

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Filosofia i Lletres

Departament de Ciències de l'Antiguitat i de l'Edat Mitjana

Tesis doctoral

**ESTUDIO ANTROPOLÓGICO E ISOTÓPICO DE LAS
COMUNIDADES URBANAS Y RURALES DE LA FRONTERA
SUPERIOR DE AL-ANDALUS Y EL REINO DE VALENCIA**

Júlia Olivé Busom

Dirección:

Dra. Helena Kirchner Granell

Dra. Olalla López Costas

Dr. Nicholas Márquez Grant

Bellaterra, Cerdanyola del Vallès

Febrero de 2023

Agradecimientos

Este trabajo se realizó gracias a la beca predoctoral FPU (FPU17/02934) concedida por el Ministerio de Universidades, vinculada al proyecto “Órdenes agrarios y conquistas ibéricas (siglos XII-XVI). Estudios desde la arqueología histórica” (HAR2017-82157-P) concedido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, al proyecto “Pollutio” Plan Nacional (PID2019-111683RJ-I00) concedido por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, al proyecto “Epidemias del hambre” Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales 2020 (2020-PO048) de la Fundación BBVA y al proyecto “Grupos de Referencia Competitiva” (ED431C2021/32) de la Xunta de Galicia.

Mi más sincero agradecimiento a mis directores de tesis. A Helena Kirchner por su constancia, por creer en mí y no poner límites a mis propuestas. A Nick Márquez Grant por acompañarme ya desde mis primeros pasos en la bioarqueología. A Olalla López Costas por abrirme las puertas al maravilloso mundo de EcoPast, obligarme a hacer unas necesarias pausas para el café y, sobre todo, por tener siempre palabras de apoyo y ánimo.

A mis compañeros de beca en el grupo de Arqueología Agraria de la Edad Media (ARAEM) de la Universitat Autònoma de Barcelona, Ariadna, Marina, Núria, Nacho, Albert y Guillem. Gracias por hacer siempre piña y ayudarme tanto en aquellos momentos en los que no sabía por dónde tirar. También a los profesores Fèlix Retamero, Jesús Brufal, Mateu Riera, Josep Maria Vila y Antoni Virgili por escuchar mis cavilaciones. Jesús Brufal merece un especial agradecimiento, muy sentido, por ser mi guía en Àger.

Del mismo modo, mil gracias a mis compañeros ecopásticos de doctorado en Santiago, Carlos, Clara, Elvira, María, Marta, Noe y Zaira, que me acogieron con una sonrisa, perdonaron mi confusión con Rosalía y me enseñaron lo que eran las tapas. También agradezco el apoyo y acogida que me brindaron los miembros más sénior de EcoPast, Antonio Martínez Cortizas, Mar Sobral, Noemí Silva y Mohamed Traoré; aunque quizás a Mar esto de sénior no le gustará mucho. Agradezco también al grupo de investigación en Ecotoxicología e Ecofisiología Vexetal (Prof. Jesús Aboal) y RIAIDT-Lugo-USC facilitar el uso de sus instalaciones durante la extracción de colágeno.

Pese a no compartir grupo de investigación, esta tesis no se habría llevado con el mismo ánimo y risas sin mis compañeros de despacho: Agustí, David, Guillem, Javier, Jesús, Laia y Sandra. Heu posat llum a la foscor! Que la *malitia* esté siempre con nosotros y nunca *nos falte*.

A todos aquellos que de un modo u otro fueron partícipes de mi estancia en Oxford. Al profesor Rick Schulting por supervisarla y por brindarme la oportunidad de codirigir una maravillosa tesis de máster. Igualmente, a Yan por atreverse a realizarla. Finalmente, a mis compañeros y amigos del North Oxford Overseas Centre, que son maravillosos y fueron imprescindibles durante una de las experiencias más enriquecedoras que he vivido hasta ahora. Espero que vengan muchas más, y volver a coincidir con vosotros.

Muchísimas gracias también al Museu de la Noguera, al Museu Arqueològic de la Vall d'Uixó y a todos los arqueólogos y antropólogos que, especialmente en Castellón, han estudiado con tanta dedicación la Frontera Superior, el *šarq* al-Andalus y el Reino de Valencia. Gracias por todos vuestros trabajos y por facilitarme tantos materiales de estudio.

A mi familia, muchísimas gracias por brindarme vuestro apoyo y ver este periplo con mucho más ánimo y orgullo de los que yo he sido capaz. A Motxi y Popi por estar siempre a mi lado y soportar mis momentos de desesperación. A mi Cus gran, con quien he compartido muchos momentos paralelos y micheladas. A l'avi, que siempre estuvo conmigo y me falta cada día. A mis amigos, muchos de los cuales ya habéis sido mencionados, gracias por estar a mi lado todos estos años y compartir parte de la carga que ha supuesto esta aventura.

Finalmente, a los esqueletos de Balaguer, Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó, que han sido mi compañía y audiencia (un tanto cautiva) receptora de mis monólogos y actuaciones musicales durante las largas horas de laboratorio, muchas de ellas vividas en pandemia. Muchas gracias por contarme vuestras historias y tejer esta tesis doctoral junto a mí.

Índice de contenidos

Agradecimientos	ii
Resumen	xxi
Abstract	xxii
1. Objetivos de la tesis.....	1
2. Introducción. Contexto histórico, arqueológico y funerario	6
2.1 La Frontera Superior.....	6
2.2 El šarq al-Andalus.....	23
2.3 Balaguer	36
2.4 Santa Coloma d'Àger.....	52
2.5 Vall d'Uixó	63
3. Methods.....	73
3.1. Archaeological methods (Archaeological excavation)	73
3.2 Taphonomic processes and preservation	74
<i>Fragmentation</i>	75
<i>Skeletal preservation index</i>	76
3.3 Assessing the biological profile	77
<i>Methods used for sex assessment</i>	77
<i>Methods used for age estimation</i>	80
<i>Methods used for paleodemography</i>	85
<i>Physical attributes. Stature estimation</i>	88
<i>Non-metric traits and biological distance</i>	90
3.4 Recording dental status and oral pathologies	97
<i>Linear Enamel Hypoplasia</i>	99
<i>Dental Caries</i>	101
<i>Dental calculus</i>	103
<i>Periapical cavity</i>	104
<i>Periodontitis</i>	105
3.5 Recording cranial and postcranial pathologies.....	106
<i>Metabolic diseases. Cribra Orbitalia and Porotic Hyperostosis</i>	110
<i>Degenerative joint disease. Osteoarthritis</i>	112
<i>Trauma</i>	114
<i>Schmörl's nodes</i>	117
<i>Infectious disease</i>	119
3.6 Stable isotopes analysis	121
<i>Basics of isotopic analysis</i>	122
<i>From food to humans</i>	124

<i>The use of stable isotopes in bioarchaeology</i>	124
<i>Bone collagen analysis</i>	128
4. Resultados arqueológicos, antropológicos y paleopatológicos y discusión intrapoblacional.....	134
4.1. Valoración de las dataciones radiocarbónicas	134
4.2. Excavación arqueológica de la <i>maqbara</i> sureste de Balaguer (2019-2021)	140
4.3. Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Balaguer.....	146
<i>Conservación del material</i>	146
<i>Perfil biológico y demográfico</i>	150
<i>Patología bucodental</i>	160
<i>Patología del esqueleto</i>	166
4.4 Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Santa Coloma d'Àger179	
<i>Conservación del material</i>	179
<i>Perfil biológico y demográfico</i>	183
<i>Patología bucodental</i>	192
<i>Patología del esqueleto</i>	201
4.5 Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Vall d'Uixó	218
<i>Conservación del material</i>	218
<i>Perfil biológico y demográfico</i>	222
<i>Patología bucodental</i>	229
<i>Patología del esqueleto</i>	237
5. Discusión interpoblacional de los resultados antropológicos y paleopatológicos	259
5.1. Conservación del material	259
5.2. Características funerarias y perfil demográfico y de mortalidad	261
<i>Características de las inhumaciones</i>	261
<i>Perfil demográfico y de mortalidad</i>	263
5.3. Caracteres no-métricos y análisis de biodistancia.....	272
<i>Evaluación interpoblacional de los rasgos no-métricos</i>	272
<i>Análisis multivariante de rasgos no-métricos y biodistancia</i>	279
5.4. Higiene y salud bucodental.....	290
<i>Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Balaguer</i>	298
<i>Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Santa Coloma d'Àger</i>	299
<i>Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Vall d'Uixó</i> ..	300
5.5. Estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento	301
<i>Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Balaguer</i>	308

<i>Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Santa Coloma d'Àger</i>	308
<i>Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Vall d'Uixó</i>	309
5.6. Modo de vida y actividad física	309
<i>Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Balaguer</i>	316
<i>Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Santa Coloma d'Àger</i>	317
<i>Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Vall d'Uixó</i>	318
6. Resultados del análisis de isótopos estables y discusión intrapoblacional	320
6.1. Indicadores de calidad	320
6.2. Identificación de los animales	322
6.3. Resultados y discusión de los valores isotópicos de la fauna	322
6.4. Resultados y discusión de los valores isotópicos de humanos	330
<i>Balaguer</i>	330
<i>Santa Coloma d'Àger</i>	336
<i>Vall d'Uixó</i>	343
7. Discusión interpoblacional de isótopos estables	353
7.1. Comparación de la dieta y la movilidad en Balaguer, Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó	353
7.2. Dieta de las poblaciones estudiadas en el contexto de los estudios isotópicos de poblaciones medievales peninsulares	357
7.3. Movilidad de las poblaciones estudiadas en el contexto de los estudios isotópicos de poblaciones medievales peninsulares	373
8. Consideraciones finales y conclusiones	377
8.1. Síntesis poblacional de Balaguer	377
8.2. Síntesis poblacional de Santa Coloma d'Àger	383
8.3. Síntesis poblacional de Vall d'Uixó	388
8.4. Balaguer y Santa Coloma d'Àger en el contexto bioarqueológico de la Frontera Superior	393
8.5. Vall d'Uixó en el contexto bioarqueológico del <i>šarq</i> al-Andalus y el Reino de Valencia	396
8.6. Conclusiones	400
8.7. Limitaciones del estudio y consideraciones futuras	402
Bibliografía	405

Índice de figuras

Figura 1. Ciudades de la Frontera Superior; se señalan aquellas en las que se han hallado <i>maqābir</i> . Fuente: QGIS, edición propia.....	7
Figura 2. Repartimiento de <i>madīna</i> Ṭurṭūša entre el conde de Barcelona Ramon Berenguer IV y el Común de Génova. 1. <i>maqbara</i> de la Suda; 2. inhumaciones de la plaza de la Cinta; 3. <i>maqbara</i> o <i>maqābir</i> de la plaza Alfons XII y la plaza Ramon Cabrera. Modificado de Kirchner y Virgili (2015).....	8
Figura 3. Localización de las <i>maqābir</i> e inhumaciones puntuales rurales identificadas en la Frontera Superior. 1. Ribaforada; 2. Borja; 3. Tauste; 4. Valdeherrera; 5. Riba-roja d'Ebre; 6. La Sènia; 7. Alcanar; 8. Ermita de Sant Blai (Tivissa); 9. Hort del Prelat (Riudoms); 10. Vilardida (Montferri); 11. Mas del Catxorro (Benifallet); 12. La Clapissa (Godall); 13. Clot del Molinàs (Amposta); 14. Les Pedres (Ulldecona). En blanco se marcan las inhumaciones puntuales. Fuente: QGIS, edición propia.	14
Figura 4. Yacimientos con enterramientos cristianos en la Frontera Superior: 1. La Magdalena de Grañón 2. Santa Coloma d'Àger 3. Sant Martí de les Tombetes 4. Necròpolis de Tossa de Baix 5. Terrassa 6. Necròpolis de Tossal de les Forques 7. Tossal de la Nora 8. La Valleta 9. Cementerios de Pamplona y Argaray 10. Coveta de l'Heura 11. Els Palous. En negro se muestran los de cronología andalusí certera, en gris los de posible cronología andalusí. Fuente: QGIS, edición propia.	18
Figura 5. Localización de las <i>maqābir</i> urbanas del šarq al-Andalus mencionadas en el texto. Fuente: QGIS, edición propia.	27
Figura 6. Localización de las <i>maqābir</i> rurales del šarq al-Andalus mencionadas en el texto. 1. Ribera de Cabanes; 2. Castellón de la Plana; 3. Burriana; 4. Alcudia de Veo; 5. Castelnovo; 6. Betxí; 7. Sagunto; 8. Gandia; 9. Tossal de Manises 10. El Pocico II; 11. Alhama de Murcia. Fuente: QGIS, edición propia.	30
Figura 7. Localización de Balaguer (azul) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.....	36
Figura 8. Extensión del yacimiento de Pla d'Almatà (verde) y localización del <i>hišn</i> (amarillo) y del barrio de Alcoraç (azul). Modificado de Giral y colegas (1995).	39
Figura 9. Intervenciones en Pla d'Almatà que han dado como resultado inhumaciones por rito islámico. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.....	42
Figura 10. Resultados de las intervenciones realizadas en la zona de la <i>maqbara</i> sureste. La numeración 1-4 corresponde a las cuatro zonas de enterramiento. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.	44
Figura 11. Fotografía realizada por la empresa Pròleg durante la intervención del año 2007 en la <i>maqbara</i> sureste de Pla d'Almatà donde se pueden observar cinco fosas de inhumación. Proporcionada por Museu de la Noguera.....	46
Figura 12. Zonas excavadas durante la intervención del año 2012 tal como aparecen delimitadas en la memoria de excavación. Modificado de Camats y Mulet (2015).	48
Figura 13. Localización de los esqueletos procedentes de intervenciones previas que han podido incluirse en el presente estudio. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.	50
Figura 14. Localización de Santa Coloma d'Àger (naranja) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.	52
Figura 15. Ortofotografía con la localización del castillo de Àger (naranja) y de la necrópolis de Santa Coloma d'Àger (azul). Fuente: ICGC, edición propia.	53
Figura 16. Planimetría parcial de la intervención del año 1997. Imagen proporcionada por J. Brufal.	57

Figura 17. Fotografía satélite de Santa Coloma d'Àger donde aparecen marcadas las zonas donde se han producido intervenciones arqueológicas. Modificado de A. González (inédito).....	58
Figura 18. Planimetría de la excavación del año 2018. Modificado de A. González (inédito).....	61
Figura 19. Tumba antropomorfa excavada durante la intervención del año 2018. Modificado de A. González (inédito).	62
Figura 20. Localización de Vall d'Uixó (rosa) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.....	64
Figura 21. Detalle del emplazamiento de las alquerías de Vall d'Uixó planteado por Bazzana y colegas (1988). El <i>hişn</i> está marcado con un triángulo, la numeración corresponde a las alquerías de: 1. Benigafull; 2. Alcudia; 3. Ceneja; 4. Benizahat; 5. Zeneta; 6. Benigasló; 7. Orleyl. Modificado de Bazzana y colegas (1988:160).	65
Figura 22. Localización de las áreas de <i>maqbara</i> asociadas a las alquerías Benizahat (azul, 1) y Zeneta (rojo, 2) y la posible localización de estas alquerías (naranja) según la propuesta de Bazzana y colegas (1988). Las intervenciones que han dado como resultado tumbas que también se creen asociadas a las mismas maqābir aparecen en verde. Fuente: QGIS, edición propia.	69
Figura 23. Losas cubriendo una fosa de inhumación encontrada durante la intervención en la plaza de la Asunción (Vall d'Uixó). Fotografía cedida por M.L. Rovira.....	70
Figura 24. Esqueleto en decúbito lateral derecho encontrado durante la intervención en la calle Cervantes (Vall d'Uixó) en el año 1995. Fotografía cedida por M.L. Rovira. ...	71
Figure 25. Example of macroscopic sex assessment with the os coxae. a) Male skeleton from Santa Coloma d'Àger with a narrow sciatic notch (1), absence of preauricular sulcus (2) and broad schiopubic ramus (3). b) Female skeleton from Santa Coloma d'Àger with broader sciatic notch (4).	79
Figure 26. Non-adult dentition belonging to a skeleton from Santa Coloma d'Àger. After analysis, it was assigned into the Child I category (1-5 years of age-at-death).....	83
Figure 27. Sternal rib end (a) and pubic symphysis (b) of a senile male skeleton from Balaguer.	84
Figure 28. Examples of cranial, dental and postcranial recorded NMTs in the studied populations: Inca bone (a), Bushman's canine (b), Carabelli's cusp (c), and suprascapular foramen (d).	95
Figure 29. Linear enamel hypoplasia in the permanent dentition of a non-adult skeleton from Vall d'Uixó.....	100
Figure 30. Dental caries in the lower molar of a skeleton from Vall d'Uixó.	102
Figure 31. Dental caries severity grading system according to Iannucci and Howerton (2012).	103
Figure 32. Periodontitis and dental calculus in the maxilla of a skeleton from Santa Coloma d'Àger.	104
Figure 33. Periapical cavity in a skeleton from Santa Coloma d'Àger.....	105
Figure 34. Cribra orbitalia (a) and porotic hyperostosis (b) found in two of the skeletons from Vall d'Uixó.....	110
Figure 35. Osteoarthritis found in the glenoid of the right scapula (a) and on a lumbar vertebra (b) of two skeletons from Balaguer.....	114
Figure 36. Grade 1 (a) and grade 2 (b) Schmörl nodes (grades according to Knüsel et al. 1997) found in two vertebrae from Santa Coloma d'Àger.	118
Figure 37. Periostitis found in the tibia of a non-adult skeleton from Vall d'Uixó.	119
Figure 38. Possible osteomyelitis found secondary to trauma at a proximal femur (a) which presents sclerotic bone formation, porosity and a cloaca (b). Found in a skeleton from Santa Coloma d'Àger.....	121

Figura 39. Esqueletos UE 49 y UE 101, que ilustran los diferentes estados de conservación esquelética observados en las tumbas excavadas durante el periodo de intervenciones de los años 2019-2021. Fotografías realizadas por J. Olivé Busom. .	141
Figura 40. Uno de los dos casos de superposición de tumbas, que afectaba a los esqueletos UE 124 y 31. Fotografía realizada por J. Olivé Busom.....	143
Figura 41. Ejemplos de los indicadores esqueléticos de los procesos tafonómicos observados en los esqueletos excavados: a) verticalización de la clavícula debida a fuerzas de compresión; b) mantenimiento de la conexión anatómica vertebral y tempomandibular; c) mantenimiento de la conexión anatómica de la columna vertebral y costillas planas; d) conexión estricta entre la pelvis y el fémur. Estos indicadores se han seleccionado de Duday (2006) y Duday y colegas (2009). Fotografías realizadas por J. Olivé Busom.	144
Figura 42. Planimetría del sector de la maqbara excavada entre los años 2019 y 2021. Planimetría proporcionada por C. Brusau.	145
Figura 43. Fosa de inhumación HA6, en la que se identifican un individuo principal (a) y elementos óseos que por repetición no pueden corresponder a este (b).	151
Figura 44. Planimetría de los esqueletos recuperados durante la excavación del sondeo 32 (intervención del año 1993). Aunque el norte no queda indicado en la planimetría original, la orientación de los esqueletos permite sugerirlo. Modificado de Pròleg (s.f.).	153
Figura 45. Mortalidad por rangos de edad en la población de Balaguer.....	154
Figura 46. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Balaguer.....	166
Figura 47. Fusión anterolateral de dos vértebras torácicas con recrecimientos óseos (a). Las superficies observables de los discos vertebrales afectados no presentan fracturas o herniaciones (b-c), aunque una de ellas presenta daños post mortem (c).	169
Figura 48. Callo óseo, porosidad (a) y fractura mal alineada(b) en una costilla de un individuo de Balaguer.	173
Figura 49. Traumatismo en el cráneo de un individuo de Balaguer.....	173
Figura 50. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Balaguer.	177
Figura 51. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmörl en la población de Balaguer.	178
Figura 52. Planimetría de la intervención del año 1997 en Santa Coloma d'Àger junto a los datos biológicos (sexo y edad) obtenidos de cada individuo.	187
Figura 53. Mortalidad por rangos de edad en la población de Santa Coloma d'Àger.	188
Figura 54. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Santa Coloma d'Àger.	200
Figura 55. Radio derecho de un individuo adulto maduro que presenta una modificación en la superficie articular distal y radio izquierdo del mismo individuo, que presenta una superficie articular distal con una morfología normal.....	207
Figura 56. a) Callo óseo y proyección ósea con evidencias de remodelación observadas en el individuo estudiado b) Ejemplo de proyección supratroclear adaptado de Mann y Hunt (2019).....	208
Figura 57. a) Epifisis distales del cúbito y radio izquierdos. Se aprecian la ausencia del proceso estiloides del cúbito (1), la fractura distal del radio (2), y la artrosis desarrollada en el punto de articulación de ambos huesos (3). b) Radiografía en la que se señala la zona del radio fracturada.	209
Figura 58. a) Traumatismo con depresión en el hueso frontal del individuo. Se observan reacción perióstica y porosidad (1), discontinuidad entre la depresión y el resto del cráneo (2) y bordes suaves y regulares en la apertura (3). b) Radiografía donde se	

señala la zona afectada y la menor densidad ósea sintomática de la soldadura del hueso.	211
Figura 59. Posible osteomielitis secundaria a traumatismo en fémur proximal (a) que presenta formación ósea esclerótica, porosidad y una posible cloaca (b).	214
Figura 60. Posible proceso infeccioso localizado en la clavícula medial derecha de un individuo de Santa Coloma d'Àger caracterizado por la proliferación de hueso esclerótico, porosidades y una proyección ósea en el ángulo inferior.	214
Figura 61. Sexta vértebra lumbar transicional observada en un esqueleto de Santa Coloma d'Àger (a) y en un esqueleto de Vall d'Uixó (b); se señala el proceso transversal displásico unilateral.....	215
Figura 62. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Santa Coloma d'Àger.	216
Figura 63. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmörl en la población de Santa Coloma d'Àger.	217
Figura 64. Mortalidad por rangos de edad en la población de Vall d'Uixó.	225
Figura 65. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Vall d'Uixó.	237
Figura 66. Reacción perióstica tibial (a), orbital (b) y mandibular (c) observada en el individuo que presenta un posible caso de escorbuto.	240
Figura 67. Anquilosis de la columna vertebral (a), fusión manubrioesternal (b) y posible infección de la cabeza humeral (c) en un individuo de Vall d'Uixó.	245
Figura 68. Callo óseo observado en la fractura de cúbito de un individuo de Vall d'Uixó. Se puede apreciar también la pequeña apertura sobreimpuesta al callo óseo.....	246
Figura 69. Dos de los traumatismos hallados en la población de Vall d'Uixó. Incisión en la órbita izquierda (a) y posible fractura en una mandíbula edéntula (b) acompañada por una pérdida de densidad ósea y porosidad en la zona superior al mentón.	247
Figura 70. Perforación, porosidad y hueso no organizado observados en el hueso temporal derecho de un individuo de Vall d'Uixó, que también presenta una coloración verdosa alrededor de la perforación.....	250
Figura 71. Oído medio derecho de un individuo de Vall d'Uixó que muestra una conservación normal de su estructura. a) Vista de las estructuras del oído medio. Notas: ri, muesca de Rivenus; ro, techo del aqueductus fallopii (canal para el nervio facial); tt, canal para el tensor tympani; ov, ventana ovalada; pc, processus cochleariformis; r, ventana redonda; pr, promontorio; gr, ranura para plexo timpánico. b) Vista general del conducto auditivo y aspectos postero-superior del oído medio, que muestra la lesión erosiva que conecta con la perforación.....	251
Figura 72. Radiografía de ambos huesos temporales del individuo afectado 60 kV x6,4 mAh. a) Vista lateral del hueso temporal izquierdo. La flecha apunta a la apófisis mastoide. b) Vista lateral del hueso temporal derecho patológico. Las celas aéreas mastoideas muestran hueso diploico. Las flechas apuntan a la apófisis mastoide (1), que se amplía dentro del círculo, y los bordes de la perforación (2).....	251
Figura 73. Sexta vértebra lumbar transicional observada en un esqueleto de Santa Coloma d'Àger (a) y en un esqueleto de Vall d'Uixó (b); se señala el proceso transversal displásico unilateral.....	252
Figura 74. Vista superior de la superficie articular del húmero afectado (a) junto a su perfil (b) y artrosis grave observada en el glenoide correspondiente (c).....	253
Figura 75. Fémur distal de un individuo de Vall d'Uixó con un posible caso de neoplasia en forma de depresión con ausencia de reacción ósea, posible quiste unicameral o condroblastoma.	255
Figura 76. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Vall d'Uixó.	256

Figura 77. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmörl en la población de Vall d'Uixó.	257
Figura 78. Frecuencias de conservación esquelética de diversas regiones óseas en las tres poblaciones estudiadas. En las extremidades solamente se contabilizan los huesos largos.....	260
Figura 79. Distribución demográfica de las poblaciones estudiadas. Los rangos de edad se expresan en años.....	265
Figura 80. Distribución demográfica de diferentes poblaciones medievales peninsulares según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).....	270
Figura 81. Gráfico lineal con la mortalidad observada en las tres poblaciones estudiadas. Los rangos de edad se expresan en años.	272
Figura 82. Frecuencias de los rasgos no-métricos de las poblaciones ibéricas seleccionadas para la comparación. Códigos de los yacimientos: AE= Avenida España (ss. X-XII, Eivissa; Girdwood et al. 2015); AL= A Lanzada (ss. II-VI, Pontevedra; López-Costas 2012); BLG= Balaguer (Lleida); CF1= Can Fonoll (ss. X-XIII, Eivissa; Springs-Pacelli y Márquez-Grant 2010); CF2= Can Fonoll (ss. X-XIII, Eivissa; Gidrwood et al. 2015); CO= Coimbra (ss. XIX-XX, Coimbra; Marado y Silva 2018); CR= Can Reiners (ss. VII-X, Mallorca; García Sívoli 2009); IDP=S'Illot des Porros (ss. VI-II a.C., Mallorca; Malgosa 1992); LT= La Torrecilla (ss. IX-XIV, Granada; Al Oumaoui 2009); OU= Ouvia (ss. III-XIII, Pontevedra; López-Costas 2012); PS= Palacios de la Sierra (ss. XI-XIII, Burgos; Al Oumaoui 2009); PV= plaza Vella (ss. XVI-XVIII, Barcelona; Jordana y Malgosa 2002); SB= San Bartolomé (s. XIII, Pontevedra; López-Costas 2012); SBM= Sahl Ben Malik (ss. XI-XV, Granada; Al Oumaoui 2009); SCA= Santa Coloma d'Àger (Lleida); SM= Santa María (ss. XIII-XVIII, Pontevedra; López-Costas 2012); SP1= Sant Pere de Terrassa (ss. IV-VIII, Barcelona; Jordana 2004); SP2= Sant Pere de Terrassa (ss. IX-XIII, Barcelona; Jordana 2004); TB= Tossal de les Basses (ss. VIII-IX, Alacant; Laguillo et al. 2009); VDU= Vall d'Uixó; VS= Villanueva de Soportilla (ss. IX-XIII, Burgos; Al Oumaoui 2009). Códigos de los rasgos no-métricos: BC= Canino de Bushman; CCM1= Cúspide de Carabelli; EB= hueso epitérico; IGI2= fosas de interrupción en los incisivos laterales; SOF= foramen supraorbital; SSI= incisivos en pala; VS= fosa de vasto).....	275
Figura 83. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD.	282
Figura 84. Dispersión entre las necrópolis estudiadas en función de sus coeficientes MMD y la distancia geográfica en kilómetros.	283
Figura 85. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD calculado solamente a partir de los rasgos dentales.	285
Figura 86. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la posición y relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD calculado solamente a partir de los rasgos poscraneales.	286
Figura 87. Localización de las poblaciones utilizadas para la comparación de las frecuencias de las diferentes patologías bucodentales estudiadas. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); 2. Granollers (ss. IX-XIII); 3. Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. Les Goges (ss. VII-IX); 5. L'Esquerda (Medieval); 6. Tauste (ss. VIII-X); 7. Pamplona (ss. VIII); 8. Xàtiva (s. X); 9. Tossal de les Basses (ss. VIII-IX); 10. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 11. El Fontanar (s. X); 12. Xarea (ss. XII-XIV); 13. San Nicolás de Ávila (ss. X-XIV); 14. San Nicolás de Bari (ss. XIV-XV); 15. San Benito y Santo Tomé (ss. XII-XV); 16. San Andrés de Arroyo (ss. XII-XIV); 17. Santa María la Real (ss. XI-XV); 18. Alto de la Ermita (s. XVIII); 19. Guardo y San Miquel de Escalda (ss. XV-XVIII); 20.	

Santiago Maior (ss. XVI-XIX); 21. Sahl ben Malik (ss. XI-XV); 22. La Torrecilla (ss. IX-XIV).	291
Figura 88. Comparación de las frecuencias de caries dental obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. En Sahl ben Malik, La Torrecilla, Pamplona y Tauste se presentan por individuo y no por diente observado. (Vives 1982; Brandi 1992; Mestre et al. 1996; Pujol y Campillo 1996; Robledo 1998: 207; Negre et al. 2003; Fadrique et al. 2005; Lacalle y Guijo 2006; Jordana 2007: 220; Laguillo et al. 2009; Montiano 2010; de Miguel 2016: 315-316; Gutiérrez et al. 2016; López-Morango 2020).....	294
Figura 89. Comparación de las frecuencias de pérdidas dentales ante mortem obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. (Brandi 1992: 231; Robledo 1998: 206; Fadrique et al. 2005; Jordana 2007:222).	295
Figura 90. Comparación de las frecuencias de cálculo dental obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. (Brandi 1992: 152; Fadrique et al. 2005; Jordana 2007:222). ⁶	296
Figura 91. Comparación de las frecuencias de cavidades periapicales obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. (Brandi 1992: 219; Robledo 1998: 206; Jordana 2007:223).	297
Figura 92. Comparación de las frecuencias de periodontitis obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. (Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007:221; Laguillo et al. 2009).....	298
Figura 93. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de las frecuencias de los diferentes marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo estudiados. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); 2. Tarragona (ss. III-VII); 3 Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. partida de Lledó (ss. XI-XIII); 5. Burriana (ss. XI-XIII); 6. Benipeixcar (ss. XV-XVI); 7. Pamplona (s. VIII); 8. Xàtiva (s. X); 9. Can Fonoll (ss. X-XIII); 10. Can Reiners (ss. X-XII); 11. El Fontanar (s. X); 12. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 13. San Nicolás de Ávila (ss. X-XIV); 14. La Torrecilla (ss. IX-XIV); 15. Maro (ss. VIII-XV); 16. La Rauda (ss. XI-XIII); 17. La Almoína (ss. VI-X); 18. Uceda (ss. XV); 19. San Lázaro y Santa Teresa de Toledo (ss. VIII-XI); 20. Pontevedra (ss. XIII-XVIII); 21. Capela do Pilar (ss. X-XII); 22. Adro Vello (ss. XIV-XVI).	302
Figura 94. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte observadas en otras poblaciones peninsulares de cronología medieval (Brandi 1992; Pujol y Campillo 1996; Negre et al. 2003; Lacalle y Guijo 2006; Jordana 2007; López-Morango 2020).	306
Figura 95. Frecuencias de criba orbitaria observadas en otras poblaciones peninsulares de cronología medieval (Souich 1979; Lalueza et al. 1993; Pujol y Campillo 1996; Lacalle y Guijo 2006; Polo et al. 2008; Polo et al. 2013; Puchalt 2017; de Miguel 2020b; Sánchez-Aparcero et al. 2020; Mangas-Carrasco y López Costas 2021).	307
Figura 96. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de las frecuencias de los diferentes marcadores relacionados con la actividad física y el modo de vida estudiados. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); (ss. IX-XIII); 3. Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. Villanueva de Soportilla (ss. IX-XIII); 5. Logroño (ss. XI-XII); 6. Can Reiners (ss. X-XII); 7. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 8. Marroquíes Bajos (ss. IX-XIII); 9. Maro (ss. VIII-XV); 10. La Torrecilla (ss. IX-XIV); 11. El Fontanar (s. X); 12. Santarem (ss. VIII-XII).	310
Figura 97. Frecuencias de nódulos de Schmörl observadas en poblaciones peninsulares medievales.	314

Figura 98. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las muestras de fauna.	324
Figura 99. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de fauna. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de fauna (Shapiro-Wilk= 0,83; t de Student $p < 0,01$; Wilcoxon $p < 0,01$; Correlación de Spearman $r = 0,39$ $p = 0,29$; Correlación de Pearson $r = 0,64$ $p = 0,09$).	328
Figura 100. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento.	333
Figura 101. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento.	335
Figura 102. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer.	339
Figura 103. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer.	341
Figura 104. a) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Santa Coloma d'Àger. b) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Santa Coloma d'Àger.	343
Figura 105. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las muestras de Vall d'Uixó y comparación con la fauna del yacimiento.	345
Figura 106. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Vall d'Uixó y comparación con la fauna del yacimiento. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Vall d'Uixó y comparación con la fauna del yacimiento.	350
Figura 107. a) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Vall d'Uixó. b) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Vall d'Uixó. En ambos gráficos los individuos de edad inferior a los 10 años se señalan con flechas.	352
Figura 108. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de las tres poblaciones estudiadas y la fauna de Balaguer y Vall d'Uixó. Se incluyen los individuos menores de 5 años.	354
Figura 109. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de las tres poblaciones estudiadas y comparación con la fauna de cada yacimiento b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de las tres poblaciones estudiadas y comparación con la fauna de cada yacimiento. Se incluyen los individuos menores de 5 años.	356
Figura 110. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$. 1) Gandía; 2) Las Gobas; 3) Aistra; 4) Treviño; 5) Dulantzi; 6) Zaballa; 7) Zornoztegi; 8) Palacios de la Sierra; 9) Terrassa visigoda; 10) Terrassa feudal; 11) Asturias; 12) Segorbe; 13) 33 Bartomeu Vicent Ramon; 14) Es Soto; 15) Can Fonoll; 16) Tauste; 17) La Torrecilla; 18) Écija; 19) Tossal de les Basses; 20) El Raval; 21) Benipeixar; 22) Valencia; 23) Zaragoza; 24) Lisboa; 25) Pontevedra; 26) A Lanzada; 27) Capela do Pilar; 28) Boadilla.	358
Figura 111. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de Balaguer con poblaciones cercanas.	360
Figura 112. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de Santa Coloma d'Àger con poblaciones cercanas.	361

Figura 113. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de Vall d'Uixó con poblaciones cercanas.....	363
Figura 114. Comparación de los valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y en las poblaciones de comparación en función de su credo.	365
Figura 115. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos de la fauna de los asentamientos estudiados y empleados en la comparación. a) Fauna procedente de asentamientos islámicos b) Fauna procedente de asentamientos cristianos.	366
Figura 116. Comparación de los valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y en las poblaciones de comparación en función de su contexto rural o urbano.	367
Figura 117. Comparación de los valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y en las poblaciones de comparación en función de su localización en el noreste o sureste peninsular.	371
Figura 118. Comparación de la movilidad humana y animal entre las tres poblaciones estudiadas y la población islámica ibicenca de Capela do Pilar. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$	375
Figura 119. Comparación de la movilidad humana y animal entre las tres poblaciones estudiadas y la población islámica ibicenca de Es Soto. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$	376

Índice de tablas

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano realizadas en esqueletos procedentes del yacimiento de Santa Coloma d'Àger.....	63
Table 2. Categories established for the sex assessment of the studied skeletons.	77
Table 3. Ranges of biological age estimated for the skeletons and their conversion to nominal categories.....	81
Table 4. Age categories proposed by Vallois (1960).	82
Table 5. Description of each non-metric trait employed in the study.....	93
Table 6. Sample IDs and available biological information (sex and age) for each analysed sample.....	132
Tabla 7. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos del yacimiento de Pla d'Almatà (Balaguer).....	136
Tabla 8. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos del yacimiento de Santa Coloma d'Àger (Àger).....	138
Tabla 9. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos de Vall d'Uixó.....	139
Tabla 10. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Balaguer.	146
Tabla 11. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Balaguer. Dos esqueletos no adultos y dos esqueletos de sexo femenino no se pudieron evaluar debido a la baja conservación del esqueleto.	147
Tabla 12. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Balaguer.CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.	147
Tabla 13. Fosas de inhumación con más de un individuo representado en la población de Balaguer.	151
Tabla 14. Distribución por sexo y edad de la población de Balaguer.	154
Tabla 15. Tabla de mortalidad de la población de Balaguer.....	156
Tabla 16. Estatura media de la población de Balaguer teniendo en cuenta todas las mediciones óseas disponibles.	157
Tabla 17. Estatura media de la población de Balaguer por hueso medido.	157
Tabla 18. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Balaguer.	157
Tabla 19. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Balaguer clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	159
Tabla 20. Estatus dentario de la población de Balaguer.	160
Tabla 21. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Balaguer.	161
Tabla 22. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Balaguer. Las lateralidades y ubicación inferior/ superior se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas. *Se ha empleado el test χ^2	162
Tabla 23. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2	163
Tabla 24. Frecuencias de cálculo dental en la población de Balaguer.	164
Tabla 25. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Balaguer.	164
Tabla 26. Frecuencias de periodontitis en la población de Balaguer.....	165
Tabla 27. Frecuencias de criba orbitaria en la población de Balaguer.	167
Tabla 28. Distribución de la artrosis en la población de Balaguer.	170
Tabla 29. Distribución de la artrosis vertebral y apendicular por muestras sexuales en la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2	171

Tabla 30. Distribución de la artrosis vertebral y apendicular por muestras etarias en la población de Balaguer.	172
Tabla 31. Descripción y frecuencia de las fracturas ante mortem encontradas en la población de Balaguer.	172
Tabla 32. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Balaguer.....	174
Tabla 33. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2	175
Tabla 34. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Santa Coloma d'Àger.....	179
Tabla 35. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Santa Coloma d'Àger.....	180
Tabla 36. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Santa Coloma d'Àger. CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.....	180
Tabla 37. Enterramientos con más de un individuo representado en la población de Santa Coloma d'Àger.....	183
Tabla 38. Distribución por sexo y edad de la población de Santa Coloma d'Àger.	185
Tabla 39. Tabla de mortalidad de la población de Santa Coloma d'Àger.	189
Tabla 40. Estatura media de la población de Santa Coloma d'Àger teniendo en cuenta todas las mediciones óseas disponibles.	190
Tabla 41. Estatura media de la población de Santa Coloma d'Àger por hueso medido.	190
Tabla 42. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Santa Coloma d'Àger.	191
Tabla 43. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Santa Coloma d'Àger clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	192
Tabla 44. Estatus dentario de la población de Santa Coloma d'Àger.	193
Tabla 45. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Santa Coloma d'Àger.	194
Tabla 46. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Santa Coloma d'Àger. Las lateralidades se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas. *Se ha empleado el test χ^2	195
Tabla 47. Frecuencias de caries dental en la población de Santa Coloma d'Àger divididas por grupo de edad. *Se ha empleado el test χ^2	196
Tabla 48. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2	196
Tabla 49. Frecuencias de cálculo dental en la población de Santa Coloma d'Àger... ..	197
Tabla 50. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Santa Coloma d'Àger.	197
Tabla 51. Frecuencias de periodontitis en la población de Santa Coloma d'Àger.	198
Tabla 52. Frecuencias criba orbitaria en la población no adulta de Santa Coloma d'Àger.	201
Tabla 53. Frecuencias criba orbitaria por grupos de edad en la población no adulta de Santa Coloma d'Àger.....	201
Tabla 54. Frecuencias criba orbitaria en la población adulta de Santa Coloma d'Àger.	202
Tabla 55. Distribución de la artrosis en la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2	203
Tabla 56. Distribución de la artrosis apendicular por muestras sexuales y etarias en la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2	205

Tabla 57. Distribución de la artrosis vertebral por muestras sexuales y etarias en la población de Santa Coloma d'Àger.....	206
Tabla 58. Descripción y frecuencia de las fracturas ante mortem encontradas en la población de Santa Coloma d'Àger.....	207
Tabla 59. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Santa Coloma d'Àger.	212
Tabla 60. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Santa Coloma d'Àger.....	213
Tabla 61. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Vall d'Uixó.....	219
Tabla 62. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Vall d'Uixó.	219
Tabla 63. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Vall d'Uixó. CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.....	220
Tabla 64. Fosas de inhumación con más de un individuo representado en la población de Vall d'Uixó.....	223
Tabla 65. Distribución por sexo y edad de la población de Vall d'Uixó.	224
Tabla 66. Tabla de mortalidad de la población de Vall d'Uixó.	226
Tabla 67. Estatura media de la población de Vall d'Uixó teniendo en cuenta todas las medidas óseas disponibles.....	227
Tabla 68. Estatura media de la población de Vall d'Uixó por hueso medido.	227
Tabla 69. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Vall d'Uixó.....	228
Tabla 70. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Vall d'Uixó clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	229
Tabla 71. Estatus dentario de la población de Vall d'Uixó.....	230
Tabla 72. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Vall d'Uixó.	231
Tabla 73. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Vall d'Uixó. Las lateralidades se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas. *Se ha empleado el test χ^2	232
Tabla 74. Comparación de las frecuencias de caries dental en la población de Vall d'Uixó según los grupo de edad. *Se ha empleado el test χ^2	233
Tabla 75. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2	233
Tabla 76. Frecuencias de cálculo dental en la población de Vall d'Uixó.....	234
Tabla 77. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Vall d'Uixó.....	234
Tabla 78. Frecuencias de periodontitis en la población de Vall d'Uixó.	235
Tabla 79. Frecuencias criba orbitaria en la población no adulta de Vall d'Uixó.	238
Tabla 80. Frecuencias criba orbitaria por grupos de edad en la población no adulta de Vall d'Uixó.....	238
Tabla 81. Frecuencias criba orbitaria en la población adulta de Vall d'Uixó.	238
Tabla 82. Casos de hiperostosis porótica observados en la población de Vall d'Uixó.	240
Tabla 83. Distribución de la artrosis en la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2	241
Tabla 84. Distribución de la artrosis apendicular por muestras sexuales y etarias en la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2	242
Tabla 85. Distribución de la artrosis vertebral por muestras sexuales y etarias en la población de Vall d'Uixó.....	243

Tabla 86. Descripción y frecuencia de las fracturas ante mortem encontradas en la población de Vall d'Uixó.....	245
Tabla 87. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Vall d'Uixó.	247
Tabla 88. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Vall d'Uixó.	248
Tabla 89. Resumen de los casos de periostitis hallados en la población de Vall d'Uixó.	249
Tabla 90. Resumen de la conservación media del hueso cortical, fragmentación e índice de conservación observados en las tres poblaciones estudiadas. *Se expresa la media ** según Walkery colegas (1988).....	260
Tabla 91. Diferencia en los porcentajes de conservación de diversas regiones óseas entre las tres poblaciones estudiadas.	261
Tabla 92. Tipos de agrupación por grupos de edad (adulto y no adulto) observados en las tumbas no individuales de los yacimientos estudiados.	262
Tabla 93. Distribución sexual de los individuos analizados en diversos estudios bioarqueológicos de poblaciones medievales peninsulares islámicas y cristianas. Adaptado y ampliado de Molero-Rodrigo (2017:116). (Vives 1982; Mestre et al. 1996; Fadrique et al. 2005; Jordana 2007: 64; García Collado 2020: 83,106; Gracia 2021:232).	264
Tabla 94. Distribución demográfica de la población de Balaguer según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).	267
Tabla 95. Distribución demográfica de la población de Santa Coloma d'Àger según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).....	268
Tabla 96. Distribución demográfica de la población de Vall d'Uixó según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).	269
Tabla 97. Rasgos no-métricos estudiados y sus frecuencias por población (Frec. = frecuencia). *El asterisco indica que no se han empleado en el cálculo del coeficiente MMD.	273
Tabla 98. Frecuencias de aparición de los cuatro rasgos no-métricos singularizados en las poblaciones estudiadas junto a las frecuencias típicas de aparición de los mismos rasgos en diferentes poblaciones de zonas geográficas concretas según los datos proporcionados en las publicaciones de Scott y Turner (1997) y Hanihara (2008)....	277
Tabla 99. Frecuencias características de los rasgos no-métricos de los perfiles asiático y africano en las poblaciones estudiadas. En gris se representan aquellas frecuencias que pueden ser compatibles con alguno de los perfiles de morfología dental.	278
Tabla 100. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Balaguer clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	279
Tabla 101. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Santa Coloma d'Àger clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	280
Tabla 102. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Vall d'Uixó clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).	280
Tabla 103. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha).	281
Tabla 104. Distancia geográfica expresada en kilómetros entre las tres poblaciones estudiadas.	282
Tabla 105. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos craneales.	284

Tabla 106. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos dentales.....	284
Tabla 107. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos poscraneales.	285
Tabla 108. Número de observaciones realizadas en cada población para cada grupo de rasgos.....	286
Tabla 109. Resumen de las patologías bucodentales observadas en las tres poblaciones estudiadas. La escala de grises indica la mayor o menor afectación de cada patología bucodental en las poblaciones. *El asterisco indica que solamente se han tenido en cuenta individuos adultos.....	292
Tabla 110. Frecuencias de caries dental observadas en la población de Vall d'Uixó en comparación con poblaciones cristianas peninsulares de cronología similar.	295
Tabla 111. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Balaguer (BLG) y la media obtenida de las poblaciones cristianas de comparación (†).....	303
Tabla 112. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Santa Coloma d'Àger (SCA) y la media obtenida de las poblaciones cristianas de comparación (†).	304
Tabla 113. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Vall d'Uixó (VDU) y la media obtenida de las poblaciones islámicas andalusíes de comparación (Ⓜ).	304
Tabla 114. Estaturas medias por población y sexo estimadas en diferentes poblaciones peninsulares de cronología medieval.	305
Tabla 115. Resumen de las frecuencias de artrosis observadas en las tres poblaciones estudiadas.	311
Tabla 116. Resumen de las frecuencias de fracturas y nódulos de Schmörl observadas en las tres poblaciones estudiadas junto a las frecuencias obtenidas en otras poblaciones de comparación. * El asterisco corresponde a frecuencias expresadas por individuo.	313
Tabla 117. Contenido elemental del colágeno en los individuos analizados de cada población.	320
Tabla 118. Indicadores de calidad del colágeno en los individuos analizados de cada población.	321
Tabla 119. Relación de las muestras de fauna empleadas en este estudio. * Debido al estado de conservación del colágeno, estas muestras no se pudieron analizar.....	322
Tabla 120. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras de fauna procedentes de Vall d'Uixó.	323
Tabla 121. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Balaguer.....	330
Tabla 122. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Balaguer.	330
Tabla 123. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Balaguer.....	336
Tabla 124. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Santa Coloma d'Àger analizados. ⌘ Estos individuos, menores de 5 años, se han excluido de los cálculos con tal de evitar representar la señal de amamantamiento o destete.....	337
Tabla 125. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Santa Coloma d'Àger. En los valores medios, máximo y mínimo no se han incluido los individuos menores de 5 años para evitar incluir señales isotópicas procedentes del destete y el amamantamiento.	337

Tabla 126. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Santa Coloma d'Àger.	341
Tabla 127. Resumen de los valores isotópicos de dos individuos no adultos analizados en Santa Coloma d'Àger.	342
Tabla 128. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Vall d'Uixó analizados. *No se han podido realizar análisis de $\delta^{34}\text{S}$. α Estos individuos, menores de 5 años, se han excluido de los cálculos con tal de evitar representar la señal de amamantamiento o destete.	343
Tabla 129. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Vall d'Uixó. En los valores medios, máximo y mínimo no se han incluido los individuos menores de 5 años para evitar incluir señales isotópicas procedentes del destete y el amamantamiento.	344
Tabla 130. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Vall d'Uixó.	350
Tabla 131. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos adultos y no adultos procedentes de Vall d'Uixó. Se incluyen los dos individuos de edad inferior a 5 años.	351
Tabla 132. Valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las tres poblaciones estudiadas en comparación a los grupos poblacionales empleados en la comparación. *Estas poblaciones son de cronología mudéjar.	357

Resumen

El periodo de al-Andalus introdujo una nueva religión, poblaciones y orden político en la Península Ibérica, así como una serie de novedades en las costumbres, los conocimientos médicos y los alimentos disponibles para la dieta, que llegaron a todos los sectores de la sociedad. La posterior conquista feudal de los territorios de al-Andalus también conllevó cambios de orden político, económico y social y, en el caso del Reino de Valencia, la coexistencia entre la población andalusí, convertida en minoría, y los colonos procedentes de los reinos cristianos.

Las comunidades que formaban parte de al-Andalus y las aljamas del Reino de Valencia dejaron como testimonio directo de sus vidas y los procesos que vivieron los cementerios en los que se enterraban y sus propios restos esqueléticos. Los cementerios no solo reflejan el rito funerario y las creencias de una comunidad sino que también pueden ser indicativos de su organización social y/o familiar, mediante el tipo de tumbas que se registran y su posible agrupación, y de la misma perduración de una población en un territorio. Por otro lado, los esqueletos son un reflejo, aunque sesgado, de la población que un día vivió y como tales pueden ser informativos de su distribución paleodemográfica, su ascendencia y movilidad, su modo de vida y actividad física, las enfermedades que padecían y su dieta.

El objetivo de esta tesis doctoral es caracterizar dos comunidades que habitaron la Frontera Superior de al-Andalus, Santa Coloma d'Àger y Balaguer, y una comunidad que vivió como parte de una aljama mudéjar del Reino de Valencia, Vall d'Uixó, mediante sus restos esqueléticos y el registro funerario de los cementerios en los que estos se alojaban. Para realizar esta caracterización, las tres poblaciones se estudian a nivel funerario, antropológico e isotópico, y además, los resultados obtenidos se comparan con los publicados sobre otras poblaciones medievales peninsulares, islámicas y cristianas, para poder comprender mejor los datos que se han obtenido de cada población. Mediante este estudio también se pretende determinar hasta qué punto las diferencias en la religión, las costumbres y el acceso a recursos, así como el contexto socioeconómico, político y ecológico que influyeron en estos, condicionaron la salud, el modo de vida y la dieta de las tres poblaciones estudiadas.

Abstract

The Al-Andalus period introduced a new religion, peoples, and political order in the Iberian Peninsula, as well as a series of innovations in habits, medical knowledge, and the kinds of food that were consumed. To a larger or lesser extent, these novelties reached all sectors of society. The posterior feudal conquest of the territories of Al-Andalus also led to political, economic and social changes and, in the case of the Kingdom of Valencia, the coexistence between the Andalusian population, which became a minority, and the settlers from the Christian kingdoms.

As a direct evidence of the lives of the communities that were part of Al-Andalus and the aljamas of the Kingdom of Valencia we now have, amongst others, the cemeteries in which they were buried and their own skeletal remains. Cemeteries do not only reflect the funerary rite and beliefs of a community but can also be indicative of its social organisation and/or kinship relations, through the types of graves that are recorded and their possible groupings. They can also attest to the persistence of a population in a territory. On the other hand, the skeletal human remains found in said cemeteries are a reflection, albeit biased, of the population that once lived and as such they can be informative about their paleodemographic distribution, their ancestry and mobility, their way of life and physical activity, the diseases they suffered, and their diet.

The aim of this doctoral dissertation is to characterise two communities that inhabited the Upper Frontier of Al-Andalus, Santa Coloma d'Àger and Balaguer, and a community that lived as part of a Mudejar community of the Kingdom of Valencia, Vall d'Uixó, through their skeletal remains and the funerary registry of the cemeteries in which they were recovered. To carry out this characterisation, the three populations are studied at a funerary, anthropological and isotopic level. In addition, the obtained results are compared with those published for other mediaeval Iberian populations, both Islamic and Christian, in order to better understand each studied population. This research also aims to determine to what extent the differences in religion, habits, and access to resources, as well as the socio-economic, political, and ecological contexts that influenced these, conditioned the health, lifestyle and diet of the three studied populations.

