolors (2001): *De quan érem o no musulmans. Textos del 710 al 1010*. Barcelona: Eumo.
- BRANDI, Antonio (1992): Paleodemografía y paleopatología dental en la población hispanomusulmana de Murcia. s. XI–XIII (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- BROADBENT, Jonathan M.; THOMSON, William M.; POULTON, Richie (2006): “Progression of dental caries and tooth loss between the third and fourth decades of life: a birth cohort study”. *Caries Research*, 40(6), pp. 459–465. <https://doi.org/10.1159/000095643>
- BROOKS, Sheilagh; SUCHEY, Judy (1990): “Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods”. *Human evolution*, 5(3), pp. 227–238.
- BUGAEV, Nickolay; BREEZE, Janis; ALHAZMI, Majid; ANBARI, Hassan; ARABIAN, Sandra; RABINOVICI, Reuven (2016): “Displacement patterns of blunt rib fractures and their relationship to thoracic coinjuries: minimal displacements count”. *The American Surgeon*, 82(3), pp. 199–206. <https://doi.org/10.1177/000313481608200311>
- BUIKSTRA, Jane; UBELAKER, Douglas (1994): *Standards for Data Collection from Human Skeletal Remains: Proceedings of a Seminar at the Field Museum of Natural History Organized by Jonathan Haas*. Arkansas Archaeological Survey.
- CAMATS, Anna; MONJO, Marta; MULET, Marta; SOLANES, Eva (2015): “El Pla d’Almatà (Balaguer, la Noguera): de campament militar a medina”, en *Actes del V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*, 2, pp. 623–634. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona.
- CAMPO, Manuel (2015): Paleopatología de la columna vertebral en la población hispanomusulmana de San Nicolás, (Murcia, S. XI–XIII), (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- CLARKE, Peter; SIMPSON, Rosalind; DORMAN, Jessica; HUNT, William; EDWARDS, John (2019): “Determining the clinical significance of the Chest Wall Injury Society taxonomy for multiple rib fractures”. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 87(6), pp. 1282–1288. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002519>
- DAR, Gail; MASHARAWI, Youssef; PELEG, Smandar; STEINBERG, Nili; MAY, Hila; MEDLEJ, Bahaa; PELED, Natan; HERSHKOVITZ, Israel (2010): “Schmorl's nodes distribution in the human spine and its possible etiology”. *European Spine Journal*, 19(4), pp. 670–675. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-1238-8>
- DE MIGUEL, María de la Paz (2016): La maqbara de Pamplona (s. VIII). Aportes de la osteoarqueología al conocimiento de la islamización en la Marca Superior (Tesis doctoral), Universidad de Alicante, Alicante.
- DE MIGUEL, María de la Paz (2020): “Gentes del Islam. Ritual funerario e historias de vida en la maqbara de Pamplona”. *Studia Historica. Historia Medieval*, 38, pp. 7–28.
- DJILALI, Koudier (2018): “Estudio antropológico de las necrópolis visigoda e islámica de La Almoina (Valencia)”, en C. Matamoros, F. E. Tendero, L. Alapont y J. Alfonso (Eds.), *Jornades d'Arqueologia de la Comunitat Valenciana*, pp. 205–216. Valencia: Universitat de Valencia.
- DU SOUICH, Phillipe (1974): “La necrópolis y poblado de la Torrecilla. Estudio antropológico”. *Anuario de Estudios Medievales*, 9, pp. 41–74.
- DUYAR, Izzet; ERDAL, Yilmaz (2003): “A new approach for calibrating dental caries frequency of skeletal remains”. *Homo*, 54(1), pp. 57–70. <https://doi.org/10.1078/0018-442x-00058>
- EDWARDS, John; CLARKE, Peter; PIERACCI, Fredric M.; BEMELMAN, Mike; BLACK, Edward A.; DOBEN, Andrew; ... WHITE, Thomas (2020): “Taxonomy of multiple rib fractures: results of the chest wall injury Society international consensus survey”. *Journal of trauma and acute care surgery*, 88(2), pp. 40–45. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002282>
- ESCO, Carlos; GIRALT, Josep; SÉNAC, Philippe (1988): *Arqueología islámica en la Marca Superior de al-Andalus*. Huesca: Diputación Provincial de Huesca.
- FACCIA, Kate; WILLIAMS, Robert (2008): “Schmorl's nodes: clinical significance and implications for the bioarchaeological record”. *International Journal of Osteoarchaeology*, 18(1), pp. 28–44. <https://doi.org/10.1002/oa.924>
- FADRIQUE, Thais; CARRASCAL, Susana; MORERA, Assumpció (2005): “La necrópolis medieval de Sant Esteve de Granollers”. *Lauro: revista del Museu de Granollers*, 29, pp. 13–20.
- FIORIN, Elena; IBÁÑEZ-GIMENO, Pere; UBELAKER, Douglas; ISIDRO, Albert; MALGOSA, Assumpció (2017): “The population of Can Reiners. Demography and life conditions on Mallorca (Balearic Islands, Spain) during the Middle Ages”. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 15, pp. 120–131. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.06.040>
- GARCIA, Joan Eusebi; GIRALT, Josep; LORIENTE, Ana; MARTÍNEZ, Joan (1998): “La gènesi dels espais urbans andalusins (segles VIII–X): Tortosa, Lleida i Balaguer”, en M. Miquel y M. Sala (Coords.), *L'Islam a Catalunya*, pp. 137–165. Barcelona: Institut Català de la Mediterrània.
- GARCÍA GARCÍA, Marcos (2022): *Informe zooarqueológico preliminar Pla d’Almatà (Balaguer) ZONA 5 (2005–2009)*. Informe inédito.
- GARCÍA SÁNCHEZ, Esperanza (2011): “Alimentación y paisajes agrícolas en al-Andalus”, *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 95, pp. 64–76.