1. Objetivos de la tesis

Esta tesis consiste en el estudio bioarqueológico de tres poblaciones esqueléticas procedentes de la ciudad andalusí de Balaguer (Lleida), la necrópolis rural cristiana de Santa Coloma d'Àger (Àger, Lleida) y las alquerías mudéjares de Vall d'Uixó (Castelló). Las dos primeras tienen como marco cronológico el período andalusí y como marco territorial el noreste peninsular, conocido durante ese periodo como Frontera Superior de al-Andalus. Los esqueletos procedentes de las dos *maqābir* de Vall d'Uixó estudiados son de cronología mudéjar y corresponden a una población del Reino de Valencia, tras la conquista del *šarq* al-Andalus. Estas tres colecciones no fueron elegidas en función de criterios concretos sino que simplemente se produjo la oportunidad de estudiarlas por razones diversas en cada caso, como se verá. Sin embargo, las características de cada una de las poblaciones, por su rito de inhumación, cronología y procedencia geográfica ofrecían la posibilidad de plantear cuestiones comparativas de gran interés y, por lo tanto, diseñar unos objetivos que aunque inicialmente estaban condicionados por la oportunidad y no por unos criterios arqueológicos, históricos o antropológicos, tenían coherencia y un gran potencial.

Madīna Balaghí, nombre por el que era conocida Balaguer durante el periodo andalusí, vio su génesis probablemente entre los siglos VIII y IX y fue conquistada por los ejércitos feudales a inicios del siglo XII, momento en que el yacimiento de Pla d'Almatà fue abandonado. El estudio de la población islámica de Balaguer constituye una oportunidad excepcional, ya que, hasta el momento, es una de las pocas poblaciones urbanas de la Frontera Superior cuya *maqbara* ha sido localizada, ha podido ser excavada y cuyos restos óseos se han analizado exhaustivamente.

El sistema defensivo de la ciudad y la configuración y evolución de la misma han sido estudiados por diversos historiadores y arqueólogos. Debe destacarse el estudio arqueológico, arquitectónico e histórico del sistema constructivo de las murallas, el *hişn* y la extensión que delimitan iniciado por L. Díez-Coronel (1968), ampliado por C. Erwert (1979) y seguido por J. Giralt (1991; 1994) y Esco y colegas (1988). En paralelo, desde el año 1982 hasta la actualidad, el Museu de la Noguera, junto al Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, ha impulsado una serie de sondeos y excavaciones en extensión realizados en el castillo y el sistema defensivo de Balaguer, el barrio residencial, la muralla oeste, el barrio artesano y la *maqbara* sureste. Todas estas intervenciones han resultado en grandes avances para el conocimiento de la ciudad andalusí (Alós et al. 2007a; Alós 2010; Alós et al. 2015).

Los estudios anteriores a este también han descrito las áreas funerarias de la ciudad a través de los resultados obtenidos en diferentes campañas de excavación (Camats et al. 2015). Sin embargo, hasta el momento no se había realizado un estudio integral de los esqueletos islámicos de Balaguer que incluyera tanto su información funeraria como los datos de carácter biológico (sexo, edad, estatura y rasgos no-métricos), patológico, de movilidad y dietario. En este sentido, pues, la presente tesis doctoral constituye un avance importante y necesario en el conocimiento de *madīna* Balaghí, ya que aporta información hasta ahora desconocida sobre sus habitantes. El estudio bioarqueológico de la población de Balaguer se enmarca en un proyecto de investigación llevado a cabo por el Museu Noguera y la Universitat Autònoma de Barcelona que tiene por objetivo estudiar arqueológicamente la fundación, el desarrollo y el abandono de la ciudad andalusí.¹ Así, en este caso, la oportunidad de estudio la ofrecía un proyecto que se iniciaba prácticamente en el mismo momento que esta tesis doctoral. Por este motivo, fui incorporada en él como responsable de la excavación de la *maqbara* a partir del año 2019.

La necrópolis cristiana de Santa Coloma d'Àger, de contexto rural, se mantuvo en uso desde del siglo V hasta el siglo XI. Por lo tanto, corresponde a una población que, tras la conquista islámica de inicios del siglo VIII, no se convirtió al islam y cuyo asentamiento resta aun por identificar.

El yacimiento arqueológico de Santa Coloma d'Àger fue descubierto en 1901 mediante la identificación de varios sarcófagos de piedra. A partir de entonces, se han realizado varias excavaciones arqueológicas en diferentes puntos del yacimiento, que han dejado a la luz diversos tipos de estructuras funerarias y restos arquitectónicos que pueden corresponder a un complejo basilical dedicado a Santa Coloma. A nivel histórico, el poblamiento del Valle de Àger durante el periodo islámico ha sido objeto de estudio por parte de A. Benet i Clarà (1983; 1994) y D. Bramon (2001), mientras que el castillo de Àger, para el que se ha planteado una asociación con la necrópolis, ha sido estudiado por F. Fité (1994). Más recientemente, la evolución paisajística del Valle de Àger durante el medievo ha sido objeto de una tesis doctoral (Porcheddu 2017). No obstante, los esqueletos recuperados durante estas intervenciones no han sido nunca estudiados fuera de la publicación de un caso de estudio de interés patológico (Campillo y Fité 1996).

Por este motivo, la presente tesis doctoral aporta información novedosa de carácter biológico (sexo, edad, estatura y rasgos no-métricos), patológico, de movilidad y dietario

¹ Arqueologia d'una ciutat andalusina: Madīna Balaghí (Balaguer, La Noguera), Referencia: CLT009/18/00037; Departament de Cultura (Generalitat de Catalunya) (2018-2021). Investigadora Principal: Helena Kirchner

sobre una población de la cual solamente se conoce el espacio funerario y que es, además, documentalmente desconocida en su periodo andalusí. Aunque, como se verá en las siguientes páginas, existen necrópolis cristianas en la Frontera Superior de características similares, el número de individuos encontrados en este yacimiento es de gran entidad, por lo que resulta un caso de estudio de gran relevancia. Además, constituye una oportunidad única para ampliar el conocimiento en torno a la evolución del Valle de Àger durante el periodo andalusí. Debe destacarse también su proximidad geográfica y cronológica con la población de Balaguer, de la que se encuentra a escasos 30 kilómetros. El estudio de sus restos humanos se lleva a cabo junto a un proyecto de investigación integral del yacimiento bajo la dirección del Dr. Jesús Brufal.² La oportunidad de estudiar estos restos surgió, pues, gracias al ofrecimiento de este profesor para colaborar en su proyecto.

Las dos *maqābir* de Vall d'Uixó corresponden a dos cementerios rurales de dos alquerías, Benizahat y Zeneta, organizadas alrededor del *ḥiṣn* de Šûn. Aunque se desconoce su inicio fundacional, las dataciones radiocarbónicas realizadas en el transcurso de esta tesis doctoral señalan que los individuos estudiados vivieron durante la época mudéjar.

Las alquerías y el *ḥiṣn* de Šûn han sido primeramente estudiados a nivel documental y arqueológico por A. Bazzana y colegas (1984). Dicha investigación siguió en la zona arqueológica del mencionado *ḥiṣn*, que está protegida como Bien de Interés Cultural y ha sido objeto de campañas de investigación arqueológica lideradas por A. Bazzana (1996; 1999). Por otro lado, P. Guichard (2001) ha estudiado el desarrollo de las alquerías, especialmente durante el periodo mudéjar, a nivel documental. Sin embargo, se constata una falta de investigación arqueológica centrada en las alquerías y sus respectivas *maqābir*, que se debe principalmente a su emplazamiento debajo del entramado urbano de la localidad moderna.

Esta tesis doctoral reúne uno de los conjuntos con mayor cantidad de esqueletos que se han estudiado en la región de la *Plana de Burriana*, a la que pertenece Vall d'Uixó. Además, combina el análisis de la información funeraria recuperada con datos de carácter biológico (sexo, edad, estatura y rasgos no-métricos), patológico y dietario, de modo que se pueden conocer y corroborar aspectos de esta población mudéjar, bien conocida a nivel documental. El estudio de las *maqābir* mudéjares de Vall d'Uixó, pues, constituye una gran oportunidad para estudiar la evolución de una población rural

² Producció agrària, alimentació i salut entre l'Antiguitat Tardana i l'Alta Edat Mitjana al nord-est de la Península, Referència: ARQ001SOL-119-2022; Departament de Cultura (Generalitat de Catalunya) (2022-2026). Investigador Principal: Jesús Brufal

andalusí después de la conquista feudal, que, además, se conformó como una de las aljamas más importantes de su región hasta el decreto de conversión de 1525.

La oportunidad de estudiar este conjunto surgió gracias al estudio exhaustivo que se hizo de las *maqābir* situadas al sur de Balaguer.³ Dicho estudio se realizó ya que se necesitaba una colección islámica con la que comparar los resultados obtenidos en la población de Balaguer. La mayoría de las colecciones que se encontraron consistían en esqueletos que ya habían sido estudiados o cuyo tamaño de muestra era muy bajo. Por este motivo, al conocer que en Vall d'Uixó también había restos esqueléticos enterrados mediante el rito islámico, me puse en contacto con la directora del Museu d'Arqueologia de la Vall d'Uixó, M.L. Rovira, que me informó sobre la riqueza antropológica de las *maqābir* de Vall d'Uixó y puso a mi disposición los restos custodiados por el museo.

Los objetivos de esta tesis, pues, se diseñaron en parte a partir de la disponibilidad previa de estas tres colecciones. Por un lado, se plantearon objetivos repetidos para cada una de las poblaciones, que se pueden desglosar de la siguiente manera: 1) estudiar la información funeraria, la paleodemografía y la mortalidad de cada población; 2) caracterizar las poblaciones mediante el análisis las características biológicas (sexo, edad y estatura) y patológicas de los esqueletos estudiados y así obtener información acerca de sus condiciones de vida; 3) realizar un estudio de los rasgos no-métricos presentados por cada población y su distancia biológica respecto a las otras para obtener información preliminar sobre su posible ascendencia; 4) reconstruir su dieta y movilidad a nivel individual a través del análisis de isótopos estables. Ello, por sí solo, habría constituido una yuxtaposición de tres estudios. Sin embargo, las características de las tres poblaciones permitían plantear otro objetivo relevante y que daba sentido al conjunto: comparar los resultados obtenidos sobre las tres poblaciones, una vez caracterizadas a nivel bioarqueológico y habiendo determinado su modo y condiciones de vida, y entender en qué medida su localización geográfica, credo, o contexto rural o urbano influyeron en su perfil demográfico, paleopatología y dieta. Así mismo, esta comparación se podía hacer extensiva a otros casos estudiados y publicados.

En este sentido, el estudio y comparación (entre sí y con otras poblaciones) de las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger permite conocer mejor las condiciones de vida de los habitantes de la Frontera Superior. Además, también posibilita contrastar hasta qué punto las diferencias en la religión, las costumbres y el acceso a recursos en

³ Este estudio se publica en Olivé-Busom y colegas (2020).

dos poblaciones, una islámica y urbana y la otra cristiana y rural, influían en sus condiciones de vida y dieta.

También resulta relevante comparar una población mudéjar, la de Vall d'Uixó, con 1) una población andalusí urbana islámica, de cronología mucho más antigua y situada en una zona geográfica diferente y 2) otra población rural, la de Santa Coloma d'Àger (cristianos bajo dominio andalusí) que, igual que la de Vall d'Uixó (musulmanes bajo dominio cristiano), vivió como minoría religiosa. Así mismo, es de interés contrastar los datos obtenidos en la población de Vall d'Uixó con los publicados en otras comunidades mudéjares y en las poblaciones del *šarq* al-Andalus que la precedieron.

De este modo, los 263 esqueletos estudiados en esta tesis doctoral constituyen una muestra muy valiosa para el conocimiento del poblamiento de la Frontera Superior, así como de las comunidades mudéjares tras la conquista cristiana del *šarq* al-Andalus.

2. Introducción. Contexto histórico, arqueológico y funerario

En este capítulo se presenta, en primer lugar, el contexto arqueológico y funerario de las dos zonas de estudio de esta tesis doctoral, la Frontera Superior y el *šarq* al-Andalus, y posterior Reino de Valencia. Además, este contexto se vincula con la evolución histórica de cada región. Seguidamente, se presentan los yacimientos de los que proceden las tres poblaciones estudiadas y se recoge la información de carácter histórico y arqueológico que contribuye a su caracterización. Junto a esto, también se presenta y detalla la información arqueológica y funeraria que las intervenciones arqueológicas previas a esta tesis doctoral han permitido obtener sobre los restos humanos estudiados.

2.1 La Frontera Superior

La Frontera Superior (*at-Tagr al-A'là*) tenía capital en Zaragoza y abarcaba los territorios de Nájera hasta Lleida a través del valle del Ebro, incluyendo también la región de Huesca y Barbastro.⁴ Se conformaba por los distritos o *aqālim* de Tortosa, Tarragona, Lleida, Barbastro, Huesca, Zaragoza, Tudela y Calatayud. La conquista arabo-bereber ocurrió alrededor del año 714 en este territorio y, según varios autores, fue relativamente rápida y realizada mayoritariamente mediante pactos entre los conquistadores y las elites autóctonas, aunque algunas poblaciones, como Huesca, opusieron resistencia y fueron asediadas hasta su capitulación (García Biosca et al. 1998; Ballestín 1999a; Souto 2005; Sénac 2006).

Teniendo este marco territorial en cuenta, a continuación, se revisan algunas de las *maqābir* que, junto a la *maqbara* de Pla d'Almatà en Balaguer, se localizan tanto en el entorno urbano como en el entorno rural de la Frontera Superior. Hasta el momento, no se ha encontrado ninguna *maqbara* que se pueda vincular a *madīna* Lārida, hecho que seguramente debe vincularse a una falta de excavación de la zona (o zonas) donde se situó su espacio funerario (Figura 1) (Olivé-Busom et al. 2020). En Tarragona tampoco se han descubierto inhumaciones por rito islámico, lo que se puede relacionar con su posible abandono o decrecimiento durante el periodo andalusí, aunque el escaso conocimiento que se tiene de las épocas visigoda y andalusí de esta ciudad dificulta cualquier interpretación (Virgili 2011; Menchón 2015).

⁴ Se tiene constancia de la capitalidad de Zaragoza a partir de la segunda mitad del siglo IX (Bramon 2001).

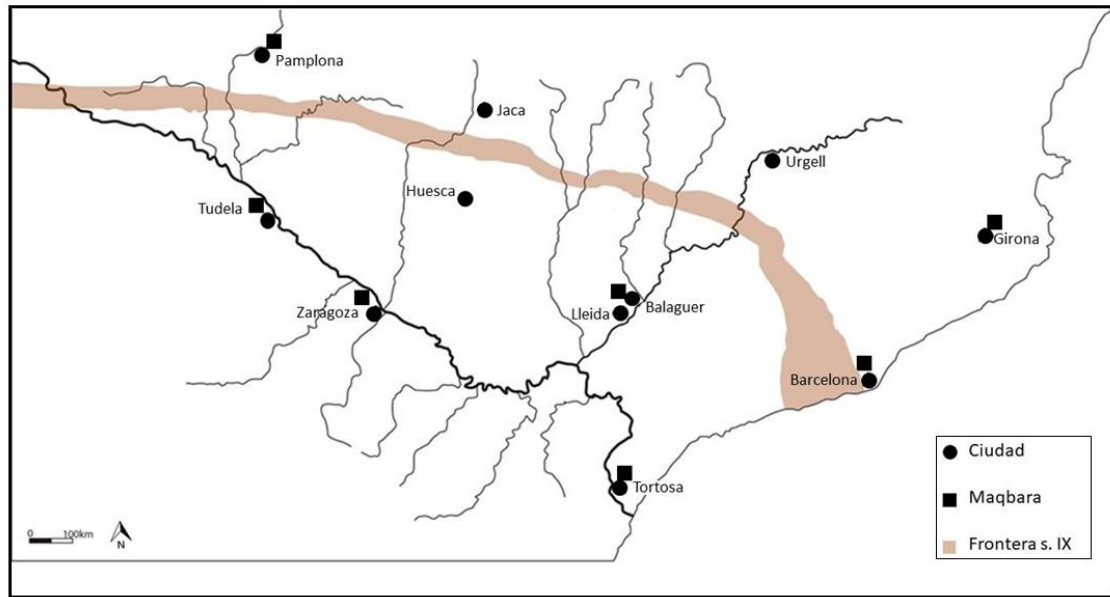


Figura 1. Ciudades de la Frontera Superior; se señalan aquellas en las que se han hallado maqābir. Fuente: QGIS, edición propia.

En la ciudad de Tortosa se han identificado cuatro zonas de inhumación correspondientes al periodo andalusí de *madīna Ṭurṭûša*. Estas se ubican en las plazas de la Cinta, Ramon Cabrera y Alfons XII y la Suda, la alcazaba de la ciudad. Es posible que, dada su proximidad, las inhumaciones encontradas en las plazas Alfons XII y Ramon Cabrera correspondan a una misma *maqbara*, situada a extramuros de la ciudad y cerca del Portal de la Rosa (Figura 2) (Kirchner y Virgili 2015). Por su parte, la localización de una *maqbara*, la de la Suda, dentro de la alcazaba de la ciudad se ha relacionado con un estatus elevado de los individuos inhumados (Curtó et al. 1984-85).

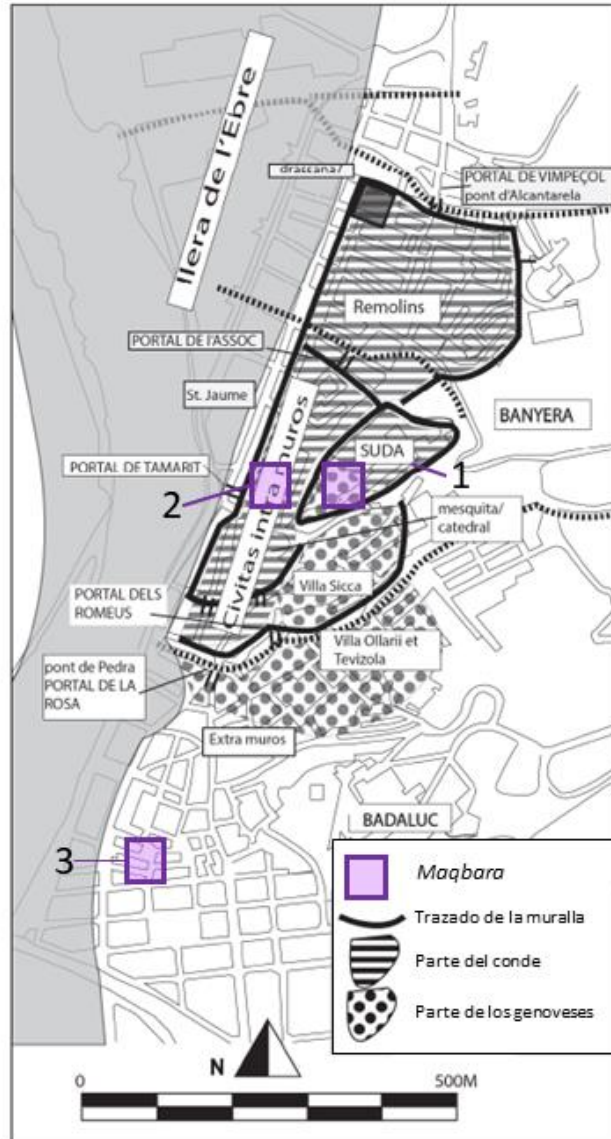


Figura 2. Repartimiento de madīna Ṭurṭûša entre el conde de Barcelona Ramon Berenguer IV y el Común de Génova. 1. maqbara de la Suda; 2. inhumaciones de la plaza de la Cinta; 3. maqbara o maqābir de la plaza Alfons XII y la plaza Ramon Cabrera. Modificado de Kirchner y Virgili (2015).

Todas las inhumaciones encontradas en Tortosa presentaban enterramientos realizados mediante el rito islámico salvo en el caso de las inhumaciones descubiertas en la plaza de la Cinta, donde se identificó una fosa común que contenía 9 individuos que habían sido arrojados en ella. Teniendo en cuenta el hallazgo de una moneda de Ramon Berenguer II (1076-82) o de Berenguer Ramon II (1076-1097) en su interior, se ha propuesto que esta fosa se creó durante el asedio de Tortosa, iniciado en julio de 1148 (Curtó et al. 1984-85). La disposición de los individuos en la fosa no permite saber si se trata de individuos islámicos.

Por lo que respecta a las inhumaciones que claramente muestran un rito de inhumación islámico, dos tumbas encontradas en la Suda y en la plaza Ramon Cabrera presentan particularidades. En la *maqbara* de la Suda se ha identificado una tumba exenta datada en el siglo X (Curtó et al. 1984-85). Las características de esta tumba refuerzan la posible atribución de un estatus social elevado a los individuos inhumados en esta *maqbara*, ya que este tipo de construcciones funerarias eran desaconsejadas por la tradición malikí pero se observan en otras *maqābir* de al-Andalus, a menudo en contextos que se pueden relacionar con un estatus distinguido del individuo inhumado (Abad y González 2008).⁵ La *maqbara* de la plaza Ramon Cabrera presentaba una tumba con revestimiento hecho con mortero de cal y piedra, una solución constructiva que también se detecta en algunas tumbas de la Suda (Martínez 2000). Aunque este tipo de construcción puede considerarse *ex norma* según las recomendaciones establecidas por la escuela malikí, puesto que contiene un material no perecedero, existen otros casos de tumbas que pueden considerarse no normativas debido a la presencia de construcciones o arquitectura funeraria. Algunos de estos casos se identifican en las *maqābir* de Córdoba, Lorca y Zaragoza y se vinculan habitualmente a personajes de cierto poder religioso, económico o político (Souto 1991; Ponce 2002; Abad y González, 2008). Otras tumbas encontradas en la plaza Ramon Cabrera presentan delimitaciones hechas con guijarros y losas. En la *maqbara* de la Iglesia del Carmen de Lorca se han encontrado delimitaciones similares, que Chávet y Sánchez (2013) vinculan a una tradición funeraria islámica reflejada en algunos hadices.

Ninguno de los restos esqueléticos encontrados en las inhumaciones islámicas de Tortosa ha sido sometido a dataciones radiocarbónicas. Sin embargo, se ha atribuido una cronología relativa a algunas de las zonas de inhumación mediante el análisis de su contexto arqueológico. Los enterramientos encontrados en la Suda y la plaza Ramon Cabrera no se consideran anteriores al siglo X, mientras que a los encontrados en la plaza Alfons XII se les ha atribuido una cronología amplia, entre los siglos VIII y XII, y la inhumación colectiva identificada en la plaza de la Cinta se fecha entre los siglos XI y XII (Curtó et al. 1984-85; Markalain 1987; Martínez 2000).

En Barcelona, se han identificado dos zonas de inhumación islámica, la primera consiste en una *maqbara* (18 tumbas) situada en los alrededores del mercado de El Born, y la segunda se encuentra en la plaza Sant Miquel, donde se identifica un único enterramiento individual. En un inicio se propuso que todas las inhumaciones tenían

⁵ El rito funerario descrito por la escuela de derecho malikí, fundada por Mālik ibn Anas en el 795, fue hegemónico en la Península Ibérica y se introdujo bajo el emirato de Hishām I. De manera previa, se tendía a seguir los preceptos de la escuela awzā'ī, fundada por 'Abd al-Raḥmān al-'Awzā'ī (Martos Quesada 2008; Chávet y Sánchez 2022).

una cronología muy probablemente anterior al siglo IX, puesto que la conquista carolingia de Baršilūna sucedió en el año 801 (Granados y Rodà 1993; Puig 2015). Sin embargo, una reciente datación radiocarbónica ha revelado que uno de los individuos excavados en 1991 en la plaza Comercial de El Born vivió en el siglo XI (Armentano et al. 2021). Es muy probable que los 17 individuos enterrados junto a este tengan una cronología similar. Todas las tumbas consistían en fosas simples con las características propias del rito islámico, hallándose elementos de ajuar solamente en un caso, mientras que en otros dos se identificaron fragmentos de cerámica en el relleno de la tumba (Puig 2015). Los elementos de ajuar observados consistían en ornamentos, que son usuales en otras inhumaciones andalusíes peninsulares (Flors 2009; Melchor y Benedito 2018).

Recientemente, en la iglesia de Sant Pere Galligants de Girona se han encontrado ocho inhumaciones por rito islámico que posiblemente son sincrónicas con cuatro tumbas de rito cristiano encontradas en la misma zona excavada (Fuertes, *en prensa*).⁶ Las inhumaciones por rito islámico presentan las características típicas, con fosas simples cubiertas por losas y orientadas en dirección noreste-suroeste que contenían inhumaciones individuales y sin ajuar en posición de decúbito lateral derecho. Han sido fechadas de manera absoluta mediante ¹⁴C y sus investigadores las atribuyen muy probablemente al último cuarto del siglo VIII (Fuertes *en prensa*).

También se conocen hallazgos de inhumaciones islámicas en Zaragoza, pertenecientes a las *maqābir bāb* al-Qiblat y *bāb* al-Tuylatulat (Aguarod et al. 1991; Galve 2010; Gracia 2021). La *maqbara bāb* al-Qiblat o *maqbara* oriental es la única *maqbara* de *madīna* Saraqušta mencionada en las fuentes contemporáneas; al-‘Uḍrī y al-Ḥimyarī hacen referencia a ella en bibliografías de personajes ilustres (Galve y Benavente 1989; Gracia 2021:70). La datación radiocarbónica de tres individuos hallados en esta *maqbara* permite proponer una cronología de uso entre los siglos IX y XI (Gracia 2021: 117-118). En esta misma ciudad también se han hallado inhumaciones pertenecientes a la *maqbara bāb* al-Tuylatulat o *maqbara* occidental de la ciudad. Aunque el nombre de esta *maqbara* no se encuentra mencionado en las fuentes, en la literatura moderna se denomina *maqbara bāb* al-Tuylatulat debido a su cercanía con la Puerta de Toledo (*bāb* al-Tuylatulat), que sí que aparece descrita en las fuentes históricas (Galve y Benavente 1989). Se propone un inicio temprano en el uso de esta *maqbara*, puesto que se sitúa en un espacio que ya tenía una función funeraria en

⁶ Como se verá más adelante (pp.19-20), en la Península Ibérica se han identificado otros casos de inhumaciones por rito cristiano e inhumaciones por rito islámico compartiendo un mismo espacio funerario de manera sincrónica.

épocas anteriores (Galve y Benavente 1989). Las inhumaciones encontradas en ambas *maqābir* presentan un rito islámico sin variaciones *ex norma* salvo en algunas, que presentan una particularidad. Esta consiste en el hallazgo de jarras con huevos de gallinácea en su interior como parte del ajuar de algunos individuos, un hecho que también se ha constatado en las tres *maqābir* de la Ronda Oeste de Córdoba (Galve y Benavente 1989; Camacho 2000; Casal García 2001; Gracia 2021: 116-117).

En Calatayud se tiene constancia de una *maqbara* en Puerta Terror, parcialmente excavada y aun por publicar de manera completa (Sáenz y Martín-Bueno 2013). Para esta *maqbara* se propone una primera fase de uso en el siglo IX y una segunda fase de uso, con más cantidad de inhumaciones, fechada entre los siglos X y XII (Cebolla Berlanga et al. 2016). En Tudela (Navarra), en la calle Herrerías, se hallaron 236 individuos inhumados según el rito islámico, que se fecharon entre los siglos X y XI mediante los fragmentos de cerámica encontrados dentro de las tumbas (Bienes 2006). Estos enterramientos y sus esqueletos son parcialmente inéditos, ya que se conocen publicaciones de carácter paleopatológico pero ninguna publicación monográfica sobre la *maqbara* (de Miguel et al. 2011; de Miguel 2020a; de Miguel y Bienes 2021). Aun así, una publicación reciente en las *Actas del VI Congreso de Arqueología Medieval* informa del hallazgo de tumbas múltiples en esta *maqbara* debidas, posiblemente, a muertes relacionadas con una epidemia (de Miguel y Bienes 2021). Una publicación anterior menciona la detección de heridas *peri mortem* producidas por un objeto afilado en uno de los individuos inhumados en esta *maqbara* (de Miguel 2020a:37). En esta misma localidad se localiza una *maqbara* mudéjar parcialmente excavada y aun inédita (Carasusán 2021). Por último, en la plaza del Castillo de Pamplona se encontró una *maqbara* con 177 individuos, alguno de los cuales se han fechado mediante análisis ¹⁴C en el siglo VIII. Las tumbas excavadas, exceptuando los elementos de ajuar de tipo ornamental identificados en algunas de ellas, cumplen las características del rito islámico (de Miguel 2016: 95-96).

Para el estudio tanto de las *maqābir* rurales como de las necrópolis cristianas debe tenerse presente que solamente se ha tenido acceso a las memorias arqueológicas e inventarios y catálogos electrónicos que contenían hallazgos excavados en la actual Cataluña. En el resto de las comunidades autónomas que tienen su territorio, o parte de él, en la antigua Frontera Superior no se ha tenido acceso a este tipo de información. Por lo tanto, es muy posible que la compilación de *maqābir* rurales fuera del territorio catalán que se recoge aquí sea incompleta y exista una infrarrepresentación de las inhumaciones halladas hasta la fecha.

Como muestra la Figura 3, todos los hallazgos de *maqābir* rurales se sitúan alrededor del río Ebro o de alguno de sus afluentes. En el este de la Frontera Superior corresponden a los municipios de Riba-roja d'Ebre, La Sénia y Alcanar (Tarragona). Ninguna de las tres *maqābir* identificadas en estos municipios se ha podido relacionar con asentamientos de época andalusí conocidos arqueológica o documentalmente y ninguna contenía más de una veintena de tumbas (Vilaseca y Prunera 1966; Cabré y Cugat 1986-87; Forcadell y Villabí 1999; Forcadell et al. 2005). Todas las tumbas mostraban las características propias del rito islámico, con fosas simples cubiertas por losas y una orientación noreste-suroeste. Los esqueletos que pudieron observarse estaban en posición de decúbito lateral derecho y no presentaban ajuar salvo en un caso localizado en la *maqbara* de la partida dels Diumenges (La Sénia) en el que, junto al individuo inhumado se identificó un esqueleto de cánido (Vilaseca y Prunera 1966). En ninguno de estos casos se han realizado un análisis por radiocarbono, por lo que las cronologías de uso de estas *maqābir* son muy amplias y usualmente se emplazan entre el siglo VIII y el momento de la conquista cristiana (Olivé-Busom et al. 2020).

En esta misma zona, se identifican un número mayor de inhumaciones puntuales en medios rurales, que se concretan en siete.⁷ Ninguna de ellas se ha podido relacionar tampoco con un asentamiento de época andalusí conocido arqueológica o documentalmente y se encuentran principalmente en los alrededores del río Ebro (Vilaseca y Prunera 1966; Arola y Bea 2002; Bosch et al. 2004; Forcadell et al. 2005; Griñó Márquez 2008; Griñó Márquez et al. 2010; Morera et al. s.f.). En todos los casos que se han podido observar, las tumbas consisten en fosas simples, a veces con cubiertas hechas con losas o con losas y *tegulae*, con una posición y orientación normativas. Se debe destacar una de las tres inhumaciones encontradas en la ermita de Sant Blai de Tivissa (Tivissa, Tarragona), que presentaba un cuchillo como ajuar (Griñó Márquez 2008). Ninguno de estos casos cuenta con análisis por radiocarbono, por lo cual las cronologías de uso de estas *maqābir* también se mantienen amplias. La única excepción se halla en las dos tumbas excavadas en Vilardida (Montferri, Tarragona), que son consideradas como tempranas (entre siglos VIII-IX) por sus investigadores (Morera et al. s.f.). Los restos esqueléticos contenidos en una de estas dos han sido sometidos a un análisis por radiocarbono por parte del equipo de J. Morera, los resultados del cual restan por ser publicados.

En la localidad de Tauste, próxima a Zaragoza, se localizó una gran *maqbara* cuya detección y excavación han obligado a reevaluar la entidad del poblamiento de Tauste

⁷ Las inhumaciones puntuales consisten en agrupaciones de tres o menos tumbas.

durante el periodo andalusí, puesto que antes de este hallazgo se consideraba escaso (Gutiérrez et al. 2016).⁸ Todas las tumbas excavadas consistían en fosas simples, algunas con adobe o arcilla compacta colocados en el lateral de la fosa, que cumplían las características de orientación, posición del esqueleto y ausencia de ajuar propias del rito islámico. Las dataciones radiocarbónicas realizadas en restos humanos procedentes de diferentes individuos inhumados en la *maqbara* sitúan su uso entre los siglos VIII y XI (Gutiérrez et al. 2016). En la población de Borja (Zaragoza), en el Paraje de la Horca, se han hallado inhumaciones islámicas sobre las que, por el momento, no se conoce ninguna publicación (El Periódico de Aragón 2021). Se ha tenido acceso, sin embargo, al informe de las dataciones por radiocarbono realizadas en dos individuos de esta *maqbara*, que fechan su uso entre mediados del siglo X y finales del siglo XI (Gutiérrez s.f.).

Por otro lado, cerca de Calatayud (Zaragoza), en Valdeherrera, se ha localizado una *maqbara* con 99 fosas que los investigadores relacionan con un “posible asentamiento temporal destinado al control de la zona” (Sáenz y Martín-Bueno 2013: 157; García Francés 2016: 96). Todas las tumbas consistían en fosas simples y sin ajuar que presentaban esqueletos en la posición y orientación típicas del rito de inhumación islámico (Sáenz y Martín-Bueno 2013). Por último, se tiene constancia del hallazgo de una *maqbara* en el municipio navarro de Ribaforada que por el momento cuenta con 31 tumbas que los investigadores consideran que se pueden atribuir tanto al periodo andalusí o como al periodo mudéjar (Sola y Soto 2021).

⁸ Respecto a las fosas que aloja, por el momento se han excavado 44, aunque los investigadores calculan que contiene unas 4,500 (Gutiérrez et al. 2016).

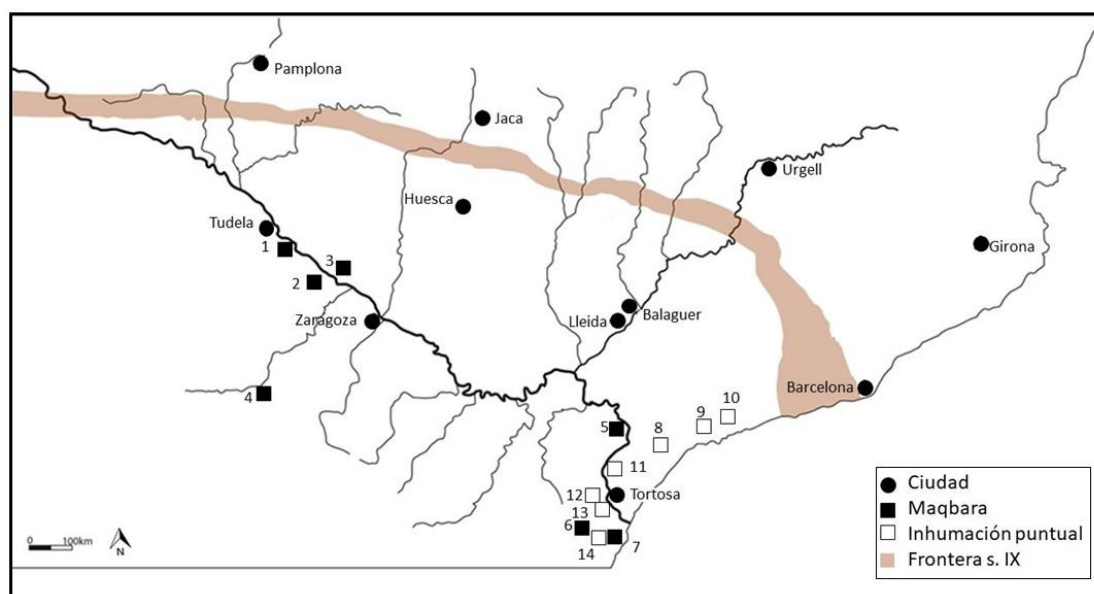


Figura 3. Localización de las maqābir e inhumaciones puntuales rurales identificadas en la Frontera Superior. 1. Ribaforada; 2. Borja; 3. Tauste; 4. Valdeherrera; 5. Riba-roja d'Ebre; 6. La Sènia; 7. Alcanar; 8. Ermita de Sant Blai (Tivissa); 9. Hort del Prelat (Riudoms); 10. Vilardida (Montferri); 11. Mas del Catxorro (Benifallet); 12. La Clapissa (Godall); 13. Clot del Molinàs (Amposta); 14. Les Pedres (Ulldecona). En blanco se marcan las inhumaciones puntuales. Fuente: QGIS, edición propia.

Por lo general, se puede concluir que, aunque las publicaciones acerca de *maqābir* o inhumaciones puntuales por rito islámico en la Frontera Superior no son escasas, el conocimiento de la arqueología funeraria islámica en esta zona es fragmentario. No se conoce ninguna publicación que realice una valoración sintética y exhaustiva de los conocimientos adquiridos hasta el momento y que interprete su entidad y características para contribuir al conocimiento de las condiciones del poblamiento andalusí en la Frontera Superior. Sin embargo, se destaca positivamente la publicación realizada por Faro y colegas (2007) acerca del registro arqueológico islámico, no solamente funerario, encontrado hasta la fecha de su publicación en Pamplona y sus inmediaciones, y la publicación realizada en el marco de esta tesis doctoral, que recoge y evalúa de manera sintética las inhumaciones por rito islámico encontradas en Cataluña (Olivé-Busom et al. 2020). Aunque ambas publicaciones se ciñen a delimitaciones geopolíticas de carácter presentista, son las únicas publicaciones que hacen un esfuerzo por valorar de manera integral las características comunes, particularidades y divergencias de los hallazgos funerarios islámicos de este marco territorial, así como su posible relación con otras características de su poblamiento medieval.

Se detectan otras problemáticas para el estudio de las inhumaciones por rito islámico en la Frontera Superior. En primer lugar, muchas de las *maqābir* o inhumaciones puntuales carecen de dataciones radiocarbónicas que permitan acotar la cronología de

uso de estos espacios funerarios. Esto constituye una problemática importante, ya que impide detectar un posible poblamiento temprano de ciertas zonas y actualizar la investigación acerca del proceso de colonización y la organización del poblamiento andalusí. Además, dificulta la detección de posibles comunidades mudéjares en zonas donde documentalmente se constata su presencia, como es el caso de zonas de la Catalunya Nova cercanas al río Ebro (Virgili 2019: 55).

En segundo lugar, muchas de las intervenciones arqueológicas que permitieron el hallazgo de estas inhumaciones eran excavaciones de urgencia o preventivas, mientras que los hallazgos fruto de excavaciones programadas son minoritarios (Olivé-Busom et al. 2020). Esta situación deriva, sobre todo en los hallazgos que se producen en *maqābir* e inhumaciones puntuales de contexto rural, en la falta de una investigación posterior a la excavación de los restos o en la no publicación de los resultados de las excavaciones. Aun así, hay *maqābir* urbanas muy bien conocidas tanto a nivel arqueológico como osteológico gracias, principalmente a la realización de tesis doctorales centradas en ellas. Este es el caso de la *maqbara* de Pamplona, cuya investigación está teniendo continuidad más allá de la tesis doctoral realizada por P. de Miguel (2016). También se debe elogiar el estudio de las poblaciones zaragozanas investigadas por M. Alexander (Mundee 2010) en su tesis doctoral, o la recientemente publicada tesis doctoral de M. Gracia (2021) sobre la *maqbara* oriental de Saraquṣṭa y sus esqueletos. Aparte de estas tesis doctorales, es imperativo mencionar la atención que J.F. Gutiérrez y colegas han puesto en la *maqbara* rural de Tauste, ya que su investigación está permitiendo conocer con gran detalle esta comunidad rural de la Frontera Superior (Gutiérrez et al. 2016; Guede et al. 2017a).

Por último y en consecuencia, se tiene un mayor conocimiento de los hallazgos producidos en contextos urbanos, que actualmente siguen siendo ciudades, respecto a hallazgos procedentes de contextos rurales. Es posible que esto no se deba a una menor relevancia del poblamiento rural sino a un mayor interés en el medio urbano por parte de la arqueología funeraria y a una mayor oportunidad de excavación en estos espacios (Olivé-Busom et al. 2020). Además, esto es posiblemente extensible al conjunto de la arqueología islámica en la península, que tiende a encontrar más oportunidades de excavación y destinar más esfuerzos de investigación en los medios urbanos (Eiroa 2012).

Pese a la fragmentariedad de la información, de manera general las inhumaciones por rito islámico identificadas en la Frontera Superior muestran una clara tendencia a seguir las recomendaciones establecidas por el rito malikí. Se identifican muy pocos casos ex

norma, usualmente relacionados con la presencia de ajuar o de elementos constructivos dentro o encima de las tumbas. Fuera de este territorio parece darse la misma tendencia, y se identifican comportamientos *ex norma* muy parecidos. Por ejemplo, en Córdoba se identifican los mismos ajuares de jarritas con huevos de gallinácea que se han encontrado en las *maqābir* de Zaragoza (Galve y Benavente 1989; Casal García 2001). También en Córdoba se identifican tumbas no normativas con arquitectura funeraria vinculadas a personajes de estatus elevado (Abad y González 2008). Las inhumaciones de cronología más temprana detectadas en la Frontera Superior, tales como las procedentes de las *maqābir* de Girona y Pamplona, también siguen los preceptos que requiere el rito musulmán. Otras *maqābir* peninsulares de cronología temprana, como la *maqbara* del Tossal de Manises en Alicante, también muestran esta atención precisa a las características del rito de enterramiento islámico (Olcina et al. 2008). En definitiva, no se detectan particularidades en las *maqābir* de la Frontera Superior ni en el rito funerario que se observa en ellas que permitan distinguirlas del resto de las *maqābir* peninsulares.

Dejando de lado las *maqābir* localizadas en la Frontera Superior, es también imperativo tratar el contexto funerario de la necrópolis Santa Coloma d'Àger, que constituye un caso muy especial dentro del registro funerario de la Frontera Superior, ya que se trata de una necrópolis cristiana con una tradición anterior a la conquista arabo-bereber que persiste durante el periodo andalusí. No es, sin embargo, el único caso de necrópolis cristiana en territorio andalusí que se conoce dentro de la Frontera Superior (Figura 4).

En el mismo distrito de Lleida, el yacimiento de Sant Martí de les Tombetes (Sant Esteve de la Sarga, Lleida) tuvo sus inicios en el siglo IV como una fortaleza romana que posteriormente se convirtió en un cementerio tardoantiguo y medieval que se mantuvo activo durante el periodo andalusí (Nolasco 1998). En la necrópolis de Tossal de les Forques (Sentiu de Sió, Lleida) se han encontrado enterramientos antropomorfos en las proximidades de una *villae* romana. Este yacimiento fue excavado durante la década de 1980, recuperándose 33 individuos repartidos en 28 tumbas (González et al. 2012). Dos de ellos han sido datados por radiocarbono, obteniéndose dos dataciones absolutas emplazadas entre los siglos VII-VIII y VIII-X respectivamente (González et al. 2012).

Es necesario mencionar también que las poblaciones denominadas “visigoda” (siglos IV-VIII) y “carolingia” (siglos IX-XIII) inhumadas en el complejo episcopal de Égara (Terrassa, Barcelona) y estudiadas por X. Jordana (2007) en su tesis doctoral pudieron haber vivido bajo autoridad andalusí en algún momento. Aunque no se trata de una necrópolis sino de una inhumación puntual, en el yacimiento de la Coveta de l'Heura

(Ulldemolins, Tarragona), en el *ager* de Tarragona, se ha encontrado una zona de inhumación colectiva; mediante la datación de tres fragmentos de hueso humano, pertenecientes a tres individuos diferentes, se ha podido determinar que uno de ellos vivió entre los siglos VII y X, mientras que los otros dos tenían una cronología calcolítica (Monjo et al. 2020). Los investigadores que publican este hallazgo comparan el poblamiento que esta inhumación puede representar con el de otras comunidades cristianas de periodo altomedieval (Monjo et al. 2020:229). Sin embargo, el hallazgo de este individuo como parte del conjunto no refleja un rito de enterramiento ni cristiano ni islámico. Aun así, sí que constituye una evidencia de poblamiento en esta zona, por lo que se ha incluido aquí. Por último, se identifican tres cementerios cristianos en Pamplona y sus inmediaciones: el cementerio de la Casa del Condestable en Pamplona, las inhumaciones halladas en la zona sur de la excavación de la plaza del Castillo, también en Pamplona, y el cementerio de Argaray. Los tres cementerios presentan individuos inhumados en decúbito supino con una orientación este-oeste y se identifican tumbas de cista. Estas inhumaciones se datan de manera relativa entre los siglos VII y/u VIII a través de los objetos de ajuar encontrados en las tumbas, que consisten en anillos con caracteres cúficos, cerámica islámica y broches de tradición visigoda (Faro et al. 2007).

Aparte de estos ocho casos en los que la cronología andalusí ha sido probada mediante dataciones por radiocarbono o parece plausible dado su contexto arqueológico, se tiene noticia de diversas necrópolis altomedievales que podrían extender su cronología hasta el periodo andalusí, aunque las evidencias con las que se cuenta son menos claras (Figura 4).

En primer lugar, el cementerio de La Magdalena de Grañón (Grañón), situado en la actual provincia de la Rioja, presenta fosas antropomorfas y una alta densidad de enterramientos (Albo 2020). Estas características se observan en los recintos funerarios cristianos medievales de las zonas cristianas de la Península Ibérica (López-Costas y Sánchez Pardo 2016). En el distrito de Lleida, la necrópolis de El Tossal de la Nora (Alcoletge, Lleida), se fecha arqueológicamente en el siglo VIII y presenta seis tumbas de tipo bañera (González 1997). En el mismo territorio, la necrópolis de La Valleta (Sunyer, Lleida) se encuentra vinculada a un asentamiento andalusí, mientras que uno de los seis enterramientos antropomorfos descubiertos en la necrópolis de Els Palous (Camarasa, Lleida) presenta una hebilla fechada entre los siglos VII y VIII (Alòs et al. 2001; Gené 2002a; Gené et al. 2014). Por último, la necrópolis plenomedieval de Tossa de Baix (Rosselló, Lleida) (siglos X-XIII), con 55 enterramientos antropomorfos, se asocia muy posiblemente a un castillo andalusí (Gené 2002b).

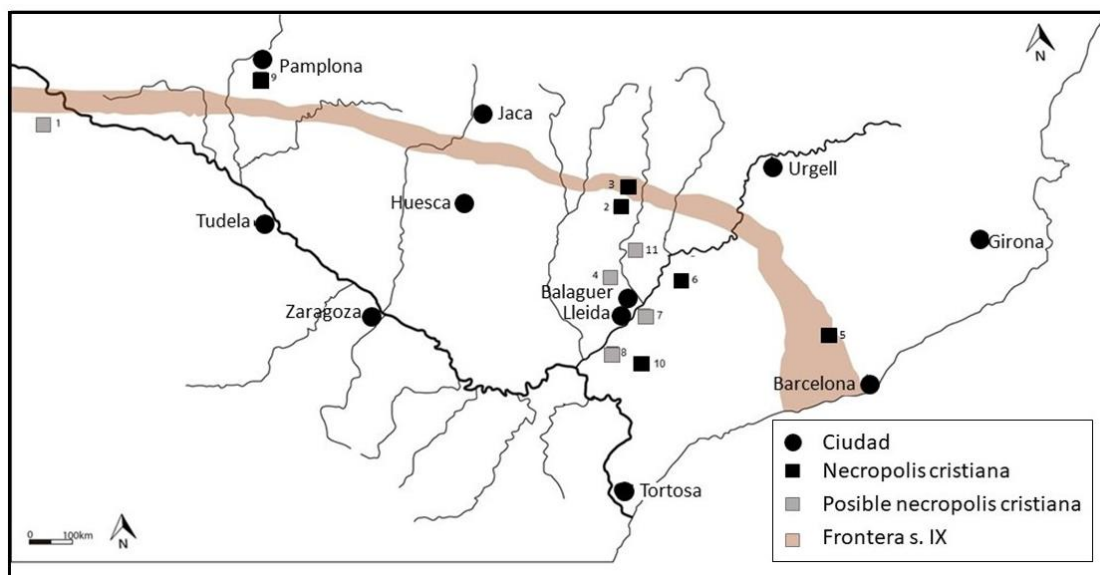


Figura 4. Yacimientos con enterramientos cristianos en la Frontera Superior: 1. La Magdalena de Grañón 2. Santa Coloma d'Àger 3. Sant Martí de les Tombetes 4. Necrópolis de Tossa de Baix 5. Terrassa 6. Necrópolis de Tossal de les Forques 7. Tossal de la Nora 8. La Valleta 9. Cementerios de Pamplona y Argaray 10. Coveta de l'Heura 11. Els Palous. En negro se muestran los de cronología andalusí certera, en gris los de posible cronología andalusí. Fuente: QGIS, edición propia.

Así, pues, no se dispone de un conocimiento cohesionado de la arqueología funeraria con rito cristiano en la Frontera Superior. Como consecuencia, hasta el momento la arqueología funeraria y la bioarqueología han podido realizar pocas aportaciones al conocimiento de las comunidades cristianas de la Frontera Superior, que tiende a generarse a través de su detección documental en zonas urbanas y periurbanas y de su estudio de su interacción con el poder islámico (Benet i Clarà 1983; Giralt et al. 1995; Sénac 2006; Sancho 2010; Radoslavova Miteva 2018). Sin embargo, se debe destacar otra vez la publicación realizada por Faro y colegas (2007), que integra los conocimientos adquiridos hasta su fecha de publicación sobre poblaciones tanto cristianas como islámicas en la Navarra medieval, y la tesis doctoral de X. Jordana (2007) sobre la población inhumada en el complejo episcopal de Égara, que muestra la continuidad en su uso antes, durante y después del periodo andalusí.

Así mismo, como se ha visto, la identificación de estas comunidades no es fácil sin la intervención de dataciones radiocarbónicas, ya que sin la realización de estos análisis es imposible confirmar si muchas de las necrópolis catalogadas como medievales o carolingias situadas en la frontera corresponden, total o parcialmente, a comunidades cristianas andalusíes.⁹ Pese a esta dificultad, se debe destacar que las dataciones

⁹ Tradicionalmente se ha empleado la secuencia cronológica propuesta por A. del Castillo (1968: 835-840), que plantea que las tumbas cubiertas de losas deben datarse de época tardorromana

absolutas disponibles parecen mostrar la perduración de las comunidades cristianas durante largos periodos. Además, todos los cementerios cristianos recogidos en este estudio cumplen unas características comunes que, como se verá, también están presentes en la necrópolis de Santa Coloma d'Àger. Estas se concretan en la presencia de individuos inhumados en posición de decúbito supino y orientación este-oeste en fosas antropomorfas o de cista. En algunos casos, además, se detecta la presencia de ajuar en forma de ornamentos o cerámica.

Fuera del contexto funerario de la Frontera Superior, se ha constatado arqueológicamente la presencia de diversas comunidades cristianas en al-Andalus. Sin ánimo de ofrecer un listado exhaustivo, algunos ejemplos son las necrópolis de Cercadilla y Campo de la Verdad, ambas en las inmediaciones de Córdoba, el *martyrium* de Santa Eulalia en Mérida, la necrópolis de Tolmo de Minateda en la *cora de Tudmīr* (Albacete), el yacimiento de el Soto (Madrid) o las necrópolis de Cerro de los Cigarrones, la necrópolis y poblado mozárabes de Tózar (Granada) y Pago de Marrugán en *madīna* Ilbira (Granada) (Mateos Cruz 1999; Vigil-Escalera 2009; Marfil 2010-2011; Aillet 2011; Malpica 2012a; Mattei 2014; Sarabia 2015). Aunque de la mayoría solo se han encontrado menciones, la necrópolis de Cercadilla ha sido objeto de una investigación integral y es además de especial interés, ya que presenta paralelos con la necrópolis de Santa Coloma d'Àger. Se trata de un centro de culto cristiano vinculado a una necrópolis, cuyo inicio de uso se emplaza en el siglo VI con continuidad después del siglo VIII (VI-XII) (Marfil 2010-2011). En este yacimiento se identifica, además, una zona de asentamiento con restos de consumo de cerdo (García García et al. 2021). Por otro lado, en el yacimiento de Tolmo de Minateda, en la *cora de Tudmīr*, se identifican enterramientos cristianos que pueden ser sincrónicos con inhumaciones por rito islámico, tal como se observa en Girona (Sarabia 2015: 64).¹⁰ Estas inhumaciones se fechan de manera relativa en el siglo VIII y se encuentran en las proximidades de una basílica paleocristiana que podría haberse mantenido en funcionamiento en el siglo VIII (Sarabia 2015: 63-64). Las tumbas excavadas se han fechado radiocarbónicamente entre finales del siglo VI y el siglo VIII y presentaban una orientación este-oeste. Consistían en fosas

y visigoda junto a las tumbas de *tegulae* y otros tipos menos frecuentes, mientras que las fosas antropomorfas se restringen a los siglos IX y X y, por último, a partir del siglo XI se data la reaparición de las tumbas cubiertas de losas. Sin embargo, tal como indican J. Padilla y K. Álvaro (2012) diversas dataciones radiocarbónicas realizadas en fosas antropomorfas indican que estas ya aparecen tanto en registros arqueológicos de época visigoda como en registros posteriores al siglo X. Estos mismo autores señalan que, por lo general, la propuesta de datación tipológica de A. del Castillo no se cumple de una manera estricta, ya que durante un mismo periodo cronológico se identifica el uso de diversos tipos de tumbas.

¹⁰ Algunos investigadores identifican Tolmo de Minateda con la *madīna* de *lyih*, mencionada en el Pacto de Teodomiro (Abad y Gutiérrez 1997; Gutiérrez 2000; Sarabia 2015: 63).

simples cubiertas por losas que contenían usualmente más de un esqueleto en posición de decúbito supino (Sarabia 2015: 65). De manera similar, en el yacimiento de el Soto (Madrid) se identifica un asentamiento rural ocupado entre los siglos VII y IX donde, en su zona cementerial, se documentan tanto inhumaciones cristianas en decúbito supino como islámicas (Vigil-Escalera 2009).

Por lo tanto, al igual que en la Frontera Superior, en otras áreas de la península también se detectan arqueológicamente cementerios de comunidades cristianas. Los contextos funerarios que se describen en estos cementerios, además, tampoco muestran desviaciones respecto a la tradición del rito cristiano peninsular anterior a la conquista arabo-bereber. Se constata, además, que los cementerios cristianos fuera de la Frontera Superior mencionados se encuentran principalmente en entornos urbanos y periurbanos. Por este motivo, cabe destacar la dificultad en encontrar cementerios cristianos de cronología andalusí fuera de la Frontera Superior en contextos rurales, un hecho que se puede relacionar con la oportunidad de excavación, la publicación de los resultados y la posibilidad de acceder a catálogos e inventarios arqueológicos a nivel peninsular. Por otro lado, en diversos puntos de la Frontera Media y la Frontera Inferior, como Toledo o los alrededores de Huesca, se constata documentalmente la pervivencia de comunidades cristianas, hecho que también ocurre en Córdoba y sus inmediaciones (Aillet 2011).

Si se tiene en cuenta la información obtenida acerca de la arqueología funeraria de la Frontera Superior y su contexto histórico, las dataciones absolutas de las que se dispone (por ejemplo, en las *maqābir* de Tauste y Girona) permiten detectar la ocupación temprana del territorio en la primera mitad del siglo VIII. A nivel arqueológico, existen otros testimonios, aunque escasos, de esta ocupación inicial, tales como la adaptación de algunas edificaciones preexistentes en Girona y Barcelona o los hallazgos de moneda islámica y cerámica de tradición árabe en Barcelona, que en todo caso acreditan una presencia en el territorio (Beltrán 2013:68-69, 71; Nolla 2013: 76). Esta escasez del registro arqueológico en cronologías tempranas se puede deber al hecho que, durante el siglo VIII, el interés de los conquistadores era usar estas ciudades preexistentes como bases para implantar su dominio y establecer guarniciones (García Biosca et al. 1998; Sénac 2006 y 2012; Kirchner *en prensa*). Además, durante este periodo los pactos acordados durante la conquista facilitaron que la población autóctona permaneciera en la zona, propiciando la incorporación de las elites locales en el nuevo esquema de poder mediante su conversión al islam y el establecimiento de relaciones clientelares con las elites árabes (Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012).

Con la conquista franca de Girona (785) y Barcelona (801), junto a las áreas ultrapirenaicas como Aviñón (732) o Narbona (759), se fijó una zona de frontera relativamente estable durante la primera mitad del siglo IX que seguía el curso del río Segre, con límite en los territorios de las ciudades de Zaragoza y Tortosa¹¹. Esta estabilidad permitió recuperar el control de la política de la Frontera Superior al emirato omeya, ya que de manera previa el muladí 'Amrūs ibn Yūsuf, perteneciente al *Banū 'Amrūs*, había adquirido el dominio de Huesca y Zaragoza (García Biosca 1998). Precisamente una de las características de la Frontera Superior fue el protagonismo que la aristocracia muladí tuvo en la configuración de la vida política gracias, en parte, a la lejanía y con ello la debilidad política del poder emiral en la frontera (García Biosca et al. 1998). Esta aristocracia era reticente a reconocer y aceptar el poder omeya de Córdoba, y este, a su vez, favorecía a ciertas familias de la aristocracia muladí mediante el nombramiento (o más bien la confirmación) de uno de sus miembros como gobernador de un *iqḷīm* para ver su autoridad reconocida en la Frontera Superior (García Biosca et al. 1998; Ballestín 1999b). De este modo, diferentes miembros del *Banū 'Amrūs*, el *Banū Qasī*, el *Banū Hūd*, o el *Banū ṭ-Ṭawīl* accedieron al gobierno de Tudela, Zaragoza, Huesca y Lleida en diferentes momentos (García Biosca 1998).

En este contexto, Lubd ibn Muḥammad, con el apoyo del poder omeya, emprendió un programa de fortificación de la Frontera Superior llevado a cabo entre el emirato de Abd al-Rahman II (822-856) y el emirato-califato de Abd al-Rahman III (912-961), que conllevó, por ejemplo, la refortificación de Lleida (883-885) y la construcción de un *ḥiṣn* en Balaguer (897-898). Tal acción se ha interpretado no solamente como una fortificación para hacer frente a ataques externos sino como una maniobra para crear bases desde las que combatir rebeliones internas protagonizadas por la propia aristocracia muladí (García Biosca et al. 1998).

En los contextos urbanos, las *maqābir* se identifican más fácilmente a partir del siglo X, tal como ejemplifican las *maqābir* de la Suda de Tortosa, *bāb* al-Qiblat en Zaragoza o Puerta de Terror en Calatayud. La falta de evidencias funerarias islámicas en contexto urbano anterior al siglo X es extensible al resto del registro arqueológico urbano tanto a nivel arquitectónico como de restos domésticos y muebles y puede tener relación con el hecho de que las ciudades no se consolidaron hasta este momento (Kirchner *en prensa*). A su vez, Kirchner y Virgili (2015: 118) señalan que el crecimiento que se observa en los siglos X y XI puede haber destruido gran parte de los vestigios anteriores. Como ejemplo de este crecimiento, al-Razī relata la construcción de un astillero, baños y una

¹¹ Aunque normalmente la conquista de Narbona se fecha en el año 759, tanto los *Anales de Metz* como textos árabes sitúan su conquista en el año 752 (Sénac 1998).

gran mezquita en la ciudad de Tortosa (Manzano 1998: 66). Además se ha conservado una inscripción conmemorativa de la construcción del astillero y se han documentado arqueológicamente obras de remodelación urbana y espacios domésticos, que se fechan, en el caso de la plaza Sant Jaume, entre los siglos X y XII (Martínez 1993). Junto a esta consolidación urbana, en *madīna Ṭurṭūša* tanto ibn Ḥayyān como ibn al-Abbār reflejan en sus crónicas una relación más estrecha y constante con el poder cordobés, ya que remiten a la presencia del califa en la ciudad y mencionan listados de algunos de los hombres que desempeñaron cargos públicos, tales como el cargo de gobernador nombrado por el califa (Ballestín 1999c: 80-81).

Esta etapa de desarrollo y consolidación urbana coincide con la paulatina desintegración del territorio de la Frontera Superior, que, después de la caída del califato omeya de Córdoba en 1031, se fragmentó en diferentes taifas. La fragmentación política de la frontera se da al mismo tiempo que aumenta de la presión económica y militar que los condados y reinos cristianos ejercían sobre ella. Durante los primeros decenios de este siglo, el avance cristiano sobre la Frontera Superior fue lento (Guichard 1998). A modo de ejemplo, el *ḥiṣn* de Cervera, que formaba parte de la red de castillos que defendían el *iqlīm* de Lleida, y posteriormente la taifa que llevaba el mismo nombre, fue conquistado en el año 1026. Mientras, los *ḥuṣūn* de Àger y Camarassa, que se encuentran a unos 70km del primero y a menos de 30km entre sí, fueron conquistados en los años 1048 y 1050 respectivamente (Mestre y Sabaté 1998:32-33). Sin embargo, después de la cruzada lanzada contra Barbastro en el año 1064 tanto la intensidad de la presión militar como la sucesión de las conquistas se aceleraron (García Biosca et al. 1998). Así, Huesca (1096) y Balaguer (1105) fueron conquistadas por el reino de Aragón y el condado de Urgell respectivamente. Aunque la presencia de los almorávides en la Frontera Superior confirió un periodo efímero de estabilidad, Zaragoza (1118) y Tudela (1119) terminaron por caer en manos del Reino de Aragón, mientras que Lleida era sometida a asedios (1123) y la ciudad de Tortosa fue refortificada (1124), posiblemente en previsión de periodos de asedio y ataque. Finalmente, ambas ciudades fueron conquistadas en los años 1149 y 1148 respectivamente (García Biosca 1998).

Aunque se puede considerar que a mediados del siglo XII la conquista cristiana de la Frontera Superior ya se había completado, documentalmente se puede detectar la presencia de comunidades mudéjares en diferentes regiones, tales como zonas de la Catalunya Nova cercanas al río Ebro o la ciudad de Tudela (Arancón 2011; Virgili 2019: 55). Como se ha visto, en Tudela también se identifica una *maqbara* mudéjar que responde a la continuidad del poblamiento andalusí en algunas zonas de la Frontera Superior. También es posible que algunas de las inhumaciones rurales que se detectan

en el tramo final del río Ebro correspondan a un poblamiento mudéjar, aunque sin la realización de análisis radiocarbónicas esto resulta imposible de confirmar.

Tanto las *maqābir* rurales como los cementerios cristianos de la Frontera Superior, que mayoritariamente se sitúan en el ámbito rural, difícilmente pueden relacionarse con un poblamiento conocido documental o arqueológicamente. Este aspecto coincide con los conocimientos actuales sobre los asentamientos rurales de la Frontera Superior, que son aún escasos por falta de investigación y, en el caso de las cronologías emirales, debido a la dificultad para identificar sus restos materiales (Eiroa 2012; Sénac 2012). Aunque como se ha visto en el caso de la *maqbara* de Valdeherrera o la *maqbara* de Tauste, hay indicios claros de poblamiento rural anterior al siglo X, por lo general el registro arqueológico y documental de los asentamientos es escaso antes de este momento, que es cuando los patrones de asentamiento rural se estabilizan a la vez que se inicia la consolidación del espacio urbano (Brufal 2012; Eiroa 2012; Kirchner y Virgili 2015). Pese a esta falta de un conocimiento concreto, se han hecho propuestas de carácter más general. Por ejemplo, se ha sugerido que los asentamientos rurales del Pla de Lleida estaban fortificados, tal como señalan tanto las fuentes documentales como las arqueológicas, y podrían presentar pautas de asentamiento diferenciadas respecto a otras zonas alejadas de la frontera debido precisamente a esta posición fronteriza (Giralt 1984: 27; Esco 1988; Brufal 2012; Sénac 2012).

2.2 El *šarq* al-Andalus

Las *maqābir* de Vall d'Uixó se insertan en un rico contexto funerario de época andalusí y mudéjar en la región del *šarq* al-Andalus, que después de la conquista feudal se dividió en los reinos de Valencia (1245) y Murcia (1258). En época andalusí, esta región incluía, de norte a sur, todos los territorios contenidos entre las actuales provincias de Castellón y Almería y en el interior hasta Albarracín y Cuenca y estaba formada por las coras o *kūrah* de Balansiya y de Tūdmir (Torró 2012).

En las inmediaciones de este conjunto de alquerías se identifican *maqābir* que se pueden calificar como urbanas en Burriana, Segorbe y Onda (Figura 5). Burriana aparece posiblemente como *madīna*, *madīna* Buryena, en los tratados de al-Idrīsī (Claramonte et al. 2017: 15-17). Por otra parte, diversos autores han propuesto que tanto Segorbe como Onda adquirieron prerrogativas urbanas en época andalusí. R. Martín y V. Palomar indican que en el *Kitāb Mu'jam al-Buldān* de Yāqūt al-Hamawī Segorbe es mencionada como *balda*, que los dos investigadores traducen como pequeña ciudad, aunque otros autores han indicado la ambigüedad de este término en las obras de Yāqūt al-Hamawī (Ortega 1998; Martín y Palomar 1999: 33-35). B. Fresquet,

por su parte, propone que el *hishn* de Onda encabezó un *iqlim* en el siglo XI, momento en el que adquirió características urbanas (Fresquet 2014: 384-385).

En Burriana se ha localizado una *maqbara*, referida en las publicaciones como *maqbara* del Camí de València debido a su proximidad con el Portal de Valencia situado en el antiguo perímetro amurallado de la ciudad. Esta *maqbara* se sitúa a intramuros de la ciudad y se fecha radiocarbónicamente entre los siglos XII y XIII (Melchor y Benedito 2018). Las tumbas excavadas en esta *maqbara* presentan las características típicas de las inhumaciones por rito islámico en la Península Ibérica: se identifican fosas simples con una orientación noreste-suroeste que contienen esqueletos en posición de decúbito lateral derecho desprovistos de ajuar (Melchor y Benedito 2018).

En Segorbe se ha encontrado una *maqbara* en la plaza del Almudín que presenta 44 fosas simples, algunas cubiertas por losas, con la misma orientación observada en la *maqbara* de Burriana. Algunos de los individuos excavados se encontraban en posición de decúbito supino o decúbito prono, aunque mayoritariamente estaban en posición de decúbito lateral derecho (Barrachina 2004-2005).¹² En un inicio, estas inhumaciones tenían una datación relativa entre los siglos VIII y XI; sin embargo, publicaciones más recientes las sitúan en el siglo XI (Silva et al. 2021). En la plaza del Agua Limpia de Segorbe se identifica una única inhumación por rito islámico, fechada de manera relativa entre los siglos VIII y XVI (Olive-Busom et al. 2020).

Por último, en Onda se identifican cuatro posibles *maqābir* situadas en la avenida Anselmo Coye (11 tumbas), la calle Soroller (88 tumbas), una zona denominada como Sitjar baix-SUR 13 (4 tumbas), y las plazas Raval de San José y del Pla, que se sitúan a escasos metros de distancia y suman más de 300 tumbas (Olive-Busom et al. 2020). Ninguna de estas *maqābir* cuenta con una publicación. Sin embargo, se ha tenido acceso a los informes arqueológicos de las excavaciones proporcionados por los propios arqueólogos y se ha podido publicar la información funeraria contenida en ellos (Olivé-Busom et al. 2020).¹³ Gracias a estos informes se sabe que durante las intervenciones se identificaron fosas simples, algunas cubiertas por losas, con la misma orientación observada en la *maqbara* de Burriana. Igual que en Segorbe, algunos de los individuos excavados se encontraban en posición de decúbito supino o decúbito prono, aunque los esqueletos estaban mayoritariamente en posición de decúbito lateral derecho (Olivé-Busom et al. 2020). No se tiene constancia de la datación absoluta de

¹² Es posible que estas posiciones no normativas se deban a movimientos postdeposicionales (Barrachina 2004-2005).

¹³ Nos referimos a los informes de intervención arqueológica elaborados por Alfonso y Estall (2002), Alfonso (2003), Alfonso y colegas (2006) y Moraño y García (s.f.).

ninguno de los esqueletos exhumados, de modo que la datación de las *maqābir* de Onda es necesariamente amplia, desde la conquista arabo-bereber de la península (VIII) hasta la expulsión de los moriscos (XVI).

Más al sur, en la ciudad de Valencia, se conocen las *maqābir* urbanas de *bāb* al-Hanax y *bāb* Baytala o Puerta de la Boatella (de Togores 1997; Melchor 2020).¹⁴ La *maqbara* de *bāb* al-Hanax, referida así en la literatura moderna debido a su cercanía con la puerta de entrada a la ciudad documentada por ibn Ḥayyān y al-ʿUḍrī, se fecha entre los siglos XI y XIII y contiene 343 enterramientos realizados mediante el rito islámico, sin que se identifiquen elementos *ex norma* (de Togores 1997; Benito 2009:282). La *maqbara* de *bāb* Baytala o Puerta de la Boatella se denomina así por los mismos motivos que la *maqbara* anterior. En ella se han identificado 21 tumbas en fosas simples fechadas entre los siglos XI y XIII (Benedito et al. 2007).

En Denia la llamada *maqbara* al-Fajjarim o *maqbara* de los alfareros se denomina así en las publicaciones debido a su cercanía con un centro de producción alfarero descubierto durante la misma intervención arqueológica que localizó la *maqbara* (Ruiz Sever y Simonel 2004). Gracias a los materiales encontrados durante su excavación, el centro de producción se fecha entre los siglos XII y XIII; se desconoce, sin embargo, si la misma datación relativa puede aplicarse a la *maqbara*. Los investigadores consideran que ambas infraestructuras fueron posiblemente coetáneas, aunque tal vez el inicio del uso de la *maqbara* puede situarse en el siglo XI. En total se identificaron 214 tumbas que presentaban una orientación este-oeste. En algunas se identificaron delimitaciones hechas con piedras, materiales de construcción o fragmentos cerámicos y en otras cubiertas hechas con losas, tejas o una combinación de ambas. Solamente se han identificado elementos de ajuar, siempre ornamental, en tres tumbas y pese a que la mayoría de los esqueletos presentaban una posición de decúbito lateral derecho, algunos se encontraron en posición de decúbito supino o decúbito prono, hecho que puede vincularse a movimientos postdeposicionales.

En Alicante se localiza una *maqbara*, conocida como *maqbara* de Petrer, en la que se han identificado 11 tumbas (de Miguel et al. 2021). Igual que se observa en la *maqbara* de Denia, todas ellas cumplían las características del ritual islámico, aunque su orientación es este-oeste. Se fechan entre los siglos XII y XIII gracias al material

¹⁴ En Calle del Mar, Ribera y Soriano (1996) advierten que tres inhumaciones en fosa con orientación norte-sur y posición de decúbito lateral usualmente presentadas como visigodas dado su contexto arqueológico que pueden ser, sin embargo, islámicas.

arqueológico identificado durante la excavación; sin embargo, los investigadores proponen que su uso pudo prolongarse hasta el siglo XV.

En Lorca se han producido diversos hallazgos funerarios, localizados en la *maqbara* de la alcazaba, la *maqbara* de *bāb* al-Maqābir y la *maqbara* de la Iglesia del Carmen (Pujante 2000-2003; Ponce 2002; Chávet y Sánchez 2013). De manera similar a los enterramientos encontrados en la Suda de Tortosa, algunas de las inhumaciones en fosa excavadas en la alcazaba de Lorca presentaban las paredes revestidas de yeso, estaban construidas con ladrillos y enlucidas o estaban hechas con obra de piedras y yeso con bancos laterales para sostener la cubierta. Aparte de este tipo de construcción, que puede considerarse *ex norma*, presentaban las características típicas del rito islámico. Ponce (2002:121) identifica, además una agrupación de tres tumbas organizadas alrededor de una construcción, posiblemente un panteón. Por otro lado, la *maqbara* de *bāb* al-Maqābir se denomina así en la actualidad, aunque no se conoce ni el nombre de la *maqbara* ni el de la puerta cerca de la cual se emplaza (Ponce 2002). Parte de esta *maqbara* se encuentra a intramuros, y los investigadores proponen que esto se debe a un inicio en el uso de la *maqbara* anterior al siglo XII, momento en que se alza la muralla. Todas las inhumaciones presentan las características propias del rito islámico y se identifica una *qubba* o morabito, es decir, una pequeña capilla funeraria, con cuatro tumbas asociadas. Por último, la *maqbara* de la Iglesia del Carmen en Lorca presenta fosas simples rectangulares (*sahq*) con una covacha lateral (*lahd*) que albergaban individuos colocados en posición de decúbito supino con el rostro orientado al este (Chávet y Sánchez 2013). Además, la mayoría de las tumbas contaban con señalizaciones externas. Estas consistían en anillos, simples o múltiples, hechos con piedras que delimitaban la tumba y que tenían una forma ovalada o rectangular. M. Chávet y R. Sánchez (2013) muestran que algunos hadices recogen esta tradición, que también se observa en la plaza Ramon Cabrera de Tortosa (Martínez 2000). También se identificaron amontonamientos de piedras formando túmulos. Se desconoce la cronología de uso de estas *maqābir*, aunque en el caso de la *maqbara* de *bāb* al-Maqābir los investigadores proponen que el inicio de su uso debe ser anterior al siglo XII. La excavación de dos de los solares asociados a esta *maqbara* ha resultado en una datación relativa entre los siglos XI y XII (Chávet y Sánchez 2013). Aparte, se tienen referencias orales o escritas a dos otras *maqābir*, conocidas en la literatura como Porche de San Antonio y de los Alfareros (Ponce 2002: 127-128).

En Murcia se han identificado las *maqābir* de Santa Eulalia, San Esteban y San Nicolás (Navarro 1986; Bernabé 2002; García y Fernández 2020; Haber et al. 2020). La *maqbara* de Santa Eulalia presenta fosas simples que tienen las características típicas

de las inhumaciones por rito islámico (García y Fernández 2020). Se identifican, además, dos panteones y fragmentos de cerámica no vinculados a ninguna tumba que los investigadores creen que pueden asociarse a aspectos del rito funerario orientados a la purificación de la tumba mediante el agua. Esta *maqbara* se fecha de manera relativa entre los siglos XII y XIII, aunque según los arqueólogos encargados de las intervenciones es posible que el inicio de su uso sea más temprano. Los individuos inhumados en la *maqbara* de San Esteban se fechan de manera absoluta entre los siglos XI y XIII y presentan las características típicas de las inhumaciones por rito islámico (Haber et al. 2020). Por último, la *maqbara* de San Nicolás, localizada dentro del recinto murado de *madīna* Mursiyā, se encuentra delimitada en los extremos oeste y norte por un muro de tapial (Navarro 1986). Las tumbas encontradas, más de 500, presentan las características típicas del rito islámico y consisten mayoritariamente en fosas simples sin ajuar. Sí identifican, sin embargo, dos tumbas hechas con sillares de piedra arenisca en la parte externa, que cubren fosas simples excavadas en el suelo. Esta *maqbara* se fecha de manera relativa entre los siglos X y XII (Navarro 1986).

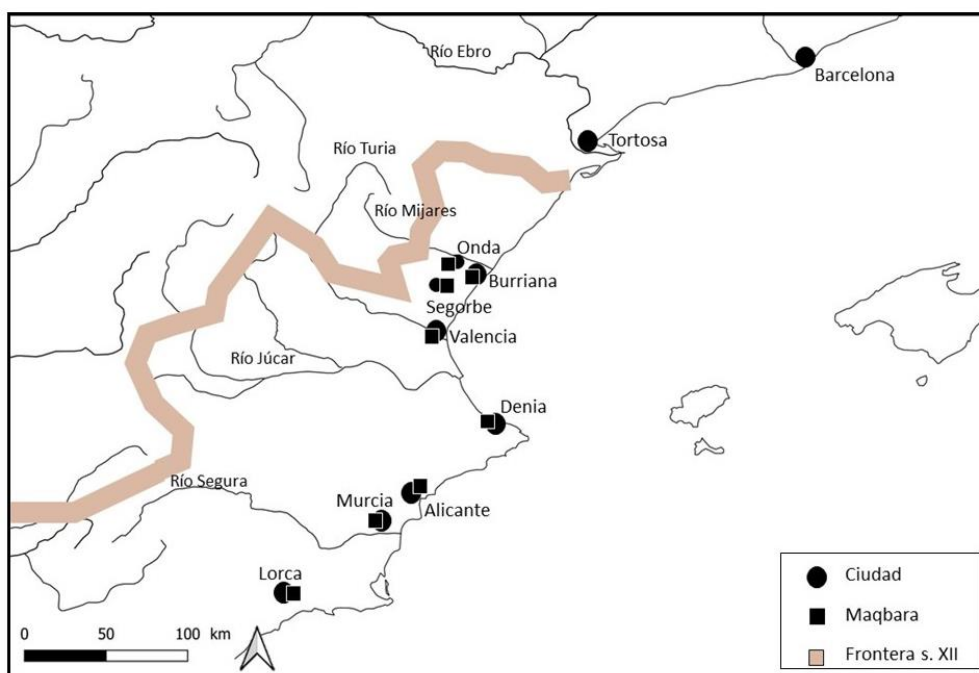


Figura 5. Localización de las maqābir urbanas del šarq al-Andalus mencionadas en el texto. Fuente: QGIS, edición propia.

La *Plana de Burriana*, el nombre que recibía el entorno de Vall d’Uixó durante el periodo medieval, es el espacio definido por el llano que se extiende entre la sierra de Espadà y la costa (Viciano 2012: 23). En esta zona se encuentra una gran cantidad de *maqābir* rurales que, de hecho, parecen estar mucho mejor representadas y documentadas a nivel arqueológico en comparación a la Frontera Superior (Figura 6).

En los entornos de Burriana se localizan tres *maqābir*, conocidas como Calatrava, Beniham y Vinarragell (Melchor y Benedito 2018). La *maqbara* de Beniham se identifica con la alquería de nombre homónimo que aparece mencionada en la documentación generada por la conquista feudal. Una de las inhumaciones excavadas ha sido fechada mediante una datación absoluta entre los siglos IX y X. La *maqbara* de Calatrava se denomina así debido a su proximidad con una torre que fue donada por Jaume I a la Orden de Calatrava, mientras que la *maqbara* de Vinarragell recibe su nombre de la alquería con la que colinda, mencionada también en la documentación generada por la conquista feudal. Ninguna de estas dos *maqābir* cuenta con dataciones absolutas. En las *maqābir* de Calatrava y Beniham se han encontrado fosas simples con las características típicas de las inhumaciones por rito islámico, mientras que no se tienen datos funerarios sobre la *maqbara* de Vinarragell.

En la actual ciudad de Castellón de la Plana se han encontrado cuatro *maqābir* rurales. Una de ellas, la *maqbara* de Sant Jaume de Fadrell se ha podido relacionar con núcleo de población andalusí del que se tiene escaso conocimiento nivel arqueológico. Otra, la *maqbara* de Castell Vell, se sitúa dentro del *hīṣn* que controlaba el territorio, referido en las fuentes como *Hadral* (Collastro y Nieto 2008; Benedito y Melchor 2018). Las dos *maqābir* restantes, denominadas plaza Cardona i Vives y partida de Lledó, no se han podido relacionar de manera certera con ningún tipo de asentamiento conocido documental o arqueológicamente (Benedito et al. 2008; Oliver 2008).¹⁵ Ninguna de las cuatro *maqābir* cuenta con dataciones radiocarbónicas, por lo que todas tienen una cronología amplia que incluye el siglo VIII hasta la expulsión de los moriscos (XVI). Sin embargo, en la *maqbara* de la partida de Lledó se ha podido obtener una datación relativa entre los siglos XI y XIII gracias a los materiales arqueológicos encontrados en ella (Benedito et al. 2008). Todas las tumbas identificadas en estas *maqābir* presentaban fosas simples con orientación noreste-suroeste. Salvo en una tumba encontrada en la *maqbara* de la plaza Cardona i Vives, donde se identifica un jarrón cerámico, ninguna presentaba ajuar (Oliver 2008). La posición más usual de los esqueletos era la de decúbito lateral derecho, aunque se identifican individuos en posición de decúbito supino y decúbito prono en las *maqābir* de la partida de Lledó y Sant Jaume de Fadrell (Benedito et al. 2008; Collastro y Nieto 2008).

Otras de las muchas *maqābir* rurales que se identifican en los alrededores de Vall d'Uixó son la *maqbara* de Palau en Betxí (Castellón), fechada radiocarbónicamente entre los

¹⁵ La *maqbara* de la plaza Cardona i Vives también es conocida como *maqbara* de Benarabe o Benimohamet ya que algunos investigadores la asocian con esta alquería; sin embargo, no se han podido encontrar referencias que expliquen el porqué de esta relación.

siglos XI y XII, la *maqbara* de Antiguo Portal de Valencia también en Betxí, la *maqbara* de Alcudia de Veo (Castellón) y la *maqbara* de Castelnovo (Castellón), de las que se desconoce su cronología de uso (Selma 1996; Olalde et al 2019; Olivé Busom et al. 2020; Aguilera s.f.).¹⁶ Todas ellas presentaban fosas simples con las características típicas de las inhumaciones por rito islámico.

Al norte de este territorio se identifica una gran *maqbara* rural en Ribera de Cabanes (Castellón), con 234 fosas simples que también presentan las características típicas de las inhumaciones por rito islámico (Flors 2009). Los investigadores del yacimiento relacionan esta *maqbara* con los asentamientos rurales andalusíes que se detectan arqueológicamente en los alrededores, los cuales se fechan de manera relativa entre los siglos X y XIII, momento en que son abandonados probablemente a causa de la conquista cristiana (Flors 2009:544-545). Aunque esta cronología relativa definida por la zona de hábitat puede relacionarse con el periodo de uso de la *maqbara*, por el momento esta no tiene una cronología de uso adjudicada.

Hacia al sur, se destaca la *maqbara* de Alfar de la partida de la Rosana, en los alrededores de Sagunto (Valencia), asociada a un centro de producción alfarero (Asón y Carrera 2016; Melchor 2020). Las 47 tumbas excavadas consistían en fosas simples, algunas de las cuales presentaban una cubierta hecha con cantos rodados unidos con arcilla. Aunque el taller de producción cerámica tiene una datación relativa entre los siglos X y XI, se desconoce si la *maqbara* tuvo el mismo recorrido (Asón y Carrera 2016). En Gandía la *maqbara* rural Benipeixcar (Valencia), de cronología mudéjar (XV-XVI), está asociada a la alquería de nombre homónimo. No se conocen detalles relativos a la arqueología funeraria de la *maqbara*. Sin embargo, debe destacarse la labor investigadora realizada en sus esqueletos, tanto a nivel patológico como isotópico (Pericás et al. 1996a-c; Alexander et al. 2015). En Murcia se identifica otra *maqbara* de cronología mudéjar (siglos XII-XIII), conocida como El Pocico II (Cañadas de San Pedro), que está asociada a una alquería cuyos restos fueron descubiertos durante la misma intervención que localizó la *maqbara* (Martínez y Bellón 1998). Las tumbas descubiertas en esta *maqbara* consisten en fosas simples cubiertas por lajas o piedras mezcladas con barro que presentaban las características típicas de las inhumaciones por rito islámico. En la cercana población de Alhama de Murcia se identifica otra *maqbara* con una cronología relativa similar (siglos XII-XIII) (Ramírez y Ureña 1998). Además, tanto documental como arqueológicamente se constata la existencia de la alquería a la que

¹⁶ En nuestra publicación en *Arqueología y Territorio Medieval* (Olivé-Busom et al. 2020) recogemos las *maqābir* rurales conocidas en la zona de Castellón hasta la fecha de publicación.

pertenecía.¹⁷ En ambos casos, los investigadores relacionan el abandono de las alquerías y sus respectivas *maqābir* con la expulsión de las comunidades mudéjares a causa de la revuelta iniciada en torno 1264 en Murcia y la Baja Andalucía. En el caso de Alhama de Murcia, la documentación posterior a la revuelta, finalizada en 1266, no menciona la presencia de población mudéjar en este enclave, hecho que refuerza esta propuesta (Ramírez y Ureña 1998).

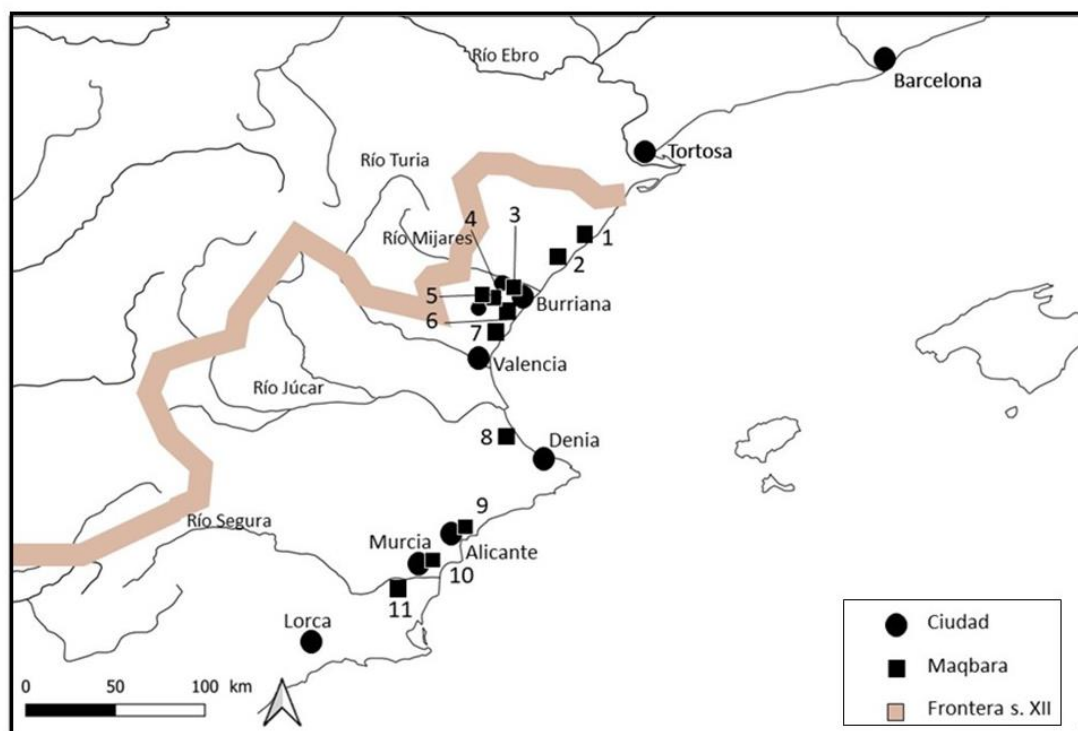


Figura 6. Localización de las maqābir rurales del *šarq al-Andalus* mencionadas en el texto. 1. Ribera de Cabanes; 2. Castellón de la Plana; 3. Burriana; 4. Alcudía de Veo; 5. Castelnovo; 6. Betxí; 7. Sagunto; 8. Gandía; 9. Tossal de Manises 10. El Pocico II; 11. Alhama de Murcia. Fuente: QGIS, edición propia.

Tal como ocurre en la Frontera Superior, en el *šarq al-Andalus* el conocimiento relativo a la arqueología funeraria está dispersado en publicaciones monográficas sobre cada *maqābir* y los hallazgos producidos en ellas que, aunque de innegable valor, ofrecen un conocimiento fragmentario. No existe ninguna publicación que realice una valoración sintética e integral de los conocimientos adquiridos hasta el momento y que interprete su entidad y características para contribuir al conocimiento de las condiciones del poblamiento del *šarq al-Andalus* o de los posteriores Reino de Valencia y Reino de Murcia. Aun así, se deben destacar las siguientes publicaciones que, a menor escala, proporcionan el estado de la cuestión de la arqueología funeraria islámica en distintas regiones. Este es el caso de las publicaciones realizadas por J.M. Melchor (2020),

¹⁷ Aparte de referencias en la documentación feudal, los investigadores encuentran una posible mención por parte de Al-Qazwîni.

Claramonte y colegas (2017) y J. Benedito y J.M. Melchor (2018; Melchor y Benedito 2018) sobre las *maqābir* encontradas en Sagunto, Castellón de la Plana, Burriana y sus respectivos entornos rurales. De manera similar, en el marco de esta tesis doctoral realizamos una publicación que ofrecía un estado de la cuestión de las *maqābir* e inhumaciones puntuales encontradas en la provincia de Castellón (Olivé-Busom et al. 2020). Aunque con un marco territorial presentista, esta publicación integra las características comunes y particularidades de los hallazgos funerarios islámicos en esta zona, así como su posible relación con otras características del poblamiento medieval. Por último, la publicación de J. Ponce (2002) sobre el rito funerario identificado en las diferentes *maqābir* de Lorca constituye una guía de referencia para entender e identificar el rito funerario y algunas de sus posibles particularidades en *maqābir* tanto del *šarq* al-Andalus como de otros territorios de al-Andalus.

Otra problemática para el estudio de las inhumaciones por rito islámico en el *šarq* al-Andalus es la falta de dataciones absolutas que permitan acotar la cronología de uso de estos espacios funerarios. Esta carencia no solo afecta la capacidad para detectar un posible poblamiento temprano y actualizar la investigación acerca del proceso de colonización y la organización del poblamiento, como se ha visto en el caso de la Frontera Superior, sino que dificulta enormemente la detección de comunidades mudéjares. Estas comunidades son de especial interés en el *šarq* al-Andalus, ya que se, aunque muchas fueron expulsadas después de la revuelta mudéjar de la década de 1240 en el Reino de Valencia o de la década de 1260 en el Reino de Murcia, otras tantas permanecieron en el territorio hasta el decreto de expulsión de los moriscos (1609), bien como aljamas segregadas dentro de una población mayoritariamente cristiana o bien en poblaciones habitadas exclusivamente por comunidades islámicas (Guinot 1993; Torró 2007). Cuando se realizan dataciones radiocarbónicas, se identifican tanto inhumaciones de cronología temprana, en el caso de Tossal de Manises, como *maqābir* mudéjares, tales como la *maqbara* de Benipeixcar en Gandía. Esto permite no solamente corroborar las fuentes cristianas que aluden a la permanencia de algunas comunidades de manera posterior a mediados del siglo XIII, sino también atestiguar una posible presencia arabo-bereber temprana en este territorio de al-Andalus.

Muchas de las intervenciones arqueológicas que han permitido el hallazgo de estas inhumaciones eran excavaciones de urgencia o preventivas, mientras que las excavaciones programadas son minoritarias (Olivé-Busom et al. 2020). Este contexto de los hallazgos puede derivar en la falta de una investigación posterior a la excavación de los restos o en la no publicación de los resultados de las excavaciones. Aun así, hay diversas *maqābir*, principalmente urbanas, cuyas poblaciones han sido objeto de un

estudio más exhaustivo. Es el caso de la ya mencionada población mudéjar de Benipeixcar, que fue objeto de estudio de la tesis doctoral de M. Alexander (n. Munde, 2010) y de un estudio isotópico más detallado (Alexander et al. 2015). Así mismo, la población de la *maqbara* de San Nicolás de Murcia ha sido objeto de dos tesis doctorales centradas en sus patologías bucales y vertebrales (Brandi et al. 1992; Campo 2015). En la misma Murcia, la *maqbara* de San Esteban está siendo estudiada por un equipo multidisciplinar liderado por J. Eiroa (Haber et al. 2020). En el entorno inmediato a Vall d'Uixó, los esqueletos de la plaza del Almudín de Segorbe han sido objeto no solamente de un estudio antropológico (Barrachina 2004-2005) sino de un reciente estudio isotópico y genético que ha permitido conocer mejor la dieta y la movilidad de esta comunidad y confirmar la ascendencia norteafricana de parte de esta (Silva et al. 2021).

Pese a la dificultad de estudio que la fragmentariedad del conocimiento acerca de las *maqābir* del *šarq* al-Andalus comporta, por lo general las inhumaciones por rito islámico muestran una clara tendencia a seguir los preceptos establecidos respecto a la austeridad de la estructura de inhumación, la orientación y posición del cuerpo y la ausencia de ajuar. Se identifican comportamientos *ex norma*, principalmente en las *mudûn*. Se trata en todos los casos de la presencia de elementos constructivos, tales como las dos tumbas hechas con sillares de piedra arenisca identificadas en la *maqbara* de San Nicolás de Murcia o los revestimientos en yeso encontrados en algunas de las tumbas de la alcazaba de Lorca, que pueden vincularse a la inhumación de personajes de estatus elevado. Esta distinción en la construcción funeraria por estatus también se ha identificado en otras *maqābir* de al-Andalus, como en la ya mencionada *maqbara* de la alcazaba de Tortosa y en los enterramientos reales de Córdoba (Curtó et al. 1984-85; Abad y González 2008). También se encuentran elementos de arquitectura funeraria, tales como los panteones identificados en la *maqbara* de Santa Eulalia en Murcia y la *maqbara* de la alcazaba de Lorca o el morabito identificado en la *maqbara* de *bāb* al-Maqābir, también en Lorca. En muchas otras *maqābir* de al-Andalus, tales como la *maqbara* de Marroquíes Bajos en Jaén o la *maqbara* de Fuerte de Santiago en Algeciras también se constatan estos elementos (Navarro Pérez 2018; Ruiz y Caraballo 2019). Casal García (2001) indica que los morabitos son edificaciones características de la arquitectura funeraria islámica, especialmente en el Norte de África, y que tienden a señalar el lugar en el que un santón ha sido inhumado, mientras que los panteones son empleados para inhumar a miembros de una misma familia.

Las *maqābir* de cronología temprana del *šarq* al-Andalus, tales como la *maqbara* del Tossal de les Basses, testimonian los primeros decenios de la presencia arabo-bereber en esta región, que se inició hacia el año 713, momento en que, con el fracasado asedio

de Mérida y la sublevación de la recién conquistada Sevilla, Mūsà ibn Nuṣayr ordenó a ‘Abd al-Azīz avanzar hacia Murcia. En el momento de la conquista, gran parte de esta región estaba bajo el control del noble visigodo Teodomiro (arabizado como *Tūdmir*), con quien ‘Abd al-Azīz firmó el pacto de sumisión conocido como “pacto de Teodomiro” en abril de 713. Las estipulaciones de este pacto y su interpretación siguen en discusión por parte de la historiografía (i.a. Barceló 1979; Guichard 2001a; Carmona 2008; Gutiérrez 2008; Guitiérrez 2014).

Durante el periodo emiral, las fuentes escritas describen el *šarq* al-Andalus como un territorio poblado por bereberes que se resistían a aceptar la autoridad del poder central cordobés (Guichard 2002: 54-57; Torró 2012; Guichard 2016). Parece que esta resistencia se organizaba principalmente desde el poblamiento rural, configurado mayoritariamente por una densa red de alquerías estructuradas en torno a *ḥuṣūn*, aunque también existía poblamiento en altura (Bazzana y Guichard 1978; Guichard 1989). Con la proclamación del califato omeya en 929, el poder estatal se implantó de manera más efectiva en el *šarq* al-Andalus, hecho que se refleja, del mismo modo que se observa en la Frontera Superior, en un mayor desarrollo de las estructuras urbanas y en la presencia periódica de funcionarios nombrados por el poder central cordobés (Martí y Roca 2005; Torró 2012).

Las *maqābir* de periodo emiral o califal se encuentran escasamente representadas, quizás debido, en parte, a la falta de dataciones radiocarbónicas. Sin embargo, en la *maqbara* rural de Beniham (Burriana) se ha obtenido una datación absoluta que sitúa su uso entre los siglos IX y X, con lo cual se trata de una *maqbara* en uso durante estos periodos. La *maqbara* de San Nicolas de Murcia se fecha, aunque de manera relativa, entre los siglos X y XII y puede por lo tanto pertenecer a este periodo. Por el contrario, la mayoría de las *maqābir* del *šarq* al-Andalus que han sido fechadas tienen una cronología situada entre los siglos XI y XIII, un periodo iniciado con la caída del califato omeya de Córdoba y caracterizado por la fragmentación política del *šarq* al-Andalus y su progresiva conquista por parte de los reinos cristianos. La mayoría de las *maqābir* urbanas, tales como la *maqbara* del Portal de Valencia en Burriana, la *maqbara* de Puerta de la Boatella en Valencia, la *maqbara* de Denia, la *maqbara bāb* al-Maqābir en Lorca, y la *maqbara* de San Esteban en Murcia se fechan en estos siglos. A nivel rural, también se identifican *maqābir* de este periodo, por ejemplo, la *maqbara* de la partida de Lledó en los alrededores de Castellón de la Plana o la *maqbara* de Palau en Betxí.

El fin del califato en 1009 fue seguido por el surgimiento de taifas en el *šarq* al-Andalus, algunas de las cuales fueron dirigidas por *saqāliba*, esclavos de origen europeo que

durante el califato habían ejercido como funcionarios de la administración estatal (Guichard 2015: 159-160; 162-165). Las diferentes taifas en las que dividió el *šarq* al-Andalus no fueron capaces de hacer frente a la expansión de los reinos cristianos y se vieron forzadas a aceptar una sumisión tributaria mediante el pago de parias. Esto fue criticado por ulemas y alfaquíes, que llamaron a los almorávides establecidos en el Magreb. De este modo, entre finales del siglo XI e inicios del siglo XII los territorios del *šarq* al-Andalus fueron incorporados al dominio almorávide, aunque la administración siguió en manos de los funcionarios locales (Guichard 2015: 138-142). Cuando la revuelta almohade empezó a derrocar el poder almorávide en el norte de África, la población andalusí también se rebeló en su contra.

En el *šarq* al-Andalus, ibn Mardaniš, uno de los principales defensores de la frontera en el Ebro, creó un emirato con base en Murcia que en su momento de máxima expansión también incluía los territorios de Valencia hasta Peñíscola (Torró 2012). Dicho emirato no sobrevivió su muerte (1172), ya que sus territorios se incorporaron al dominio almohade sin que esto supusiera una rotura del orden político (Torró 2012). Este mismo personaje fue posiblemente el impulsor de un programa edilicio en *madīna* Mursiyā y su territorio que se concretó en la construcción del complejo palatino de *Dār aš-Šuġrā*, el oratorio del Alcázar Mayor de Murcia y otras obras públicas monumentales (Navarro y Jiménez 2011; Eiroa y Gómez Rodenas 2019). De manera similar, en *madīna* Lurqa se detecta una expansión de la ciudad intramuros, así como la formación de arrabales, entre los siglos XII y XIII, que son posiblemente influencia del poder almohade (Bellón 2007:209). Por lo tanto, junto a las numerosas *maqābir* que ya forman parte del registro arqueológico urbano de este periodo se constata la ejecución de diversos programas de renovación y construcción de nuevas infraestructuras urbanas de carácter público en diferentes ciudades del *šarq* al-Andalus, que son producto de la fragmentación del poder político.

Los territorios del *šarq* al-Andalus fueron incorporados a la Corona de Aragón entre 1225 y 1245, año en el que se fundó el Reino de Valencia, mientras que la corona castellana formó el Reino de Murcia en 1258 (Torró 2007). En el Reino de Valencia, a partir de 1248 se implementó una política de expulsión y segregación de las comunidades musulmanas que cambió radicalmente la estructura del poblamiento (Guichard 2001b: 540; Torró 2007).

La expulsión de los musulmanes del reino fue motivada por la revuelta de los musulmanes de Valencia encabezada por al-Azraq en 1247 (Guichard 2001b: 571). Esta política de expulsión se aplicó con éxito en la mayor parte del reino, aunque encontró

resistencia en ciertos territorios montañosos, como fue el caso de Uixó, y también de Eslida, en la misma sierra de Espadà (Guinot 1993; Torró 2007).¹⁸ Aunque la política de expulsión supuso la minorización progresiva de la población musulmana, P. Viciano (2012: 54-55) propone que durante los siglos XIV y XV aún tenía un peso considerable en la demografía del reino. A raíz de esta expulsión, a partir de la segunda mitad del siglo XIII se inició una política de segregación del poblamiento islámico que aún permanecía en el Reino de Valencia. Este se concentró en grandes aljamas de regiones montañosas del interior del país, como Uixó, Eslida y Bunyol, pobladas exclusivamente por habitantes musulmanes. Se articulaba en núcleos de menos de cien fuegos que formaban una red de alquerías densa y compacta, frente a una mayoría cristiana mayoritariamente agrupada en centros urbanos y periurbanos (Guichard 2001b: 345-359; Viciano 2010:56-57). En paralelo y de manera más minoritaria se identifican otras aljamas en zonas de huerta como en el término de Xàtiva y algunas morerías urbanas establecidas por la corona durante los siglos XIV y XV en Castellón de la Plana, Alzira, Gandía o Corbera (Viciano 2010:59).

La conquista cristiana también supuso el inicio de un proceso de desposesión de las tierras que seguían en manos de musulmanes, sobre todo en las zonas centrales del reino, donde los colonos cristianos eran más numerosos y estaban mejor organizados (Guichard 2001b: 573, 621). A la vez, se produjo una ruralización de la población musulmana del Reino de Valencia, no tan solo a nivel de estructuración del poblamiento sino también a nivel económico, puesto que la inmensa mayoría de la población se dedicaba al trabajo de la tierra (Viciano 2012: 38, 57). En su mayoría, los campesinos musulmanes explotaban heredades, sobre las que los señores feudales ejercían un estrecho control, y estaban sometidos a una servidumbre colectiva (Viciano 2012: 45).

Este es el contexto en el que se sitúan las *maqābir* de Vall d'Uixó, mientras que en los municipios de Eslida y Bunyol, donde se identifican aljamas mudéjares de características similares, no se encuentran, por el momento, *maqābir* atribuibles a este periodo o a ningún otro. En Benipeixcar, en las afueras de Gandía, también se identifica una *maqbara* mudéjar, cuya comunidad es conocida a nivel documental (Ferrer i Mallol 2002). Como ya se ha mostrado, en el Reino de Murcia también se identifican *maqābir* de cronología mudéjar asociadas a un asentamiento conocido documental y/o arqueológicamente. Estas parecen ser abandonadas a mediados del siglo XIII, cuando se produjeron expulsiones de comunidades mudéjares. Es necesario señalar que todas estas *maqābir* se encuentran en contextos rurales, mientras que en contextos urbanos

¹⁸ Otras zonas de interior como la sierra de Alcoi o Valls de la Marina también acogieron un grueso poblacional musulmán organizado en pequeñas alquerías (Viciano 2012: 59-60).

se puede proponer que la *maqbara* de Alicante (XI-XIII) puede haber tenido continuidad hasta el siglo XV (de Miguel et al. 2021). Es posible que esta mayoría de *maqābir* mudéjares rurales encontradas en el registro arqueológico refleje la reestructuración del poblamiento y el proceso de ruralización que sufrieron las comunidades mudéjares del Reino de Valencia.

2.3 Balaguer

El yacimiento de Pla d'Almatà se encuentra en la ciudad de Balaguer (Lleida), en el noreste de la Península Ibérica (Figura 7). Esta es atravesada por el río Segre y se emplaza en el llano creado por el mismo. El yacimiento tiene una extensión de 27 hectáreas que ocupan la práctica totalidad del altiplano de nombre homónimo. Por los lados este y sur, el altiplano cuenta con dos defensas naturales: el río Segre y el barranco del Torrent o de Alcoraç (Giralt 1994: 219-232; García Biosca et al. 1998). Dada la ausencia de elementos naturales de defensa por los lados oeste y norte, en estos lados el yacimiento queda delimitado por una muralla que alterna el lienzo con torres macizas, de las que se conservan 24 (Alòs 2015: 166). El punto central del yacimiento se encuentra en las coordenadas E (X) 317502.1 N(Y)4629730.6.



Figura 7. Localización de Balaguer (azul) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.