- GERNAY, Chantal (2015): Health in urban late medieval North-West Europe: A bioarchaeological study of Caen, Canterbury and Ghent (Tesis doctoral), Durham University, Durham.
- GIRALT, Josep (1991): Fortificacions andalusines a la Marca Superior d'al-Andalus: aproximació a l'estudi de la zona nord del districte de Lleida, en P. Sénac (Ed.), *La Marche Supérieure d'Al Andalus et l'Occident Chrétien*, 67–76. Madrid: Casa de Velázquez.
- GIRALT, Josep (1994): "Castell Formós (o de Balaguer) y Jaciment Arqueològic del Pla d'Almatà", en Enciclopèdia Catalana (Ed.), *Catalunya Romànica. Vol. XVII (La Noguera)*, pp. 225–243. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- GIRALT, Josep; BENSENS, Josep; CAMÍ, Àlex (1995): "Intervencions arqueològiques al pla d'Almatà (Balaguer, Noguera)", en Generalitat de Catalunya (Ed.), *Tribuna d'Arqueologia 1993-1994*, pp. 107–123. Barcelona: Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació.
- GUSTAFSSON, Anders; WERDELIN, Lars; TULLBERG, Birgitta; LINDENFORS, Patrik (2007): "Stature and sexual stature dimorphism in Sweden, from the 10th to the end of the 20th century". *American Journal of Human Biology*, 19(6), pp. 861–870. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20657>
- GUTIÉRREZ, Francisco Javier; LALIENA, Carlos; PINA, Miriam (2016): "La maqbara medieval de Tauste, primeras investigaciones", en Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras de Aragón (Ed.), *Actas del I Coloquio de Arqueología y Patrimonio de Aragón*, pp. 433–442. Zaragoza: Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras de Aragón.
- HARRIS, Rebecca; NICOLL, Allison; ADAIR, Pauline; PINE, Cynthia (2004): "Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature", *Community dental health*, 21(1), pp. 71–85.
- HILLSON, Simon (2019): "Dental pathology", en M. A. Katzenberg y A. L. Grauer (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, pp. 295–334. Hoboken: Wiley-Liss. <https://doi.org/10.1002/9781119151647.ch9>
- ICHINOHE, Masayuki; WADA, Kanichiro; KUMAGAI, Gentaro; TANAKA, Sunao; ASARI, Toru; TAKEDA, On... ISHIBASHI, Yasuyuki (2021): "Prevalence and associated factors of radiographic vertebral fractures in men: rural population cross-sectional observation study in Japan". *Journal of Orthopaedic Science*, 26(4), pp. 572–576. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2020.07.014>
- IŞCAN, Mehmet Yaşar; LOTH, Susan; WRIGHT, Ronald (1984): "Age estimation from the rib by phase analysis: white males". *Journal of Forensic Science*, 29(4), pp. 1094–1104.
- IŞCAN, Mehmet Yaşar; LOTH, Susan; WRIGHT, Ronald (1985): "Age estimation from the rib by phase analysis: white females". *Journal of Forensic Science*, 30(3), pp. 853–863.
- JAY, Mandy (2009): "Breastfeeding and weaning behaviour in archaeological populations: evidence from the isotopic analysis of skeletal materials". *Childhood in the Past*, 2(1), pp. 163–178.
- JIMÉNEZ-BROBEIL, Sylvia; ROCA-RODRÍGUEZ, María; AL OUMAOU, Ihab; DU SOUICH, Philippe (2012): "Vertebral pathologies and related activity patterns in two mediaeval populations from Spain", *Collegium antropologicum*, 36(3), pp. 1019–1025.