Aunque en los alrededores de Balaguer se detecta poblamiento tardoantiguo y visigodo, el yacimiento de Pla d'Almatà constituye una fundación de época islámica cuya cronología está aún en discusión (Alòs et al. 2007). J. Giralt (1991; 1994) propuso una datación relativa de sus murallas en el siglo VIII mediante el estudio de su técnica constructiva, ya que identificó paralelismos con soluciones constructivas presentes en

fortificaciones tanto de la Península Ibérica como de Oriente en los siglos VIII y IX y con los aparejos de la alcazaba de Mérida y la mezquita de Córdoba.¹⁹

La posible presencia de este recinto fortificado de 27 hectáreas en una cronología tan temprana ha conllevado que se atribuya a Pla d'Almatà, en su momento fundacional, una función de campamento militar vinculado al control del río Segre y a las expediciones militares hacia los Pirineos (Esco et al. 1988; García Biosca et al. 1998). La propuesta de la existencia de un campamento militar, de carácter temporal y construido con materiales perecederos, también se sostiene en la ausencia de restos arqueológicos anteriores al siglo X. Solamente se identifican, y de manera poco clara, estructuras tales como restos de muros, canalizaciones y recortes en el suelo natural que son cortados por estructuras fechadas en los siglos X y XI. Esta relación estratigráfica y su orientación diferente respecto a las estructuras de los siglos X y XI ha permitido sugerir una cronología anterior, aunque su atribución a un periodo concreto es difícil, ya que no presentan materiales cerámicos asociados (Alòs et al. 2007; Alòs 2015).

La falta de testimonios arqueológicos claros de una ocupación de Pla d'Almatà en los siglos VIII y IX se puede atribuir, como C. Alòs (2015) propone, a la excavación, hasta el momento, de solamente el ~0,5% de las 27 hectáreas del yacimiento, aunque este se ha prospectado en su totalidad. Respecto a la prospección del yacimiento, C. Alòs indica que los resultados obtenidos muestran una ocupación del 100% de la superficie, como mínimo en la época inmediatamente anterior a la conquista feudal de Balaguer (Alòs 2015:166). Debe indicarse que durante la revisión de las intervenciones arqueológicas realizadas en Pla d'Almatà se detecta que algunos de los sondeos abiertos en el año 1993 no dieron como resultado unidades estratigráficas correspondientes al periodo andalusí (Pròleg s.f.). Se trata, sin embargo, de puntos relativamente aislados y de sondeos que no superan los 20m², por lo que no tienen por qué representar una gran extensión desocupada.

¹⁹ Giralt (1994:229) concreta los paralelismos entre los aparejos constructivos de las murallas andalusíes de Pla d'Almatà y los aparejos constructivos de la alcazaba de Mérida y la mezquita de Córdoba en: "La muralla presenta tres hiladas a modo de zócalo realizadas a base de sillares bocelados groseramente, todos dispuestos a través, con una función clara de nivelación y regularización del plano horizontal. El resto se compone de 8 hiladas en la cara norte y 9-10 en la cara oeste, con sillares bien encajados y dispuestos a lo largo y de través (en algunos lugares hay agrupaciones de 2-3 sillares de través, solución típica del siglo IX y de la que podemos encontrar paralelos tanto en la Alcazaba de Mérida como en la mezquita de Córdoba)".

Los únicos testimonios no discutidos de la ocupación de Balaguer en cronología andalusí anterior al siglo X son de carácter documental y se concretan en dos menciones. La primera, que data del año 863, proviene de una fuente cristiana y relata el traslado del cuerpo de San Vicente desde Zaragoza hacia Castres, en la Septimania. En este relato no solamente aparece Balaguer como un lugar habitado sino que se le califica como *oppidum*, una palabra que se ha asociado a la presencia de una fortificación anterior al *ḥiṣn* y que además refuerza el carácter militar del yacimiento, situado en un punto de paso entre la Septimania y Zaragoza (Giralt et al. 1995; Alòs 2015). La segunda mención se encuentra en una crónica escrita originalmente por Isa ibn Aḥmad al-Rāzī contenida en el *Muqtabis* de ibn Ḥayyān. En esta crónica se narra la construcción de un *ḥiṣn* en Balaguer por orden de Ismāʿīl ibn Mūsā ibn Lubb ibn Qasīs entre los años 897 y 898 (Martínez Antuña 1937: 126; Bramon 2000:240; Alòs 2015). Esto se confirma en una nota breve del *Muqtabis* de ibn Ḥayyān, donde el *ḥiṣn* de Balaguer es mencionado como un punto central o cabeza del territorio formado por diversos *ḥuṣūn* (Sénac 1988; Bramon 2000:283).

Mientras que el conocimiento que se tiene del yacimiento de Pla d'Almatà antes del siglo X es escaso, los siglos X y XI se detectan de manera muy clara tanto a nivel documental como arqueológico. Diversos autores árabes, tales como al-Razī, ibn Ḥayyān o al-'Uḍrī mencionan Balaguer como fortificación en el siglo X sin ofrecer ningún tipo de descripción (Giralt 1994: 236; Bramon 2000: 267-268, 271-272, 283). Sin embargo, durante este siglo también se empiezan a encontrar menciones de Balaguer como *madīna*, *madīna* Balaghí, que prosiguen a lo largo del siglo XI (Bramon 2000: 344-345; Alòs 2015: 167). A nivel arqueológico, y pese a la escasa excavación del yacimiento, se constata que en el siglo XI la ciudad ya se encontraba organizada desde el punto de vista urbanístico (Camats et al. 2015). Se identifican un barrio industrial con talleres alfareros en el extremo noroeste del yacimiento y un barrio residencial que presenta una trama ortogonal planificada y casas adosadas (Giralt 1994; Alòs et al. 2007; Camats et al. 2015). La documentación feudal generada por donaciones anteriores a la conquista definitiva de Balaguer y por la propia conquista presenta una ciudad andalusí formada por tres barrios diferenciados: el barrio de Almatà en el altiplano, el barrio que se formó a los pies del castillo y en torno al barranco de Alcoraç conocido como el barrio de Alcoraç y un pequeño núcleo situado al oeste del barrio de Alcoraç, también en una zona elevada (Figura 8) (Alòs 2015). Además, esta misma documentación describe una ciudad compleja con gran diversidad de infraestructuras tales como barrios industriales, zonas residenciales, posadas, zonas comerciales, mezquitas, cementerios, baños, lavaderos, hornos, huertas, molinos y naves (Alòs 2010: 44-45; Alòs 2015).

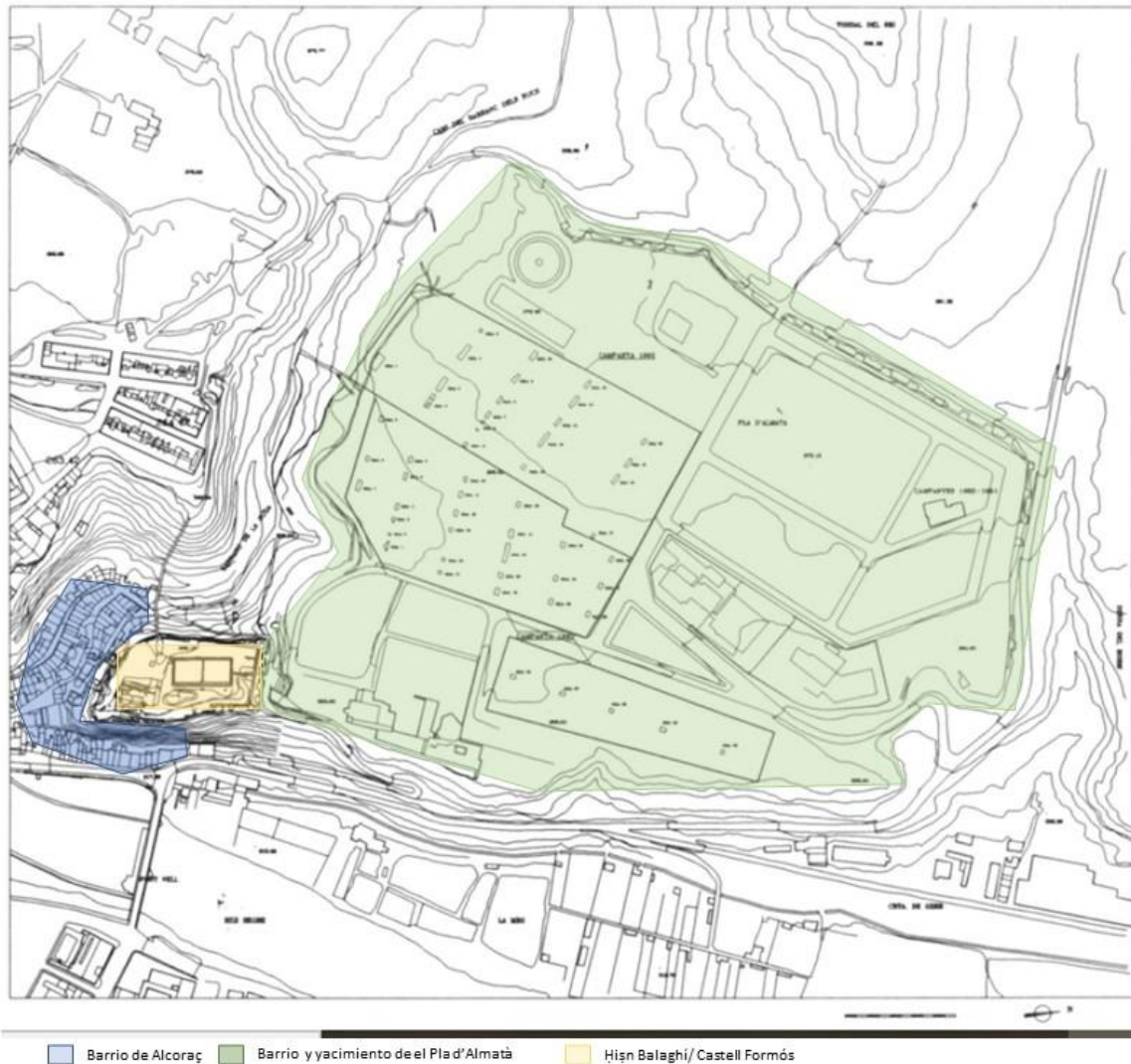


Figura 8. Extensión del yacimiento de Pla d'Almatà (verde) y localización del hışn (amarillo) y del barrio de Alcoraç (azul). Modificado de Giral y colegas. (1995).

En los alrededores de la ciudad se identifican explotaciones agrícolas que en la documentación feudal generada por la conquista aparecen denominadas como almunias. Dos habitantes de Balaguer, Avimoni y Luceph Cavaler, tenían varias, lo que ha llevado a proponer que la clase alta de la ciudad, de la que formarían parte estos dos personajes, era la principal propietaria del territorio agrícola próximo a ella (Alòs 2015). La documentación también menciona huertas (Baraut 1994-1995: 170-171). Estas se irrigaban mediante la acequia de El Cup, que aparece documentada en el año 1094, y la acequia de El Sió, que se documenta en el año 1106 (Batet 2006:207).²⁰ La zona de huerta se extendía hacia el sur y el este de la ciudad. Aunque se desconoce tanto la

²⁰ Para más información sobre el sistema hidráulico de la ciudad se puede consultar la memoria inédita de Kirchner y colegas, que es resultado del proyecto de investigación "Ciutats andalusines i el seu entorn agrari i l'impacte de la conquesta feudal. Els casos de Tortosa i Balaguer" (2014/100874).

extensión de la huerta de Balaguer como la cronología de construcción y fases evolutivas de la acequia principal, el hecho que aparezca en la documentación realizada antes de la conquista, en un documento del año 1094, demuestra que ya existía una huerta perfectamente configurada como mínimo a finales del siglo XI (Batet 2006:207).

Las donaciones feudales de bienes de Balaguer, anteriores a la conquista, son fruto del inicio de la presión feudal sobre la ciudad en el año 1094, cuando también se tiene noticia de asedios.²¹ Esto se evidencia especialmente entre el 27 de diciembre del año 1100 y el 6 de enero del año 1101, cuando, después de ser asediada, la ciudad fue sometida al pago de parias o a una conquista efímera que se interrumpió con la llegada de los almorávides en el territorio de Lleida en el año 1102 (Bertran 2007; Virgili 2014). Es muy posible que este contexto de inseguridad propiciara la huida de gran parte de los habitantes (Bertran 2007). Finalmente, en el año 1105, la población que aún permanecía en Balaguer, refugiada en la alcazaba, se rindió a las tropas feudales. Virgili propone que esta población fue expulsada o reducida al cautiverio, teniendo en cuenta, sobre todo, la ausencia de menciones a habitantes musulmanes en la documentación que generó la conquista feudal (Virgili 2014:31; Virgili 2019: 45-46; 56).

Las intervenciones arqueológicas realizadas en la zona del barrio residencial de Pla d'Almatà concuerdan con los planteamientos de A. Virgili y P. Bertran acerca de la huida mayoritaria de la población antes de la conquista feudal y el posterior cautiverio o expulsión de la población resistente. Estas intervenciones identifican un abandono inmediato de Pla d'Almatà, aunque es posible que la población andalusí tuviese la esperanza de volver a la ciudad, dado que se encuentran puertas tapiadas y no se documentan indicios de destrucción violenta (Camats et al. 2015). C. Alòs indica, además, que los colonos cristianos se instalaron en el barrio de Alcoraç y no repoblaron Pla d'Almatà (Alòs 2015). De este modo, después de la conquista feudal, fue ocupado solamente de manera ocasional y parcial, convirtiéndose en zona de cultivo hasta el último cuarto del siglo XX (Monjo 2010: 28).

Dentro del espacio urbano de *madīna* Balaghí se han identificado varias zonas de enterramiento intramuros de la ciudad (Figura 9). Este emplazamiento intramuros llama la atención, aunque no es excepcional en el contexto de *maqābir* peninsulares. Usualmente, las *maqābir* solían estar a cierta distancia del núcleo habitado y, en las ciudades, el emplazamiento más habitual era a extramuros, al lado de caminos y puertas de entrada al núcleo habitado (Torres 1981:145). Este tipo de emplazamiento permitía

²¹ Con anterioridad, el condado de Urgell realizó la conquista efectiva de los *ḥuṣūn* vecinos de Balaguer, como el *ḥiṣn* de Gerb (1082), rodeando territorialmente la *madīna* (Bertran 2007).

mantener las exigencias higiénicas y disponer de un fácil acceso a ellas. Sin embargo, tal como ocurre en la *maqbara* urbana de Burriana, hay otras *maqābir* en la península que se encuentran dentro del perímetro amurallado de la ciudad (Melchor y Benedito 2018). Una de estas zonas de enterramiento intramuros de Balaguer se sitúa al lado del probable emplazamiento de la mezquita-aljama. Por este motivo, la *maqbara* es conocida como *maqbara* de la mezquita-aljama o *maqbara* sureste.²² Además de esta *maqbara*, en un sondeo realizado junto a un tramo de muralla situado entre las torres 18 y 19, muy alejado de esta *maqbara*, se han hallado enterramientos por rito islámico que pueden corresponder a una segunda *maqbara*, que se denomina *maqbara* oeste en la literatura (Camats et al. 2015).

²² La existencia de esta mezquita y su posible emplazamiento se conocen gracias a un documento feudal que hace referencia a la fundación de la iglesia parroquial de Santa María del Pla y la dedicación de una capilla románica al Sant Crist en el lugar que hasta el momento había ocupado la mezquita (Camats et al. 2015: 626).

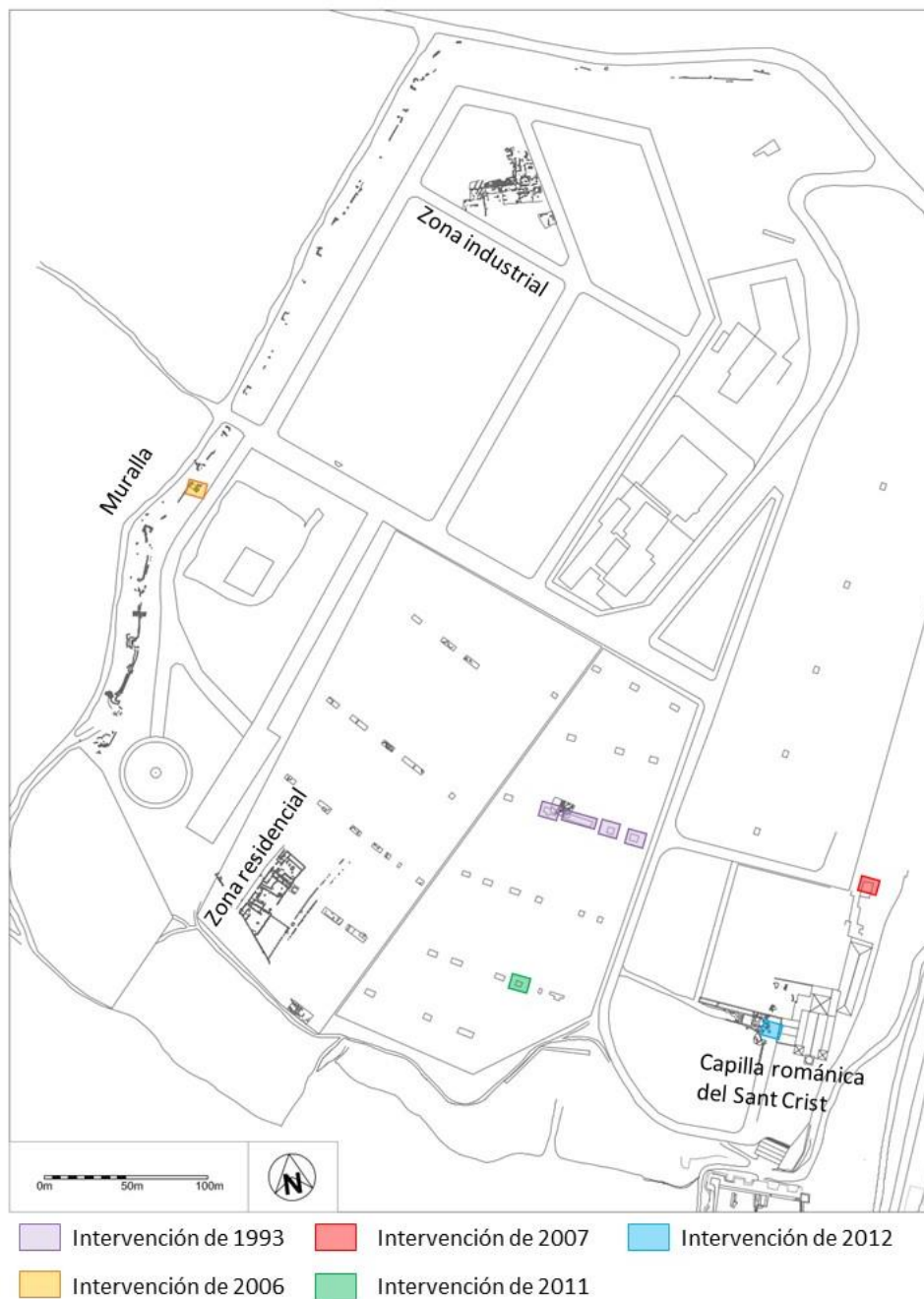


Figura 9. Intervenciones en Pla d'Almatà que han dado como resultado inhumaciones por rito islámico. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.

La *maqbara* sureste ha sido objeto de varias intervenciones que se han realizado en diversos puntos del yacimiento de Pla d'Almatà. Aunque por el momento no se puede concretar de manera certera su extensión, se pueden definir cuatro zonas de enterramiento que pueden pertenecer a esta *maqbara* dada su proximidad entre sí (Camats et al. 2015: 626). Estas cuatro zonas de *maqbara* se definen gracias a las intervenciones arqueológicas realizadas en los años 1993, 2007, 2011 y 2012, que dieron como resultado el hallazgo de inhumaciones realizadas mediante el rito islámico.

Como se puede observar en la Figura 10, las zonas de enterramiento 1 y 2, descubiertas en el año 1993, están mayoritariamente rodeadas por sondeos en los que se encontraron estructuras tales como muros o silos o fragmentos de cerámica, o por sondeos en los que no se encontraron unidades estratigráficas de periodo andalusí. Como excepción, en el espacio que se encuentra entre las dos zonas de enterramiento los sondeos que se realizaron dieron resultados negativos (sondeos 11, 12 y 13) o identificaron fragmentos cerámicos muy fragmentados (sondeo 15), lo que no tiene que responder necesariamente a una zona de habitación.²³ Aunque estos sondeos tampoco han dado como resultado inhumaciones, debe tenerse en cuenta que la superficie excavada es inferior a los 20m², por lo que es posible plantear que estas dos zonas de enterramiento pueden estar unidas. El contexto arqueológico de la zona de enterramiento 1 es especialmente interesante y puede matizar la posible relación entre ambas zonas. Por el este, oeste y sur se encuentra rodeada de sondeos que han dado como resultado estructuras atribuibles al periodo andalusí, por lo que es posible que las inhumaciones se encontraran en una zona habitada en algún momento. En especial, una intervención llevada a cabo en 2011 en esta zona identificó nuevas inhumaciones islámicas, un muro y restos de un derrumbe que cubrían un esqueleto en posición supina (Subirada et al. 2011). Teniendo en cuenta este contexto arqueológico, que los autores de las memorias de intervención relacionan con el asedio cristiano de Balaguer, parece posible que la zona de enterramiento 1 tenga una cronología de uso más tardía que la zona 2, aunque esto no implica la imposibilidad que formara parte de la *maqbara* (Pròleg s.f.; Subirada et al. 2011).

Por su parte, las zonas de enterramiento 3 y 4 quedan al este de las anteriormente mencionadas y son más próximas a la ubicación de la antigua mezquita-aljama. Al norte de las zonas de enterramiento 2 y 4, al oeste de las zonas 1 y 2 y al sur de la zona 1 se realizaron sondeos en el año 1993 que dieron como resultado estructuras constructivas por lo que la *maqbara* no tendría continuidad por estos lados. Al este de las zonas 3 y 4 se identifica un gran desnivel que hace improbable que la *maqbara* tuviera continuidad en este lado. Estos indicios permiten proponer la delimitación de la *maqbara* al norte y este de estas zonas de enterramiento. Sin embargo, hasta el momento no se han encontrado estructuras tales como muros que se puedan interpretar como límites de la *maqbara*. Para saber si entre las zonas de enterramiento descritas hay más inhumaciones que confirmen su pertenencia a una misma *maqbara* es necesario realizar más intervenciones arqueológicas. Sería especialmente interesante comprobar si

²³ Los resultados del sondeo 17 son desconocidos ya que no aparecen en la memoria de excavación entregada por Pròleg (s.f.).

existen inhumaciones al oeste de las zonas de enterramiento 3 y 4 que pudieran conectar con las zonas 1 y 2.

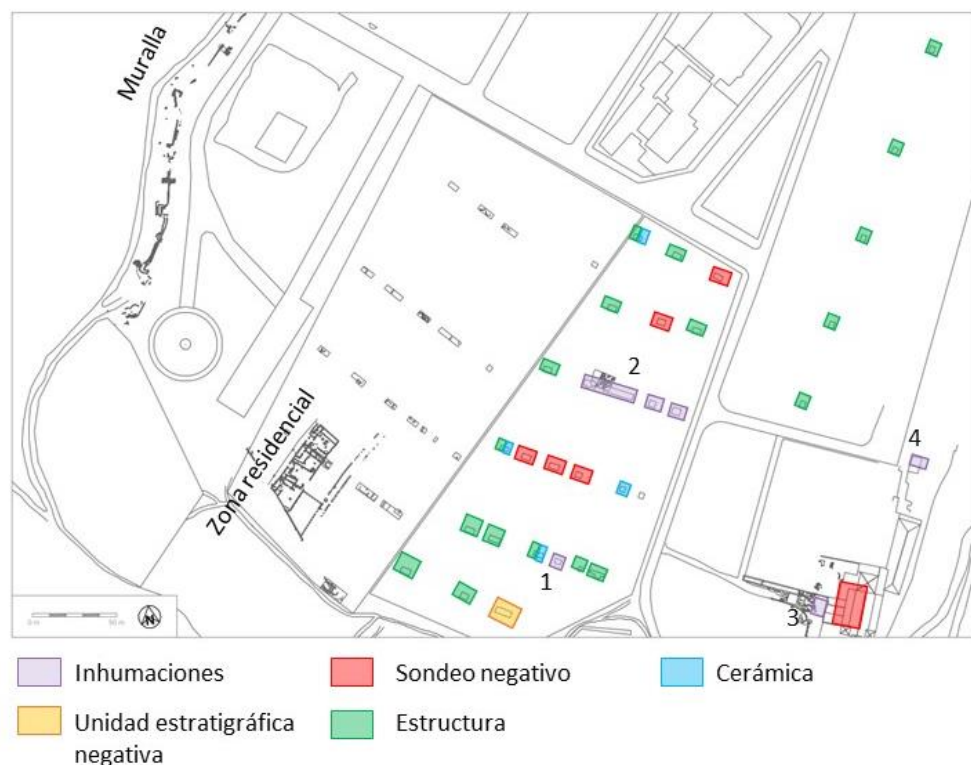


Figura 10. Resultados de las intervenciones realizadas en la zona de la maqbara sureste. La numeración 1-4 corresponde a las cuatro zonas de enterramiento. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.

Los hallazgos procedentes de las campañas de excavación programada realizadas entre los años 2019 y 2021 se describen en el capítulo 4. Resultados (ver *Excavación arqueológica de la maqbara sureste de Balaguer (2019-2021)*), ya que se han realizado como parte de la investigación de esta tesis doctoral. Estas campañas se concentraron en el sondeo 14 abierto en el año 1993 y fueron dirigidas por J. Olivé Busom y H. Kirchner en el marco del proyecto de investigación “Arqueologia d’una ciutat andalusina: Madîna Balaghî (Balaguer, La Noguera)” (CLT009/18/00037) liderado por la Universitat Autònoma de Barcelona y realizado en colaboración con el Museu de la Noguera.

En el año 1993, se localizaron las primeras inhumaciones islámicas en el marco de un programa de intervenciones arqueológicas en el yacimiento de Pla d’Almatà impulsado por el Servei d’Arqueologia de la Generalitat de Catalunya y el Museu de la Noguera. Estas intervenciones fueron llevadas a cabo por la empresa de arqueología Pròleg, estuvieron dirigidas por J. Benseny y consistieron en la apertura de zanjas de sondeo en dos parcelas situadas al este y al norte del actual santuario de Sant Crist que ocupaban un total de 2,6 hectáreas. La finalidad de estos sondeos era evaluar la

potencia arqueológica de la zona prospectada ante la posible urbanización del terreno. Toda la información generada por estas intervenciones se puede encontrar en la memoria inédita presentada por la empresa Pròleg (s.f.).

Durante esta intervención, se encontraron inhumaciones realizadas mediante el rito islámico en cinco de los 31 sondeos que se abrieron. Se trata de los sondeos 32, 18, 19, 14 y 2 (Figura 10). En el sondeo 32, de 16,24m² de superficie, se identificaron ocho fosas de inhumación; todas ellas contenían restos esqueléticos salvo una, que se encontraba vacía. En el momento de la excavación, los restos fueron identificados como inhumaciones individuales. Dos de los siete esqueletos identificados en cada tumba se encuentran depositados en el Museu de la Noguera y fueron incluidos en el estudio. Los esqueletos se encontraron individualizados en cajas de plástico adecuadamente señalizadas con sus siglas identificadoras. Además, los elementos esqueléticos, ya limpios, estaban agrupados por región anatómica dentro de bolsas de plástico. Se desconoce la localización de los cinco esqueletos restantes. El sondeo 18 tenía una superficie de 22,5m². En él se identificaron tres fosas de inhumación, dos de las cuales fueron excavadas; en una se encontraron restos esqueléticos en su interior mientras que la otra estaba vacía. La ubicación actual de los restos es desconocida. El sondeo 19 tenía una superficie de 61,2m² y contenía 10 fosas de inhumación; en la memoria de excavación se describe la “ausencia de muchos restos óseos en los enterramientos”, lo que se puede interpretar como la presencia de esqueletos muy incompletos. Se desconoce la ubicación actual de estos restos, por lo que no se han podido incluir en nuestro estudio. En el sondeo 14, de 28m² de superficie, se detectaron 7 fosas de inhumación. Estas no se excavaron durante las intervenciones del año 1993. Como se ha mencionado, en el año 2019 este sondeo fue reabierto y ampliado en sucesivas campañas de excavación, los resultados de las cuales se describen en el Capítulo 4. Resultados (ver *Excavación arqueológica de la maqbara sureste de Balaguer (2019-2021)*). Finalmente, en el sondeo 2, de 11,8m² de superficie, se identificó una fosa de inhumación que cortaba niveles de época andalusí. En ella se encontró un esqueleto en decúbito supino con la cabeza lateralizada y orientación este-oeste. Los autores de la memoria lo fechan del momento de la conquista debido a su relación estratigráfica con las estructuras de periodo andalusí, y no le adjudican un rito de enterramiento. Por este motivo, y teniendo en cuenta la lateralización del cráneo, se ha incluido en la muestra estudiada. El esqueleto se encontró depositado en el Museu de la Noguera de mismo modo en que se encontraron los restos esqueléticos procedentes del sondeo 32. Todas las fosas identificadas en las intervenciones del año 1993 consistían en fosas simples con una orientación de noreste-suroeste. Aquellas que fueron excavadas presentaban

esqueletos en posición de decúbito lateral derecho, salvo en tres ocasiones en las que los individuos se encontraban en decúbito supino (cata 19, esqueletos 1 y 2, y cata 2,) y no tenían ajuar.

En el año 2007, la empresa Pròleg llevó a cabo una intervención motivada por la instalación de un transformador en el hotel del santuario del Sant Crist. Aunque no existe o no se conoce una memoria de esta intervención y por lo tanto se tienen datos muy escasos acerca de ella, en el Museu de la Noguera se encontraron 12 esqueletos procedentes de esta intervención que han sido incluidos en el presente estudio. Se encontraron individualizados en cajas de plástico adecuadamente señalizadas con sus siglas identificadoras. Además, los elementos esqueléticos, ya limpios, estaban agrupados por región anatómica dentro de bolsas de plástico. Mediante el estudio del sistema de señalización de las cajas y el análisis antropológico de los restos, es posible proponer que los 12 esqueletos recuperados se encontraban repartidos en 10 tumbas, siendo una de ellas triple. El mismo Museu de la Noguera proporcionó una fotografía en planta de la excavación realizada por la empresa Pròleg (Figura 11). Esta permite observar que como mínimo cinco de los 10 enterramientos hallados durante la intervención correspondían a fosas de inhumación simples. La orientación de las cinco fosas era noreste-suroeste con ligeras variaciones en algunas, y todos los individuos visibles presentaban una posición de decúbito lateral derecho.



Figura 11. Fotografía realizada por la empresa Pròleg durante la intervención del año 2007 en la maqbara sureste de Pla d'Almatà donde se pueden observar cinco fosas de inhumación. Proporcionada por Museu de la Noguera.

La falta de una memoria de excavación impide saber si en el momento de la excavación se encontraron restos cerámicos o cualquier otro elemento asociado a las inhumaciones

que permitieran hacer una datación relativa de ellas. Sin embargo, se cuenta con una datación radiocarbónica de un fragmento de fémur perteneciente a uno de los esqueletos inhumados (SC-07/E8/UE 76) que sitúa la fecha de la muerte del individuo representado por el esqueleto entre 1051 y 1261 cal AD (850 ± 30 BP)²⁴. Teniendo en cuenta las referencias tanto arqueológicas como documentales que parecen indicar el abandono parcial del Pla d'Almatà como zona de habitación y la huida y la expulsión y/o abandono de Balaguer por parte de la población musulmana después de la conquista feudal, parece más probable que la muestra analizada se feche antes de la primera década del siglo XII. Las analíticas de radiocarbono, sin embargo, señalan que hay una mayor probabilidad (88,0%) que la muestra se feche entre los años 1152 y 1261 cal AD, mientras que la probabilidad que se feche en años anteriores es del ~7,4%.

En el año 2011, en el marco del programa Sota Terra de TV3 se reabrió y amplió el sondeo 2, creado en la intervención del año 1993. La intervención, que tenía una superficie de 6m de largo por 5m de ancho, fue dirigida por M. Subirada. La memoria de esta intervención es inédita (Subirada et al. 2011). Se documentaron tres esqueletos en fosas simples localizados a una profundidad de -87cm respecto la superficie, sin ajuar y con una orientación noreste-suroeste. Dos de los esqueletos estaban muy fragmentados, por lo que no fue posible recuperarlos ni documentar su posición. El esqueleto restante, que se encontraba en posición de decúbito supino pero tenía el cráneo en posición de decúbito lateral derecho, se encontró depositado en el Museu de la Noguera del mismo modo que se ha descrito en las intervenciones anteriores. Ha sido incluido en el presente estudio. Debido al mal estado de conservación de los restos, se abrió otra zanja de excavación de 5,5m de largo por 2m de ancho tres metros al norte de la primera para determinar si se encontraban restos mejor conservados. Se documentaron, a -20cm de la superficie, restos de un muro hecho a base de cantos rodados de 3m de longitud y una anchura máxima de 70cm y restos muy fragmentados de un esqueleto cubierto por un nivel de escombros asociado al muro. Aunque no se pudo identificar la estructura de inhumación (e.g. fosa simple), se pudo determinar que el individuo se hallaba en posición de decúbito supino y que la descomposición del cuerpo se había producido en un medio vacío. Debido a su contexto de inhumación, estos restos no han sido incluidos en el estudio.

Finalmente, en el año 2012 se realizó una intervención motivada por unas obras en la puerta de acceso al templo del Sant Crist y la fachada de la iglesia de Santa Maria d'Almatà que fue dirigida por A. Camats y M. Mulet. La memoria de la excavación es

²⁴ Datación encargada por el Servei Territorial de Lleida. Referencia de laboratorio de la Universidad de Barcelona: R/N 437 K117-U009 C14-2011: NL-1327.

inédita y se encuentra depositada en los Serveis Territorials de Cultura (Camats y Mulet 2015). En la zona de excavación B, que corresponde al patio del convento actual, se documentaron varias fosas de inhumación por rito cristiano que se vincularon al cementerio parroquial (Figura 12).²⁵

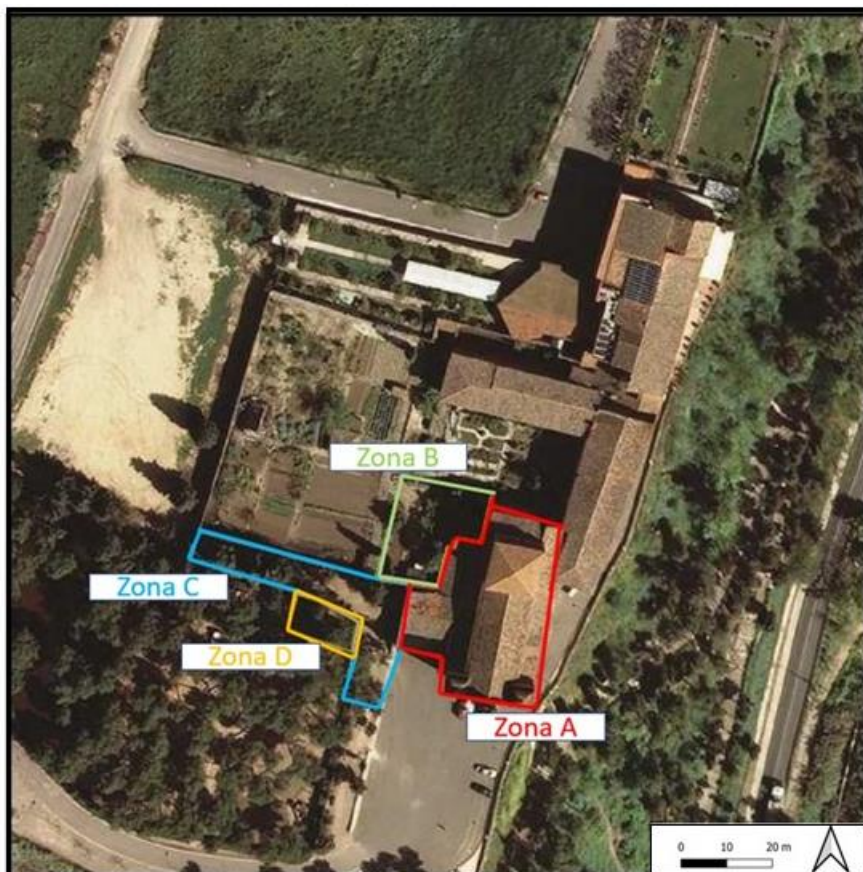


Figura 12. Zonas excavadas durante la intervención del año 2012 tal como aparecen delimitadas en la memoria de excavación. Modificado de Camats y Mulet (2015).

Durante la misma intervención, a -25cm de la superficie actual se encontró un pavimento altomedieval anterior al cementerio parroquial que cubría el relleno de una fosa simple con orientación noreste-suroeste. Esta fosa contenía un esqueleto en posición de decúbito lateral derecho desprovisto de ajuar. Dado que estas características son propias del rito de inhumación islámico y que, según la estratigrafía, la tumba era anterior a los enterramientos cristianos, se concluyó que el individuo pertenecía al periodo andalusí de Pla d'Almatà. Esta tumba se encontró al suroeste de la antigua iglesia de Santa Maria d'Almatà, apartada de las inhumaciones cristianas, situadas al

²⁵ En el informe arqueológico, la zona B es referida como zona 2; sin embargo, se han cambiado los nombres de las zonas de excavación de esta intervención para evitar una confusión de las zonas de inhumación establecidas en la *maqbara* de Pla d'Almatà. De este modo, las zonas referidas en el informe arqueológico como 1-4 se denominan aquí A-D.

oeste de la misma iglesia. Los restos del esqueleto se encuentran depositados en el Museu de la Noguera del mismo modo que se ha descrito en las intervenciones anteriores y han sido incluidos en el presente estudio. Durante la misma intervención se documentaron dos enterramientos en la sección de una de las zanjas de obra que correspondían en estratigrafía y orientación a la inhumación islámica excavada en esta intervención. Por este motivo, aunque no se excavaron, es posible que sean de periodo andalusí. En el relleno del silo SJ-118, que también se encontraba en la zona de excavación B, se encontraron materiales cerámicos de cronología andalusí.

Las inhumaciones que constituyen la zona de enterramiento situada entre las torres 18 y 19 de la muralla, referida en la literatura como *maqbara* oeste, se localizaron gracias a un sondeo (sondeo A) realizado en el año 2006 por la empresa de arqueología Atics bajo la dirección de A. Camats. La memoria de esta intervención es inédita y se encuentra depositada en la Direcció General del Patrimoni Cultural (Camats s.f.). El sondeo tenía una extensión de 15 m² (dimensiones de 7m de largo y 2,5m de ancho) y se realizó con los objetivos de constatar el estado de conservación de la muralla y obtener datos que ayudaran a entender la construcción de la muralla y a concretar su cronología. La misma zona había sido objeto de un sondeo en el año 1987 durante el cual se documentaron restos de los muros de una casa del siglo XIV.

Por debajo del estrato de tierra aportada durante el sondeo del año 1987 aparecieron nueve tumbas. Dos de estas no contenían esqueletos conservados, mientras que pudieron recuperarse restos de los otros siete enterramientos. Cuatro de las tumbas habían quedado seccionadas por los cortes del sondeo realizado el año 1987, de modo que solo se obtuvieron restos parciales; otra tumba estaba cortada por otra posterior, una de las aquí descritas, por lo que también se obtuvieron restos parciales. Los esqueletos recuperados en esta intervención se hallaban en posición de decúbito lateral derecho salvo un caso en el que el esqueleto se hallaba en decúbito supino, estaban orientados noreste-suroeste y tenían el rostro orientado hacia el sureste.

Si todas estas tumbas formaran parte de una *maqbara*, esta se situaría a intramuros de la ciudad andalusí (Figura 13). Aunque ninguna de las tumbas contenía ajuar, se encontraron fragmentos de cerámica andalusí en una de ellas (tumba 3) que aportaban una cronología relativa posterior a la segunda mitad del siglo XI.²⁶ Esta cronología relativa fue posteriormente confirmada mediante la datación radiocarbónica de un fragmento de fémur de uno de los esqueletos (PA06-A-28), que ofreció una fecha

²⁶ Los fragmentos identificados son un fragmento de jarrita con decoración de cuerda seca y un fragmento de ataífor con decoración de verde y manganeso.

calibrada de 1037-1204 cal AD (905± 25 BP).²⁷ Atendiendo a los mismos argumentos desarrollados en la discusión de la datación radiocarbónica presentada anteriormente, es más probable que la muestra analizada se feche anteriormente a la primera década del siglo XII. A favor de este razonamiento se puede indicar que las propias analíticas de radiocarbono indican que hay una mayor probabilidad (93,9%) que la muestra se feche entre los años 1037 y 1190 cal AD que en fechas más tardías (<2%).

Los restos esqueléticos que se pudieron recuperar se encuentran depositados en el Museu de la Noguera y han sido incluidos en el presente estudio. Se encontraron individualizados en cajas de plástico adecuadamente señalizadas con sus siglas identificadoras. Además, los elementos esqueléticos, ya limpios, se encontraban agrupados por región anatómica dentro de bolsas de plástico. Fueron objeto de un estudio antropológico realizado por Josep Líria y Assumpció Malgosa del Grup de Recerca en Osteobiografia (GROB) de la Unitat d'Antropologia Biològica del Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona. Este estudio es inédito y no se ha tenido acceso a él.

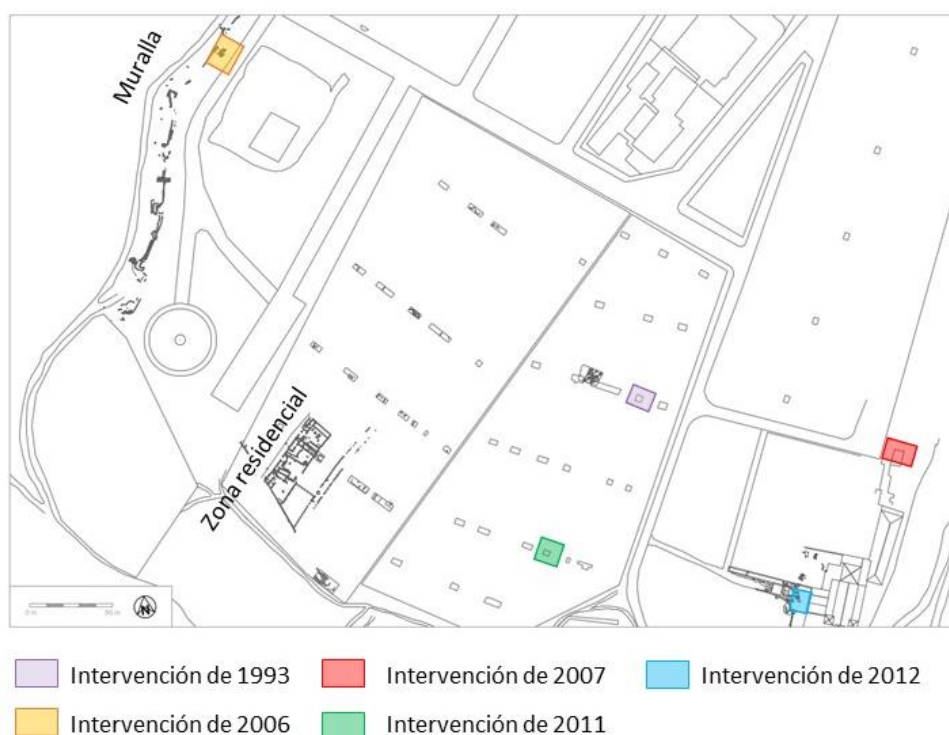


Figura 13. Localización de los esqueletos procedentes de intervenciones previas que han podido incluirse en el presente estudio. Planimetría proporcionada por C. Brusau, edición propia.

²⁷ Datación encargada por el Servei Territorial de Lleida. Referencia de laboratorio de la Universidad de Barcelona: R/N 437 K117-U009 C14-2013: NL-1391.

Las tumbas excavadas en la *maqbara* sureste consisten en fosas simples con los extremos redondeados. Este tipo de fosa es común en las *maqābir* de la Frontera Superior y se puede encontrar en las inhumaciones localizadas en la plaza Alfons XIII de Tortosa, en el entorno de la plaza Comercial del Born de Barcelona o en la *maqbara bāb al-Qiblat* en la ciudad de Zaragoza (Markalain 1987; Puig 2015; Gracia 2021). Mientras, las fosas excavadas durante la intervención del año 2006 en la zona de enterramiento situada entre las torres 18 y 19 de la muralla se presentaban en tipos diversos. Siete de ellas eran fosas simples, dos de ellas con cubiertas de tejas planas o losas, y las dos tumbas restantes estaban construidas con adobe y presentaban losas caídas verticalmente que posiblemente actuaron como cubierta (Camats s.f.). Este tipo de construcción no entra en conflicto con los preceptos islámicos establecidos por la doctrina malikí, puesto que estos requieren que los materiales de la tumba sean perecederos y que el cuerpo esté en contacto con la tierra, aspectos que estas inhumaciones cumplen (Fierro 2000). Cuentan, además, con paralelos en tumbas islámicas peninsulares que también presentan revestimiento, como las halladas en la *maqbara* de la plaza Ramon Cabrera en Tortosa, donde se encontró una tumba con revestimiento hecho con mortero de cal y piedra, o algunas de las inhumaciones identificadas en la *maqbara bāb al-Qiblat* en la ciudad de Zaragoza, que presentan cubierta y revestimiento de adobe (Martínez 2000; Gracia 2021:111-112).

La ausencia de ajuar observada en las inhumaciones excavadas en el curso de todas estas intervenciones es usual en los enterramientos islámicos de al-Andalus debido a la recomendación de austeridad funeraria de la escuela jurista malikí (Fierro 2000). Todas las fosas mantenían, además, una orientación noreste-suroeste, que es también la usual en las inhumaciones por rito islámico y se debe a la necesidad de orientar el cuerpo en ángulo recto en dirección a la Meca que en el caso de al-Andalus se traduce en una orientación noreste-suroeste. El rostro, por su parte, debía mirar hacia el sureste, hecho que se ha podido comprobar durante las intervenciones de los años 2019-2021 (Cara 1993:87; Casal García 2001; Chávet et al. 2006).

En todos los casos en los que la posición del esqueleto es conocida, esta es mayoritariamente de decúbito lateral derecho menos en cinco casos, en los que los esqueletos estaban en decúbito supino. Hay otras *maqābir* peninsulares donde también se han detectado algunas inhumaciones en decúbito supino, que siguen siempre una orientación normativa. Se trata, por ejemplo, de inhumaciones encontradas en Morella, en la *maqbara* de la plaza del Almudín de Segorbe, en el yacimiento de Torre la Sal en Ribera de Cabanes (Castellón), o en la *maqbara* de Forcall (Castellón) (Barrachina 2004-05; Flors 2009; Noverint 2017; Duarte et al. 2019). En el transcurso de todas las

intervenciones arqueológicas se ha constatado la ausencia de lápidas. No es posible asegurar si en el momento de la inhumación estas estaban presentes, ya que tanto el abandono del yacimiento en época medieval como su posterior uso como campo de cultivo hacen posible que estas fueran reutilizadas o se perdieran debido a movimientos de tierra. De estar presentes se disponían en la cabecera, pies o en ambos extremos (Casal García 2001; Chávet et al. 2006; Echevarría 2020).

Los esqueletos incluidos en el estudio y recuperados gracias a las intervenciones anteriormente descritas procedían de 22 fosas de inhumación. Fueron analizados antropológicamente en el laboratorio ARAEM de la Universitat Autònoma de Barcelona. Las intervenciones descritas hasta el momento han sido parcialmente publicadas por C. Camats y colegas en *Actes del Vè Congrès d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya* (Camats et al. 2015).

2.4 Santa Coloma d'Àger

El yacimiento de Santa Coloma d'Àger se encuentra en el municipio de Àger, al noreste de la Península Ibérica y en la actual provincia de Lleida (Figura 14). Colinda con el trazado del camino municipal asfaltado conocido como “camí del Coll d'Ares”. Este yacimiento se encuentra dentro del valle de Àger, y es muy próximo a la sierra del Montsec. Se desconoce la extensión del yacimiento, que por el momento consta de una zona de necrópolis de larga ocupación y una posible basílica martirial. Sus coordenadas son E (X) 314700 N (Y) 4652600.

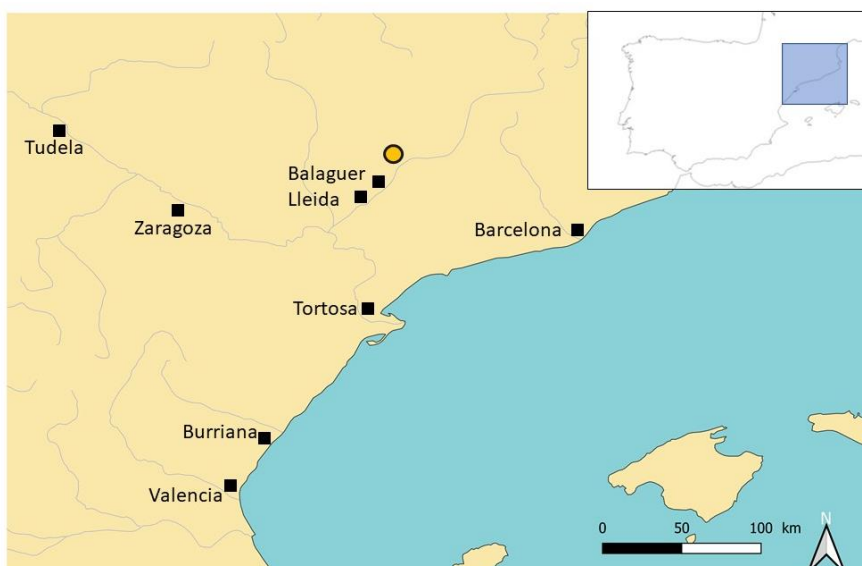


Figura 14. Localización de Santa Coloma d'Àger (naranja) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.

El yacimiento arqueológico de Santa Coloma d'Àger fue descubierto en el año 1901 gracias a la localización de varios sarcófagos de piedra con y sin cubierta. A partir de este hallazgo, J. Puig i Cadafalch situó esta necrópolis dentro de la tradición tardoromana tomando como indicador el tipo de sarcófagos que se identificaron (Fité 1994: 140). A nivel histórico, la necrópolis de Santa Coloma d'Àger es poco conocida. P. Bertran y F. Fité (1986), haciendo referencia a A. Fábregas, mencionan la dedicación de la iglesia a Santa Coloma, una mártir de origen franco cuyo culto martirial se extendió durante el siglo VII en la Península Ibérica. Por este motivo, estos dos investigadores proponen que la formación de la necrópolis alrededor de la iglesia debe fecharse en ese momento y que la iglesia puede ser una basílica martirial. Durante el periodo andalusí, o en periodos anteriores, no se conoce ninguna referencia textual a la necrópolis de Santa Coloma o a los habitantes del valle de Àger. Existe, sin embargo, una posible mención al castillo de Àger, próximo a la necrópolis, en un texto de al-'Udrī en relación con Muḥammad ibn Lubb, que ejerció como *wālī* de Tudela y Lleida (Figura 15) (Fité 1994). En dicha mención se emplea el topónimo *Ayira*, que algunos autores identifican con Àger (Sénac 1988; Giralt 1991). A raíz de esta identificación, X. Puigvert (1995) propone la asociación de este topónimo con los bereberes *Banū Aġġer*, que, según la propuesta del investigador, se establecieron en Àger. Sin embargo, la identificación del topónimo empleado en el texto con el actual topónimo de Àger no es segura, ya que, como propuso D. Bramon (2001:267), etimológicamente *Ayira* se identifica mejor con la actual población de Algerri.



Figura 15. Ortofotografía con la localización del castillo de Àger (naranja) y de la necrópolis de Santa Coloma d'Àger (azul). Fuente: ICGC, edición propia.

Durante las excavaciones de este castillo realizadas por M. Coberó en el año 1993 se encontraron niveles con cantidades considerables de cerámica andalusí y dos estructuras constructivas que se relacionaron con un contexto doméstico (Coberó s.f.). Posteriormente, J.M. Vila identificó una fosa y un muro de mampostería asociados a estratos con cerámica andalusí, restos de fauna y carbones (Vila s.f.: 53). Aparte del posible funcionamiento del castillo como lugar de habitación en época andalusí, no se han encontrado evidencias arqueológicas ni documentales de poblamiento en las inmediaciones de Santa Coloma d'Àger anteriores a la conquista feudal (Porcheddu 2017:273-275). Aunque no puede descartarse su existencia, esta falta de conocimiento dificulta la caracterización de la población inhumada en Santa Coloma d'Àger. Al respecto, A. Porcheddu propone que corresponde a un poblamiento rural disperso (Porcheddu 2017: 300). Concluye, además que tanto el poblamiento como el parcelario, que según indica incluía huertas, debían situarse en el llano y se organizaban en torno el río Fred (Porcheddu 2017: 308-309). En este sentido, las fuentes cristianas que se refieren a Àger justo después de la conquista feudal permiten saber que durante el período andalusí inmediatamente anterior predominaron los viñedos sobre los cultivos de cereales, con la caza y la recolección como actividades económicas secundarias (Chesé 2011: 209-210, 217, 227, 315).

Tras la conquista cristiana, que se produjo c. 1048 después de un periodo de asedios y conquistas breves en el valle de Àger, A. Benet i Clarà (1983) propone que la comunidad cristiana de Santa Coloma d'Àger fue integrada en el proceso de colonización feudal de este valle. Por otro lado, se han encontrado documentos procedentes del cartulario de Sant Pere d'Àger fechados a partir del año 1066 donde aparecen ventas de tierras, sobre todo de viñedos, que se sitúan en el lugar (*locum*) de *Sancta Cholumba* (Chesé 2011: 303, 455-456, 501). Esto puede sugerir el abandono de Santa Coloma como necrópolis. Se constata, sin embargo, la continuidad de la iglesia como lugar de culto. P. Bertran y F. Fité (1986) mencionan documentos testamentarios fechados del siglo XIII en los que se hacen donaciones pecuniarias a la capilla de Santa Coloma d'Àger, lo que indica la continuidad de la iglesia como lugar de culto. Además, estos mismos autores constatan que estaba en uso en el siglo XVIII como templo anexo al de Sant Vicenç.

La primera intervención arqueológica realizada en el yacimiento fue dirigida por P. Bertran y F. Fité, se llevó a cabo en el año 1983 y fue propiciada por el descubrimiento de dos sarcófagos, uno de ellos con un esqueleto, durante la apertura del camino

municipal conocido como “camí del Coll d’Ares” en 1982.²⁸ La intervención realizada permitió hallar, además, tres tumbas de cista o losas, una de las cuales también contenía un esqueleto. Ambos esqueletos estaban en posición de decúbito supino. P. Bertran y F. Fité relacionan la ausencia de esqueletos en algunas de las tumbas con actividades de saqueo. Los dos sarcófagos y uno de los enterramientos de cista se encontraban adosados a un muro descubierto durante la intervención, mientras que los dos otros enterramientos de cista se localizaron en medio de la zanja abierta para construir el camino a unos 60m de distancia de los sarcófagos. Los enterramientos de cista presentaban una orientación este-oeste y se encontraban a menor profundidad que los sarcófagos. Durante esta intervención también se identificaron cuatro tumbas de fosa simple cubiertas por losas a unos 40 cm de profundidad respecto el nivel actual del suelo. Tenían una orientación este-oeste y se encontraban a unos 100m de la estructura identificada como la iglesia. Tres de ellas presentaban esqueletos en posición de decúbito supino.

Estos hallazgos motivaron la realización de una segunda campaña, durante el mismo año y bajo la misma dirección, que perseguía poner en relación los diferentes tipos de tumbas identificados con los muros hallados en la primera campaña. Esta segunda campaña amplió la excavación de los mencionados muros unos 12m, excavando también su recinto interior. Gracias a esto se consiguió definir el recinto interior de una iglesia, conformado por una nave de 9m orientada de este a oeste, de la que se conservaban los muros norte y algunos muros en dirección este-oeste. En el recinto interior se localizaron fragmentos de *tegulae* tardo-romana y fragmentos de vidrio gótico. Esta misma intervención identificó una reordenación arquitectónica de este espacio, que P. Bertran y F. Fité ubican en el siglo XII-XIII, aunque no exponen las razones de esta atribución. La entrada al recinto, anteriormente localizada en el muro oeste, se traslada al sur durante este momento de reordenación, hecho que los investigadores relacionan con una nueva disposición de la necrópolis. Cerca de la puerta original, situada al oeste, se encontraron dos monedas a ~12cm por debajo del suelo de uso de la nave de la iglesia que se fechan en la primera mitad del siglo XIV. Durante esta misma campaña también se intervino en el sector de necrópolis, donde se localizó un tercer sarcófago y una tumba con un posible ataúd. Ambas estructuras de inhumación habían sido afectadas por la construcción del camino municipal; sin embargo, se logró identificar fragmentos de hueso y de madera, los últimos aún atravesados por clavos.

²⁸ Los resultados de esta campaña de intervención arqueológica, una segunda llevada a cabo también en 1983 y una tercera realizada en 1984, todas bajo la misma dirección, han sido publicadas en *Actas del I Congreso de Arqueología Medieval Española* (Bertran y Fité 1986).

En el año 1984, P. Bertran y F. Fité realizaron una tercera campaña de excavación arqueológica centrada en el sector de necrópolis. Se identificaron tres sarcófagos de características similares a los encontrados en campañas anteriores que podrían haberse utilizado como marco para la nueva puerta de entrada situada en el muro sur del recinto excavado en la campaña anterior. Estos sarcófagos se utilizaron como osarios en algún momento del uso de la necrópolis, que P. Bertran y F. Fité relacionan con la apertura de la nueva puerta de la iglesia en el muro sur.

Los investigadores fechan los sarcófagos hallados en el yacimiento en el siglo VII debido a las características de su talla, que tiene parecidos con la observada en los sarcófagos del yacimiento leridano de El Bovalar, situado a unos 85km de Santa Coloma d'Àger. Dado que las tumbas de cista se encontraban a menor profundidad que los sarcófagos, P. Bertran y F. Fité proponen que su cronología se ubica en el siglo IX o en algún momento anterior a este siglo. Según los mismos investigadores, las fosas simples cubiertas por losas estuvieron en uso entre finales del siglo XI y la primera mitad del siglo XII, pero no justifican cómo establecen esta cronología. Aunque se desconoce la ubicación actual de todos los esqueletos recuperados durante las campañas dirigidas por P. Bertran y F. Fité, uno de ellos, fechado del siglo VII, fue objeto de un estudio de caso por parte de D. Campillo y F. Fité (1996), ya que tenía un traumatismo craneal ocasionado posiblemente por un objeto afilado.

No hubo más intervenciones arqueológicas en la necrópolis hasta el año 1997, cuando se llevó a cabo una excavación de urgencia debido a la ejecución de obras de reforma en el camino municipal anteriormente mencionado. Desafortunadamente, no se han encontrado memorias de esta excavación, que fue dirigida por M. Coberó (Gómez 1998). Sin embargo, gracias a una planimetría parcial de la excavación proporcionada por J. Brufal se ha podido determinar que las tumbas representadas en ella presentaban esqueletos colocados en posición supina y orientación este-oeste (Figura 16). Gracias a la numeración estratigráfica que aparece en esta planimetría, podemos deducir que en el transcurso de esta excavación se localizaron, como mínimo, 132 tumbas. Se desconoce si estas consistían en tumbas de cista o fosas cubiertas por losas y tampoco se tiene la certeza que los enterramientos representados en la planimetría que se proporciona correspondan a la extensión total excavada por M. Coberó.

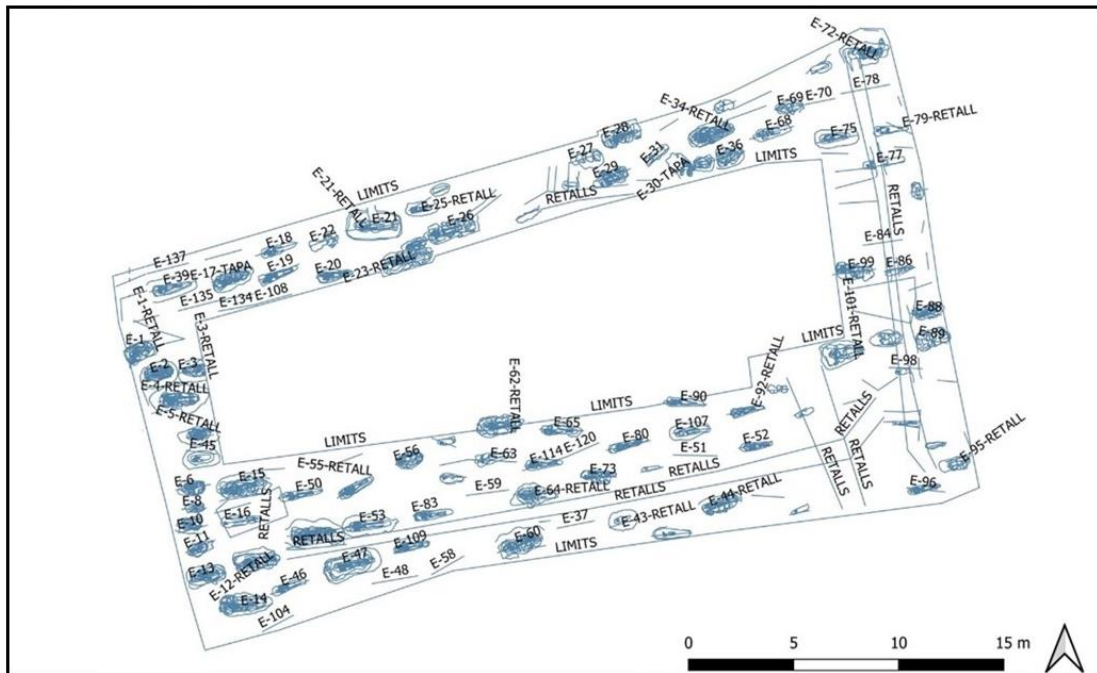


Figura 16. Planimetría parcial de la intervención del año 1997. Imagen proporcionada por J. Brufal.

Se tuvo acceso a los restos esqueléticos de 89 de las 132 tumbas excavadas, que se encontraban, sin estar oficialmente depositados, en el Museu de la Noguera. Los restos esqueléticos se encontraron dentro de cajas de cartón que contenían diversas unidades estratigráficas que equivalían a las fosas de inhumación. Los números de las unidades estratigráficas contenidas en cada caja estaban escritos con rotulador en el exterior de la caja, aunque se encontraron algunos errores que fueron corregidos. En ocasiones, cada unidad estratigráfica se encontraba dentro de una bolsa grande que contenía los restos óseos divididos por región anatómica en bolsas de plástico más pequeñas. En otras, diversas unidades estratigráficas aparecían en una misma caja sin estar individualizadas. Esto hizo necesario clasificar manualmente las diferentes bolsas que contenían los restos óseos según la unidad estratigráfica donde se habían encontrado. La mayoría de los huesos se encontraron limpios, aunque algunos presentaban intentos de restauración anteriores a la limpieza que dificultaron la observación. Dado que estas observaciones constituyen un resultado del análisis de los procesos postdeposicionales observados en los huesos, se encuentran detalladas en el capítulo 4. Resultados (*Conservación del material*).

Después de esta intervención, se realizaron dataciones radiocarbónicas de cuatro muestras de esqueletos recuperados durante la misma intervención. Estas dataciones fechan las inhumaciones entre finales del siglo VII e inicios del siglo XI. La información relativa a estas dataciones, que hasta este momento eran inéditas, se puede encontrar

en la Tabla 1. Dado que se desconoce si las muestras proceden de tumbas en fosa cubierta por losas o tumba de cista, no es posible comparar los resultados obtenidos con las dataciones relativas propuestas por P. Bertran y F. Fité (1986).

Un episodio del programa televisivo de la cadena TV3 “Sota Terra” emitido en el año 2010, tuvo por objeto el municipio de Àger (Figura 17). Como parte del episodio, en el año 2009 se grabó la excavación de dos fosas antropomorfas cubiertas por losas de la necrópolis de Santa Coloma d’Àger (CCMA 2010). Se desconoce la ubicación de los esqueletos y no se ha encontrado la memoria arqueológica de la intervención. El informe de datación, proporcionado por J. Brufal, fecha uno de los esqueletos entre los años 761-887 cal AD.



Figura 17. Fotografía satélite de Santa Coloma d’Àger donde aparecen marcadas las zonas donde se han producido intervenciones arqueológicas. Modificado de A. González (inédito).

En el año 2014 y 2015 se retomaron las tareas arqueológicas a través de una intervención programada y respaldada por proyectos de investigación universitarios.²⁹ La intervención se dividió en dos campañas dirigidas por J. Brufal y A. Porcheddu, las

²⁹ La intervención se insería en el proyecto de investigación liderado por J. Brufal “Paisaje, arquitectura e identidad local en el valle del Ebro medieval: Nuevos horizontes de registro, análisis arqueológico y valorización del patrimonio” concedido y reconocido por Campus de Excelencia Internacional “Iberus”. Esta intervención también recibió el apoyo del proyecto de investigación liderado por K. Stöber “Auctoritas. Iglesia, cultura y poder en la Edad Media (siglos XII-XV)” (HAR2012-31484).

memorias de excavación de las cuales son inéditas (Brufal y Porcheddu 2018; Brufal y Porcheddu s.f.). La campaña del año 2014 tenía como objetivo encontrar nuevos restos de la iglesia identificada por P. Bertran y F. Fité. Por este motivo, se realizó un sondeo de 5x5m que reabría la zona de excavación de los años 1983-1984 que no se encontraba debajo del camino municipal asfaltado. Puesto que el sondeo no dio como resultado ningún tipo de estructura arqueológica, se abrió otro sondeo de 1x1m al este del primer sondeo, donde se identificó la esquina de una estructura arquitectónica que se puede relacionar con la iglesia descrita por P. Bertran y F. Fité. Este sondeo fue ampliado, identificándose material constructivo, un fragmento de metal, fragmentos cerámicos y siete fragmentos de hueso (se desconoce si humanos o de otro animal). También se encontraron dos muros de piedra que discurrían en paralelo con dirección norte-sur y un sarcófago no perturbado que contenía restos humanos en su interior. Los restos fueron sometidos a un análisis de radiocarbono que fechó el esqueleto entre los años 426 y 499 cal AD (Tabla 1). Esta datación coincide pues con la cronología propuesta por J. Puig y Cadafalch y no encaja con la datación hacia el siglo VII propuesta por P. Bertran y F. Fité (1986).

La campaña del año 2015 retomó los objetivos de la campaña anterior. Amplió aún más el sondeo referido anteriormente, creando un nuevo sondeo de 100m² de superficie. Se confirmó la presencia de restos arquitectónicos relacionados con la iglesia de Santa Coloma d'Àger y se identificó un nuevo sarcófago (UE 1010) y, en su interior, restos de un esqueleto en conexión anatómica y en decúbito supino. Los investigadores concluyen que uno de los muros tiene continuidad más allá de la sección este del sondeo y conecta con las estructuras que se localizaron en las excavaciones de los años 1980. Por este motivo, sugieren que los restos arquitectónicos detectados se pueden atribuir a un complejo arquitectónico de más entidad que la iglesia.

Por otro lado, un estudio antropológico preliminar realizado sobre los restos encontrados en el sarcófago por I. Ambrosio e incluido en la memoria inédita identificó un número mínimo de individuos de 3, razón por la cual, junto a la ausencia de la cubierta del sarcófago, los investigadores proponen que este sarcófago fue reutilizado. La datación radiocarbónica de estos restos sí concuerda con la propuesta de P. Bertran y F. Fité, ya que sitúa el fragmento de hueso datado entre los años 684 y 779 cal AD. Sobre esto, los investigadores hacen notar que el sarcófago reaprovechado se encuentra en una cota superior respecto el sarcófago localizado en la excavación del año 2014 y que, por lo tanto, su colocación y uso pueden ser posteriores. En el transcurso de esta campaña se localizó un segundo sarcófago, que no fue excavado, debajo del sarcófago reutilizado. Este segundo sarcófago era de tapa plana, aparentemente no estaba profanado y su

colocación era similar a la del sarcófago excavado en el año 2014. Por último, en un nivel superficial también se encontraron restos óseos humanos inconexos. Los investigadores los asocian con los restos óseos localizados dentro del sarcófago profanado (UE 1010) y proponen que los restos inconexos correspondían a un individuo que fue vertido en una fosa improvisada para dejar la caja del sarcófago libre para enterrar al individuo con conexión anatómica identificado en la campaña del año 2015.

En el año 2018 un equipo dirigido por A. González, J. Brufal y M. Sánchez realizó una nueva campaña arqueológica programada, la memoria de la cual también es inédita (González et al. 2020). Esta intervención tenía por objetivo delimitar el contexto espacial de la necrópolis. Por este motivo se abrió un sondeo al este de las estructuras identificadas como la iglesia de Santa Coloma donde se encontraron 16 fosas cubiertas por losas, de las cuales se excavaron nueve (Figura 18). Catorce de las tumbas presentaban una cubierta de losas y los dos conjuntos funerarios que no lo hacían se encontraban bastante dañados, por lo que es posible que en origen estuvieran cubiertos por losas. Los nueve enterramientos excavados consistían en tumbas individuales. Siete de ellas correspondían a fosas antropomorfas, mientras que las dos fosas restantes, que eran visiblemente más pequeñas y correspondían a individuos de menos de 24 meses en muerte, consistían en fosas simples (Figura 19). Los esqueletos se encontraron en posición primaria y supina con una orientación este-oeste. No se encontraron objetos de ajuar.

Tanto los restos recuperados durante esta intervención como los procedentes de las campañas de los años 2014 y 2015 han sido entregados por J. Brufal, almacenados en el laboratorio ARAEM de la Universitat Autònoma de Barcelona e incluidos en el presente estudio. Se encontraron guardados en cajas de plástico. Los huesos estaban agrupados por región anatómica en bolsas de plástico debidamente señalizadas.

La orientación este-oeste que se observa en todas las tumbas de la necrópolis de Santa Coloma d'Àger también es característica de otros enterramientos cristianos de cronologías similares, como los de la Casa del Condestable en Pamplona o el yacimiento de Tossal de les Forques (Sentiu de Sió, Lleida) (Faro et al. 2007; González et al. 2012). Varios autores han sugerido que esta orientación toma como referencia la salida y la puesta del sol, símbolos del nacimiento y la muerte como ocaso de la vida. En este sentido, en los enterramientos descubiertos durante las campañas de los años 2014-2015 y 2018 se detectan ligeros cambios en la orientación que pueden guardar relación con la estación del año en la que se produjo el enterramiento (Alapont 2009; González et al. 2012; Ripoll y Molist 2014).

Para este estudio se contó con restos esqueléticos procedentes de 101 unidades funerarias, que procedían de fosas cubiertas por losas (2018, 9 fosas, 7 de ellas antropomorfas y dos simples), sarcófagos (2014-2015, 2 sarcófagos), restos descontextualizados (2015), y posiblemente tumbas de cista o fosas cubiertas por losas, ya que no se sabe el tipo o tipos de tumbas excavados durante la intervención del año 1997 (89 tumbas). Existen paralelos de todos estos tipos de inhumación en necrópolis cercanas. En el ya mencionado yacimiento de Tossal de les Forques (siglos VII-IX) González y colegas (2012) identifican fosas cubiertas por losas parecidas a las identificadas durante la intervención del año 2018. El yacimiento de El Bovalar (Serós, Lleida) (siglo VII), también en la provincia de Lleida, presenta sarcófagos en las inmediaciones de una basílica rural, un contexto, por lo tanto, muy parecido al de los sarcófagos identificados en Santa Coloma d'Àger (Palol 1986). Por último, hay enterramientos antropomorfos en la necrópolis de La Valleta (Sunyer, Lleida), posiblemente vinculada a un asentamiento andalusí, en la necrópolis de Els Palous (Camarasa, Lleida), donde uno de los enterramientos presenta una hebilla fechada entre los siglos VII y VIII, y en la necrópolis pleno medieval de Tossa de Baix (Rosselló, Lleida) (siglos X-XIII) (Gené 2002a; Gené 2002b ; Gené et al. 2014). Todos los restos fueron analizados en el laboratorio ARAEM de la Universitat Autònoma de Barcelona. El proyecto de investigación del yacimiento de Santa Coloma d'Àger forma parte desde el año 2022 de un proyecto de investigación liderado por J. Brufal y vinculado a la Universitat Autònoma de Barcelona (ARQ001SOL-119-2022).

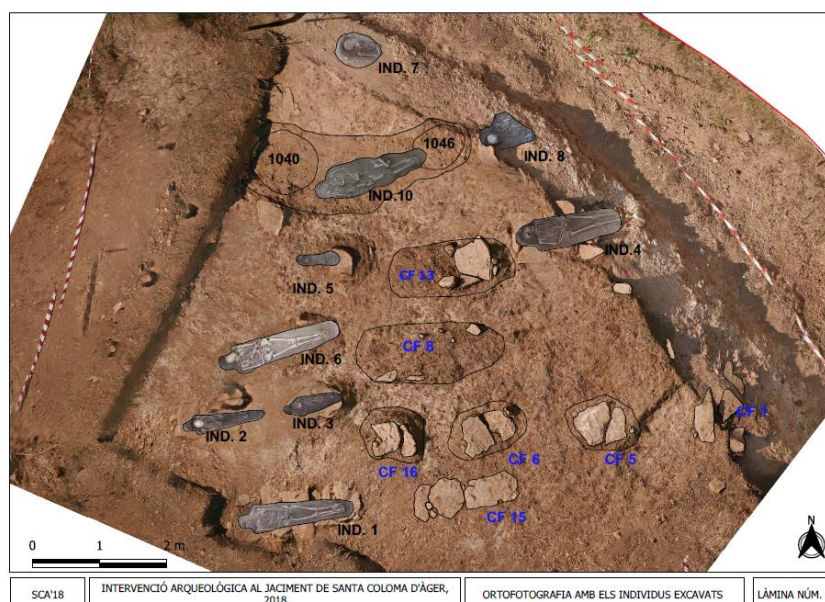


Figura 18. Planimetría de la excavación del año 2018. Modificado de A. González (inédito).



Figura 19. Tumba antropomorfa excavada durante la intervenció del any 2018. Modificat de A. González (inédito).

El equipo dirigido por J. Brufal, del que se forma parte, ha realizado una revisión sistemática de todas las intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en el yacimiento y de los análisis radiocarbónicos derivados de ellas que ha permitido realizar un planteamiento sobre la cronología de uso de la necrópolis. A diferencia de P. Bertran y F. Fité, proponen que la necrópolis de Santa Coloma d'Àger inició su uso en el siglo V, tal como sugirió de manera inicial F. Puig i Cadafalch, ya que una muestra de hueso obtenida de un sarcófago se fecha de ese momento (426-499 cal AD). Este uso, prosiguió de manera interrumpida hasta el siglo XI, tal y como prueban varias dataciones radiocarbónicas que se fechan en diferentes momentos de este periodo temporal de seis siglos (Tabla 1). De este modo, la necrópolis de Santa Coloma d'Àger se mantuvo en uso después de la conquista islámica (c. 716) y perduró hasta la conquista feudal (1048) (Mestre y Sabaté 1998:10; Chesé 2011:16, 227-229).

Según el equipo dirigido por J. Brufal, las dataciones radiocarbónicas parecen constatar un abandono de la necrópolis después de la conquista feudal, ya que no se encuentran dataciones que vayan más allá de la primera mitad del siglo XI (Tabla 1). Este argumento, como se ha mencionado anteriormente, es respaldado por algunos documentos procedentes del cartulario de Sant Pere d'Àger fechados a partir del año 1066, donde aparecen ventas de tierras que se sitúan en *Sancta Cholumba* (Chesé 2011: 303, 455-456, 501), y por la hipótesis de A. Benet i Clarà (1983), según la cual la comunidad cristiana de Santa Coloma d'Àger fue integrada durante el proceso de colonización feudal del valle de Àger, lo que conllevó la reorganización de la red de iglesias y la mayor importancia de la recién fundada iglesia de Sant Pere d'Àger (fundada entre la década de 1030 y la década de 1040) y su cementerio parroquial (Chesé 2011: 177, 215, 225, 227; Porcheddu 2017: 296-298).

Tabla 1. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano realizadas en esqueletos procedentes del yacimiento de Santa Coloma d'Àger.

Identificador de la muestra	Contexto	Tipo de hueso	Fecha calibrada	Fecha histórica	Laboratorio	Referencia de laboratorio	Promotor
SCA-1997-INH 18	Tumba excavada en 1997	Desconocido	1230 ±55 BP	677-895 cal AD	Universitat de Barcelona	UBAR-522	Montserrat Coberó
SCA-1997-INH 47	Tumba excavada en 1997	Desconocido	1175 ±45 BP	916-954 cal AD	Universitat de Barcelona	UBAR-523	Montserrat Coberó
SCA-1997-INH 55	Tumba excavada en 1997	Desconocido	1095 ±45 BP	866-1026 cal AD	Universitat de Barcelona	UBAR-524	Montserrat Coberó
SCA-1997-INH 99	Tumba excavada en 1997	Desconocido	1170 ±45 BP	774-984 cal AD	Universitat de Barcelona	UBAR-525	Montserrat Coberó
SCA-2009-6	Tumba antropomorfa excavada en 2009	Desconocido	1225 ±35 BP	761-887 cal AD	Universitat de Barcelona	R/N 437 K117-U009 C1-2010: NL - 1270	Arqueociència Serveis Culturals S.L.
SCA-2014-Mostra 1	Sarcófago	Radio izquierdo	1242 ±27 BP	426-499 cal AD	Centro Nacional de Aceleradores	3130.1.1	Jesús Brufal
SCA-2015-Coloma 15	Sarcófago víctima de espolio	Falange de mano	1242 ±27 BP	684-779 cal AD	Centro Nacional de Aceleradores	3708.1.1	Jesús Brufal

2.5 Vall d'Uixó

La población moderna de Vall d'Uixó se sitúa en el llano al pie de la sierra de Espadà, al sur de la actual provincia de Castellón (Figura 20). Aparte de numerosas rieras, el río Bellcaire cruza la población, donde recibe las aguas de la Font de Sant Josep. El *hışn* de *Şûn* está situado en la cima de un cerro de 491m de altitud a 2,5km al norte de la población actual. Las alquerías que se configuraban a su alrededor y que se han podido localizar de manera más o menos precisa se encuentran debajo de la trama urbana de la población actual. Por este motivo, se desconoce tanto la superficie total de las alquerías como la de sus *maqābir*.

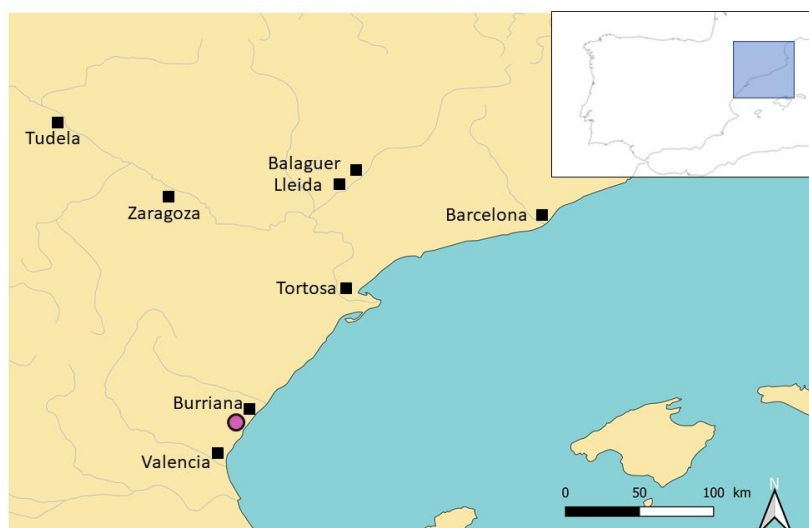


Figura 20. Localización de Vall d'Uixó (rosa) en el contexto de la Península Ibérica. Fuente: QGIS, edición propia.

Las alquerías y el *ḥiṣn* de *Šûn* han sido estudiados a nivel documental y arqueológico principalmente por A. Bazzana y colegas (1988). La zona arqueológica del *ḥiṣn*, que está protegida como Bien de Interés Cultural, fue objeto de campañas de excavación programada lideradas por A. Bazzana (1996; 1999). Este propuso dos fases de ocupación del *ḥiṣn*. En la primera se configuraba en un reducto poligonal situado en el centro de un asentamiento de planta pentagonal e irregular. El escaso espesor de los muros puede indicar que se trataba de una estructura de hábitat. Este reducto iba acompañado de una muralla situada en la parte inferior del cerro. En esta zona, se encontraron casas apoyadas en la fachada interior de la muralla que fueron fechadas entre los siglos X y XI. La calidad de los muros de la muralla indica que no se trataba de una estructura provisional o para estabular el ganado. A. Bazzana propone que en la segunda fase (siglos XII-XIII) se alza el castillo actual, con el reducto inicial ya arrasado, y un recinto poligonal que encierra prácticamente todas las estructuras del castillo, con bastiones cuadrangulares y estructuras ligeras en su interior. Fuera de la parte fortificada se identifican zonas residenciales habitadas durante el periodo cristiano. Por su parte, P. Guichard (2001:43-45), retomando el discurso iniciado por él mismo y A. Bazzana (1984), propone que el albacar tuvo un uso colectivo como refugio y también como granero, mientras que su parte más alta se utilizaba como un reducto fuertemente fortificado con cisternas (Guichard 2001b: 288).

A nivel documental, existe una única mención de época andalusí al *ḥiṣn*. Aparece en el *Takmilat al-šila* de Ibn al-Abbār, quien califica *Šûn* como un centro de menor importancia en la región de Onda (Bazzana 1996). Se conoce una sola mención a las alquerías, hecha por al-Idrīsī cuando describe la organización de la región conocida como *Plana*

de *Burriana*, de la que *Šûn* y sus alquerías formaban parte (Guichard 2001b:291). Los nombres de las alquerías, sin embargo, solo se registran en la documentación feudal. En esta se mencionan doce alquerías que se encuentran en cotas más bajas que el *hîşn* (Figura 21). H. García García (1982) y A. Bazzana y colegas (1988) proponen la siguiente distribución: Castro, Benicapdó y Alfandech se sitúan en la parte alta del valle, dentro de la sierra de Espadà; Alcludia, Benigafull y Ceneja en diferentes puntos de una colina en la entrada del valle; en el llano, se encuentran Benizahat, Zeneta, Benigasló y Orleyl y, por último, se desconoce la localización de Benadalmech y Care. Aunque los autores no concretan en qué se basa su propuesta, es posible que empleen la toponimia fosilizada de la población actual, que ha dejado nombres como “torre de Benigafull” o “carrer Zeneta”.

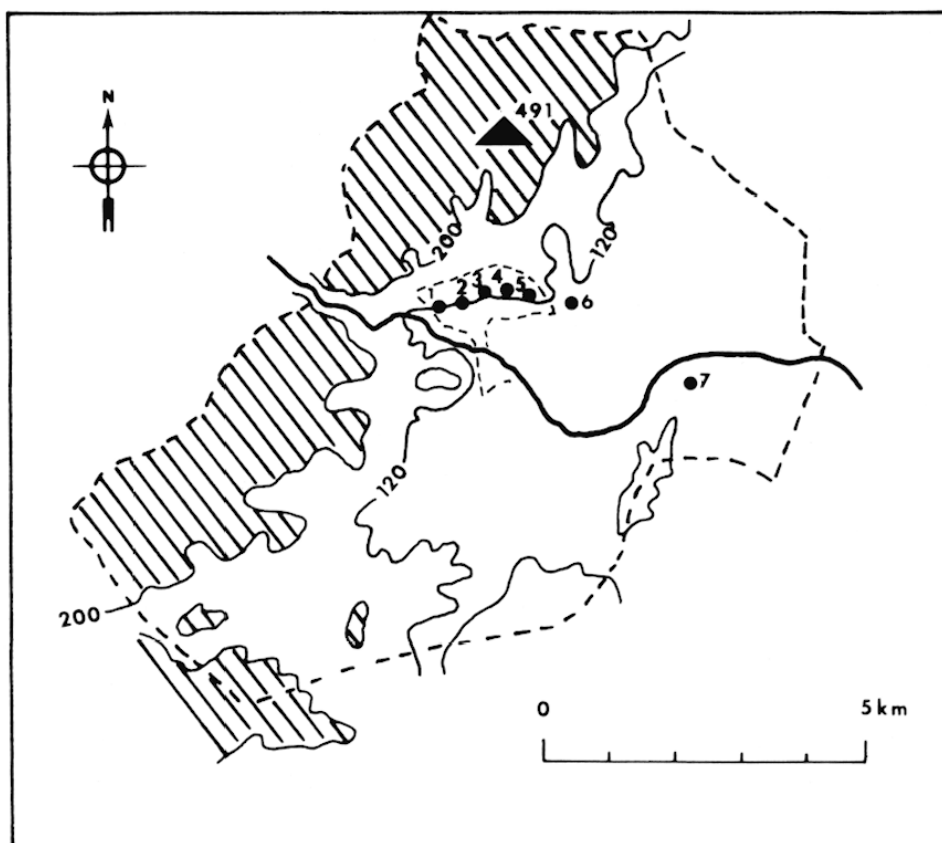


Figura 21. Detalle del emplazamiento de las alquerías de Vall d'Uixó planteado por Bazzana y colegas (1988). El *hîşn* está marcado con un triángulo, la numeración corresponde a las alquerías de: 1. Benigafull; 2. Alcludia; 3. Ceneja; 4. Benizahat; 5. Zeneta; 6. Benigasló; 7. Orleyl. Modificado de Bazzana y colegas (1988:160).

No se ha podido identificar claramente la cronología fundacional de ninguna de estas alquerías, y, de hecho, se desconoce si se formaron y habitaron de manera sincrónica (Bazzana et al. 1988: 203-210; Casabó 1997; Claramonte et al. 2017: 28). Este hecho no se debe solamente a la parquedad de las fuentes escritas sino también a la

localización de los restos arqueológicos de las propias alquerías, que se encuentran debajo del entramado urbano de la localidad moderna de Vall d'Uixó, hecho que ha dificultado su investigación arqueológica. Por otro lado, a partir de la toponimia que indica la documentación feudal, varios investigadores han propuesto que como mínimo algunas de las alquerías tenían un origen árabe o bereber (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al.1988; Torró 2012; Guichard 2016). P. Guichard (2016) relaciona el poblamiento de cuatro de estas con el asentamiento de tribus árabes y bereberes: Benigafull, Zeneja, Benizahat y Zeneta pueden corresponder a los *Banū Gafūl*, *Zanāta*, *Sa'd* y *Sanhāğa* respectivamente (Guichard 2016).

Después de la conquista cristiana, que tuvo lugar en el año 1238, la población musulmana de las alquerías de *Šūn* pudo permanecer en el mismo lugar como aljama real del Reino de Valencia hasta el decreto de expulsión de los moriscos de 1609, posterior a la pragmática de conversión de 1525 (Bazzana et al. 1988: 168-169; Torró 2007 y 2010). Se tiene un mayor conocimiento de las alquerías y sus habitantes durante este periodo gracias a la documentación que la conquista feudal generó. En primer lugar, se ha conservado el documento de la capitulación de la aljama del *ḥiṣn* de *Šūn*, que ocurrió en la primavera del año 1238. El rey negoció las condiciones de la rendición con una delegación de los representantes de la comunidad, referida en el documento como los “viejos” (“vells”) (Guichard 2001b: 292-293). Gracias a la rendición de la aljama y su aceptación del nuevo poder, la población islámica de Vall d'Uixó conservó el *status quo* a nivel fiscal, manteniendo, por ejemplo, las mismas tributaciones por el uso de los molinos y el pago almagram (Viciano 2012: 64).³⁰

Estas condiciones se vieron alteradas temporalmente debido a una acción punitiva motivada por las revueltas musulmanas acaecidas en la década de los años 1240. Este castigo es recogido en las concesiones de franquicias a Vall d'Uixó en el año 1250, que también indican que la pacificación de la comunidad se prolongó más allá del año 1249. Según este documento el rey confiscó los cuatro molinos de las alquerías de Uixó y los cedió al caballero Gilabert de Sanoguera a cambio de la mitad de los beneficios (Guichard 2001b:306; 581). A este caballero también le entregó una de las alquerías de Uixó, Alcudia. En 1260, sin embargo, el rey aparece reduciendo de la mitad a un tercio el censo que los musulmanes de Vall d'Uixó le pagaban por los molinos, por lo que la restitución de los molinos debe ser anterior a esta fecha (Guichard 2001b:306). En el contexto de estas revueltas, el *ḥiṣn* fue empleado por parte de la población mudéjar de

³⁰ El almagram era la principal renta agraria pagada colectivamente por la aljama con dinero, aunque, en general, se impusieron las particiones de la cosecha satisfechas en especie (Viciano 2012: 64).

Vall d'Uixó como refugio frente a las fuerzas feudales que les daban sitio, hasta su rendición durante primera mitad del año 1250 (Guichard 2001b:572, 581).

Como consecuencia de estas revueltas, muchas comunidades mudéjares del Reino de Valencia fueron expulsadas (Guichard 2001b: 571). Esta política de expulsión se aplicó con éxito en la mayor parte del reino, aunque encontró resistencia en ciertos territorios montañosos, como fue el caso de Vall d'Uixó (Guinot 1993; Torró 2007). De este modo, la aljama de Uixó se convirtió en una de las más grandes del reino y en uno de los escasos asentamientos rurales habitados exclusivamente por musulmanes pese a algunos intentos de colonización cristiana que, según indica P. Guichard, no tuvieron éxito y fueron abandonados al poco tiempo (Guichard 2001b: 345- 359, 655; Viciano 2012:56-57).

En el año 1302 una comisión de investigadores del rey recibió el encargo de elaborar un informe sobre el adecuado cumplimiento de las condiciones fiscales establecidas mediante la concesión de franquicias. El documento resultante muestra que en ese año se mantenían condiciones similares a las establecidas en el momento de la capitulación (Guichard 2001b: 351; 638). Por este motivo, P. Guichard concluye que en ese momento la fiscalidad de Vall d'Uixó tenía un carácter privilegiado en comparación a la fiscalidad de otras comunidades musulmanas del Reino de Valencia. La comisión que elaboró el documento del año 1302 parece ser consciente de este carácter privilegiado, ya que a raíz de su investigación el rey ordenó que se equipararan las condiciones fiscales de Vall d'Uixó a las del resto de aljamas bajo dominio real (Guichard 2001b: 638). Por este motivo, P. Guichard propone que la documentación feudal muestra como la población de Vall d'Uixó sufrió una mayor depredación fiscal a partir del siglo XIV (Guichard 2001b: 638). En términos generales, varios autores proponen que la mayor presión fiscal ejercida sobre los musulmanes del Reino de Valencia provocó el decrecimiento y el empobrecimiento las comunidades musulmanas hasta que fueron expulsadas definitivamente a inicios del siglo XVII (Guinot 1993; Torró 2007; Guichard 2016). No se cuenta, sin embargo, con referencias específicas sobre Vall d'Uixó.

A. Bazzana y P. Guichard (1981) indican que, en época andalusí, las tierras explotadas por las alquerías de *Šûn* se encontraban en torno del río Bellcaire, desde el cual se organizaba la irrigación. Los mismos autores apuntan que la documentación generada por la conquista feudal, en concreto el documento del año 1250 referido anteriormente, muestra como la aljama de Uixó mantenía tierras irrigadas en el momento de la conquista y que pudo conservar la misma jurisdicción y costumbres sobre el agua que en época andalusí. Además, sugieren que la disposición topográfica de las alquerías

evoca asentamientos relacionados con el desarrollo de un espacio irrigado a lo largo del río Belcaire (Figura 21) (Bazzana y Guichard 1981: 127). Al respecto, F. Esquilache (2018: 323) añade que los espacios de huerta, aun visibles en el siglo XX, se formaron en época andalusí, tenían una morfología y una superficie similares a los identificados en la Huerta de Valencia y se complementaban con un espacio de secano junto al río. Sobre las especies cultivadas bajo dominio cristiano, la documentación muestra la existencia de cultivos como el trigo y la cebada en el siglo XIII junto al cultivo de frutales como higueras y algarrobos (Guichard 2001b:307, 638). P. Guichard (2001b: 581-582) propone que la presencia de molinos en Vall d'Uixó y su posición relativamente alejada de los centros urbanos importantes pueden confirmar esta actividad agraria basada en los cereales, similar a la de otras alquerías situadas en la *Plana de Burriana* y las huertas periurbanas.

Aunque la localización de las alquerías de Vall d'Uixó, y por consiguiente de sus *maqābir*, debajo del entramado urbano ha dificultado su conocimiento a nivel arqueológico, diversas obras de remodelación urbana han permitido la excavación parcial de algunas *maqābir*. Además, gracias a la propuesta de localización de las alquerías de Bazzana y colegas (1988), las *maqābir* excavadas se han podido asociar con estas alquerías. Los esqueletos que forman parte del presente estudio proceden de cuatro excavaciones de urgencia realizadas en la localidad moderna de Vall d'Uixó entre los años 1995 y 2006 a causa de renovaciones en la canalización de gas e instalaciones eléctricas. Estas intervenciones se concentraron en la calle Cervantes (1995, 2000 y 2006) y la plaza de la Asunción (1998). Debido a su ubicación, se atribuyen a las *maqābir* de las alquerías de Zeneta y Benizahat respectivamente (Figura 22).

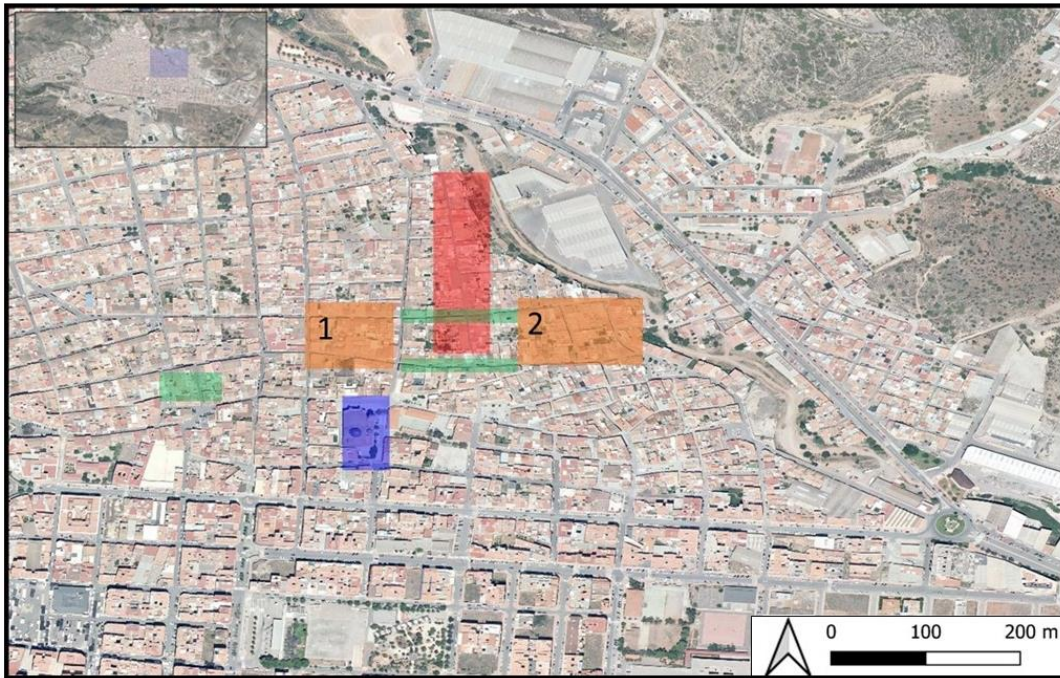


Figura 22. Localización de las áreas de maqbara asociadas a las alquerías Benizahat (azul, 1) y Zeneta (rojo, 2) y la posible localización de estas alquerías (naranja) según la propuesta de Bazzana y colegas (1988). Las intervenciones que han dado como resultado tumbas que también se creen asociadas a las mismas maqābir aparecen en verde. Fuente: QGIS, edición propia.

Aunque no se ha podido disponer de memorias arqueológicas de las intervenciones mencionadas, ha sido posible obtener algunos datos sobre los hallazgos resultantes de las intervenciones en la calle Cervantes y la plaza de la Asunción e información sobre el rito funerario mediante las fotografías facilitadas por M. L. Rovira, directora del Museu Arqueològic de Vall d'Uixó, los números de UE y fosa asociados a los esqueletos estudiados y el número mínimo de individuos determinado mediante el análisis antropológico de los restos contenidos en cada fosa. Es posible estimar que, en conjunto, se encontraron un mínimo de 89 fosas simples, en ocasiones cubiertas por losas, que contenían individuos enterrados mediante el rito islámico (Figura 23).

Las tumbas en fosa simple parecen predominar en las *maqābir* de la *Plana de Burriana* y, de hecho, también se encuentran presentes en muchas de las *maqābir* del *šarq al-Andalus* (Olivé-Busom et al. 2020). Algunos ejemplos consisten en la *maqbara* de la plaza del Almudín de Segorbe, donde algunas de las fosas también se encuentran cubiertas por losas, en la *maqbara* de L'Albiola (Morella), en la *maqbara* de la alquería de Calatrava (Burriana) o en la *maqbara* de la partida de Lledó (Castelló de la Plana), donde también se identifican cubiertas hechas con elementos constructivos de época romana (Barrachina 2004-2005; Duarte 2009; Benedito y Melchor 2018; Melchor y Benedito 2018). En todas las fotografías se ha podido observar una orientación noreste-

suroeste de los esqueletos, que se encontraban en posición de decúbito lateral derecho con el rostro lateralizado hacia el sureste (Figura 24). Tanto la lateralización del cuerpo como la orientación de este cumplen con los preceptos de enterramiento normativos en el rito islámico (Chávet et al. 2006).

De manera previa a la realización de dataciones radiocarbónicas en el marco de esta investigación, los esqueletos procedentes de estas dos *maqābir* se fechaban arqueológicamente entre los siglos X y XVI. Se encontraron depositados en el Museu Arqueològic de la Vall d'Uixó dentro de cajas de cartón adecuadamente señalizadas con el número de fosa y de UE. Cada caja contenía restos esqueléticos de una unidad estratigráfica, o parte de ellos si las dimensiones de la caja no permitían almacenar todos los restos recuperados de una fosa en una misma caja. En tal caso, los restos se almacenaban en cajas diferentes. Los huesos se encontraron mayoritariamente agrupados por región anatómica dentro de bolsas de plástico o envueltos en papel de diario. Los restos procedentes de la plaza de la Asunción y algunos de los restos de la intervención del año 1995 en la calle Cervantes se encontraron ya limpios, mientras que el resto habían sido almacenados sin limpiar. Todos los restos procedentes de las 89 fosas se analizaron en el laboratorio ARAEM de la Universitat Autònoma de Barcelona.



Figura 23. Losas cubriendo una fosa de inhumación encontrada durante la intervención en la plaza de la Asunción (Vall d'Uixó). Fotografía cedida por M.L. Rovira.



Figura 24. Esqueleto en decúbito lateral derecho encontrado durante la intervención en la calle Cervantes (Vall d'Uixó) en el año 1995. Fotografía cedida por M.L. Rovira.

A raíz de intervenciones preventivas y de urgencia motivadas también por obras de modificación urbana, se han descubierto otras inhumaciones que se pueden asociar con estas dos *maqābir*. Se trata de dos intervenciones llevadas a cabo en las calles Trinidad (1995) y Diputación (1995) que se han puesto en relación con la *maqbara* de la alquería de Zeneta y sobre las cuales no se dispone de memoria arqueológica (Figura 22). Es posible que las inhumaciones descubiertas durante las intervenciones llevadas a cabo en las calles Lope de Vega (2010) y San Vicente (2010) también se relacionen con esta alquería. Por otro lado, en el año 2019 se realizó una intervención en la calle García Esbrí durante la cual se detectó un enterramiento de rito islámico posiblemente asociado a la *maqbara* de Benizahat. Toda esta información es inédita y ha sido proporcionada por M.L. Rovira, directora del Museu Arqueològic de la Vall d'Uixó.

Se tiene constancia de intervenciones arqueológicas motivadas también por obras de transformación urbana en *maqābir* asociadas a otras alquerías de Vall d'Uixó. Se trata de las excavaciones llevadas a cabo en las plazas Santiago Obón (1997 y 2000) y Silvestre Segarra (1997) y la calle Dolores (2007), vinculadas a la alquería de Ceneja, las excavaciones realizadas en las calles Benigafull (1998, 2003) y Matilde Bel (1987) y la plaza Peral (1999), vinculadas a la alquería de Benigafull, y, por último, la intervención realizada en la plaza San José (2006), donde se encontraron fosas que se relacionan con la alquería de la Alcudia. Toda esta información es también inédita y ha sido

proporcionada de manera oral por M. L. Rovira, ya que no se cuenta con memorias arqueológicas.

Si bien la población estudiada es inédita, debe mencionarse la existencia de dos estudios de caso hechos por Manuel Polo Cerdá y su equipo en un individuo adulto de la plaza de la Asunción, perteneciente a la alquería de Benizahat (Melchor et al. 2000; Polo et al. 2003). Otro esqueleto vinculado a la alquería de Benigafull, excavado en la actual plaza Peral, también ha sido objeto de un estudio de caso focalizado en una entesopatía isquiopúbica (Cruz y Polo 2009).

3. Methods

3.1. Archaeological methods (Archaeological excavation)

The archaeological excavation of the south-east *maqbara* of Balaguer under my supervision took place during the years 2019, 2020, and 2021. The following methodology was observed.

First, the surface layer of test dig 14 was removed with an excavator. After cleaning the surface with trowels, a total of 37 graves were detected. They all consisted on earth-dug fossae. Once the surface of the graves was clearly visible, they were given three consecutive stratigraphic unit (UE henceforth) numbers; one for the fill, one for the cut and one for the skeleton, in that order. Photographs of each grave were taken before their excavation. In addition, a sketch indicating all visible UEs was drawn, representing the graves, other possible archaeological elements, such as crop trenches, and elevation points.

The excavation of each grave began with the extraction of the fill, followed by the delimitation of the skeleton, the complete documentation of the fossa, and the extraction of the skeletal remains. In order to accurately register the graves, a photographic registry of the skeleton and detail pictures of the archaeological features of each grave (including taphonomic modifications) were taken; furthermore, stratigraphic relations were documented following the methodology proposed by E. Harris (2014) and each grave was georeferenced in order to create a planimetry of the excavation.

In addition, an on-field preliminary anthropological assessment of the decomposition context and biological profile of each skeleton was made, and archaeological forms were filled for each skeleton. This was done in order to obtain as much bioarchaeological information as possible given the poor state of preservation of some of the remains (Márquez-Grant and Olivé-Busom 2019). The relationship between the different bone elements of the funerary deposit was recorded in order to understand and evaluate the taphonomic processes that took place before the excavation of the remains. This action sought to assess whether the position in which the remains were discovered at the time of their excavation (presumably that of right lateral decubitus) was the same as the original burial position. Taphonomic processes and the resulting characteristics presented by the skeleton were drawn from H. Duday's extensive research (Duday 2006; Duday et al. 2009).

For the excavation and the extraction of the bones, anthropologists were always present on the field, and whenever possible this was performed with wooden tools. The filing of

the grave and the soil found directly underneath the skeleton were systematically sieved. Additionally, necrosol samples from two graves were taken following the methodology described by García-López and colleagues (2022). For each grave, 11 samples of necrosol located directly beneath the skeleton and four samples of soil located outside of the grave were extracted. The results of these analyses are forthcoming in Z. García-López's PhD dissertation .