- JORDANA, Xavier (2007): Caracterització i evolució d'una comunitat medieval catalana. Estudi bioantropològic de les inhumacions de les esglésies de Sant père (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- JORDANA, Xavier; ISIDRO, Albert; MALGOSA, Assumpció (2010): "Interpreting diachronic osteological variation at the medieval necropolis of the Sant Pere Churches (Terrassa, Spain)", *International Journal of Osteoarchaeology*, 20(6), pp. 670–692. <https://doi.org/10.1002/oa.1094>
- KENNEDY, Gail E. (2005): "From the ape's dilemma to the weanling's dilemma: early weaning and its evolutionary context". *Journal of Human Evolution*, 48, pp. 123–45. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2004.09.005>
- KYRIAKOU, Xenia; MARQUEZ-GRANT, Nicholas; LANGSTAFF, Helen; SAMUELS, Cara; SPRINGS PACELLI, Carrie; CASTRO, Johnathan; KRANIOTI, Elena (2012): "The human remains from the medieval Islamic cemetery, of Can Fonoll, Ibiza, Spain: Preliminary results", en P. D. Mitchell y J. Buckberry (Eds.), *Proceedings of the twelfth annual conference of the British Association for Biological Anthropology and Osteoarchaeology*, pp. 87–101. Oxford: Oxford University Press.
- LACALLE, Raquel; GUIJO, Juan Manuel (2006): "Análisis antropológico de la población islámica califal de El Fontanar", *Anales de Arqueología Cordobesa*, 17(2), pp. 291–316.
- LAGUILLO, Oliver; NÚÑEZ, Alba; JORDANA, Xavier; ROSSER, Pablo; MALGOSA, Assumpció (2009): "Caracterización bioantropológica de una población islámica en Alicante: los enterramientos de época altomedieval del Tossal de les Basses", *Revista española de antropología física*, 30, pp. 51–74.
- LAWRENCE, John S. (1976): "Radiological cervical arthritis in populations". *Annals of the Rheumatic Diseases*, 35(4), pp. 365–371.
- LÓPEZ-MORANGO, Claudia (2020): Estudio comparativo de la calidad de vida en la Edad Media, en poblaciones musulmanas y cristianas de la Península Ibérica, a través de la Antropología Dental (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada.
- LOVEJOY, Owen; MEINDL, Richard; PRYZBECK, Thomas; MENS-FORTH, Robert (1985): "Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death", *American Journal of Physical Anthropology*, 68(1), pp. 15–28. <https://doi.org/10.1126/science.198.4314.291>
- LOVELL, Nancy; GRAUER, Anne (2019): "Analysis and Interpretation of Trauma in Skeletal Remains", en M. A. Katzenberg y A. L. Grauer (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, pp. 335–384. Hoboken: Wiley-Liss. <https://doi.org/10.1002/9781119151647.ch10>
- MARKLEIN, Kathryn; LEAHY, Rachael; CREWS, Douglas (2016): "In sickness and in death: Assessing frailty in human skeletal remains", *American Journal of Physical Anthropology*, 161(2), pp. 208–225. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23019>
- MENDONÇA, M. C. (2000): "Estimation of height from the length of long bones in a Portuguese adult population". *American Journal of Physical Anthropology*, 112(1), pp. 39–48. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(200005\)112:1<39::AID-AJPA5>3.0.CO;2-%23](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(200005)112:1<39::AID-AJPA5>3.0.CO;2-%23)
- MESTRE, Antoni; AGUSTI, Bibiana; CHIMENOS, Eduardo; PÉREZ-PÉREZ, Alejandro (1996): "Estudio comparativo de dos poblaciones altomedievales desde la perspectiva de la patología dentaria", en A. Pérez Pérez (Ed.), *Salud, enfermedad y muerte en el pasado. Consecuencias biológicas del estrés y la patología: Actas del III*