Detailed information on the methodology followed during the previous interventions carried out in Balaguer can be found in the archaeological reports presented by Subirada and colleagues (2011), Camats and Mulet (2015), Pròleg (s.f.), and Camats (s.f.). All of them followed the same registration method proposed by E. Harris that has already been referenced in our archaeological interventions and kept a topographic record of the excavation. Furthermore, the interventions carried out by Subirada and colleagues (2011), Camats and Mulet (2015), and Camats (s.f.) photographically documented their findings. The reports, however, do not contain detailed information on how the skeletal remains were recovered. As it has already been stated in the previous chapter, the report concerning the archaeological intervention carried out in 2007 was never submitted, and thus its pertaining methodology is unknown.

Similarly, we are not aware of the archaeological methods followed during the 1997 intervention in Santa Coloma d'Àger. From 2014 onwards, all archaeological interventions followed E. Harris' registration method. Furthermore, each stratigraphic unit was georeferenced, photographed and underwent photogrammetry to keep a visual record of the excavation. Through this photographic record, 3D models of each burial were rendered. Detailed information on the methodology followed during the most recent archaeological interventions in Santa Coloma d'Àger can be found in Brufal and Porcheddu (2018), González and colleagues (2020) and Brufal and Porcheddu (s.f.).

Unfortunately, the archaeological reports on the interventions carried out in Vall d'Uixó are unavailable and thus the methodology followed during those interventions is unknown.

3.2 Taphonomic processes and preservation

Soil properties that can affect the preservation of skeletal remains were taken into account before conducting the biological and pathological assessment of each skeleton. These can be divided into chemical properties, such as soil pH (acidic or alkaline), and physical properties, like humidity or the anthropic use of the land as fields, roads or streets. These can not only alter the physical properties of the bone, such as its level of

fragmentation or the conservation of its original contour, but also affect its chemical properties. Acidic soils, for example, alter and unstructure the inorganic part of the bone, enabling the incorporation of soil components (Neilsen-Marsh et al. 2007; Ferández-Jalvo et al. 2010).

Therefore, taphonomic processes and how these have influenced the preservation of the studied skeletal remains need to be taken into account as they are not only informative of the environment in which the skeleton decayed, but also heavily influence the biological, pathological, and biochemical information that the researcher will be able to obtain. In this study, the level of fragmentation of each skeleton, its affectation by weathering of the cortical bone surface, and its preservation index were assessed.

Fragmentation

Bone fragmentation was classified based on an adaptation from Dupras and colleagues (2011) as follows. A skeleton with low fragmentation has long bones with none or few post-mortem breaks (5 or less). The ribs and the cranium, which are more susceptible to post-mortem breaking, also present breaks but the cranium can be reconstructed without difficulty. The scapula and the pelvis are mostly intact or present few breaks. Moderate fragmentation refers to a skeleton with long bones that present several post-mortem breaks (6 to 12). The ribs and the skull present a significant amount of post-mortem breaks. However, the larger bones in the cranium (occipital bone, parietal bones, frontal bone, maxilla and mandible) can be easily reconstructed. The scapula and the pelvis present post-mortem breaks but can be reconstructed without difficulty. Lastly, a highly fragmented skeleton has long bones that present a large amount of post-mortem breaks, as well as the scapula and the pelvis, to the point that reconstruction, identification, and analysis become difficult to perform.

For statistical purposes these nominal categories were transformed into numbers ranging from 0 (=low) to 2 (=high). Because the studied skeletons were mostly found in separate graves, the calculation of the fragmentation median and the mean were performed taking into account the assessment made for each skeleton instead of individualising each bone or region.

Weathering of the cortical bone surface

The stage of bone weathering was visually assessed according to the parameters proposed by McKinley (2004) as follows:

- Grade 0: Surface morphology clearly visible and without modifications.
- Grade 1: Slight and patchy surface erosion.

- Grade 2: More extensive surface erosion than Grade 1, with deeper surface penetration.
- Grade 3: Most of the bone surface is affected by some degree of erosion. The general morphology is maintained but details are obscured.
- Grade 4: All of the bone surface is affected by erosive action. The general profile is maintained.
- Grade 5: Heavy erosion across the whole surface, completely obscuring the surface's morphology. Some profile distortion.
- Grade 5+: As Grade 5 but with extensive penetrating erosion that modifies the profile.

To better understand how the weathering conditions affected the study of each population, its median and mean bone weathering were calculated.

Skeletal preservation index

Two methods were followed to present the skeletal preservation index. First, the recommendations given by Campillo (2001) were applied. These are based on the number of present bones compared to the total number of bones expected in a human skeleton. For each bone to be counted as present, at least 50% of it had to be preserved. Therefore, this index tends to provide low results since it gives all the bones in the skeleton the same value, while most archaeological populations tend to present a worse conservation of the regions where a high number of bones accumulate, such as the skull, the hands, or the feet.

For this reason, the skeletal preservation index was also calculated following the methodology proposed by Walker and colleagues (1988), which is based on the computation of preserved clavicles, humerus, radii, ulna, femurs, tibiae, and fibulae. These bones are recognizable in most individuals regardless of their age and, thanks to their density, they are usually preserved despite poor taphonomic conditions. The total number of preserved bones was divided by the resulting value of the 14 bones taken into account multiplied by the expected number of individuals.

In order to obtain a representative result of the preservation index for each population and to compare the results between the studied populations, both the median and the mean for each population were calculated.

3.3 Assessing the biological profile

Methods used for sex assessment

This study's assessment of sex has focused strictly on sex as a biological characteristic separate from the individual's socially constructed gender (Diamond 2000; Fausto-Sterling 2012; Johnson and Repta 2012). Sex estimation is the cornerstone in the process of building the biological profile of a skeleton as all other biological estimations (age, ancestry, and stature) rely on the assessment of sex. This is due to the fact that observable differences in ageing and growth patterns are present between sexes, as well as variations in morphological traits related to ancestry (Spradley and Jantz 2011; Krishan et al. 2016). Sexual dimorphism is known to present inter and intra population variations in various regions of the human skeleton, something which has been noticed in the three populations studied in the context of the present research (Franklin et al. 2007; Wilson et al. 2015; Lois Zolniski et al. 2019; Milner et al. 2019; Uhl et al. 2020). For this reason, both international standards and criteria derived from Iberian focused research have been employed for sex assessment. Furthermore, instead of classifying a skeleton's sex dichotomously, a wider classification has been undertaken (Table 2).

Table 2. Categories established for the sex assessment of the studied skeletons.

Classification	Definition
Male	Typically, male characteristics
Probably Male	Characteristics closer to those of males
Ambiguous	Ambiguous sex assessment
Probably female	Characteristics closer to those of females
Female	Typically, female characteristics
Undetermined	Not enough data to assess sex

Although sexually dimorphic traits tend to clearly manifest after puberty, a variety of methods to assess the sex of non-adult skeletons have been developed in biological anthropology (Sutter 2003; Rissech 2003; Franklin et al. 2007; Saunders et al. 2007). However, as most estimates rely on size difference between males and females, the tendency of male preterm births or low birth weights, as well as the reduction of the expression of sexual dimorphism caused by stress and malnutrition, severely affect these estimations (Lewis 2019). Moreover, even though there are techniques which focus on the size and morphological traits of the dentition, cranium, mandible, and pelvis, and offer an accuracy of up 70%, several issues still pose a problem for non-adult sex estimation, mainly: 1) the degree of overlap in skeletal morphology between sexes, 2) reproduction issues between populations, and 3) the varying degrees of sexual dimorphism that exist not only between populations but also between survivors (adults)

and nonsurvivors (children) (Buikstra and Uberlaker 1994; Lewis and Rutty 2003; Saunders 2008; Lewis 2019). Therefore, in this study non-adult individuals were not sexed as there is no widely accepted method that allows their assessment (Lewis 2019).

The sex estimation of adult individuals was based on morphological and metric criteria. The pelvis, followed by the skull, is considered to be the most reliable region for the sex assessment of both adult and non-adult individuals (see Spradley and Jantz 2011; Christensen et al. 2019). Thus, techniques are primarily directed to the reproductive differences observed in the pelvis, and the variability in size and morphologies among the sexes represented in the cranium. Sexual dimorphic traits of the cranium and the pelvis described by Buikstra and Ubelaker (1994) and sexual dimorphic traits of the *os pubis* described by Phenice (1969) were the chosen morphological methods. Buikstra and Ubelaker's (1994) descriptions are the most widely used for sexual assessment and are deemed a reliable method. Phenice's method based on the *os pubis* has been reported as reliable for correctly assessing the sex of a number of previously known individuals from various ancestries, although the observer's previous experience has also been mentioned as a factor in the accuracy of the assessment (Kelley 1978; MacLaughlin and Bruce 1990; Ubelaker and Volk, 2002). Đurić and colleagues (2005) tested these pelvic and cranial criteria, obtaining a respective accuracy of >90% and c. 70% on average. Meanwhile, Walker's (2008) sex assessment of crania using Buikstra and Ubelaker's (1994) recommendations yielded an accuracy of 90%. Additionally, the mandibular ramus was scored using the methodology recommended by Loth and Henneberg (1996, 1998). These cranial traits were used only as a secondary assessment as several blind tests have shown much lower accuracies than the originally reported 92% (Donnelly et al. 1998; Haun 2000; Hill 2000).

Discriminant functions were additionally used for the metric sex assessment performed on individuals which already presented the *os coxae* and/or cranium. The method described by Alemán Aguilera and colleagues (1997a), focused on the sexual dimorphism of the humerus, was chosen as 1) it employs Iberian skeletons 2) the humerus is a resistant bone and thus this method could be applied to many of the studied skeletons. Wasterlain's (2000) discriminant functions based on femoral proportions were also used for the same reasons. Although we are aware of the existence of other discriminant functions developed from Iberian populations to estimate the sex of a skeletal individual (Alemán Aguilera et al. 1997b), we have focused on these two bones as they were the most consistently well preserved in all three populations.

Although discriminant functions or linear regressions have also been developed to produce a percentage likelihood of an individual being male or female from the

combination of some of these pelvic traits, such as Klales and colleagues (2012) method for the Phenice traits, these were not employed for two main reasons: 1) the fractured and incomplete nature of the assemblages, which would hinder the use of such discriminant functions and linear regressions 2) the lack of comparability to other Iberian Medieval populations, which are usually assessed through morphological characteristics (Walker 2008; Klales et al. 2012). Therefore, the sex of a skeleton was estimated through an average score of each scored trait, although the traits observed in the pelvis, if observable, were prioritised (Figure 25).



Figure 25. Example of macroscopic sex assessment with the os coxae. a) Male skeleton from Santa Coloma d'Àger with a narrow sciatic notch (1), absence of preauricular sulcus (2) and broad schiopubic ramus (3). b) Female skeleton from Santa Coloma d'Àger with broader sciatic notch (4).

Various authors have underlined several current issues that morphological sex assessment methods involve. These are mainly related with the need to generate population specific standards accurately using more reliable methods, as interpopulation variations can sometimes pose an issue and require the observer to spend a significant amount of time familiarising themselves with the particularities of each population (Krishan et al. 2016). Indeed, these morphological observations are subjectively reliant on the observer as they cannot be measured and, furthermore, they show inter and intra observer errors and classification difficulties (Kemkes-Grottenthaler et al. 2002; Ubelaker and Volk 2002; Steyn et al 2004; Krishan et al. 2016). However, others point out that when taking the paleodemographic distribution of a population as a whole, sex distribution should be fairly accurate and that, although they are indeed estimates, sex assessment methods are well-founded (Kemkes-Grottenthaler 2002). Therefore, when

analysing a big sample of a population, sex distribution should be reliable. Moreover, as the observer's 1) ability to correctly perform sex assessment based on morphology progresses with time, 2) becomes familiarised with certain variability aspects intrinsic to a specific population, the experience of the observer also needs to be taken into account (Rogers and Saunders 1994; Đurić et al. 2005; Franklin et al. 2007; Wilson et al. 2015; Milner et al. 2019; Uhl et al. 2020).

Methods used for age estimation

Methods for age assessment in biological anthropology aim to estimate the biological age of an individual, understanding biological age as the underlying, disease-independent accumulation of pathophysiological changes that contribute toward mortality over time, related to the decline in function, and that can be defined by clinical and molecular biomarkers (Balcombe and Sinclair 2001; Sprott 2010; Wu et al. 2021). Chronological age, understood as an index of the passage of human time (days and years since birth), is usually not determinable in an archaeological context because accurate data on the individual's birth and death dates would be needed.

The aforementioned biomarkers are employed by the anthropologist to estimate the age-at-death of an individual and consist on growth and degeneration processes experimented by the skeleton. Contrary to what occurs with sex assessment, age estimation methods tend to find more concise markers during the maturation of the skeleton, and a decrease of changes once adult age is reached. This happens as many factors, such as sex, population affinity, body mass, stature, and many lifestyle factors such as activity and diet intervene in the degeneration processes that are employed to estimate age in adults (Márquez-Grant 2015). Thus, age estimation becomes more imprecise. This is especially true for older individuals, as the collections that are used to derive age assessment methods can have smaller samples of individuals over 50 years of age-at-death (Márquez-Grant 2015).

Individuals have been classified as non-adults, those under 18 years of age-at-death as this is the mean age for long bone epiphyseal union, and adults, those over this age. Each skeleton was assessed individually for biological age, and an age range was given to each according to the results obtained through the used methodology. Adult age ranges and categories were given according to Buikstra and Ubelaker's (1994) recommendations as they are the most widely used in international publications as well as doctoral theses published or based on materials from the Iberian Peninsula (López-Costas 2012; de Miguel 2016; Gracia 2021). They have been, however, slightly modified

to better suit the conditions of the studied populations.³¹ Similarly, the categories employed to classify the non-adult population were drawn from Lewis's (2007) recommendations, with the inclusion of three "Child" categories (Child 1, Child 2, and Child 3) that are also used in recently published doctoral theses published or based on materials from the Iberian Peninsula (de Miguel 2016; Gracia 2021). This was done to create non-adult age ranges that are five years apart each as these divisions are recommended for paleodemographic studies and the accuracy of age assessment methods for non-adults allows for such specificity (Ubelaker 1999). The ranges employed for adults are larger, over ten years, as age assessment methods are less specific. Two categories were made for those skeletons that could be assessed as adults or non-adults but could not be given a specific range (Table 3).

Table 3. Ranges of biological age estimated for the skeletons and their conversion to nominal categories.

Biological Age	Assigned Category
From 24 weeks of gestation to 7 postnatal days	Perinatal
Birth to 27 postnatal days	Neonatal
0-1 years	Infant
1-5 years	Child I
5-10 years	Child II
10-15 years	Child III
15-18 years	Adolescent
<18 years undetermined	Non-adult of undetermined age
18-30 years	Young adult
30-50 years	Middle Adult
50+ years	Older adult
>18 years undetermined	Adult of undetermined age

Additionally, the age categories proposed by Vallois (1960) were also employed for the comparison with certain Mediaeval Iberian populations of interest that employed this method of age classification (Table 4). In this classification, individuals over 20 years of age-at-death were considered adults. Two other categories, adult undetermined and non-adult undetermined, were added in order to be able to include those skeletons who's age category could not be estimated.

³¹ Young adults range from 20 to 30 years of age-at-death and not from 20 to 34 years of age-at-death and, consequently, middle adults range from 30 to 50 years of age-at-death and not from 35 to 49 years of age-at-death.

Table 4. Age categories proposed by Vallois (1960).

Biological Age	Assigned Category
0-6 years	Infantile I
7-12 years	Infantile I
13-19 years	Juvenile
20-40 years	Young adult
40-60 years	Mature
60+ years	Senile

For non-adult skeletons, macroscopic age estimation methods rely on dental development and eruption, skeletal maturation, and size (Ubelaker and Khorsowshahi 2019). Schaefer, Black, and Scheuer's (2009) *Juvenile Osteology* were employed as their manual contains well established methods (Márquez-Grant 2015). Age according to dental development and eruption was assessed using Liversidge and Molleson's (2004) indications for deciduous dentition, Moorrees and colleagues (1963) assessment for permanent dentition, and the compilation charts described by Ubelaker (1999). Although age estimation according to teeth mineralisation has been reported to be slightly less accurate than atlas methods, the former is deemed reliable enough to be employed in archaeological populations (Figure 26) (Liversidge 1994; Maber et al. 2006; Liversidge 2015). Teeth development and eruption were preferred for the age assessment of non-adults as they have low inter- and intrapopulational variation and are less likely to be altered by organic and environmental stressors (Lewis et al. 1960; Bolaños et al. 2000; Roberts et al. 2008). When teeth were absent, metric assessment of the *pars basilaris* and *pars lateralis*, the appearance and stage of union of the vertebral primary centres, and the stage of union of the epiphyses of long bones were taken into account (Bagnall et al. 1977; Scheuer and MacLaughlin-Black 1994; Schaefer et al. 2009). These skeletal regions were selected as they were the most usually available in the studied populations. For perinates and neonates, Fazekas and Kósa (1978) measurements were employed. However, if these were not available, other markers were employed for the age estimation of non-adults following the guidelines established by Schaefer and colleagues (2009).



Figure 26. Non-adult dentition belonging to a skeleton from Santa Coloma d'Àger. After analysis, it was assigned into the Child I category (1-5 years of age-at-death).

For adults, skeletal maturity and morphological and degenerative changes of the skeleton were assessed. The use of each method depended on 1) the preserved bone elements for each studied skeleton, and 2) the most commonly used methods in the anthropological analyses of Mediaeval Iberian remains referenced in the discussion and confrontation, to allow comparability. The stage of union of the medial end of the clavicle, as described by Szilvássy (1980) was used when available. If present, the morphological and degenerative changes of the sternal end of the fourth rib described by Işcan and colleagues (1984, 1985) were also employed for the age assessment of adults, taking into account the revisions suggested by Christensen and colleagues (2014) (Figure 27). Neighbouring ribs were also employed as several studies have reported their suitability (Hartnett 2010; Nikita 2013). Lastly, the morphological changes of the pubic symphyses (Brooks and Suchey 1990), which is especially reliable for individuals under 40 years of age-at-death, and the auricular surface of the ilium were also employed (Lovejoy et al. 1985; with the revisions proposed by Buckberry and Chamberlain (2002).

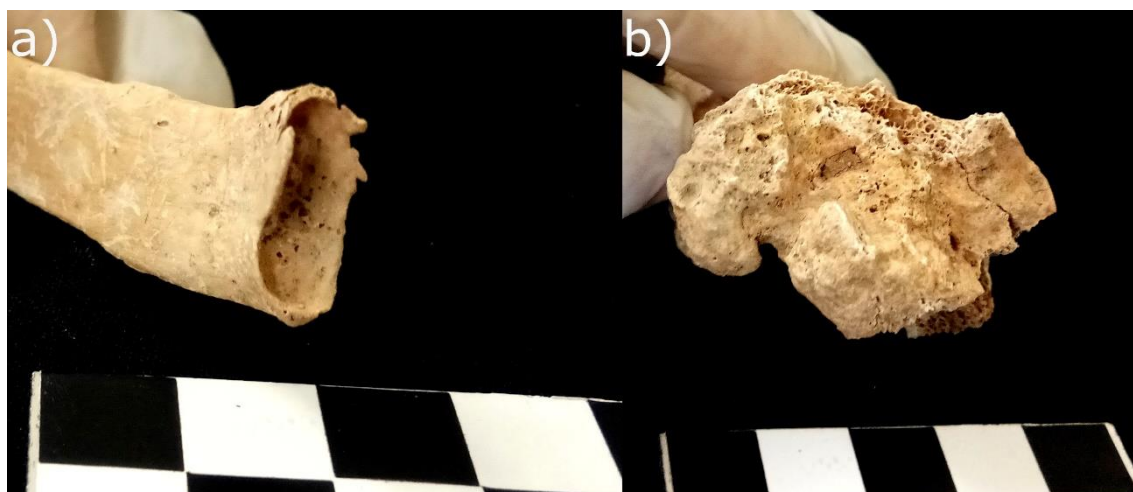


Figure 27. Sternal rib end (a) and pubic symphysis (b) of a senile male skeleton from Balaguer.

We are aware of several more recent methods that have been developed for the age assessment of adult skeletons, such as Falys and Prangle's (2015) proposed methodology for age assessment through degenerative changes of the clavicle, Passalacqua's (2009) recommendations for the auricular surface of sacrum, or Rissech's and colleagues (2006) observations for the acetabulum. In addition, new methodologies have and are being developed for the macroscopical estimation of age on non-adult remains (López-Costas et al. 2012; Rissech et al. 2013; Shapland and Lewis 2013; Lewis 2019). However, we have chosen not to employ more recent methodology as 1) the populations we rely on for comparability do not use them or/and 2) we are unaware of their suitability for archaeological remains. This was decided following criteria for employability of age assessment methods established by Milner and Boldsen (2012a).

To avoid the imposition of the reference series from which each method has been derived onto the studied archaeological populations, whenever possible different methodologies were combined to reach a final age range based on own judgement on balance (Baccino et al. 1999; Kemkes-Grottenthaler 2002; Ubelaker and Khorsowshahi 2019). Other concerns intrinsic to the age assessment of archaeological skeletal remains, such as the non-equivalence of chronological and biological ages, the relatively lower accuracy for assessing post maturity skeletons, and population variation of the aging process according to ethnicity, socioeconomic level or body size must be acknowledged (Kemkes-Grottenthaler 2002; Márquez-Grant 2015; Ubelaker and Khosrowshahi 2019).

Lastly, the age of 18 years of age-at-death was chosen to distinguish between adults and non-adults in the studied samples when these two populations had to be considered separately (e.g. mortality patterns). This age-at-death was chosen as sex assessment is problematic in non-adult individuals and usually females reach skeletal maturity at this

age (Schaefer et al. 2009). At present, there is no standardised biological age at which all studies consider their populations adults as many factors need be taken into account. Usually, the ages between 15 years of age-at-death and 21 years of age-at-death are selected (Márquez-Grant 2006; Waters-Rist and Katzenberg 2010; Gaither and Murphy 2012; Zuckerman et al. 2014; Rohnbogner and Lewis 2016; Sánchez-Aparcero et al. 2020). These factors are, are, for example, the preservation conditions of the studied sample, or the social age of adulthood that each living population represented in the sample had, which might need to be taken into account in order to understand the role of each individual in society.

Methods used for paleodemography

Paleodemography of archaeological assemblages has traditionally been reconstructed through the elaboration of life tables used in demography, usually developed taking into account the modifications recommended by Acsádi and Nemeskéri (1970: 60-65) (e.g. Green et al. 1974; Lovejoy et al. 1977; Greene et al. 1986; Lanphear 1989; Mensforth 1990; Benedictow 1996:36-41; Alesan et al. 1999). These modifications are applied because data such as the number of deaths for a known age-at-death cannot always be given (Sattenspiel and Harpending 1983; Konigsberg and Frankenberg 1992 and 1994; Milner et al. 2000). However, it is considered that such limitations in data can be overcome through demographic statistics derived from pre-industrial or non-westernised modern societies, which are employed as proxy life tables comparable to those derived from archaeological populations (Weiss 1973; Petersen 1975; Milner et al. 1989; Paine 1989). However, the use of life tables derived from archaeological populations is not free of limitations (Wood et al. 2002). In spite of the aforementioned modifications, life tables present a series of methodological issues which must be taken into account and will be discussed in the following lines.

Firstly, a life table is built from data obtained from a very partial archaeological sample. This partiality is brought by the different stages the archaeological populational sample goes through before its anthropological analysis and usually results in low representation of non-adults and senile individuals, or heterogenic frailty, and selective mortality as some of the main concerns (e.g. Cipriano-Bechtel et al. 1996; Guy et al. 1997; Paine and Harpending 1998; Scheuer and Bowman 1995; Sirianni and Higgins 1995; Milner et al. 2008). In other words, a life table assumes that the age and sex profiles derived from the mortality of the archaeological sample are a clear reflection of the parameters of the living population when, in fact, many authors point out that the population present in the necropolises is not comparable to the once living population (see Milner et al. 2008). The low representation of senile individuals, caused in part by methodological problems in

determining age of adult individuals, results in an inflation of the birth rate (Paine and Harpending 1998; Boldsen et al. 2002). On the other hand, the low representation of non-adult individuals, especially infants, caused mainly by taphonomic processes, differential burial, and problems in their detection during excavation, reduces fertility and birth rates (Boldsen et al. 2002; Milner et al. 2008).

Secondly, the use of a life table implies the assumption that a population is stationary, that is, that the population did not receive migrations, had a growth rate of 0, fertility with specific age ranges, and mortality that remained stable over time, in addition to a balanced age distribution (Wilson 1985: 210; Wood et al. 2002; Milner et al. 2008). This problem, pointed out by J.L. Angel in 1969, has been presented in numerous works (e.g. Moore et al. 1975; Sattenspiel and Harpending 1983; Johannson and Horowitz 1986; Wood et al. 1992a; Konigsberg and Frankenberg 1994). The non-stationarity of the sample implies that a change in mortality or fertility, or a migratory flow, is reflected in the table as a change in mean age of death.

Thirdly, the use of fixed age ranges in the table implies that the known ages of all individuals are known with the same margin of error, including those skeletons that have received an age estimate from fewer indicators due to their low osteological representation (Wood et al. 2002). Lastly, life tables are designed for demographics, requiring a much larger sample than that which the best necropolises can provide and an accuracy and concreteness in data that current methodology cannot provide, so they present considerable challenges for treating the data that the archaeological sample provides us with (Wood et al. 2002; Milner et al. 2008).

However, in favor of the validity of life tables Swedlund and Armelagos (1969) argue that it can be assumed that, although the sample from which the life table is drawn represents several possibly non-stationary generations, in pre-industrial populations there were no significant changes in the probability of dying with respect to age, so the table can be treated as a reflection of current mortality. Other authors argue that stability can be assumed since populations tend to reestablish their initial age structures after a demographic change (Weiss 1975; Milner et al. 2008). This premise can be linked to the assumption of biological uniformitarianism defined by N. Howell (1976), according to which paleodemographic parameters assume that current mortality and fertility are comparable to those of the past (Weiss 1973 and 1975; Howell 1976; Paine 1997).

Currently, there is a tendency to accept that there is a uniform mortality pattern among human populations and that its alterations can be captured in parametric models, although the most suitable parametric model for archaeological populations is debated

(Wood et al. 1992a; Chamberlain 2000; Wood et al. 2002; Vogga 2002; Milner et al. 2008). This notion of uniformity is also transferred to the estimation of biological age since the aging pattern of current populations is equated with that of past populations (Vogga 2002). This is not an apparent problem in historical archaeological populations, but several authors have raised possible problems in much earlier populations. However, intra-population and inter-population differences, as well as the non-matching of biological and chronological age, do pose a problem that needs to be taken into account (Spiriduso 1995; Arking 1998; Kemmes-Grottenthaler, 2002).

Therefore, the use of life tables in paleodemography cannot be discarded but is indeed problematic since it attempts to force a sample with a series of methodological and representativeness problems into a rigid scheme that requires concrete data. The recognition of these problems led to the search for alternatives in the study of paleodemography and the publication of the *Rostock Manifesto* (Hoppa and Vaupel 2002), which aims to establish guidelines for the development of reliable techniques adapted to the defined problems while advocating a methodological improvement in the determination of certain parameters. This has led to new approaches in sex and age assessment in order to overcome the biases established by the multifactorial nature of biological aging, the constraints presented by representation of certain skeletal elements in the sample, and the partiality given by the populations from which the methods are derived, which condition their reliability (Bocquet-Appel and Masset 1982, 1985 and 1996; Sattenspiel and Harpending 1983; Van Gerven and Armelagos 1983; Buikstra and Konigsberg 1985; Masset and Parzysz 1985; Bocquet-Appel 1986; Greene et al. 1986; Wittwer-Backofen 1987; Horowitz et al. 1988; Konigsberg and Frankenberg 1992 and 2001; Usher 2002; Milner et al. 2008). As a result, new multifactorial approaches to age and sex assessment have been developed together with the inclusion of age-specific risk analysis in paleodemographic profiles (Milner et al. 2000; Konigsberg and Frankenberg 2001; Boldsen et al. 2002; Konigsberg and Herrmann 2002; Milner and Boldsen 2012b).

In summation, life tables present two main issues: 1) methodological problems for the reconstruction of the sample, and 2) representation concerns of the sample, which tends to be small and obtained from selective and partially known sampling (Lovejoy 1971; Piontek and Henneberg 1981; Milner et al. 1989; Paine 1989; Wood et al. 1992a; Hoppa 1996; Paine and Harpending 1996 and 1998; Hoppa and Saunders 1998; Milner et al. 2008). Through this brief discussion of the evolution and constraints that the study of paleodemography poses, we wanted to demonstrate the difficulties this field entails, as well as the developments and improvements currently taking place. As stated in the

previous pages, an intense reform of the discipline is being carried out that clearly advocates the implementation of Bayesian theories and parametric models to correct the problems detected in the methodology and representativeness of the sample (Boldsen et al. 2002; Holman et al. 2002; Love and Müller 2002; Paine and Boldsen 2002; Witter-Backofen and Buba 2002; Wood et al. 2002; Milner et al. 2019). In addition, the recognition of the problems suffered by the discipline has led to the publication of various articles and books focused on clearly establishing what these are and what considerations and reflections should be made to better understand the origin, representativeness and possibilities that the sample obtained offers (see Hoppa and Vaupel 2002; Milner et al. 2008; Milner et al. 2019). However, the complexity of approaching paleodemography through the newly developed methodology discussed above makes it necessary to leave a Bayesian and multifactorial based study for future research. Therefore, we have decided to present only the mortality data derived from the construction of life tables (a.k.a. mortality tables) to approach mortality in the present work. While taking the necessary caution in doing this, this allows for the development and combination of other techniques which are also of interest and a focus of this work, such as the approximation of diet through stable isotope analyses, of living conditions and quality of life through the biological and pathological data, and the measurement of biological distances through non-metric traits.

Physical attributes. Stature estimation

Stature is defined as a person's natural height. Differences in stature can be the result of the biocultural environment and are attributed to differential stress levels and health status during development, as these two have a major impact on both growth and adult body size at a populational level (Schweich and Knüsel 2003; Vercellotti et al. 2014). However, a variety of other factors, both genetic and environmental, are also involved in skeletal growth and thus stature (Silventoinen et al. 2003; Bozzoli et al. 2009; Vercellotti et al. 2014). Amongst environmental factors, diet has a significant impact on final adult stature while lower incomes and social inequality negatively affect the mean stature of a population (Gunnell et al. 1998; Bogin et al. 2017). Regarding genetic factors, as a polygenetic trait, human stature has 44 identified loci known to influence normal variation of height (Weedon and Frayling 2009). Several studies have underlined that they are the major contributor to final adult stature for any population at any given time (Silventoinen et al. 2000; Macgregor et al. 2006).

Nonetheless, several studies focused on the diachronic evolution of a population's stature have found a significant increase in stature during the 20th century, most likely linked to an improvement of living conditions and thus to environmental factors

(Gustafsson et al. 2007; Shin et al. 2012; Brzobohatá et al. 2016). Furthermore, several recent studies focused on biological anthropology and archaeological human remains validate stature estimation as a stress indicator. These use stature as an indicator of living conditions and rural/urban and/or male/female differences in those, and tend to combine final adult stature with the assessment of other skeletal markers of stress (i.a. Gernay 2015; Marklein et al. 2016; Scott et al. 2020). Precisely, the need to combine stature estimation as an indicator of stress with multiple lines of evidence is imperative, as data sources can yield distinct and contradictory results, while also paying attention to how selective mortality may have influenced said results (Betsinger and DeWitte 2021). Furthermore, although many studies state that favourable environmental conditions positively affect male growth to a greater extent than female growth while unfavourable conditions negatively affect males to a greater degree (and thus better environmental conditions would see an increase of stature sexual dimorphism), the interaction between quality of living conditions and stature sexual dimorphism is still under research as conflicting results are reported (Cámara 2015; Sohn 2016; Bogin et al. 2017; Catellucci et al. 2020).

In order to estimate the stature of the studied populations, regression formulae were applied to the length values of long bones. An osteometric board was used to measure the length of each bone. Only those long bones which were complete, fused, and presented no alterations that could affect the result of the measurements were selected. All long bones were considered for stature estimation, although the left laterality was preferred.

Non-adults were excluded from stature estimation analyses due to the general lack of standard procedures for the estimation of non-adult stature. For the estimation of stature in adults, the regression formulae developed by Mendonça (2000) on Portuguese populations were used. These were chosen as, in spite of the high values of standard deviation reported for this method, they are best suited for Iberian populations and are widely employed for stature estimation of Iberian archaeological human remains (e.g. Lalueza-Fox 1998; López-Costas 2012; de Miguel 2016; Sánchez-Aparcero et al. 2020; Jimenez-Brobeil et al. 2021). In addition, both Pearson's (1989) regression formulae, developed from French populations, and Trotter and Gleser's (1952) regression formulae, with Jantz and colleagues corrections (1994), were employed. Both methodologies were chosen in order to amplify the number of comparable Iberian Mediaeval corrections, which tend to use a combination of the two or just one, usually in conjunction with Mendonça's (2000) regression formulae (e.g. Jordana 2007; Lopez-Cósta 2012; Rodrigues 2012; Polo et al. 2013; De Miguel 2016 ; Sánchez-Aparcero et al. 2020;

Jimenez-Brobeil et al. 2021). Trotter and Gleser's formulae for "Whites" were chosen for all three studied populations as historical data points that in Balaguer and Santa Coloma d'Àger the majority of the population was of Hispano-Visigoth origin. It must be acknowledged, however, that we are unaware of the scale of North-African representation in the *qarya* of Vall d'Uixó (see Introduction).

The employed linear regressions have an associated error margin that varies according to the method and number of bones employed in the estimation. Under ideal conditions this can be countered by selecting the formula with less standard deviation and the same long bone for all calculations (Wiley 2016). However, by employing this filter the available individuals for stature estimation descended from 61 to 47 in this study. For this reason, both the mean height for each population by specific bone and the mean height for each population with an average drawn from all available long bones were employed. This implies that the latter might have a higher error margin than those where the same long bone has been used consistently. In addition, the mean and standard deviation of long bone length by bone is also presented in order to allow for better reproducibility and in the event that better suited regression formulae are developed in the future. The obtained values were kept in a Microsoft Office Excel spreadsheet along with the estimated sex and age range of each sample. The statistical analysis of these data was made using the programs SigmaPlot 14 (Systat Software 2017) and SPSS. A basic statistical analysis was executed intra-group. Because each male and female subgroup contained few observations, we used the non-parametric Mann-Whitney U test (U-test).

Non-metric traits and biological distance

Bioarchaeology studies non-metric traits to research ancestry and biodistance within and between populations. Although metric assessment has been the primary source for quantifying human variability, non-metric analysis provides a valid visual and descriptive assessment (Konigsberg et al. 2008; Spradley et al. 2008). Non-metric assessment focuses on the observation of those morphological variations present in both the skeleton and the dentition that are more closely ruled by genes and that are not measured quantitatively but in qualitatively on an almost continuous or discrete scale (Kaur et al. 2012). Thus, the more susceptible a non-metric trait (NMT hereafter) is to being controlled by mechanical, environmental, or pathological factors, the less valuable it is to establish genetic affinities. Because of the genetic component in their expression, they are employed in the study of ancestry, genetic affinities, and biodistance of archaeological populations. The latter refers to the determination of biological relatedness or divergence among groups separated by time and/ or geography (Buikstra et al. 1990; Pietrusewsky 2019). These non-metric features, identified in the bone

morphology and additional characteristics of the bone, are usually classified through macroscopic observation in dichotomic binary categories such as “present / absent” or, more recently, with ranges of variation, which provide a better descriptive quality for human variability within a specific trait (Pietrusewsky 2019).³²

Scientific interest in non-metric features, both dental and skeletal, dates back to the 18th and 19th centuries, when these variations were called "skeletal anomalies" and were simply described, without any reference to the possibility of using them to infer processes of migration or genetic proximity between individuals (e.g. Blumenbach, 1775; von Carabelli 1842; Virchow, 1875; see Hauser and De Stefano 1989; Armelagos and Gerven 2003; Pilloud and Hefner 2016). It was not until the 1930s, with the research conducted by Wood-Jones (1931a-c), that there was an attempt to not only to define the morphology of these variations but also a desire to understand their role in the study of the ancestry of a population. Thus, NMTs overcame their descriptive morphological feature conception and began to be understood as intragroup and intergroup variations (Pilloud and Hefner 2016). Furthermore, the publication of “The New Physical Anthropology” (Washburn 1951) introduced the notion that human variability and human evolution, incorporating the use of NMTs (Saunders and Rainey 2008: 542). From then on, studies that used NMTs to explore the ancestry of modern populations began to be developed, establishing the validity of the use of these variations for biodistance analysis and their use in Bioarchaeology (e.g. Laughlin and Jorgenson 1956; Anderson 1968; Berry 1975; Saunders 1989).

There are however, certain problems to consider within this initial approach: 1) most studies classified their affinity results into three ancestral groups which were then understood as races: Whites, Blacks, and Asians (also referred to as Caucasians, Negroids, and Mongoloids) (Brooks et al. 1990; Brues 1990; Rhine 1990); 2) the highly subjective descriptive terminology used to classify some of these variations, especially in the earliest defined ones, fosters differences at the interobserver and intraobserver levels, although this has been easily corrected through the use of images (Pilloud and Hefner 2016); 3) the use of NMTs implies the simplification of human variability on the basis of a typological classification system that classifies each ancestry into a series of ideal traits that each individual must have to enter a group (Goodman and Armelagos 1996; Armelagos and Gerven 2003).

These issues are, however, of a formal nature and do not constitute methodological limitations. Despite the use of NMTs to approach the ancestry of archaeological

³² These ranges of variation do not refer to anthroposcopic characters, which show degrees of variation (Pietrusewsky 1971).

populations, as well as tracing genetic relationships between populations and measuring biological distances between them, methodological problems are acknowledged, mainly related to the fact that there may be external factors, not just genetic ones that lead to the appearance of certain NMTs, such as the case of Wormian bones which can sometimes form due to mechanical or pathological factors (Sánchez-Lara et al. 2007). Additionally, other NMTs are known to correlate with sex and age (Finnegan 1978; Tyrrell 2000).

Even though there are external factors that can propitiate the appearance of some NMTs, several studies have proven the validity of the use of certain NMTs, mainly cranial and dental NMTs, to infer the ancestry and kinship of both modern and archaeological populations thanks to their stronger link with genetic factors (e.g. Brooks et al. 1990; Hinkes 1990; Birkby et al. 2008; Hefner 2009). At present, there is general consensus on the fact that NMTs analysis offers a visual and descriptive assessment to quantify human variability that has been used on a growing number of archaeological assemblages to trace genetic relations between past populations and measure the biodistance between them (Goodman and Armelagos 1996; Armelagos and Gerven 2003; Konigsberg et al. 2008; Spradley et al. 2008; Lee 2009; Nikita et al. 2012; von Cramon-Taubadel 2013; Meza-Peñalosa et al. 2019; Pietruszewsky 2019).

As this study aims to explore both ancestry and inter sample homogeneity/heterogeneity, traits known to be mainly hereditary and closely related to a particular ancestral group were selected. Thus, the initial premise that their phenotypic variability is predominantly under genetic control has been assumed. A total of 10 cranial traits, 12 dental traits, and 6 post-cranial traits were recorded (Figure 28).³³ They are defined in the following Table 5. Additionally the Eurodont, Afridont and Sino/Sundadont dental profiles defined by K. Hanihara (1967) have also been taken into account as recent reviews argue that they provide a basis for discussion in dental morphology research and, although forensic research is moving towards a global analysis of patterns of trait frequencies, studies based on archaeological populations have found them to be descriptive of the studied populations (Scott et al. 2013; Cunha 2015; Pilloud et al. 2016; Dunn et al. 2020).³⁴ Up to date information on each profile has been taken from Pilloud et al. (2016).

³³ Macromorphoscopic traits of the skull, along with a metric based assessment of the cranium, are not included in the study as the fragmentation and conservation conditions of the skeletons did not allow for their recording in the majority of the individuals.

³⁴ Later revisions to the characteristics of each profile, such as those proposed by C.G. Turner (1979, 1990) have also been taken into consideration.

Table 5. Description of each non-metric trait employed in the study.

Trait	Description
Parietal foramen	Foramina along the parietal bone.
Multiple infraorbital foramen	Foramen at the zygomatic bone.
Inca bone	Extra sutural bone at the lambda point, where the sagittal and lambdoid sutures meet.
Bregmatic bone	Extra sutural bone at the bregma point, where the frontal and parietal bones meet.
Asterionic bone	Extra sutural bone at the asterion point, where the parietal, occipital and temporal bones meet.
Epiteric bone	Extra sutural bone at the pterion point, where the frontal, temporal, and sphenoid bones meet.
Coronal ossicles	Extra sutural bones along the coronal suture.
Sagittal ossicles	Extra sutural bones along the sagittal suture.
Metopic suture	Additional suture on the frontal bone that divides it vertically.
Supraorbital foramen	Foramen above the orbits.
Interruption grooves (UI1)	Depressions or grooves that interrupt the normal course of the mesial or distal marginal ridges of the tooth or even the basal cingulum.
Interruption grooves (UI2)	
Shovel shaped incisors (UI1)	Incisors whose lingual surfaces are marked by marginal ridges on the lingual side of the crowns, marking a curvature in the crown and basal tubercles.
Double root (LC)	Double root that extends for more than ½ of the totality of the tooth's root.
Bushman's canine (UC)	Premolarisation of the canine.
Double root (UP1)	Double root that extends for more than ½ of the totality of the tooth's root.
Odontome (UP1)	Enamel projection covering the occlusal surface of the premolar.
Odontome (UP2)	
Enamel extensions (UM1)	Cervical enamel projections that extend from the crown to the apex of the root in the direction of the bifurcation of the two buccal aspects of the roots.
Carabelli's cusp(UM1)	Additional cusp at the mesiopalatal angle of the upper first molars.
Hypoconulid (LM1)	Additional cusp smaller in size in the distal plane of the molar.
Hypoconulid (LM2)	
Supraescapular foramen	Foramen at the acromial scapula that serves for the passage of the suprascapular nerve.
Septal foramen	Foramen between the coronoid fossa and the oleacron fossa of the distal humerus.
Vastus notch	Patellar division at the insertion point of the vastus lateralis muscle.
Tercer trocánter	Additional trochanter present in the proximal femur.
Poirier's facet	Lateral expansion of the anterior portion of the articular surface of the femoral head towards the anterior aspect of the femoral neck.
Allen's fossa	Cervical fossa at the anterior plane of the junction of the proximal femur and the greater trochanter.

Cranial NMTs are considered to be, together with dental variations, less influenced by non-genetic factors (Berry 1975; Rhine 1990; Gill 1995; Hefner 2009). However, they are

also harder to associate with a particular ancestry, with the exception of traits of the midfacial skeleton (Hefner 2009; L'Abbé et al. 2011). For this reason, they are usually used to infer phylogenetic relations within and between archaeological populations (e.g. López-Costas 2012; Nikita et al. 2012; Meza-Peñaloza et al. 2019). The selected NMTs, their descriptions, and scoring system have been taken from Buikstra and Ubelaker (1994) and Ossenberg (2013) and were chosen taking into consideration maximum observability in relation to post-mortem damage. Dental NMTs are reliable tools for genetic affinities and biological distance studies as tooth development is highly controlled by genetics and, furthermore, dental variations are thought show little sex and age bias (Scott and Turner 1997; Jernvall and Jung 2000; Thesleff 2000; Thesleff 2006). For this study, dental traits listed by the Arizona State University Dental Anthropology System and, when possible, that are not only useful to infer phylogenetic relations but also that whose prevalence can also be associated to a particular ancestry were selected (Hrdlička 1940; Turner et al. 1991; Hanihara 2008). Whenever possible, Scott and Pilloud's (2019) recommendation to employ only one member of a tooth field, the most stable, for the assessment of a NMT was taken. This was done because trait expression on this most stable tooth shows the highest degree of genetic control and least amount of environmental plasticity (Scott and Pilloud 2019). However, there was also an interest to test if the studied populations would conform to this behaviour. Lastly, even though postcranial NMTs tend to have a lower heritability, those which are more closely regulated by genetic factors can be used to test population affinities and show high correlations to cranial nonmetric traits when direct comparisons are performed (Finnegan 1978; Cosseddu et al. 1979; Ricaut et al. 2010). For this study, those post-cranial NMTs most widely used in literature were selected (Figure 28 and Table 5). Only skeletons that had finished their cranial and postcranial development were included when recording cranial and postcranial NMTs. Similarly, only fully formed dentition was considered for dental NMTs. This was done in order to guarantee that a possible expression was fully formed.

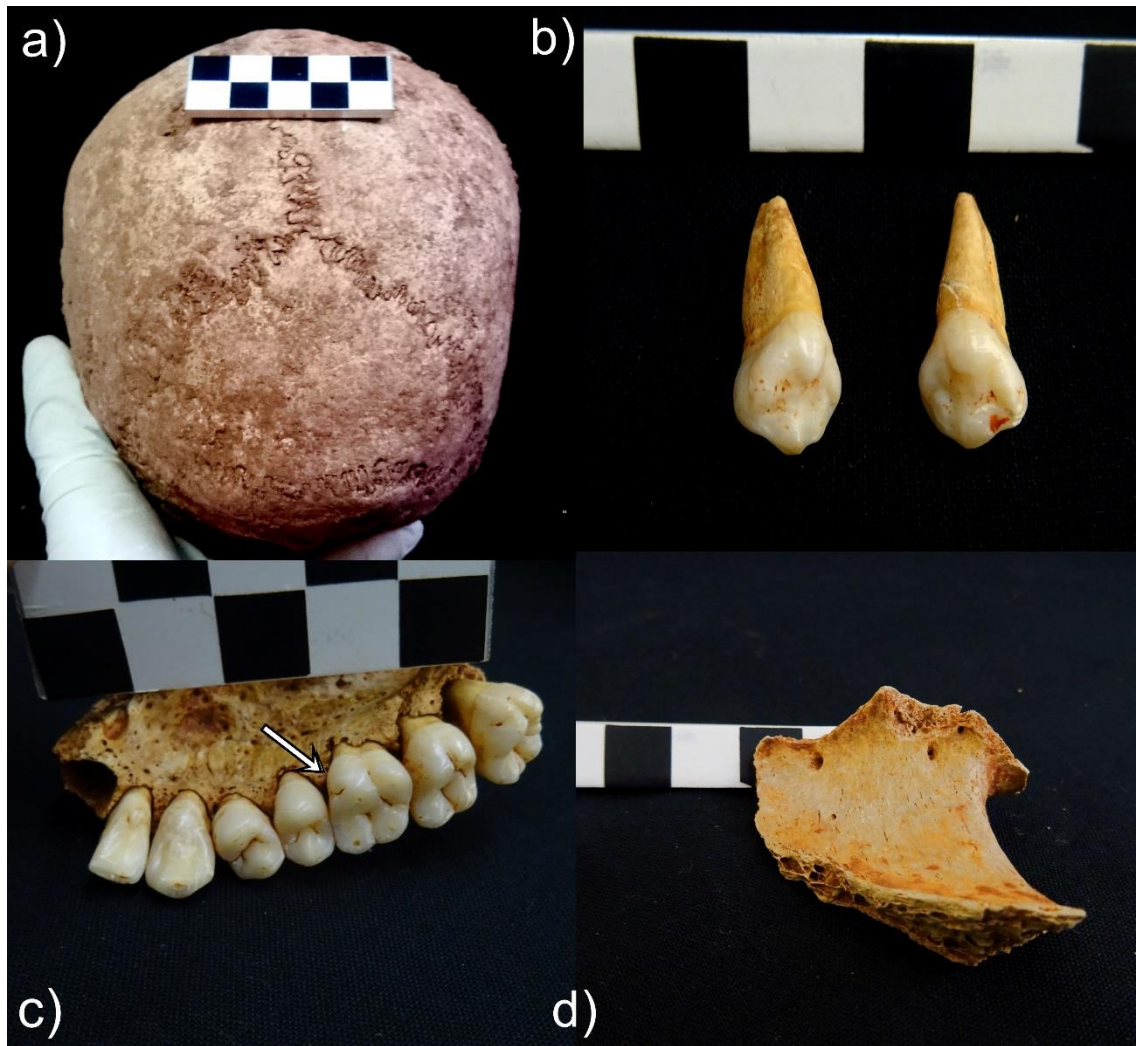


Figure 28. Examples of cranial, dental and postcranial recorded NMTs in the studied populations: Inca bone (a), Bushman's canine (b), Carabelli's cusp (c), and suprascapular foramen (d).

Each trait was scored as present or absent, and its frequency has been calculated based on the individual count method. Even though this binary approach has some issues and limitations, it is the most widely used in biodistance studies and also allows for comparison and for an easier management and conversion of data during statistical analysis (Carson 2006; Scott and Pilloud 2019). Only permanent dentition has been considered for dental NMTs as patterns and expressions of deciduous teeth tend to be less clear (Hanihara 1954 and 1963; Lease 2003; Lease and Sciulli 2005; Scott and Pilloud 2019). Contingency tables, NMTs frequencies for each trait, and correlation tests (Fisher's exact test or Pearson's correlation coefficient, depending on the sample number) have been performed to better portray and characterise the phenotypical variability of each studied population and explore the existence of constant traits within a population, sex-related traits, and age-related traits. A level of significance of 5% has been selected as it is the most commonly chosen in similar studies.

The method of choice to assess the pairwise biodistances between the different samples considered in this work is the Mean Measure of Divergence (MMD), a formula developed by Cedric A. B. Smith, formulated by Constandse-Westermann (1972:120), and firstly applied to the anthropological field by Berry and Berry (1967). It converts a battery of trait frequencies into a numerical value so that the more dissimilar two samples are the greater the value (Harris and Sjøvold 2018). Most anthropological studies employ it to assess phenotypic distances as it is appropriate for nominal data such as NMTs (e.g. Laguillo et al. 2009; Nikita et al. 2012; Meza-Peñaloza et al. 2019). Moreover, it can be tested for statistical significance and is an unbiased estimator (de Souza and Houghton, 1977). The MMD was calculated from the expression:

$$MMD = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \left\{ (\theta_{\mu i} - \theta_{\nu i})^2 - \frac{1}{n_{\mu i} + 0.5} - \frac{1}{n_{\nu i} + 0.5} \right\},$$

where M is the number of traits considered, $n_{\mu i}$ and $n_{\nu i}$ the number of scorable specimens in examined for trait i in populations μ and ν respectively, and $\theta_{\mu i}$ and $\theta_{\nu i}$ their frequencies, transformed to radians.

There are several transformations that can be applied to obtain $\theta_{\mu i}$ and $\theta_{\nu i}$. Those more common in the anthropological literature are the Anscombe (1948) and Freeman-Tukey (1950) transformations (Nikita et al. 2012; Meza-Peñaloza et al. 2019). The later was used in this work as it stabilises the variance with more ease in small sizes (Green and Suchey, 1976). The values are then given by:

$$\theta = \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(1 - 2 \frac{k}{n + 1} \right) + \frac{1}{2} \sin^{-1} \left(1 - 2 \frac{k + 1}{n + 1} \right),$$

Where the inverse of the sin function is the arcsin and k is the occurrence of the trait in the sample of size n . To calculate the p-values for each MMD, normality in the MMD values was assumed (Sjøvold, 1973).

In addition to the calculation of MMD coefficients for each population, we performed a cluster analysis on these in order to better asses any possible groupings. These were done using Ward's (1963) agglomerative hierarchical clustering procedure, which displays results through dendrograms. Ward's method shows similarities between series maximising the intergroup variability and minimising the intragroup variability of complex matrixes, thus making it useful for populations which are similar (Sutter et al. 2004).