- Congreso Nacional de Paleopatología, pp. 87–98. Barcelona: Fundació Uriach.
- MOLERO-RODRIGO, Isabel (2017): Estudio bioantropológico de la maqbara andalusí de Toledo (siglos VIII-XI). Apuntes sobre el proceso de islamización (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- MONTIANO, Lucía (2010): El conocimiento de las poblaciones del pasado a través de los restos óseos: Estudio de la patología oral de la población hispanomusulmana de San Nicolás de Ávila (ss. XII-XVI). Tesina de Grado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- MÜLLER, Antonia; HUSSEIN, Kais (2017): “Meta-analysis of teeth from European populations before and after the 18th century reveals a shift towards increased prevalence of caries and tooth loss”. *Archives of oral biology*, 73, pp. 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2016.08.018>
- NEGRE, María del Carmen; FORNER, Ana Belén; PUCHALT, Francisco José; VILLALAIN, José Delfín (2003): “Estudio antropológico y paleopatológico de Sant Pere (Xàtiva)”, en M. Campo Martín y F. J. Robles Rodríguez (Eds.), *Actas del VI Congreso Nacional de Paleopatología*, pp. 220–225. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- NOWAK, Jan; MALLMIN, Hans; LARSSON, Sune (2000): “The aetiology and epidemiology of clavicular fractures: a prospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden”, *Injury*, 31(5), pp. 353–358. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(99\)00312-5](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(99)00312-5)
- OLIVÉ-BUSOM, Júlia (2023): *Estudio antropológico e isotópico de las comunidades urbanas y rurales de la Frontera Superior de al-Ándalus y el Reino de Valencia*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- OLIVÉ-BUSOM, Júlia (2024): “Novedades en el estudio de la maqbara de Madīna Balaghī”, en B. Sarr (Ed.), *Maqbara. Espacios, rituales y ceremonias de enterramientos islámicos*, pp. 293–308. Granada: Alhulia.
- OLIVÉ-BUSOM, Júlia; BRUFAL, Jesús; LÓPEZ-COSTAS, Olalla (2024): “Elusive but not forgotten. The rural Mozarab community of Santa Coloma d’Àger (8th to 11th centuries AD)”, en S. Berricay J. Olivé-Busom (Eds.), *Mirroring Worlds: Rural Domestic Spaces through Multidisciplinarity in Late Antiquity and the Early Middle Ages*, pp. 83–100. Londres: Archaeopress. <https://doi.org/10.32028/9781803278698>
- OLIVÉ-BUSOM, Júlia; LÓPEZ-COSTAS, Olalla (2024b): “The upper Frontier of Al-Andalus: Dietary practises in Medieval Catalonia (Northeast Iberia)”. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 57, pp. 104–628. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104628>
- PAIXÃO-GONÇALVES, Suzane; CORRÊA-FARIA, Patrícia; FERREIRA, Fernanda; RAMOS-JORGE, María Leticia; PAIVA, Saul; PORDEUS, Isabel (2019): “Risk of dental caries in primary teeth with developmental defects of enamel: a longitudinal study with a multi-level approach”. *Caries Research*, 53(6), pp. 667–674. <https://doi.org/10.1159/000501029>
- PASCOE, L.; SEOW, Wan K. (1994): “Enamel hypoplasia and dental caries in Australian aboriginal children: prevalence and correlation between the two diseases”. *Pediatric Dentistry*, 16(3), pp. 193–199.
- PEARSON, Karl (1898): “Mathematical contributions to the theory of evolution. V. On the reconstruction of the stature of prehistoric races”. *Proceedings of the Royal Society of London*, 63(389–400), pp. 417–420.
- PILLOU, Marin; SCHWITALLA, Al (2020): “Re-evaluating traditional markers of stress in an archaeological sample from central California”. *Journal of Archaeological Science*, 116, pp. 105–102. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105102>
- PITTS, Nigel B.; ZERO, Domenick T.; MARSH, Phil D.; EKSTRAND, Kim; WEINTRAUB, Jane A.; RAMOS-GOMEZ, Francisco; TAGAMI, Junji; TWETMAN, Svante; TSAKOS, Georgios; ISMAIL, Amid I. (2017): “Dental caries”. *Nature Reviews Disease Primers*, 3, 17030, pp. 1–16. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.30>
- POLO, Manuel; CRUZ, Evay; COCH, Carme (2008): “Bioantropología de la necrópolis hispanomusulmana del nuevo hogar ‘Verge del Lledó’ (Castellón)”. *Butlletí de la Societat Castellonense de Cultura*, 84, pp. 475–488.
- POLO, Manuel; GARCÍA-PRÓSPER, E.; MELCHOR, J. M.; BENEDITO, J. (2013): “Paleopatología en tres conjuntos funerarios medievales de Burriana (Castellón)”, en A. Malgosa, A. Isidro, P. Ibáñez-Gimeno y G. Prats-Muñoz (Eds.), *Actas del XI Congreso Nacional de Paleopatología*, pp. 573–598. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- PUCHALT, Francisco José (2017): “La Criba Orbitaria en la Necrópolis Morisca de Benipeixcar, Gandía”, en M. Díaz-Zorita, J. Escudero, I. López, J. Lucena, E. Mora y S. Robles (Eds.), *Actas del XIII Congreso Nacional de Paleopatología*, pp. 317–320. Écija: Asociación Española de Paleopatología.
- PUJOL, M.; CAMPILLO, Domingo (1996): “Estudio paleopatológico de la muestra osteológica del Monasterio de Sant Llorenç del Munt (Matadepera, Vallès Occidental)”, en A. Pérez-Pérez (Ed.), *Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, pp. 29–32. Barcelona: Fundació Uriach.
- QIN, Xiurong; SHAO, Linqin; ZHANG, Lixia; MA, Long; XIONG, Shijiang (2019): “Investigation of interaction between vitamin D receptor gene polymorphisms and environmental factors in early childhood caries in Chinese children”. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2019/4315839>
- ROBLEDÓ, Beatriz (1998): Dieta, indicadores de salud y caracterización biomorfológica de la población medieval musulmana de Xarea (Vélez Rubio, Almería). Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- RODRIGUES, Ana (2013): *A maqbara de Shantarín: Enfermidade e saúde numa amostra esquelética de adultos*. Tesis de máster, Universidad de Coimbra, Coimbra.
- SÁNCHEZ-APARCERO, Beatriz; ALEMÁN, Inmaculada; BOTELLA, Miguel (2020): “The necropolis of Maro (Málaga, Spain): an anthropological study”. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(7), pp. 1–17. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01092-4>
- SCHAEFER, Maureen; BLACK, Sue; SCHEUER, Lousie (2009): *Juvenile Osteology*. Londres: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374635-1.X0001-X>
- SCHWEICH, Marianne; KNÜSEL, Christopher (2003): “Bio-cultural effects in medieval populations”, *Economics & Human Biology*, 1(3), pp. 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2003.09.002>
- SCOTT, Amy; DANFORTH, Marie; MACINNES, Sarah; HUGHES, Nicole; FONZO, Mattia (2020): “Colonial urbanism: A comparative exploration of skeletal stress in two eighteenth century north American French colonies”, en T. K. Betsinger y S. N. DeWitte (Eds.), *The*