A few considerations and transformations were applied to the recorded NMTs before calculating the MMD. Firstly, as stated above, the individual count method was applied. That is, the observed traits were scored with the higher value (i.e., when a trait was

present on at least one side, the trait was considered as present, when the trait could not be scored for either side it was listed as missing value, and otherwise it was recorded as absent). This simplification is possible as several studies have shown a strong correlation between sides (Cheverud and Buikstra 1981; McGrath et al. 1984; Hauser and De Stefano 1989; Scott and Turner 1997; Sutter and Mertz 2004). The absence of laterality preference when only on side shows the expression has also been previously demonstrated (Hanihara and Ishida, 2001a-d). This way, the number of observations was maximised despite preservation issues. Secondly, those traits strongly correlated to sex in the studied samples were not used in the analyses to avoid a sex distribution bias. To test this correlation, the aforementioned correlation tests were performed. Lastly, those traits that displayed absent values in a whole group, and those with no variability, or whose variability depended on a single individual were also dropped from the sample in the calculation of the MMD coefficient as they were not going to provide any valuable information about variation. As mentioned, inter trait independence, as well as sex and age correlations, were tested before proceeding with multivariate analyses.

The hypothesis of the biological distances being correlated with the geographic distances was considered. The Mantel test was used to check this correlation. The MMD coefficient was taken as the value of the biological distances, and distances between the burial sites were used as geographical ones as we know that the studied living populations lived close by to their cemeteries. This test was first proposed by Mantel (1967) and firstly applied in genetics by Sokal (1979) with the purpose of testing the actual relationship between two matrices after random permutations of the rows of one of the two matrices. All the statistical calculations were done using R 4.0.3 (R Core Team 2021). The MMD was calculated with the package *AnthropMMD* (Santos 2018) while Mantel test was performed with the *vegan* package (Dixon 2003). The steps followed in this NMTs study have been previous applied in literature (López-Costas 2012; Nikita et al. 2012).

3.4 Recording dental status and oral pathologies

Dental diseases and dental developmental anomalies are amongst the most common conditions found in human remains (Hillson 2019). This is in part prompted by the higher resistance to taphonomic processes that the biological tissues of enamel, dentin and cementum have in comparison to bone tissue. In addition, teeth are exposed to food, drink, and the microbiota of the mouth throughout and individual's life. Therefore, they develop a high resistance to localized demineralization that is unmatched by bone (Abou Neel et al. 2016). For this reason teeth can be informative of the nature of the diet, the mode of subsistence, quality of oral hygiene, and tasks carried out each day at an individual and populational level, and thus are an important aspect of the anthropological

analysis. In addition, as stated in the age assessment section, they are very informative of an individual's age before adulthood, and can also be used to estimate sex and study biological distances between populations (Vodanović et al. 2007; Viciano et al. 2013; Capitaneanu et al. 2017).

Teeth are comprised of a crown and a root. They are formed by four components, three of which are hard tissues while the fourth, the pulp, is a soft mostly organic tissue. The crown is formed by the enamel, a hard whitish highly mineralised tissue that contains no living cells and very small amounts of organic material and water (Antoine et al. 2019). The crown however, as well as the root, is made mainly of dentine. This is a hard, elastic, avascular, and yellowish- white tissue that is less brittle than enamel and slightly less mineralised, containing 70% by weight of inorganic material when mature vs. 96% by weight for enamel (Antoine et al. 2019). While other hard tissues such as collagen have been showed to have a very slow turnover after full maturity is achieved tooth enamel and dentine are incremental tissues that form during a limited, mostly juvenile, period of an individual's life (Hedges et al. 2007; Lee-Throp 2008). Covered by the dentine, at the core of the tooth, the pulp chamber, which is made mostly of made up mostly of soft tissue, can be found (Hillson 2019). Lastly, the cementum is the hard tissue that covers the surface of the root, which, together with the periodontal ligament, anchors the tooth in its socket (Scott and Pilloud 2019). The composition of cementum is typically reported as organic and inorganic in similar percentages by weight (Ho et al. 2004, 2009a and b).

In this work the study of teeth began with the recording of the dental status of each tooth expected in a human skeleton relative to its age-at-death. The status of each tooth was entered and once this was completed, each tooth, as well as the alveolar bone, were searched for pathologies. Seven possible tooth statuses were considered: present tooth, ante-mortem tooth loss, post-mortem tooth loss, unerupted tooth, erupting tooth, and missing data. Ante-mortem and post-mortem tooth loss were only recorded when the alveolar bone could be observed. Similarly, only those teeth which could be observed as erupting in situ were recorded as such. Lastly, all those teeth that had an unknown status as both the tooth and the alveolar bone were missing were recorded as "missing data".

Any pathology or markers found in the dental registry were recorded, tooth by tooth. As a stress indicator, linear enamel hypoplasia was recorded. Dental wear, dental caries, dental calculus, periapical cavities, and periodontal disease were also recorded as they can be informative of oral health and diet. All those teeth that presented heavy dental wear (less than 50% of the tooth present) or had any affection that rendered more of 50% of the crown unobservable were not scored for linear enamel hypoplasia and dental caries.

The obtained values were kept in a Microsoft Office Excel spreadsheet along with the estimated sex and age range of each sample. The statistical analysis of these data was made using the programs SigmaPlot 14 (Systat Software 2017) and SPSS. A basic statistical analysis has been executed intra-group. Possible sex differences with categorical variables have been verified using Fisher's exact test or χ^2 test, as it is an adequate approach for populations with a low sample number. Whenever the total tested sample number was higher than 100, χ^2 test was used instead. The same treatment has been applied to palaeopathological data.

Linear Enamel Hypoplasia

Linear enamel hypoplasia (LEH hereafter) is a defect of dental enamel caused by generalised disruptions in the formation of dental enamel that take a horizontal linear form, parallel to the union of cementum and the enamel that can affect both deciduous and permanent dentition (Figure 29) (Hillson 1996). It is regarded as the most common indicator of malnutrition and health status based on disruptions of dental development (Bereckzi et al. 2019). Each stress episode is expressed as a linear horizontal enamel defect in all the crowns that were being formed at the time of the episode so the pattern of defects, which is preserved into adulthood, provides a detailed record of growth disturbance (Hillson 2019). LEH's aetiology might be related to numerous factors of physiological stress such as socioeconomic status, nutrition, weaning, fluoride levels, and premature labour, which disrupt crown development during its formation time (Goodman et al. 1988; Lukacs et al. 2001; Psoter et al. 2005). In this regard, Skinner and colleagues (2014) report that localised enamel defects occur more frequently in pigs diseased at the time of death and that they co-occur with both infection and poor growth. Other studies have found that perinatal factors, such as maternal health, low birth weight, low prenatal vitamin D, and preterm birth are associated with increased risk of enamel hypoplasia (Silva-Sousa et al. 2003; Souza et al. 2012; Gravina et al. 2013; Masumo et al. 2013; Jacobsen et al. 2014; Schroth et al. 2014). Other risk factors are infections or high fever during childhood (Ford et al. 2009; Souza et al. 2012; Ghanim et al. 2013), celiac disease (Munoz et al. 2012), and immunodeficiency diseases (Meighani et al. 2011).



Figure 29. Linear enamel hypoplasia in the permanent dentition of a non-adult skeleton from Vall d'Uixó.

Therefore, this marker needs to be approached with care as the mechanisms by which the defects are created are complex, poorly understood, and vary depending upon which particular part of the tooth crown is being formed at the time (Hillson 2014). Since the early proposal for the employment of LEH, usually in conjunction with *cribra orbitalia*, as physiological stress marker in biological anthropology, there has been an ongoing discussion on their respective aetiologies and co-occurrence, or lack of thereof. Anaemia, intestinal parasites or other factors of nutritional stress during growth are proposed as possible factors in their etiology. Despite this ongoing discussion, they are both still considered as reliable indicators of nutritional status and physiological stress during childhood for archaeological populations (Scott and Hoppa 2018; Hillson 2019; Pilloud and Schwitalla 2020).

To date, there is no standardised method for the identification of LEH and therefore there is no cohesion in the different studies that report it (Hillson 2019). Based on the scale of their observations, however, one can distinguish between macroscopic and microscopical approaches. These two mainly differ in their capacity for objectivity, precision, accuracy, and, most importantly, the type of information they can give (Cares Henriquez and Oxenham 2017). Although macroscopic observation implies a subjective approach limited to tactile identification of the grooves and the reporting of their frequency within a population and age of development, microscopical observation requires the use of microscopical equipment to detect abnormally placed perikymata and the different approaches are not devoid of limitations (Temple et al. 2012; Bocaeye and Hillson 2016; Cares Henriquez and Oxenham 2020). For this reason, a macroscopical approach was chosen in this study, thus ensuring comparability with other collections.

Observation of defects took place on washed and dried teeth. Skinner and Goodman's (1992) definition for hypoplasia as enamel defects on the external surface of the tooth in the form of reduced enamel thickness macroscopically visible as more or less confluent horizontal pits or actual grooves was taken in order to identify hypoplasia. This definition was chosen as: 1) it is the most consistent with the identification methods used in archaeological assemblages to date and 2) it is the definition most employed on reference manuals and recent publications (e.g. Hillson 1996; Scott and Hoppa 2018; Hillson 2019; Cares-Henriquez and Oxenham 2020). Thus, this allowed for reproducibility and comparability. Recording for presence or absence of LEH was scored for the buccal or labial crown surfaces of all teeth. All formed crowns from maxillary and mandibular teeth were examined when observable using a light directly reflected on the surface as recommended by the FDI (1982). This marker was recorded when one or more than one interruption lines could be observed on the enamel (Hillson 2019). Lesions were scored as proposed by Duray (1996), as, yet again, this method allows for comparability and is also quick and effective when the instruments and time available are taken into consideration.

Dental Caries

Dental caries (DC hereafter) consist on the demineralisation of tooth enamel by buccal bacteria, a phenomenon which is considered multifactorial (Figure 30) (Hillson 2019). However, three main factors, diet, microflora and susceptible teeth, have long been identified (Hunter 1988; Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Carbohydrates are known to increment bacterial metabolism, and thus, high carbohydrate consumption can favour the contraction of caries (Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Sugars such as sucrose, lactose and glucose, which make up carbohydrates, are one of the main factors for modern dental caries prevalence, although starches are also known to be cariogenic (Hillson 2019). In juxtaposition, dairy products have been shown to offer protective effects against cariogenesis, probably thanks to the lower acidogenicity of lactose compared with other dietary sugars and the protective effects of calcium, phosphate, proteins, and fats (Johansson 2002; Dietrich et al. 2009; Tanaka et al. 2010; Woodward and Rugg-Gunn 2020). Meanwhile the role of dietary proteins and fats is not well understood (Hujuel and Lingström 2017). For this reason, DC frequencies are used to explore the diet of past populations and infer aspects of oral health and hygiene, which have an important onset on the diseases a population or an individual might be susceptible to (Grenby et al. 2001; Keenleyside 2008; Cucina et al. 2011; Kubehl and Temple 2020).

Although the total consumption of carbohydrates, especially sugars, and the frequency of their intake undoubtedly contributes towards the caries formation process, there are

other factors, salivary and genetic, that must be considered. Low saliva flow can increase the risk for caries as sugars are cleared from the mouth through swallowing and salivary dilution, which brings the pH of biofilm fluid towards neutrality. Therefore, low saliva flow promotes low pH in the biofilms and the growth of acid-tolerating bacteria, which in turn are responsible for the demineralisation of the crystalline mineral structure of teeth (Pitts et al. 2017). Hormonal changes related to fertility in women, such as pregnancy related hormones can change the saliva's pH and thus heighten the risk of developing caries (Burakoff 2003; Silk et al. 2008). Regarding tooth susceptibility, it has been proposed that tooth affected by hypoplasia might be more prone to generate caries as their enamel is thinner and thus more prone to acid solubility and loss of surface structure (Takahashi and Nyvad 2008). The proximity of teeth to salivary gland offices, their morphology, arch form, and occlusion have also been proposed as determining for environmental conditions in each particular tooth (Hara and Zero 2010).



Figure 30. Dental caries in the lower molar of a skeleton from Vall d'Uixó.

Observable erupted deciduous and permanent teeth were examined for DC, non-observability was also recorded. If dental eruption couldn't be confirmed, teeth were only counted if their roots had formed completely. DC recording was done per tooth.

Although this information is not addressed in the present work, caries location, understood as the point where the infection had originated, and its severity were identified (Moore and Corbett, 1971; Hillson, 2001). Thus, Hillson's (2001) recommendations for identification and recording of DC were followed, as they set a clear identification for caries (black or necrotic tissue) and a standardised method for their recording that distinguishes between anterior, posterior, maxillary, and mandibular

teeth, plus the area of initiation of the caries. This is important as caries tend to be predominant on posterior dentition and different types of location can be related to different types of aetiology and cariogenic potentials (Hillson 2019). Locations according to Hillson (2001) included: a) occlusal caries (pit and fissure), b) coronal caries (mesial, distal, buccal, lingual surfaces), c) cemento-enamel junction (CEJ) or cervical caries, d) root caries, e) gross lesions (the site of caries initiation was unclear); furthermore, when possible sides of DC origin (mesial, distal, buccal, lingual sides) were also recorded. Severity was scored following Iannucci and Howerton's (2012) grading system, which contemplates the following stages (Figure 31):

- Incipient: Lesion that extends less than halfway through the enamel.
- Moderate: Lesion that extends more than halfway through enamel but does not involve the dentino-enamel junction (DEJ).
- Advanced: Lesion that extends to or through the DEJ but does not extend more than half the distance to the pulp.
- Severe: Lesion that extends through enamel, through dentin, and more than half the distance to the pulp.




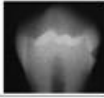

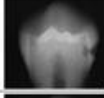


Stages	Illustration	Radiographs
Incipient		
Moderate		
Advanced		
Severe		

Figure 31. Dental caries severity grading system according to Iannucci and Howerton (2012).

Dental calculus

Dental calculus consists of long-standing mineralised plaque (Figure 32). There are two types of dental calculus according to its location, supragingival calculus and subgingival calculus. Supragingival plaque deposits are irregular and can be found in the crown, along the edge of the gums, sometimes extending onto the roots if these have been exposed (Jin and Yip 2002). Subgingival dental calculus occurs only in conjunction with periodontal disease, coating the surface of the roots where a periodontal pocket has occurred (Roberts-Harry and Clerehugh 2000). Anthropological studies show conflicting

results in associating DC and dental calculus, reporting both co-occurrence and non-co-occurrence while clinical studies associate the presence of certain bacteria found on dental plaque with DC contraction, stating that poor oral hygiene plays a key role in the presence of these bacteria (Liu et al. 2008; Raner et al. 2014; Xiao et al. 2016; He et al. 2018). It has been suggested that, as DC and supragingival dental calculus are long term conditions, lesions could represent different phases of plaque biochemistry although, as stated before, DC development is tied to local biochemical changes that may continue underneath a calculus deposit (Hillson 2019).



Figure 32. Periodontitis and dental calculus in the maxilla of a skeleton from Santa Coloma d'Àger.

Dental calculus was recorded as present or absent when observable. If present, depending on its severity, other pathologies were marked as unobservable because dental calculus obstructed their viewing. It was recorded as supra or sub gingival, and graded following Brothwell's (1987: 220) method as it reflects the amount of crown surface that is being obscured by the presence of dental calculus and yet, provides a quick but concise assessment (Hillson, 1996:259).

Periapical cavity

Periapical cavities are a form of alveolar bone loss concentrated around the apex of the roots that originate from an infections of the pulp (Figure 33) (Forshaw 2014; Hillson 2019). They are closely related to other oral pathologies such as plaque, dental caries and periodontitis. Three forms of cavities can be distinguished according to their origin:

cysts, granulomas and abscesses; granulomas are most common, followed by abscesses and cysts (Waldron 2009:242). Once the dental pulp becomes infected, this infection travels along the root canal, through the apical foramen, inducing the inflammation of the periapical tissues. Then, a granuloma will form and its granulation tissues might be substituted by fluid, thus developing into a cyst. These are both circumscribed and smooth walled but, while granulomas tend to be under 3mm, cysts are larger. If pus collects in the cavity of a granuloma, an abscess will form, which might affect the soft tissues surrounding the tooth and form a fistula to discharge and drain (Hillson 2019).



Figure 33. Periapical cavity in a skeleton from Santa Coloma d'Àger.

All these cavities do not tend to show systemic effects or cause great pain with the exception of acute abscesses, which are painful and can become life threatening (Forshaw 2014). In this sense, clinical publications report cases of hospitalisation due to the abscesses and have confirmed intracranial complications as a result of them (Allareddy et al. 2010; Shah et al. 2013). Periapical cavities were recorded as present when an ante-mortem perforation was found in the alveolar bone.

Periodontitis

Periodontal disease or periodontitis causes bone loss from the alveolar process and consists on the inflammation of gums (Figure 32) (Hillson 2019). It is characterised by the preferential removal of the alveolar bone proper in a narrow trench extending down from the tooth cervix (Kerr 1991; Soames and Southam 2005). Periodontal disease develops when long-standing plaque deposits elicit an acute local inflammatory response of the gums, involving the underlying tissues and disrupting the periodontal

ligament that binds the root of a tooth to its alveolus (Hillson 2019). Once this connexion is broken, the alveolar bone is resorbed, causing the characteristic pattern of bone loss. Usually, periodontal disease is episodic, with intervals of inflammation alternating with periods of relative normality (Forshaw 2014; Hillson 2019). Thus, the reabsorption of the alveolar bone is gradual, but, eventually, reaches a point where the tooth becomes unstable, leading to ante-mortem tooth loss. Once this happens, the plaque goes with the tooth, prompting the cease of the inflammation and the healing of the lesion, where the underlying bone remodels into a smooth surface with complete reabsorption of the alveolus. At the same time, the alveolar process is greatly reduced in height. Periodontal disease is commonly found in the molars, suggesting that it plays a major role in the process of ante-mortem tooth loss (Becker et al. 1979; Hillson 2019; Zhao et al. 2019). However, dental caries are also common in populations with periodontal disease, with molars also being particularly affected by them, so they may also play a role in the ante-mortem loss of dentition (Hillson 2019).

Periodontitis was recorded per observable alveolus. When the alveolar bone was not present or too degraded, periodontitis was recorded as not observable. Three levels of periodontitis defined by Brothwell (1987:220) and Chimenos et al. (2001:542) were considered, which allow comparability with other samples as they are widely used in the archaeological record: 1) slight (c. 3mm), 2) medium (3 mm to 6 mm), and 3) considerable (over 6mm).

3.5 Recording cranial and postcranial pathologies

Before addressing the methods employed for the description and assessment of the studied pathologies, a key issue in paleopathology that affects the composition of the resultant archaeological population must be acknowledged. The “Osteological Paradox”, introduced by Wood and colleagues (1992b) states that the skeletons which make up any studied archaeological population are the result of a selection where many processes (pre-mortem and post-mortem) intervene. Of these, heterogenous fragility in the risk of death and selective mortality are of special interest when paleopathology is considered as they imply that only the most vulnerable individuals in each age group appear in the sample, and therefore, they cannot be understood as representative of the living population to which they belonged but a sample of those frailer individuals who, for either genetic or environmental conditions, lived in the worst conditions (Milner et al. 2008). Employing an example set by Boldsen and Milner (2012a), estimating disease prevalence from skeletal lesions is similar to estimating the prevalence of various diseases in a living population by only observing people who are admitted to a hospital. There are obvious implications for paleodemographical studies as it is impossible to

derive direct demographic estimates. Likewise, paleopathology is also affected as no direct epidemiological rates can be obtained, and, although health is an individual-level biological characteristic, these conditioning factors force the researcher to base health at populational level statistic. Wood and colleagues' (1992) reasoning also states that those markers traditionally used to infer stress or poor health at an individual or populational level might not necessarily be interpreted as such. Concerns on selective mortality had already been stated by other authors, as many had questioned which represented the healthier/ less frail individual, a skeleton that presented many pathological markers or one without any markers, as the latter could have simply not survived long enough to develop those markers (Ortner 1991; Stuart-Macadam 1991).

Shortly after its publication some researchers contested aspects of Wood and colleagues' (1992) reasoning. For example, Cohen (1994) challenged the non-stationarity of past populations and the role of frailty and heterogeneous mortality in archaeological skeletal samples, as well as the interpretation of stress markers, while Goodman (1993) pointed out the existence of other lines of evidence. On the other hand, several publications have found evidence of the "Osteological Paradox" taking place on archaeological populations (Wright and Chew 1998; Steckel et al. 2002; Buzon and Judd 2008; Littleton 2011; Robbins Schug 2011; Holland 2013; Kyle et al. 2018). The concerns voiced by Wood and colleagues (1992) remain present in recent publications concerning issues in paleopathology and been taken as areas of research and development for the discipline focused on 1) research on the underlying causes of heterogeneity in frailty in modern populations, 2) demographic research on how frailty is related to risk of death, 3) better understanding of pathological processes within the individual and how risk of death and frailty vary through the disease process (Wright and Yoder 2003; Siek 2013; DeWitte and Stojanowski 2015). Bioarchaeology has produced several advances and new approaches towards solving those issues, such as 1) the advances in sex and age estimation, as well as in paleodemography discussed in the previous sections, 2) new approaches on biodistance and population movements through the study of non-metric traits, cranial metric data, aDNA, and strontium, oxygen, and sulphur stable isotopes analyses (Larsen 2018; for recent states of the matter see Pilloud and Hefner 2016; Burton and Katzenberg 2019; Nieves-Colón and Stone 2019; Pietrusewsky 2019), 3) the incorporation of stable isotopes to study paleodiet and the dietary change through the life span, and 4) advances on processes of lesion formation in the field of paleopathology.

In this regard, aDNA analyses and histology, despite their destructive nature, have respectively facilitated the accurate identification of the specific pathogen responsible for a bony lesion and clarified the nature and degree of cellular healing of pathological bone

changes (Mays et al. 2001; Spigelman and Donoghue 2001; Donoghue et al. 2004; Papagrigrakis et al. 2006). Moreover, recent developments in genetics have allowed to identify genes associated with differential susceptibility to, severity of, or mortality from numerous infectious and chronic/ degenerative diseases (Weiss and Buchanan 2003; Hill 2012; Korczowska 2014; Sparks and Costenbader 2014; see more on genetic and epigenetic advances related to paleopathology in DeWitte and Stojanowski 2015). At a macroscopical level, several characteristics of skeletal lesions for a number of diseases have been delimited, including rickets (Ortner and Mays 1998), scurvy (Ortner and Ericksen 1997; Ortner et al. 2001), syphilis (Hutchinson and Weaver 1998; Rothschild and Rothschild 1997), sickle cell anaemia (Hershkovitz et al. 1997), and tuberculosis (Santos and Roberts 2001). In addition, frailty and selective mortality have been explored through multiple indicators (Wright and Yoder 2003; Siek 2013). At the same time, contradictory trends in morbidity and mortality are approached by considering the relationship between lesions indicative of morbidity during childhood and conditions representing health status in later adult life, while taking a biocultural approach and following multiple lines of evidence to better understand disease in the context of a particular society (Wright and Yoder 2003; Siek 2013).

Aside from the restrictions imposed by the particular set of data under study (that is, the skeletal assemblage), which, as stated above, are currently encouraging progress on the discipline, paleopathology is hindered by the limited responses which bone can have: bone destruction, bone formation, or a combination of the two (Ortner 2008; Waldron 2009:14). This means that different biosocial environments and different diseases can cause similar lesions in the skeleton, or that more than one disease may be presenting itself on the skeleton (Ortner 2008; Agarwal 2012; Siek 2013). To overcome this, the most highly advocated method is differential diagnosis, which has recently seen proposals for a more rigorous approach (Siek 2013; Buikstra et al. 2017; Lawler 2017; Mays 2018a).

At present, the principles of the “Osteological Paradox” stated by Wood and colleagues (1992b) are taken into consideration by almost all publications that engage on pathology and epidemiology of past populations (Agarwal and Glencross 2011). At the same time, however, they seem to be infrequently implemented and rarely directly addressed (Wright and Yoder 2003; DeWitte and Stojanowski 2015). Although there are still publications that dismiss this paradox, DeWitte and Stojanowski (2015) have noted that there is a tendency to incorporate Wood’s and colleague’s (1992b) warnings with varying levels of commitment. According to these authors, the shift towards interdisciplinarity in the field (such as the aforementioned isotopic and genetic analyses, in addition to

biomolecules and necrosol parasites) is expected to favour an increase on incorporating the paradox into experiment designs. However, there is a call for research more focused on ideal sites with straightforward chronologies where the biocultural context and biological variation patterns can be adequately monitored and a stronger theoretical approach on heterogeneous frailty and selective mortality can then be put into practice. Bioarchaeology approaches health through the study of several markers of pathological conditions used to infer the health status of an archaeological skeletal sample (e.g. van Gerven et al. 1995; Ubelaker and Pap 1998; Goodman and Martin 2002; Liebe-Harkort 2012; Buzon 2014; Redfern et al. 2015; Scott and Hoppa 2018).

Thus, a link between the presence or absence of skeletal markers of stress and that of poor or good health is assumed. Although recent literature maintains the use of these markers to evaluate the health status of a studied population, several publications are calling for more caution in the approach and interpretation of health in past populations. These calls are mainly related to the challenges posed by the Osteological Paradox, as discussed above, and a recognition of the complexities involved in defining the term “health” and its nonlinear relationship with stress (Wood et al. 1992b; Reitsema and McIlvaine 2014; Temple and Goodman 2014; Pilloud and Schwitalla 2020). In this regard, both Reitsema and McIlvaine (2014) and Pilloud and Schwitalla (2020) point out that while the definition of “health” in bioarchaeology is still controversial, there is a consensus on the fact that physiological disruptions to the body resulting from stress may be “unhealthy”, which makes stress a logical substitution for health. Similarly, Larsen (2015) validates the role of stress in interpretations of health. Taking this into account, in this study we understand stress and its skeletal expressions as a biological adaptive response to a physiological disturbance in the body that can manifest in a variety of ways, including growth and development disruption, bone malformation, or the presence of pathological lesions (Pilloud and Schwitalla 2020).

This approach to health through pathological markers was formally standardised through the Health Index, which focuses on various skeletal markers: stature, hypoplastic defects, anaemia, dental health, infection, degenerative joint disease, and trauma (Steckel et al. 2002). These skeletal markers have been reviewed and validated in recent publications which reassess the study of health and physiological stress in archaeological populations (Reitsema and McIlvaine 2014; Temple and Goodman 2014; Larsen 2015; Pilloud and Schwitalla 2020). For this reason, the following pathological changes, employed in current bioarchaeological publications to assess health, stress, and living conditions were systematically recorded in this study: *cribra orbitalia* and other locations of porotic hyperostosis, osteoarthritis and other degenerative diseases, Schmorl’s nodes, periostitis, traumatism, and osteomyelitis. These are discussed below.

Pathologies, their descriptions for identification, terminology, and their differential diagnosis followed the recommendations of various paleopathology publications widely used in the field (Ortner and Putschar 1985; Aufderheide and Rodríguez-Martín 1998; Lovell 2000; Ortner 2003; Waldron 2009; Grauer 2011). All bones were inspected for signs of pathological modifications or markers after having been cleaned, under good light.

Metabolic diseases. Cribra Orbitalia and Porotic Hyperostosis

Cribra orbitalia (CO hereafter) and porotic hyperostosis are common in bioarchaeological samples but rarely reported in clinical literature for living populations, thus limiting the investigation on their aetiologies (Exner et al. 2004; Rothschild 2012; Pilloud and Schwitalla 2020). Porotic hyperostosis consists on the presence of porous lesions of the cranial vault, while CO refers exclusively to porous lesions of the orbital roof (Figure 34) (Ortner 2003: 55-56; Lewis 2017). The term porotic hyperostosis was first used by Angel (1966), in a publication describing cranial porosities in prehistoric Eastern Mediterranean populations, which he linked to thalassemia and sickle cell anaemia, an aetiology which remains in debate to date, while the term CO was first used by Welcker (1888) when describing a series of observations in the bony roof of the orbit. Porotic hyperostosis has traditionally been linked to several conditions such as congenital haemolytic anaemias, iron deficiency anaemia, congenital heart disease, or polycythemiavera (Moseley 1965; Powell et al. 1965; Agarwal et al. 1970). CO is linked to similar aetiologies, although more recent research suggests that the two may not be linked in terms of types of causal anaemias, should be treated as separate conditions, and, thus, their possible link is under debate (Schultz 2001; Wapler et al. 2004; Rothschild 2012; Rivera and Mirazón-Lahr 2017).



Figure 34. *Cribra orbitalia* (a) and *porotic hyperostosis* (b) found in two of the skeletons from Vall d'Uixó.

Although bioarchaeology focuses on the role of anaemia, and especially of iron deficiency anaemia as the main factor for both porotic hyperostosis and CO, both clinical studies and clinical literature point to other causes, such as inflammation, osteoporosis, and rickets (Wapler et al. 2004; Rivera and Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Cole and Waldron 2019). This focus on iron deficiency anaemia is justified by the high frequency of these markers in archaeological populations, which had to be explained by common conditions. Although this stance has been challenged and some authors have called for caution due, for example, to findings from haematological studies which make iron-deficiency anaemia a less likely candidate for the formation of these lesions (Ortner 2003; Walker et al. 2009), there is still evidence for a link between iron deficiency anaemia and marrow hyperplasia (Oxenham and Cavill 2010; McIlvaine 2015). To date, most bioarchaeology publications relate porotic hyperostosis to anaemia, inflammatory processes, subperiosteal hematomas, dietary disorders, and vitamin deficiencies such as scurvy, gastrointestinal parasites, tumours, and genetic anaemias, while the same causes are listed for CO in addition to inflammation of the sinuses of the frontal bone, the ethmoid bone, and the maxilla, as well as the lacrimal gland or the meninges (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham and Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera and Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Chole and Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

It has also been suggested that CO and porotic hyperostosis, much like linear enamel hypoplasia, are expressions of physiological stress during childhood if related to anaemia. This has been proposed as adults can undergo changes in marrow type and expansion of the cranial bones to facilitate greater RBC production without bone perforation and thus the appearance of porotic lesions (Stuart-Macadam 1985; Yasuda et al. 2016; Brickley 2018). In order for these unremodelled lesions to develop and be present at an adult age, the individual would have to present sustained anaemia for a long period of time, much likely decades, a prospect that would mean death before adulthood in most archaeological societies (Brickley 2018). Other causes of porous lesions, however, can occur at any age and consideration of whether a lesion looks remodelled or unremodelled is recommended as part of the description, evaluation and differential diagnosis of lesions (Klaus 2017).

Therefore, the aetiology of both porotic hyperostosis and CO and their interpretation in the bioarchaeological record is still under discussion, and a multifactorial approach not reduced to iron deficiency anaemia is often taken (Oxenham and Cavill 2010; McIlvaine 2015; Pilloud and Schwitala 2020). Brickley (2018) recommended a biological approach to the differential diagnosis of these lesions which considers clinical literature and the

distribution and location of lesions to form a conclusion. In order to better understand the aetiology of CO, the use of computed tomography and microscopy to study its morphological characteristics has been suggested both for archaeological and living populations in order to improve the understanding of its aetiology and association with other health characteristics (Exner et al. 2004; Schultz 2011; Naveed et al. 2012; Brickley 2018). In regards of the new trend prompted by the Wood and colleagues' (1992) words of caution for paleopathology, recent publications have taken a biocultural and epidemiological approach that assesses the frailty of archaeological and contemporary populations (e.g. Scott and Hoppa 2018; McFadden and Oxenham 2020; O'Donnell et al. 2020; Godde and Hens 2021).

In this study, classification of the degree of severity of porotic hyperostosis and CO followed Stuart-Macadam's (1991) proposition. The three-stage classification recommendations given by Cole and Waldron's (2019), which has an aetiological basis rather than an exclusively descriptive one, have also been taken into consideration for CO and can be implemented in future research.

Degenerative joint disease. Osteoarthritis

Osteoarthritis (OA hereafter) is a degenerative joint disease that consists on structural alterations in the articular cartilage, subchondral bone, ligaments, capsule, synovial membrane, and periarticular muscles (Hunter and Bierma-Zeinstra 2019). The complex pathogenesis of OA involves mechanical, inflammatory, and metabolic factors, which combined lead to structural destruction and failure of the synovial joint (Hunter and Bierma-Zeinstra 2019). During the OA process, cartilage composition changes, altering the cartilage's material properties and increasing its susceptibility to disruption by physical forces, which eventually lead to a loss of its integrity (Loeser et al. 2016). The process begins with the surface erosion of the cartilage, which later becomes deep cartilage fissures followed by the expansion of the calcified cartilage zone. The organism's reparation response causes the stimulation of proliferative and proinflammatory responses, a process that is accompanied by tissue hypertrophy and increased vascularity (Loeser et al. 2016; Hunter and Bierma-Zeinstra 2019). Worldwide, OA is the leading cause of disability in modern populations and major source of pain and socioeconomic cost worldwide (Glyn-Jones et al. 2015; Hunter and Bierma-Zeinstra 2019). Similarly, it is one of the most commonly found pathologies in archaeological populations (Weiss 2006; Plomp et al. 2015).

The aetiology of OA is multifactorial, with increasing age, high body mass index, genetics, and anatomy playing key roles (Weiss 2006; Weiss and Jurmain 2007; Glyn-Jones et al.

2015; Plomp et al. 2015). In modern skeletal populations, age has been found to be the highest related factor, while body mass and biomechanic factors might influence its severity in some joints (Anderson and Loeser 2010; Loeser 2010). Increased activity might play a role in its severity and has been pointed out to be dependent on the age at which the activity was initiated (Calce et al. 2018). Although multifactorial, osteoarthritis has thus also been related to movement and activity, as supported by clinical publications regarding its epidemiology amongst elite athletes and other professional occupations that engage in mechanically stressful activities (e.g. Tveit et al. 2012; Gouttebauge et al. 2015; Harris and Goggon 2015).

Thus, the repetition of certain actions (e.g. occupational tasks) can result in the development of OA (Galtés et al. 2007; Weiss and Jurmain 2007; Waldron 2009: 27-28). For this reason, many bioarchaeology publications employ the observed frequency patterns of this degenerative disease to reconstruct activity patterns and assess inter and intra populational differences in the quality of life of past populations (e.g. Slaus 2000; Molnar et al. 2011; Novak and Slaus 2011; Eng 2016; Austin 2017; Becker and Goldstein 2018). Caution is however advised in the direct inference between OA and lifestyle reconstruction as the complex aetiopathogenesis of OA must be taken into consideration (Weiss and Jurmain 2007). As many of the past populations studied by bioarchaeologist were agriculturalists, the epidemiology amongst modern agriculturalists is of interest, although the technological changes and lifestyle and living conditions differences must be acknowledged. In this regard, it has been suggested that the trends observed in modern agricultural workers might be related to the age of the onset of mechanical stress, as individuals involved in agriculture frequently begin stressful activities early in life, although this proposition is still under debate (Thelin et al. 1997; Holmberg et al. 2003; Rossignol et al. 2003; Thelin et al. 2004; Weiss and Jurmain 2007; Shaw and Stock 2009; Harris and Goggon 2015; Calce et al. 2018).

The standards proposed by Waldron (2009) were employed to assess the presence of OA per articular surface (Figure 35). These were chosen as they are the most usually followed standards in the study of archaeological populations and thus allowed for comparability (e.g. Maat et al. 1995; Slaus 2000; Molnar et al. 2011; Novak and Slaus 2011; Austin 2017; Calce et al. 2017). These imply that for OA to be present, the articular surfaces had to show the following modifications: pitting, osteophytosis, joint contour deformation, and eburnation (also in agreement with Ortner and Putschar, 1981; Rogers and Waldron 1995; Rogers, 2000). At least two of these alterations had to be present, or eburnation on its own had to be identified, to score OA. For the vertebrae, these modifications were recorded on the vertebral disk surfaces and the articular facets.

However, as many vertebrae presented a high level of fragmentation, in order to reliably score OA these modifications had to be present in the vertebral disk in order to avoid any overrepresentation of OA due to counting each observed vertebral articular facet.



Figure 35. Osteoarthritis found in the glenoid of the right scapula (a) and on a lumbar vertebra (b) of two skeletons from Balaguer.

In total, 7 articulations were systematically observed, along with all observable vertebrae. These were: 1) temporal-mandibular: the mandibular condyles and the mandibular fossa were observed, 2) shoulder: the proximal epiphysis of the humerus, the glenoid fossa, and the acromial clavicle were observed, 3) elbow: the distal epiphysis of the humerus and the proximal epiphyses of the radius and the ulna were observed, 4) wrist: the distal epiphyses of the radius and ulna were observed, the carpal bones were omitted due to preservation issues 5) hip: the acetabular fossa and the proximal epiphysis of the femur were observed, 6) knee: the distal epiphysis of the femur and the proximal epiphysis of the tibia were observed, 7) ankle: the distal epiphyses of the tibia and fibula were observed, the tarsal bones were omitted due to preservation issues.

Any signs of degenerative disease were also recorded. Only adult skeletons were considered. Epiphyses or vertebrae that were less than 50% complete, eroded, or absent were excluded.

Trauma

Trauma refers to an injury to the living tissue that is caused by a force or mechanism extrinsic to the body, whether incidental or intentional (Lovell and Grauer 2019). According to the type of force which caused the trauma, they can be classified as either blunt force trauma, which consists on damage inflicted through a number of forces in which the area of impact is relatively large, sharp force trauma, which are penetrating lesions characterised by a limited area of bone injury sustained at relatively low velocity,

or high velocity projectile trauma (Zephro and Galloway 2014). Normally, one can also distinguish between traumatisms on the basis of the predominant characteristic of the injury between: 1) ossification of soft tissues, such as *myositis ossificans traumatica*, which results from the tear of a muscle or a blunt force trauma which creates an internal hematoma in the muscle that later ossifies 2) dislocations, that is, the displacement of the articular surfaces of a joint, 3) fractures, an incomplete or complete break in the continuity of a bone that can be further classified as intra-articular (involving a joint) or extraarticular (not involving a joint) and as open (open wound between the skin surface and the fracture) or closed, and 4) extrinsically induced abnormal shape or contour of the bone, which is usually understood as an incomplete fracture caused, for example, by an intentional cultural modification of the body such as feet-binding (Lovell and Grauer 2019).

Fractures can be further classified considering the type of biomechanical force involved (see Galloway et al. 2014 or Lovell and Grauer 2019 for a thorough classification of fracture types and mechanisms of injury). Depending on the timing of the lesion, fractures can also be classified as ante-mortem, sustained during the individual's life, or peri-mortem, occurring around the time of death. Macroscopically, peri-mortem fractures have an irregular breaking pattern, reflecting the turgidity and elasticity of wet bone as the tissue is still fresh and thus able to absorb stress due to its high moisture content and original presence of soft tissue. (Cattaneo and Cappella 2017). This way they can be distinguished from taphonomic post-mortem fractures, which appear clear cut and neat (because the bone is already dry) and tend to have a lighter colouring when compared to the adjacent bone (Wieberg and Wescott 2008). Although macro-morphologic appearance needs to be taken into account, the most significant influence on peri-mortem fracture morphology depends on the moisture content of the bone, which contains the same features observable as living bone tissue, with the same properties of strength, elasticity and flexibility (Cattaneo and Cappella 2017). Meanwhile, ante-mortem fractures are characterised by the union of the previously fractured bone, which can exhibit a callus formation. Ante-mortem fractures with early signs of healing, however, are harder to identify (Galloway et al. 2014). In this regard, Barbian and Sledzick (2008) report that the first indicator of healing to appear is osteoclastic activity, marked by pitting of the cortical surface and possible exposure of underlying bone structure, followed by osteoblastic activity, characterised by the formation of new bone and is part of the periosteal response process. They also noted a line of demarcation, often found adjacent to the fracture area which might represent the beginning of necrosis of the periosteal membrane and/or the underlying bone (Galloway et al. 2014).

Signs of traumatic lesions are commonly found in human remains and are often used in bioarchaeology to infer the living conditions and lifestyle at a populational level or at an individual level through case studies, thus interpreting the social, cultural, or environmental causes of trauma and its repercussions for the biocultural context (Galtés et al. 2007; Lovell and Grauer 2019). These include temporal and geographical patterning of traumatology (e.g. Andrushko and Torres 2011; Fibiger et al. 2013; Milner et al. 2015; Delgado-Darias 2018; Collier and Primeau 2019), the relationship of trauma with sex and age (e.g. Fibiger et al. 2013; Gilmour et al. 2015; Milner et al. 2015; Collier and Primeau 2019), or the social and technological implications of trauma and its healing processes for the understanding of an archaeological population and its biocultural context (e.g. Tonberg and Jacobsson 2018; Gilmour et al. 2019; Li et al. 2020; Olivé-Busom et al. 2021). Many of these publications also focus on assessing the frequency of interpersonal violence, which is often inferred through the types and frequencies of skull fractures found in the sample, as skull fractures and peri-mortem fractures are believed to be the most reliable marker to document interpersonal violence from the bioarchaeological record (see Martin and Harrod 2015).

Bones can also display signs of trauma underwent by soft tissues. In this sense, osteochondritis and myositis have been recorded. The first refers to a focal area of subchondral bone that undergoes necrosis (Hixon and Gibbs 2000). The overlying cartilage remains intact to variable degrees, receiving nourishment from the synovial fluid. As the necrotic bone is resorbed, the cartilage loses its supporting structure. Subsequently, the bony fragment may be displaced into the joint space. Its aetiology is believed to be multifactorial, with genetic predisposition, ischemia, repetitive trauma and abnormal ossification playing a role (Hixon and Gibbs 2000; Edge and Porter 2011). It has also been linked to repetitive microtrauma that leads to subchondral bone stress rather than sudden significant trauma. It is more common in individuals under 20 years of age and males (Edge and Porter 2011; Grimm et al. 2014; Kessler et al. 2014 and 2018). Meanwhile, myositis is characterised by abnormal heterotopic bone formation involving striated muscle, tendons, ligaments, fasciae, and aponeuroses (Tyler and Saiffudin 2010; Walczak et al. 2015). There are several types of myositis, of which posttraumatic myositis ossificans, also referred to as myositis ossificans traumatica, is of special interest. It is the most common form of myositis ossificans according to clinical data and consists on a usually solitary reactive form of heterotopic ossification typically occurring within skeletal muscle that usually forms due to blunt soft-tissue trauma (Tyler and Saiffudin 2010; Walczak et al. 2015). Its development is usually linked with prior trauma and its severity, and individuals between 20 and 30 years of age tend to present

it more commonly according to present data. It most commonly affects the thigh and arm, with anterior muscle groups and proximal regions of an extremity affected more frequently than the posterior groups and distal parts (Tyler and Saiffudin 2010; Walczak et al. 2015).

Location and general description of observed traumas were given following recommendations by Lovell and Grauer (2019). After Buikstra and Ubelaker (1994), 75% of the bone had to be observable for inclusion. If this condition was not met, it was listed as unobservable. For long bones a three-segment count approach was chosen as recommended by Judd as it facilitates the inclusion of fragmented bones (2002). Fractures were classified as ante-mortem or peri-mortem upon visual examination following criteria established by various specialised publications (Sauer 1998; Smith et al. 2003; Galloway et al. 2014; Cattaneo and Cappella 2017; Stodder 2019). Ante-mortem fractures were classified as: 1) visible callus formation, 2) angular deformity of bone: no callus observed, but a fracture line may be visible on the radiograph, 3) non-union of healed bone-fractured ends are sealed and blunted (Jurmain 1991; Kilgore et al 1997).

Schmörl's nodes

Although the term Schmörl's node refers to the prolapsed intervertebral disc material that enters into the vertebral body, it has come to be applied to the resulting osteological lesion of such herniation into the nucleus pulposus of the intervertebral disc (Waldron 2009:45; Mattei and Rehman 2014). Schmörl's nodes (SNs hereafter) are commonly found both in archaeological and modern populations (Faccia and Williams 2008). Regarding their aetiology, SNs seem to result from congenital defects of the spine, traumatic events, and senescent processes (Resnick and Niwayama 1987; Faccia and Williams 2008; Dar et al. 2010; Burke 2012). There are, however, studies that find no correlation between old age and a higher frequency of SNs (Saluja et al. 1986; Hamanishi et al. 1994; Pfirrmann and Resnick 2001), while others present supporting evidence when degenerative processes take place first (Takahashi et al. 2001; Mattei and Rehman 2014). Similarly, although there is supporting evidence which indicates that SNs predispose individuals to degenerative disk disease, other studies point towards a non-correlation of the two (Hilton et al. 1976 Pfirrmann and Resnick 2001; Williams et al. 2007; Üstündağ 2009; Mattei and Rehman 2014).

The frequency of SNs has been positively linked to biomechanics of the lower spine associated with trauma and loading factors, which is why their frequency can be indicative of activity patterns and postures (Resnick and Niwayama 1987; Adams et al. 1993; Argoff and Wheeler 1998; Üstündağ 2009). For this reason, several studies on

archaeological populations relate SNs to the performance of physically demanding tasks with a mechanical load and possible differences in activity patterns and division of labour between sexes (e.g. Parrington and Roberts 1990; Faccia and Williams 2008; Üstündağ 2009; Novak and Slaus 2011). This is supported by clinical literature, which links their presence in elite athletes and military populations to trauma, biomechanical factors such as prolonged heavy strains or axial loading of the vertebral column, and strains suffered in the vertebra during its developmental process (Dar et al. 2010; Burke 2012; Witwit et al. 2018; Witwit et al. 2020).

Although their link to biomechanics and mechanical loading is widely accepted, their impact on life quality in regards of pain and mobility is poorly understood and conflicting reports can be found in clinical literature (Takahashi et al. 1995; Masala et al. 2006; Mattei and Rehman 2014; Yin et al. 2015; Witwit et al. 2018; Witwit et al. 2020). In this regard, through a thorough review of the existing clinical literature, Faccia and Williams (2008) propose that bioarchaeologists should contemplate SNs as capable of causing pain provided that the lesion is located in an area with a concentration of nerve fibres. While in this study a binary presence/ absence approach was kept, SNs were also recorded according to the recommendations proposed by Knüsel and colleagues (1997), which have been employed in previous studies as an effective grading system that provides a more detailed description of the pathology (Figure 36) (e.g. Üstündağ 2009; Novak and Slaus 2011; Navitainuck et al. 2013). Only vertebral disc surfaces which were complete in more than 50% were selected for analysis. Cervical vertebrae were excluded from final recounts as SNs are rarely observed in these vertebrae and the populations employed for comparison tended to not report them or to not find any (Faccia and Williams 2008; Dar et al. 2010; Burke 2011; Aran 2012; Jiménez-Brobeil et al. 2021).

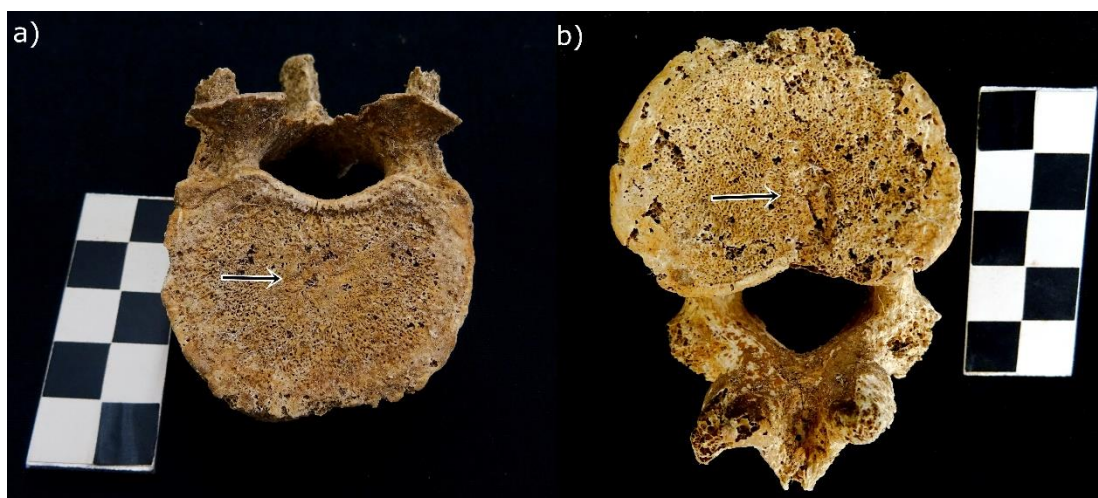


Figure 36. Grade 1 (a) and grade 2 (b) Schmörl nodes (grades according to Knüsel et al. 1997) found in two vertebrae from Santa Coloma d'Àger.

Infectious disease

Periostitis is usually symptomatic of a non-specific infection and consists on new bone formation arising from the periosteum, a membrane that covers the external surface the bone, with the exception of cartilage covered bone (Figure 37) (Waldron 2009:113-115). The exact aetiology and implications of periostitis as a stress marker are currently under discussion; however, it is still used as a valid indicator of non-specific infections (Klaus 2014; Reitsema and McIlvaine 2014; Cramer 2018). It is relatively common in the archaeological record but rarely reported in clinical studies, possibly because new bone formation is not readily visible on radiographs and thus is not part of the diagnostic repertoire of clinicians (Roberts 2019). Regarding the employed terminology, although the term “periostitis” is the most widespread in bioarchaeology, there has been a recent tendency to use “periostosis” as “periostitis” should only be used to refer to inflammation due to infection and it is known that there are many causes of new bone formation beyond infection (Klaus 2017; Roberts 2019).



Figure 37. Periostitis found in the tibia of a non-adult skeleton from Vall d'Uixó.

Amongst the causes for periosteal lesions, the following can be found in the literature: stimuli that traumatised the periosteum, local or systemic infection or inflammation, nutritional imbalances, such as vitamin deficiencies that increase the risk of haemorrhages, and hematoma formation and trigger inflammatory responses that can lead to the formation of new bone, along with neoplastic and genetic diseases (Ortner 2003; Roberts and Manchester 2007; Roberts and Brickley 2019). Therefore, there are many factors which can lead to periosteal new bone formation, not only infection. This has a repercussion on the bioarchaeologist's ability to diagnose specific conditions from them, and often the effect of specific diseases on morbidity and mortality cannot be examined (DeWitte and Stojanowski 2015). Although it has been shown that 1) periostitis can be caused by multiple factors other than stress and 2) it is not clear that the body would raise such a response to stress, various publications indicate that periosteal

lesions are associated with elevated risks of mortality and are therefore informative about frailty (DeWitte and Wood 2008; Kreger 2010; Weston 2012; Larsen 2015). Localised periostitis in particular parts of the skeleton has been researched in order to offer a more accurate aetiology. For example, it has been suggested that periostitis on the visceral surface of the ribs might constitute a response to lower respiratory tract disease (Santos and Roberts 2001; Lambert 2002; Nicklisch et al. 2012). In this regard, Santos and Roberts (2001) suggested that there could be an association between periostitis found on the visceral surface of the ribs and tuberculosis as a cause of death, although the intervention of many other different lung diseases that could cause the bone changes was also acknowledged.

Although seven kinds of periosteal reactions have been described according to their morphology, this nomenclature has not been applied as it does not contribute towards a clearer understanding of the particular aetiology for each category and, moreover, is not a widely employed method (Resnick and Niwayama 1995). Likewise, one can differentiate between primary periosteal reactions, usually arising from trauma and infection, and secondary reactions (Putschar 1966: 60; Roberts 2019). There again, the designation of primary periostitis in paleopathological skeletons may mean only that a more specific diagnosis is impossible and does not eliminate the possibility that the periosteal reaction is secondary to a specific disease process (Roberts 2019).

All observable bone surfaces were checked for periostitis. If 50% of the bone was missing or not observable due to taphonomic processes, the area was recorded as not observable. When periostitis was found, its location and general description were given. In addition, the type of new bone formation which was detected (lamellar or woven) was recorded in order to infer whether the non-specific infection had been inactive or active at the time of death.

An osteomyelitis consists on the infection of the bone and bone marrow, which results in the inflammatory destruction of bone, and is considered a bacterial form of osteitis, which refers to an infection of the bone marrow regardless of its causal factor (Figure 38) (Waldron 2009: 84-85). Such an infection may be the result of 1) haematogenous spread; 2) direct spread from an infection in an overlying or adjacent organ; 3) direct implantation by penetrating injuries or animal bites (Waldron 2009:84; Roberts 2019). On occasion, the affected bone may present not only its characteristic inflammation but also a draining abscess, known as cloaca (Roberts 2019). It can also present changes of the marrow cavity and lithic areas of destruction (Roberts 2019).