Bioarchaeology of Urbanization, pp. 275–294. Nueva York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53417-2_11

SÉNAC, Phillipe (1988): “Note sur les *husûn* de Lérida”, *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 24, pp. 53–69.

SHIN, Donghoon; OH, Changseok; KIM, Yisuk; HWANG, Youngil (2012): “Ancient-to-modern secular changes in Korean stature”. *American Journal of Physical Anthropology*, 147(3), pp. 433–442. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22011> STUART-MACADAM, Patty (1991): “Porotic hyperostosis: Changing interpretations”, en D. J. Ortner y A. C. Aufderheide (Eds.), *Human Paleopathology: Current Syntheses and Future Options*, pp. 36–39. Nueva York: Smithsonian Institution Press.

SU, Hongru; YANG, Renren; DENG, Qinglong; QIAN, Wenhao; YU, Jinming (2018): “Deciduous dental caries status and associated risk factors among preschool children in Xuhui District of Shanghai, China”. *BMC Oral Health*, 18(1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0565-8>

TAFERE, Yilkal; CHANIE, Selam; DESSIE, Tigabu; GEDAMU, Hailyesus (2018): “Assessment of prevalence of dental caries and the associated factors among patients attending dental clinic in Debre Tabor general hospital: a hospital-based cross-sectional study”. *BMC Oral Health*, 18(1), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0581-8>

TANAKA, Shiro; SHINZAWA, Maki; TOKUMASU, Hironobu; SETO, Kahori; TANAKA, Sachiko; KAWAKAMI, Koji (2015): “Secondhand smoke and incidence of dental caries in deciduous teeth among children in Japan: population based retrospective cohort study”. *Bmj*, p. 351. <https://doi.org/10.1136/bmj.h6009>

TIAN, Huhongyan; OLIVÉ-BUSOM, Júlia; CZERMAK, Andrea; SCHULTING, Rick (2025): “Sequential dentine $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis of

Islamic burials from medieval Al-Andalus”. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 62, pp. 104958. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2024.104958>

TROTTER, Mildred; GLEESER, Goldine (1952): “Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes”. *American Journal of Physical Anthropology*, 10(4), pp. 463–514.

USENBO, Anthony; KRAMER, Veronika; YOUNG, Taryn; MUSE-KIWA, Alfred (2015): “Prevalence of arthritis in Africa: a systematic review and meta-analysis”. *PloS one*, 10(8), e0133858. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133858>

VIVES, Elisenda (1982): “Les restes òssies humanes del cementiri medieval de L'Esquerda (Roda de Ter, Osona). Sector I”, *Estudi preliminar. Ausa*, 10(102), pp. 341–343.

WALDRON, Tony (2009): *Paleopathology*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812569>

WALKER, Phillip L.; JOHNSON, John R.; LAMBERT, Patricia M. (1988): “Age and sex biases in the preservation of human skeletal remains”. *American Journal of Physical Anthropology*, 76(2), pp. 183–188. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330760206>

WEISS, Elizabeth; JURMAIN, Robert (2007): “Osteoarthritis revisited: a contemporary review of aetiology”. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(5), pp. 437–450. <https://doi.org/10.1002/oa.889>

WYNE, Amjad (2008): “Caries prevalence, severity, and pattern in preschool children”. *The journal of contemporary dental practice*, 9(3), pp. 24–31.