Figure 38. Possible osteomyelitis found secondary to trauma at a proximal femur (a) which presents sclerotic bone formation, porosity and a cloaca (b). Found in a skeleton from Santa Coloma d'Àger.

Although not as commonly reported in the bioarcheological community as periostitis, the presences of osteomyelitis is often used to assess the population's resistance to infectious disease and the past society's ability to effectively treat certain conditions such as trauma. Location and general description of all detected cases of osteitis or osteomyelitis were recorded. If 50% of the bone was missing or not observable due to taphonomy, the area was recorded as not observable.

3.6 Stable isotopes analysis

Isotopes are atoms with a different atomic mass as their nuclei contain a different number of neutrons while keeping the same number of protons as their given element. Thus, they have almost the same chemical properties but different physical properties (Sponheimer and Cerling 2014; Sharp 2017: 4-5). Unlike radioactive isotopes, stable isotopes are the stable variants of a given chemical element, in the sense that they are energetically stable to any kind of decay (Sponheimer and Cerling 2014). Isotopes with additional neutrons compared to their element are called heavy while those which have less neutrons are referred to as lighter or light; normally light isotopes are the most abundant. Additionally, while in certain elements only one stable isotope occurs naturally (33%), most elements can present several isotopes in nature (Ehleringer and Osmond 2000).

Fractionation refers to the resulting difference between the isotope ratio of a given element in a tissue and the element's reference isotope ratio caused by isotope effects, that is, the physical phenomena that occur during chemical reactions as a result of the mass differences in isotopes (Schoeller 1999). Certain light elements, such as carbon, nitrogen, oxygen, or sulphur (all of which have are of interest to bioarchaeology), present discriminations caused by differences in their isotopes' mass, which affects their physical and chemical behaviour (Schwarcz et al. 2010). This translates in an abundance of their lightest isotopes in detriment of the heavier ones (Sharp 2017: 9-11). In fact, every reaction involves an isotopic discrimination because lighter isotopes react faster than

heavier ones, although fractionation only occurs when differences in reaction rates are large enough to be measured (Katzenberg and Waters-Rist 2019). Thus, fractionation is key for stable isotope variation in biological systems and understanding of the chemical reactions that result in stable isotope variation is indispensable in order to correctly answer questions regarding diet, nutrition, disease, and many other interesting aspects about the past.

Basics of isotopic analysis

In bioarchaeology and osteoarchaeology, stable isotopes are used as natural tracers that provide information about a variety of topics. Isotope studies employ two molecules found in biological tissues, collagen and bioapatite. Bone is a composite material whose extracellular matrix consists of mineral, collagen, water, non-collagenous proteins, and lipids in decreasing proportion depending on age, species, and site (Boskey and Robey 2013: 49). The basic building block of the bone matrix fibre network is type I collagen. Collagen accounts for 85-90% of the total bone protein content, while non-collagenous proteins comprise 10% to 15% (Triffitt 1980; Boskey and Robey 2013: 51). Meanwhile, the mineral phase of bone is a nanocrystalline highly substituted analogue of the naturally occurring mineral, hydroxylapatite – $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ –, which can also be referred as bioapatite (Boskey and Robey 2013: 50). The major substitutions are with carbonate, magnesium, and acid phosphate, along with other trace elements, the content of which depends on diet and environment. Teeth also present one or both components, depending on the tissue.

Thanks to the close structural relationship between collagen and bioapatite, and the structure of collagen molecule, collagen can survive for thousands of years. It is the source for carbon ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$), nitrogen ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) and, to a lesser extent, oxygen ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$), sulphur ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) and, more recently, hydrogen (D/H) (Lee-Thorp 2008). Collagen, however, degrades over time and archaeological collagen degradation models are complex because they need to consider changes that occurred post-mortem (Martínez-Cortizas and López-Costas 2020).

For this reason, bioapatite is an alternative source used to study carbon, oxygen, and strontium isotopes (Sponheimer and Cerling 2014). Thus, in addition to studying stable carbon, nitrogen, and sulphur isotopes in preserved protein, stable isotopes of carbon, oxygen, and strontium may be analysed from the mineral portion of bones and teeth. In this sense, bioapatite can be found in bone, where it is estimated to have been deposited during the last ~10 years of an individual's life, and tooth dentine and enamel, which are incremental tissues that form during an individual's development stage (Hedges et al.

2007; Lee-Throp 2008). Carbonate found in bioapatite is not only useful in the sense that it allows to study samples that present very degraded collagen, such as older remains, but also because it gives different dietary information compared to carbon found in collagen. This happens because carbon is present in both the amino acids that make up collagen and the carbonate (CO_3) present in bioapatite. While collagen carbon is deposited from ingested protein and therefore is only reflective of dietary protein, the carbon found in bioapatite (as CO_3) during bone formation equilibrates with blood HCO_3 (coming from dietary carbohydrates, lipids, and proteins) and hence reflects the whole diet (Ambrose and Norr 1993; Tieszen and Farge 1993; Hedges 2003; Fernandes et al. 2012).

Stable isotope abundance ratios are measured in isotope ratio mass spectrometers (IRMS's). The basic aspects of their functioning can be found in several specialised publications (Rodrigues et al. 2013; Jantzi and Almirall 2014; Sharp 2017; Drummer 2019; Katzenberg and Waters-Rist 2019; Kaklamanos et al. 2020) and are summarised in the following lines.

Isotope ratio mass spectrometers have four components: an inlet system, an ion source, a mass analyser and a series of ion detectors. For most of the elements of interest the sample is introduced to the mass spectrometer as a gas. The sample is weighed into tin sample holders, which are then placed into an automated sample tray. The revolving tray drops samples into the furnace where N_2 , CO_2 and H_2O are produced. These gasses, carried by helium carrier gas, are separated before being swept into the mass spectrometer. Once in the mass spectrometer, the gas of interest is let into the second component of the mass spectrometer, the ion source. In the ion source, some of the gas molecules are ionized by electron bombardment, allowing them to be controlled and focused into a beam. The ion beam is then directed, via a flight tube, into the mass analyser zone of the mass spectrometer. Then the mass analyser separates the ion beam into several smaller beams by passing it between the poles of a magnet. The separation of one ion beam into several beams according to mass results in the desired "mass spectrum." The beam intensities of the respective ion beams can then be measured in the ion collector section of the instrument.

The relative intensities of the individual isotope ion beams are then reported as isotope ratios. In order to report a meaningful value, the mass spectrometer alternately analyses aliquots of the unknown sample and a known standard gas, thereby providing a ratio of the stable isotopes abundance in the sample relative to that same ratio in the elements' standard material (Sharp 2017). For this reason, the reported value is expressed in a ratio that accounts for the number of heavier to lighter isotopes for a given element

expressed delta (δ) notations. Delta values are reported in permil (‰) instead of a percent (%) since the ratio is multiplied by 1000 to amplify the difference between the ratio of the stable isotopes in the sample and the ratio of stable isotopes in the standard, which is usually a very small number.

From food to humans

Stable isotopes, heavy and light, are incorporated into human hard tissues mainly through molecules that are related to the consumption of food. Thus, stable isotope analysis is based on the fact that the isotopic composition of the foods we ingest determines the compositions of our body tissues, hard and soft. A few factors that affect this, at first, simple process must be acknowledged.

As mentioned before, human bone is subjected to a turnover process, which slows down once the individual has reached maturity. This means that bioapatite and collagen redeposit at set rate that is dependent on the individual's age and the type of bone; for example, so far it has been found that rib has a turnover of ~5 years while this rate at least doubles for the femur (Cox and Sealy 1997). Meanwhile, the petrous bone has been shown to have such a slow or none turnover rate that it is used to reflect diet during infancy (Jørkov et al. 2009). Enamel and dentine are incremental and form during the individual's developmental stage, and thus reflect the dietary intake of that particular period of the individual's life, when the analysed tooth was formed.

On the other hand, collagen and bioapatite differ in the dietary information they give; while collagen gives information on the dietary protein intake, bioapatite reflects the whole spectrum of an individual's diet (Fernandes et al. 2012; Katzenberg and Waters-Rist 2019). Intrinsic biological factors regarding the individual's age, body tissue composition, and disease occurrence can also influence the isotopic composition of the tissues (Petzke et al. 2006; Hedges et al. 2009; Olsen et al. 2014; Scorrano et al. 2014; Moynier et al. 2020). Lastly, external or environmental factors, such as geographic location and food web-chain specificities, can also condition isotopic composition (Luz and Kolodny 1989; Beard et al. 2000; Guiry 2019).

The use of stable isotopes in bioarchaeology

Through the study of collagen and bioapatite stable isotopes, bones and teeth provide direct evidence of past lives, including infant diets, mobility and disease. Most commonly, carbon, nitrogen and sulphur isotopes in collagen and carbon, strontium and oxygen bioapatite isotopes are employed. Below, carbon, nitrogen, and sulphur collagen isotopes are discussed as these have been employed in our study.

Carbon and nitrogen isotopes are the main isotopic values used to explore an individual's diet. The $\delta^{13}\text{C}$ values of freshwater, marine and terrestrial animals fall, amongst other factors in the case of aquatic ecosystems within the ranges of the $\delta^{13}\text{C}$ values of the plants they consumed in their respective environments (Guiry 2019). Thus, the obtained $\delta^{13}\text{C}$ value can be used to determine the relative contribution of potential diet sources of known $\delta^{13}\text{C}$ values that would produce the $\delta^{13}\text{C}$ value shown in the sampled individual (DeNiro and Epstein 1978). Several studies report that differences in $\delta^{13}\text{C}$ values characteristic of plants possessing either a C_3 or C_4 photosynthetic pathway, as well as those of marine and terrestrial plants, are reflected in the carbon isotopic composition of the animals that consume them (Chisholm et al. 1982; Von Caemmerer 1992; Ehleringer and Osmond 2000; Cifuentes and Salata 2001; Ehleringer and Cerling 2002; Hobbie and Werner 2004; Alonso-Cantabrana and von Caemmerer 2016). This happens because marine and terrestrial foods, as well as C_3 and C_4 plants, have a $\delta^{13}\text{C}$ range of values that does not overlap (DeNiro and Epstein 1978). C_3 plants display $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ values between -35‰ to -20‰, while those of C_4 plants are typically around -14‰ to -9‰. Meanwhile, terrestrial resources consumption is reported to leave an isotopic $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ signature of -21‰, while a common marine end point value is -12‰ (Katzenberg and Waters-Rist 2019).

Meanwhile, $\delta^{15}\text{N}$ collagen values are traditionally used to provide information on the trophic level of the individual's diet. This is done by measuring how much more enriched the $\delta^{15}\text{N}$ value from an individual is than the measured or estimated $\delta^{15}\text{N}$ value of dietary protein they have consumed (Makarewicz and Sealy 2015). The extent by which the human value lies above the animal protein is used to estimate the proportion of animal protein in the diet (Hedges and Reynard 2007). Although this constant rate of enrichment, often referred to as "trophic level effect" is not put into question, bioarchaeologists struggle to obtain reliable data on which to base an estimate for this enrichment (Hedges and Reynard 2007). Currently, there is an ongoing discussion on the accurate value to represent $\delta^{15}\text{N}$ trophic level enrichment, with values between 3‰ and 5 ‰ being proposed (DeNiro and Epstein 1981; Ambrose 2000; Jenkins et al. 2001; Bocherens and Drucker 2003; McCutchan et al. 2003; Robbins et al. 2005; Hedges and Reynard 2007; O'Connell et al. 2012). Furthermore, it has been suggested that high protein diets tend to result in nitrogen enrichments which are themselves larger, although Robbins and colleagues (2005) suggest the reverse (Pearson et al. 2003, Sponheimer et al. 2003a, Sponheimer et al. 2003b).

In order to correctly interpret the trophic level of the individual's diet, the use of a baseline that includes fauna derived from the studied site or from a synchronic site located in its

vicinities is key (Drucker et al. 2003; Hedges and Reynard 2007; López-Costas and Alexander 2019). Failure to do so can cause erroneous estimations of diet or trophic level, especially for individuals with mixed diets (Casey and Post 2011). In this regard, Hedges and Reynard (2007) argue that, precisely because in archaeological settings the isotopic values for the food components are essentially unknown except for a few animal remains that are found on-site, establishing this baseline is specially necessary. Furthermore, as the majority of ecosystems have multiple food sources which have distinct carbon and nitrogen isotopic signatures despite occupying a single trophic level, the use of measurements derived from a variety of taxa is recommended whenever these are available (Casey and Post 2011). López-Costas and Alexander (2019) further suggest that in order to obtain a good perspective of local variability the animal/human sample ratio should be between 0.3 and 0.5, and even greater than 1.0 if the sample is small or C₄ plants were used for animal fodder. Animal bones from herbivores are also vital in providing two forms of evidence at once: they enable an estimate for the prevailing vegetation value and possibly for part of the protein plant diet consumed by humans and provide the isotopic values for, at least, part of the animal protein believed to have been consumed in the human diet (Hedges and Reynard 2007).

Not only protein intake will result in a $\delta^{15}\text{N}$ enrichment. A wide variety of conditions, both genetic and physiologic such as growth, water stress, and starvation, will also cause it (Webb et al. 2010; D'Ortenzio et al. 2015; Katzenberg and Waters-Rist 2019; Canterbury et al. 2020). Pathophysiological factors may also contribute to a $\delta^{15}\text{N}$ enrichment and are addressed extensively below. Furthermore, detecting aquatic consumption also poses some issues. Aquatic food chains are longer, fish consumption tends to be reflected in a higher enrichment of $\delta^{15}\text{N}$ in comparison to terrestrial protein. Thus, values showing $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ enrichment used to be interpreted as indicative of consumption of aquatic resources. However, several studies have shown that freshwater systems exhibit a higher isotopic complexity than initially believed, and thus such assumptions cannot be made and the study of freshwater fish consumption requires the careful consideration and research of the freshwater ecosystem (for a recent and thorough review see Guiry 2019). Lastly, recently there has been a call to better consider the variability that protein intake originating from plants can introduce, as 1) there are nitrogen isotopic distinctions between herbivorous taxa, their dietary preferences, physiology, environmental aridity, and seasonality, 2) soil nitrogen sources, and thus the effects of manuring, also play an important role and) studies based on modern plants have shown that plant $\delta^{15}\text{N}$ baselines vary by the equivalent of one trophic level within each forest type (Bogaard et

al. 2007; Woodcock et al. 2012; Makarewicz and Sealy 2015; Katzenberg and Waters-Rist 2019; Potapov et al. 2019).

Organic bound sulphur is passed along food webs in a process where only a small fractionation affects the ratio of heavy to light sulphur isotopes and therefore the $\delta^{34}\text{S}$ value alters only slightly (Hobson 1999). Thus, ecological habitats range relatively little in their $\delta^{34}\text{S}$ signatures for different members of a specific food chain. However, there are substantial differences in $\delta^{34}\text{S}$ depletion or enrichment between terrestrial and marine ecosystems respectively (Neilich 2015). Similarly, coastal sites experience a sea spray effect that enriches $\delta^{34}\text{S}$ values (Richards et al. 2001; Zazzo et al. 2011). In addition, although modern studies report an average 0.5 ‰ enrichment in $\delta^{34}\text{S}$ between source and consumer, O. Neilich (2015) suggests that in archaeological populations this value can have a wider range ($0.8 \pm 2.5\text{‰}$). The high standard deviation observed in this wider range suggests that there are many unknown factors which might influence the spacing between consumer and diet isotopic compositions (Layman et al. 2012). For these reasons, $\delta^{34}\text{S}$ can be used to study individual diet, migration, and mobility.

As a common caveat, isotope ratios can be impacted by pathophysiological factors influencing the uptake and distribution of macromolecules and their isotopes in the body. This happens because stress responses and compromised health affect the physiological processes underlying stable isotope fractionation and distribution in the body (Reitsema 2013). The isotopic variability that these pathophysiological factors can induce, which admittedly mainly relies on the diet's role in nutrition, is used by some researchers to explore the utility of stable isotope ratios as indicators of stress, growth, wasting disease, and nutrition (e.g. Linderholm and Kjellström 2011; Scorrano et al. 2014; Curto et al. 2019; Curto et al. 2020).

This approach was first tested by Katzenberg and Lovell (1999), who measured $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values from modern humans with known diseases and proved that catabolic processes caused $\delta^{15}\text{N}$ enrichment in the human body pool, thus causing higher $\delta^{15}\text{N}$ values in the amino acids formed during the disease period that then would be incorporated as collagen into the new bone formation (Richards and Montgomery 2012). According to a recent review by Reitsema and Holder (2018), some demonstrated and prospective examples of disease processes that induce abnormal variations in the movement of isotopes in the body include sickle cell anaemia, protein insufficiency, and, although isotopically unexplored, scurvy (Schwarcz 2000; Reitsema and Crews 2011). Richards and Montgomery (2012) have also highlighted studies that explore the relationship between $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ variability and DISH at an archaeological level, while clinical studies have related liver diseases with $\delta^{15}\text{N}$ depletion (Petzke et al. 2006;

Spencer 2008). Additionally, several recent publications have explored the relationship between vitamin C deficiency, its skeletal indicators, and enriched $\delta^{15}\text{N}$ values influenced by catabolic processes (Bourbou 2014; Bourbou et al. 2019; Nicholls et al. 2020).

Bone collagen analysis

Method

The method used for collagen extraction in this study was developed by Longin (1971) for radiocarbon dating, and it incorporates the modifications described by Collins and Galley (1998). The specific procedures detailed in the following lines are based on a non-published document (Jay et al. 2008) used in the EcoPast laboratory at the Universidade de Santiago de Compostela based on several works. The demineralisation process took place in the EcoPast clean laboratory at the Universidade de Santiago de Compostela under the supervision of Dr. Olalla López-Costas. Carbon and nitrogen stable isotope ratios were measured in duplicate on a Europa 20-20 isotope ratio mass spectrometer coupled to a Europa Scientific elemental analyser. Ultrapure collagen samples were analysed for sulfur stable isotope ratios in a magnetic field then simultaneously measured on a Faraday cup universal collector array. Due to a lack of available sample material we were unable to perform sulphur isotope analysis on certain samples.

The initial sampling was executed in ARAEM's laboratory at the Universitat Autònoma de Barcelona. Requirements for selection of skeletons were the following: 1) known biological and pathological profile, 2) good preservation and conservation, and, 3) whenever possible, the number of males, females and non-adults of each sampled collection had to reflect the demographical distribution. Rib was the preferred bone for sampling as ribs have an important quantity of cortical bone, usually they break post-mortem, and the impact of their destruction is minor. However, they are sensitive to diagenetic processes.

Each bone sample, human or faunal, was collected using pincers, with the equipment kept clean with alcohol, and introduced into a small plastic zip bag. Every bag was labelled both inside and outside with the skeleton number, site, and bone type. A database was created with all the biological information available for each sample. Additionally, for each sample shorter coded names were created to make the labelling of the samples easier during isotopic analysis and laboratory pre-treatments. The next steps were carried out at the EcoPast laboratory at the Universidade de Santiago de Compostela.

In this laboratory each sample was prepared for collagen extraction. Gloves and safety glasses were worn and each surface and instruments were cleaned with alcohol. Original

samples were deposited over tinfoil and a scalpel was used to remove the adhered soil and trabecular bone. After this, each sample was put into a beaker, which was labelled with the sample's laboratory code named, covered in MilliQ Ultrapure water (type-1), and sonicated at least 5 times to finish the cleaning process. Each ultrasonic cleaning lasted 5 minutes, after which dirty MilliQ Ultrapure water was removed and clean one was introduced. Samples were then left to dry for 24 hours on paper where each sample kept their labelling and was adequately kept separated.

Once dried, large rectangular fragments of the sample were taken until a weight of ~300mg was reached. Each weight was recorded and the fragments were introduced in a twice labelled tube. The tubes were placed in racks. The demineralisation process was then started, consisting on the removing of the inorganic part of the bone by using 0.5M HCl. The HCl was kept in a fridge to decrease reactivity. Each tube was filled with this solution, leaving ~1/3 unfilled. Racks were covered with tinfoil, leaving a space between the opening of the tubes and the foil to let the CO₂ gas be expelled. The tubes were supervised daily to check the bone's hardness with a Pasteur pipette. The HCl solution was changed if the process took too long (over 1 month) or the tubes got too dirty. By the end of the demineralisation process, we obtained a soft sample. The samples were then rinsed five times in MilliQ Ultrapure water (type-1).

The tubes were then filled one last time with MilliQ Ultrapure water (type-1) and sealed with their tops. In order to avoid oxidation reactions, three drops of 0.5M HCl were added to each tube and the pH of the resulting solution was then tested. The tubes containing the samples were then placed in a heating block, covered in various layers of aluminium foil to preserve a constant temperature of 70 °C. After 48 hours, the samples were filtered, this was done by pouring the still warm liquid into plain tubes and filtered with Ezee® filters. Collagen stayed "dissolved" in the filtered liquid which was split in two labelled Falcon® tubes. The first one kept the lower liquid contents and the second one the upper ones. The tubes were then sealed, kept in the fridge and then sent to be lyophilised at RIAIDT facilities at Lugo from Universidade de Santiago de Compostela. Once the samples were sent back, the resulting solid collagen was removed from the tube with pincers and weighted with the equipment kept clean with alcohol. The collagen pieces were taken with a spatula from the two tubes which shared one single sample, making small balls to avoid contamination and loss. Then they were put into a labelled Eppendorf® tube and weighted in order to calculate the percentage of collagen extracted relative to the original weight of the bone sample. The samples were then sent to Iso-Analytic Inc (211224-1) to be analysed in an IRMS.

The reference material used for $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis of your collagen samples was IA-R068 (soy protein, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -25.22 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} = 0.99 \text{ ‰}$). IA-R068, IA-R038 (L-alanine, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -24.99 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} = -0.65 \text{ ‰}$), IA-R069 (tuna protein, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -18.88 \text{ ‰}$, $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} = 11.60 \text{ ‰}$) and a mixture of IAEA-C7 (oxalic acid, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -14.48 \text{ ‰}$) and IA-R046 (ammonium sulphate, $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} = 22.04 \text{ ‰}$) were run as quality control check samples during analysis of your collagen samples. IA-R068, IA-R038 and IA-R069 are calibrated against and traceable to IAEA-CH-6 (sucrose, $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -10.449 \text{ ‰}$) and IAEA-N-1 (ammonium sulphate, $\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}} = 0.40 \text{ ‰}$). IA-R046 is calibrated against and traceable to IAEA-N-1. IAEA-C7, IAEA-CH-6 and IAEA-N-1 are inter-laboratory comparison standards distributed by the International Atomic Energy Agency, Vienna.

The reference material used for sulphur isotope analysis of your collagen samples was IA-R061 (barium sulphate, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +20.33 \text{ ‰}$). IA-R061, IA-R025 (barium sulphate, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +8.53 \text{ ‰}$) and IA-R026 (silver sulphide, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +3.96 \text{ ‰}$) were used for calibration and correction of the ^{18}O contribution to the SO^+ ion beam. IA-R061, IA-R025 and IA-R026 are in-house standards calibrated against and traceable to NBS-127 (barium sulphate, $\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}} = +20.3 \text{ ‰}$) and IAEA-S-1 (silver sulphide, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = -0.3 \text{ ‰}$). For quality control purposes test samples of IA-R061, IAEA-SO-5 (barium sulphate, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +0.50 \text{ ‰}$), IA-R068 (soy protein, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +5.25 \text{ ‰}$) and IA-R069 (tuna protein, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} = +18.91 \text{ ‰}$) were measured as quality control checks during batch analysis of your collagen sample. IA-R068 and IA-R069 are in-house standard calibrated against and traceable and to NBS-127 and IAEA-SO-5. NBS-127, IAEA-S-1 and IAEA-SO-5 are inter-laboratory comparison standards distributed by the International Atomic Energy Agency (IAEA) with internationally accepted $\delta^{34}\text{S}$ values.

The obtained isotopic values were kept in a Microsoft Office Excel spreadsheet along with the estimated sex and age range of each sample. The statistical analysis of these data was made using the programs SigmaPlot 14 (Systat Software 2017). Basic descriptive statistics were calculated intra-group. Normality was tested with the Shapiro-Wilk test. Once the normal distribution of the sample was corroborated, Pearson's r test was used to assess relatedness between two variables and Student's t -test (t -test) was used to compare the means between two groups (e.g male/ female; Islamic/ Christian; site 1/site 2). If the data did not show normal distribution or the sample number was too low, the equivalent non-parametric tests were used.

Materials

A total of 69 bone samples, human and animal, were analysed. These were comprised of 11 animal samples and 58 human samples. For each 8 human samples, 2 animal

ones were added to the batch, adding up to a total of 10 faunal samples per batch. The animal bones hailed from two of the sites, Vall d'Uixó and Balaguer. Unfortunately, the cemetery grounds of Santa Coloma d'Àger did not have any associated animal remains, and because the settlement area remains unknown to date no samples could be taken.

In Vall d'Uixó (8 animal samples) the animal bones were found inside middens associated to the burials grounds, while in Balaguer (3 animal samples) the animal remains were found inside cesspools associated to domestic contexts and have a proposed chronology of the 11th century through archaeological dating (Alós 2015). Although no animals remains could be taken from Santa Coloma d'Àger, because this population and Balaguer are geographically close it can be assumed that archaeological fauna values would not significantly diverge. Each animal bone was identified employing atlases specialised in the identification of skeletal animal remains (Pales and Lambert 1971; Schmid 1972). All sampled bones consisted of long bone diaphysis belonging to herbivores, with the exception of one astragalus bone. These belonged to mostly caprines with the exception of one rabbit found in Balaguer. Carnivores and freshwater or marine fish remains were not available in neither of the studied sites. As far as we know, all animal samples belong to adult individuals.

To represent the human population, 58 samples were analysed; 13 of these hailed from Balaguer, 18 from Santa Coloma d'Àger, and 27 from Vall d'Uixó. This distribution of the samples between the collections was done in order to represent the NMI for each site, taking into account that many of the individuals in SCA were scarcely represented by any skeletal remains, thus limiting the available skeletons that could be sampled. Well preserved adults and non-adults were preferably selected.³⁵ Preferentially, those skeletons which had yielded more concrete biological information, and/or that if possible had undergone DNA analysis were chosen. As stated before, ribs were taken as preferential samples for all cases but two skeletons; in these one a femoral diaphysis, which tends to show a thick bone matrix, on one cranial fragment containing sutures were collected as ribs were unavailable.

The sample IDs used in the lab and during anthropological analysis, along with the estimated sex and age range for each sampled skeleton, are stated below (Table 6). Whenever possible collagen sampling, as well as the employed terminology used in reporting their respective results, followed the recommendations given by Roberts and colleagues (2018).

³⁵ For ethic reasons, whenever possible only those human skeletons which had a good preservation index according to the calculations proposed by Campillo (2001) were sampled

Table 6. Sample IDs and available biological information (sex and age) for each analysed sample.

ID	LAB ID	Sex/Species	Age Range	Bone
HA7E1	BG0021	Male	30-50	Rib
HA7E5	BG0025	Undetermined	>18	Rib
HA7E6	BG0026	Female	30-50	Rib
HA7E7	BG0027	Undetermined	15-18	Rib
HA7E8	BG0028	Male	18-30	Rib
HA7E9	BG0029	Female	30-50	Rib
HA7E10	BG0210	Male	18-30	Rib
Sota Terra 2011 E-1	BG0031	Undetermined	>18	Rib
PA19UE28	BG0428	Male	18-30	Rib
PA19UE31	BG0431	Female	18-30	Rib
PA19UE89	BG0489	Undetermined	15-18	Rib
PA19UE101	BG4101	Male	30-50	Rib
PA19UE107	BG4107	Female	>18	Rib
CF19UE6-1	BGF1	Rabbit	Adult	Diaphysis
CF19UE6-2	BGF2	Caprine	Adult	Diaphysis
CF19UE6-3	BGF3	Caprine	Adult	Astragalus
SCA97INH2	SC0012	Undetermined	1-5	Rib
SCA97INH4	SC0014	Female	50+	Rib
SCA15UE1010	SC0021	Male	30-50	Rib
SCA18UE1024	SC0031	Female	30-50	Rib
SCA18UE1010	SC0032	Male	30-50	Rib
SCA18UE1011	SC0033	Undetermined	1-5	Rib
SCA97INH12	SC0112	Male	18-30	Rib
SCA97INH19	SC0119	Male	30-50	Rib
SCA97INH20	SC0120	Male	18-30	Rib
SCA97INH23	SC0123	Female	50+	Rib
SCA97INH28	SC0128	Male	50+	Rib
SCA97INH39	SC0139	Female	30-50	Rib
SCA97INH46	SC0146	Female	30-50	Rib
SCA97INH57	SC0157	Male	18-30	Rib
SCA97INH60	SC0160	Male	30-50	Rib
SCA97INH63	SC0163	Undetermined	15-18	Rib
SCA97INH72	SC0172	Female	50+	Rib
SCA97INH80	SC0180	Female	30-50	Rib
AC1F4	VU014	Undetermined	18-30	Rib
AC7F5	VU015	Female	18-30	Rib
C00UE117	VU031	Female	>18	Rib
C00UE75	VU032	Undetermined	1-5	Rib
C06F1	VU041	Undetermined	10-15	Rib
C06F4	VU044	Male	30-50	Rib
C06F6	VU046	Female	30-50	Rib
C06F7	VU047	Male	30-50	Rib
C06F8	VU048	Undetermined	15-18	Rib

ID	LAB ID	Sex/Species	Age Range	Bone
C06-14 F3	VU053	Undetermined	>18	Rib
C95F11	VU211	Male	18-30	Rib
C95F12	VU212	Undetermined	10-15	Cranium
C95F14	VU214	Female	Adult	Rib
C95F15	VU215	Undetermined	1-5	Rib
C95F17	VU217	Male	50+	Rib
C95F21	VU221	Male	18-30	Rib
C95F24	VU224	Female	>18	Rib
C95F36	VU236	Female	18-30	Rib
C06F16	VU416	Undetermined	10-15	Rib
C06F17	VU417	Undetermined	18-30	Rib
C06F18	VU418	Male	18-30	Rib
C06F1B	VU41B	Male	>18	Rib
C06F21	VU421	Undetermined	30-50	Femur
C06F25	VU425	Female	18-30	Rib
C06F26	VU426	Undetermined	10-15	Rib
C06F28	VU428	Male	30-50	Rib
C06F32	VU432	Male	30-50	Rib
c06f14 fauna	VUF1	Caprine	Adult	Astragalus
ACC4UE4003-1	VUF2	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC4UE4003-2	VUF3	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC4UE4003-3	VUF4	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC7UE7004-1	VUF5	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC7UE7004-2	VUF6	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC7UE7004-3	VUF7	Caprine	Adult	Diaphysis
ACC4UE4003-4	VUF8	Caprine	Adult	Diaphysis

4. Resultados arqueológicos, antropológicos y paleopatológicos y discusión intrapoblacional

En este capítulo se presentan y valoran los resultados obtenidos en las dataciones radiocarbónicas realizadas en el transcurso de esta tesis doctoral y en las intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en la *maqbara* de Balaguer entre los años 2019 y 2021. También se presentan los datos relativos a la afectación tafonómica y el perfil biológico (sexo, edad, estatura y rasgos no-métricos) y patológico de cada población estudiada y se discute la información funeraria, demográfica y relacionada con la salud y la higiene de la población que se puede derivar de ellos. Así mismo, también se valora si los resultados obtenidos presentan algún tipo de diferencia relacionada con el sexo o la edad de los individuos analizados. Dado que los resultados obtenidos por sí mismos merecen una valoración extensa, su comparación entre las tres poblaciones estudiadas, así como la contextualización de los perfiles demográficos, de los rasgos no-métricos y de las patologías bucodentales y del esqueleto con los datos publicados sobre otras poblaciones, se reservan para el siguiente capítulo.

4.1. Valoración de las dataciones radiocarbónicas

Los cementerios estudiados pueden fecharse arqueológicamente mediante las relaciones estratigráficas que tienen con los otros elementos arqueológicos, los conocimientos documentales previos y los materiales asociados a las tumbas. Sin embargo, la falta de estructuras y materiales bien datados con los que relacionar las inhumaciones y la ausencia de elementos de ajuar resultan en la adjudicación de cronologías relativas muy amplias. Por este motivo, de manera previa a nuestro estudio diversos investigadores encargaron las dataciones radiocarbónicas de individuos procedentes de los yacimientos de Pla d'Almatà (Balaguer) y Santa Coloma d'Àger que se han presentado en el capítulo 2. Introducción.

En el caso de Balaguer, las dataciones permitieron acotar la cronología de las inhumaciones entre los siglos XI y XII.³⁶ Durante el curso de nuestra investigación, se realizaron tres dataciones más, una en un individuo procedente de la intervención del año 2007 y dos en dos individuos procedentes de la intervención del año 2019. Estas

³⁶ Dos de las dataciones radiocarbónicas efectuadas en los restos óseos humanos de Pla d'Almatà extienden la cronología de las inhumaciones hasta mediados del siglo XIII. Sin embargo, una cronología tan tardía es menos probable ya que arqueológicamente se constata el abandono del yacimiento como lugar de habitación después de la conquista feudal de Balaguer y documentalmente no se encuentran menciones a la población islámica de la ciudad después de ese momento (Virgili 2014:31; Camats et al. 2015; Virgili 2019: 45-46; 56).

nuevas dataciones han dado como resultado fechas de uso de la *maqbara* más antiguas que las obtenidas en las dataciones realizadas con anterioridad (Tabla 7). En concreto, una de las dataciones indica que la *maqbara* pudo estar en uso ya entre los siglos VIII y IX. Esta nueva horquilla cronológica es de gran relevancia, ya que en este yacimiento hay pocas evidencias arqueológicas que muestren su ocupación de manera anterior al siglo X. Además, en el capítulo 2. Introducción (*La Frontera Superior*) ya se ha visto que en otras *mudûn* de la Frontera Superior también hay dificultad para detectar claramente, es decir, mediante dataciones absolutas, *maqābir* de una cronología anterior a este siglo. A continuación, se valoran estas tres nuevas dataciones radiocarbónicas.

De manera previa a la datación del individuo procedente de la intervención del año 2007, en esta misma zona se obtuvo otra datación radiocarbónica procedente de otra inhumación. Esta inhumación se fechaba entre los siglos XII y XIII y es, por lo tanto, mucho más tardía que la inhumación fechada en este estudio, para la que se calcula una fecha comprendida entre los años 772 y 957 cal AD (Tabla 7). Aunque no se dispone de memorias arqueológicas de esta intervención, gracias a la fotografía proporcionada por el Museu de la Noguera (ya comentada en el capítulo 2. Introducción) se observa claramente que como mínimo cinco de las diez tumbas excavadas consistían en fosas simples (Figura 11). Por lo tanto, es posible que las dos inhumaciones que han sido datadas de manera absoluta se alojaran en fosas simples.

Los dos esqueletos excavados durante la intervención del año 2019 también procedían de fosas simples. Uno de ellos (BG0489) se fecha con una mayor probabilidad (82,3%) entre los años 772 y 899 cal AD, mientras que es menos probable (13,2%) que su datación sea posterior, entre los años 920 y 956 cal AD. Por este motivo, puede tratarse de una evidencia clara del uso de la *maqbara* entre los siglos VIII y IX. La otra inhumación (BG4101) se fecha entre los años 886 y 993 cal AD.

Tabla 7. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos del yacimiento de Pla d'Almatà (Balaguer).

Identificador	Contexto	Fecha calibrada	Fecha histórica	Promotor	Laboratorio	Código de laboratorio
SC-07/E8/UE 76	Fosa de inhumación excavada en 2007	850± 30 BP	1051-1261 cal AD	Previo, Servei Territorial de Lleida	Universitat de Barcelona	437 K117-U009 C14-2011: NL-1327
PA06-A-28	Fosa de inhumación excavada en 2006	905± 25 BP	1037-1204 cal AD	Previo, Servei Territorial de Lleida	Universitat de Barcelona	437 K117-U009 C14-2013: NL-1391
PA07/E6/UE73	Fosa de inhumación excavada en 2007	1160±15 BP	772-957 cal AD	Propia, colaboración con C. Lalueza.	Desconocido	Desconocido
BG0489	Fosa de inhumación excavada en 2019	1173 ± 24 BP ³⁷	772-956 cal AD	Propia, colaboración con School of Archaeology de Oxford	Oxford University	OxA-42613
BG4101	Fosa de inhumación excavada en 2019	1120 ± 24 BP ³⁷	886-993 cal AD	Propia, colaboración con School of Archaeology de Oxford	Oxford University	OxA-42614

Como ya se ha visto en el capítulo 2. Introducción (ver *Balaguer*) y estas nuevas dataciones radiocarbónicas confirman, el yacimiento de Pla d'Almatà de Balaguer presenta una gran oportunidad para el estudio de la arqueología funeraria andalusí y el desarrollo de las *maqābir* urbanas, ya que alberga una *maqbara* dentro de un yacimiento arqueológico que no se ha edificado de manera posterior a su abandono. Por este motivo, no presenta impedimentos para su excavación extensiva. Además, la *maqbara* parece situarse en una zona que, de manera anterior a su uso como espacio funerario, no estaba destinada a ningún otro uso, ya que, por el momento, no se han identificado restos arqueológicos que indiquen lo contrario. Por lo tanto, este yacimiento constituye una oportunidad excepcional para ampliar la excavación de una *maqbara* en la que ya se han encontrado inhumaciones de diferentes cronologías y en la que, potencialmente, se pueden identificar zonas de inhumaciones agrupadas en función de su cronología. En consecuencia, es de gran interés ampliar tanto las zonas excavadas situadas en las áreas susceptibles de contener inhumaciones como el número de dataciones radiocarbónicas realizadas en los esqueletos.

En el yacimiento de Santa Coloma d'Àger, las dataciones radiocarbónicas efectuadas de manera previa a nuestra investigación permitieron corroborar que, tal como sugirió F. Puig i Cadafalch, el inicio del uso de la necrópolis se fecha en el siglo V y se relaciona con inhumaciones en sarcófagos (Tabla 8). Uno de los dos sarcófagos excavados por

³⁷ Esta datación se ha realizado en el marco del trabajo de final de Máster realizado por Huhongyan Tian, estudiante de la Universidad de Oxford en el Máster en Ciencias en Arqueología Molecular. Júlia Olivé Busom ha codirigido este trabajo.

J. Brufal y su equipo contiene un individuo que se fecha radiocarbónicamente entre los años 684 y 779 cal AD. Sin embargo, este sarcófago fue víctima de un espolio y se encuentra a menor profundidad que el fechado en el siglo V, por lo que su uso sería posiblemente posterior (Brufal y Porcheddu s.f.). Esta datación, sin embargo, prueba la continuidad en el uso de la necrópolis entre los siglos VII y VIII y después de la conquista islámica. Esta continuidad también parece mostrarse en la datación de la muestra SCA-1997-INH 18 (677-895 cal AD), procedente de la intervención del año 1997.

Las dataciones efectuadas durante el curso de esta investigación doctoral son cinco y proceden de una tumba antropomorfa excavada en los años 2018 y cuatro enterramientos excavados en el año 1997 (Tabla 8). La muestra procedente de la intervención del año 2018 presenta una datación calibrada de entre los años 800 y 904 cal AD, mientras que las muestras procedentes de la intervención del año 1997 se fechan entre finales del siglo IX y el primer cuarto del siglo XI. Estas dataciones prueban el uso ininterrumpido de la necrópolis entre los siglos V y XI y concuerdan con las efectuadas de manera previa a nuestro estudio, ya que no van más allá de la primera mitad del siglo XI. Esto permite sostener el planteamiento desarrollado en la Introducción, según el cual esta datación máxima en la primera mitad del siglo XI, momento en que se efectúa la conquista feudal de Àger, se puede poner en relación con el abandono de la necrópolis después de la conquista feudal. Como ya se ha mostrado, este argumento es respaldado a nivel historiográfico y documental (Benet i Clarà 1983; Chesé 2011: 303, 455-456, 501; Porcheddu 2017: 296-298).

Por lo tanto, por el momento el estudio de todas las dataciones efectuadas en Santa Coloma d'Àger indica que el uso de los sarcófagos como estructura de inhumación se sitúa en el siglo V, con reutilizaciones entre en los siglos VII y VIII. El uso de las fosas antropomorfas se sitúa claramente entre los inicios del siglo IX y el siglo X y se identifica probablemente en el siglo VIII. Si las fosas cubiertas por losas (algunas antropomorfas) excavadas por J. Brufal y su equipo equivalen a las fosas simples cubiertas por losas identificadas por P. Bertran y F. Fité (1986), la datación obtenida permite adelantar su cronología de uso, puesto que P. Bertran y F. Fité la restringían entre finales del siglo XI y la primera mitad del siglo XII. Además, la cronología de uso de las fosas antropomorfas detectada en este yacimiento coincide con el planteamiento propuesto por J. Padilla y K. Álvaro (2012) según el cual el uso de las fosas antropomorfas no se restringe a los siglos IX y X. Por último, resulta imposible contrastar las dataciones radiocarbónicas con la datación relativa que P. Bertran y F. Fité propusieron para las tumbas en cista (siglo IX), ya que durante las intervenciones dirigidas por J. Brufal no se documentó ninguna y se desconoce el tipo de tumbas excavadas en la intervención del año 1997.

Tabla 8. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos del yacimiento de Santa Coloma d'Àger (Àger).

Identificador	Contexto	Fecha calibrada	Fecha histórica	Promotor	Laboratorio	Código de laboratorio
SCA-1997-INH 18	Tumba excavada en 1997	1230 ±55 BP	677-895 cal AD	Previo, Montserrat Corberó	Universitat de Barcelona	UBAR-522
SCA-1997-INH 47	Tumba excavada en 1997	1175 ±45 BP	916-954 cal AD	Previo, Montserrat Corberó	Universitat de Barcelona	UBAR-523
SCA-1997-INH 55	Tumba excavada en 1997	1095 ±45 BP	866-1026 cal AD	Previo, Montserrat Corberó	Universitat de Barcelona	UBAR-524
SCA-1997-INH 99	Tumba excavada en 1997	1170 ±45 BP	774-984 cal AD	Previo, Montserrat Corberó	Universitat de Barcelona	UBAR-525
SCA-2009-6	Tumba antropomorfa excavada en 2009	1225 ±35 BP	761-887 cal AD	Previo, Arqueociència Serveis Culturals S.L.	Universitat de Barcelona	R/N 437 K117-U009 C1-2010: NL - 1270
SCA-2014-Mostra 1	Sarcófago	1242 ±27 BP	426-499 cal AD	Previo, Jesús Brufal	Centro Nacional de Aceleradores	3130.1.1
SCA-2015-Coloma 15	Sarcófago víctima de espolio	1242 ±27 BP	684-779 cal AD	Previo, Jesús Brufal	Centro Nacional de Aceleradores	3708.1.1
SCA-2018-UE1038	Tumba antropomorfa excavada en 2018	1171 ± 31 BP	800-904 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-93073 (GU54601)
SC0180	Tumba excavada en 1997	1096 ± 24 BP	920-1014 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-103772 (GU60182)
SC0011	Tumba excavada en 1997	1073 ± 24 BP	917-1024 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-103773 (GU60183)
SC0014	Tumba excavada en 1997	1082 ± 20 BP	918-1020 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-103774 (GU60184)
SC0119	Tumba excavada en 1997	1062 ± 23 BP ³⁸	897-1027 cal AD	Propia, colaboración con School of Archaeology	Oxford Univeristy	OxA-42615

De manera anterior a esta investigación, las *maqābir* de Vall d'Uixó no contaban con dataciones radiocarbónicas, de modo que se databan de manera relativa entre los siglos X y XVI. La falta de ajuar o elementos asociados a las inhumaciones impedía ofrecer una cronología más acotada.

Gracias a las dataciones realizadas durante el curso de la presente tesis doctoral, el uso de la *maqbara* de la alquería de Zeneta se ha podido fechar de manera absoluta entre el inicio del siglo XIV y el primer cuarto del siglo XVI (Tabla 9). Por lo tanto, se ha podido determinar que los individuos estudiados eran mudéjares, sin que haya ninguna posibilidad que sean de cronología andalusí.

³⁸ Esta datación se ha realizado en el marco del trabajo de final de Máster realizado por Huhongyan Tian, estudiante de la Universidad de Oxford en el Máster en Ciencias en Arqueología Molecular. Júlia Olivé Busom ha codirigido este Trabajo.

Respecto a la *maqbara* de la alquería de Benizahat, otra tesis doctoral centrada en la composición genética de poblaciones arqueológicas del sureste peninsular fechó uno de los individuos entre los años 1269 y 1378 (Oteo-García 2020). El individuo analizado es, por lo tanto, posterior al pacto de rendición de 1238 entre la aljama de Uixó y el rey Jaume I y la *maqbara* también se considera de cronología mudéjar.

Tabla 9. Dataciones radiocarbónicas en hueso humano llevadas a cabo en los esqueletos de Vall d'Uixó.

Identificador	Contexto	Fecha calibrada	Fecha histórica	Promotor	Laboratorio	Código de laboratorio
C06F16	Fosa de inhumación excavada en 2006	562 ± 26 BP	1316-1425 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-101115 (GU59169)
C95F24	Fosa de inhumación excavada en 1995	388 ± 26 BP	1445-1523 cal AD	Propio	SUERC	SUERC-101114 (GU59168)
C95F11	Fosa de inhumación excavada en 1995	425±15 BP	1439-1474 cal AD	Propia, colaboración con C. Lalueza.	Desconocido	Desconocido
AC7F5 ³⁹	Fosa de inhumación excavada en 1998.	Desconocida	1269-1378 cal AD	Estudio genético paralelo a nuestra investigación.	Desconocido	Desconocido

A partir de las dataciones discutidas en las páginas anteriores, se pueden proponer las siguientes cronologías de uso para cada cementerio. Las inhumaciones de Pla d'Almatà (Balaguer) se fechan entre finales del siglo VIII y el siglo XII. La necrópolis de Santa Coloma d'Àger estuvo en uso desde el siglo V hasta la primera mitad del siglo XI, aunque los esqueletos estudiados se fechan a partir de finales del siglo VII con excepción de los restos recuperados en un sarcófago en la intervención del año 2014. Por último, la *maqbara* de Benigafull en Vall d'Uixó se fecha entre la segunda mitad del siglo XIII y la segunda mitad del siglo XIV y la *maqbara* de Zeneta entre inicios del siglo XIV y el primer cuarto del siglo XVI. Según estas propuestas de cronología, los yacimientos de Pla d'Almatà (siglos VIII-XII) y Santa Coloma d'Àger (siglos VII-XI) son mayoritariamente coetáneos, aunque el uso de Pla d'Almatà se prolonga ~1,5 siglos debido a su conquista más tardía. Además, los individuos estudiados en Santa Coloma d'Àger tienen una cronología inicial más reciente y se adelantan un siglo a los individuos de Pla d'Almatà. Por otro lado, las dataciones que se tienen de Vall d'Uixó sitúan la población estudiada entre los siglos XIII y XVI, con una cronología por lo tanto, mudéjar.

³⁹ Este esqueleto procede de la *maqbara* de la alquería de Benizahat, mientras que los otros tres provienen de la *maqbara* de la alquería de Zeneta. En 2020 este esqueleto fue objeto de un estudio de aDNA, que no solamente confirma el sexo biológico que se le otorgó en este estudio sino que: 1) lo fecha radiocarbónicamente entre los años 1269-1378 cal AD, 2) detecta una composición genómica propia de poblaciones norteafricanas (Oteo-García 2020).

Como se ha dicho anteriormente, son pocas las *maqābir* del *šarq* al-Andalus que cuentan con dataciones radiocarbónicas y muchas, especialmente las aun inéditas o no estudiadas, no disponen de un número de individuos relevante. Además, en el capítulo 2. Introducción (ver Vall d'Uixó) se ha expuesto que, a diferencia de la mayoría de las poblaciones el Reino de Valencia, Vall d'Uixó mantuvo una mayoría de población islámica, como mínimo hasta bien entrado el siglo XIV. Por estas razones, aunque esta población sobrepasa el periodo andalusí, su estudio es coherente dentro del marco de estudio de poblaciones islámicas y cumple con los requisitos de número de muestra de estudios antropológicos.

En la medida de lo posible, las muestras analizadas para obtener dataciones radiocarbónicas también fueron sometidas a análisis de isótopos estables para maximizar la cantidad de información obtenida acerca de un mismo individuo y comprobar la calidad del colágeno empleado para las dataciones. Deben exceptuarse la muestra PA06-A-28, procedente de la *maqbara* oeste de Balaguer, y las muestras procedentes de la excavación del año 1997 en Santa Coloma d'Àger. En estos casos, la mala conservación del esqueleto hizo que se descartara el análisis isotópico con tal de conservar los restos recuperados. En ninguno de los análisis isotópicos realizados se detectaron indicios claros de consumo de productos marinos, que pueden alterar los análisis radiocarbónicos en colágeno debido al efecto reserva del carbono y retrasar la fecha obtenida (Jull et al. 2013; Alves et al. 2018).

4.2. Excavación arqueológica de la *maqbara* sureste de Balaguer (2019-2021)

Las campañas de excavación programada realizadas entre los años 2019 y 2021 en el yacimiento de Pla d'Almatà fueron dirigidas por J. Olivé Busom y H. Kirchner en el marco del proyecto de investigación "Arqueologia d'una ciutat andalusina: Madīna Balaghí (Balaguer, La Noguera)" (CLT009/18/00037) liderado por la Universitat Autònoma de Barcelona y el Museu de la Noguera.

Estas intervenciones, de carácter programado, se centraron en la reapertura y ampliación del sondeo 14, abierto durante la intervención del año 1993. En este sondeo, de 28m² de superficie originalmente, se detectaron 7 fosas de inhumación en el año 1993 que no fueron excavadas. Con este conocimiento previo, se reabrió el sondeo para identificar las fosas de inhumación mencionadas anteriormente y comprobar la existencia de otras fosas de inhumación y de estructuras que marcaran el límite de la *maqbara*. Por este motivo, se amplió el área de excavación hacia al norte y el este, obteniendo una superficie de 12,5m de largo y 9,5 m de ancho.

En total, se excavaron 26 fosas, todas ellas simples y con los extremos redondeados, sin señalización ni cubierta que se pudieran observar. Las tumbas encontradas en la *maqbara* antes de esta intervención presentaban las mismas características. Dado que las fosas detectadas en esta intervención no se podían equiparar con seguridad con las identificadas en el año 1993, se decidió obviar la numeración estratigráfica que se había concedido a las fosas durante la intervención previa y otorgar a todos los elementos arqueológicos un número de UE nuevo. Se tomó como número inicial el número consecutivo (UE 20) al último empleado durante la intervención del año 1993 (UE 19).

En general, se apreció que las tumbas que se encontraban en cotas más altas presentaban un estado de afectación tafonómica superior a las que estaban en cotas más bajas (Figura 39). Este aspecto, junto a la falta de señalización y de cubierta de las tumbas, se puede relacionar con el uso del área excavada como campo de cultivo después del abandono de la *maqbara* (Monjo 2010: 28).



Figura 39. Esqueletos UE 49 y UE 101, que ilustran los diferentes estados de conservación esquelética observados en las tumbas excavadas durante el periodo de intervenciones de los años 2019-2021. Fotografías realizadas por J. Olivé Busom.

Todas las fosas excavadas mantenían una orientación NE-SO más o menos estricta. En todas ellas se hallaron individuos inhumados, con estados de conservación diversos. Como muestra la Figura 39, se puede apreciar que entre el esqueleto y la cabeza y los

pies de la tumba había un espacio vacío. Esto se puede poner en relación con las recomendaciones que se dan en el *Risālat fī-l-qadā' wa-l-hisba* o *Tratado de Ibn 'Abdūn* (Sevilla, inicios del siglo XII), que sugería aumentar el largo de la tumba para asegurar que el cuerpo pudiera enterrarse sin dificultades (Casal García 2001: 32).

En todos casos se trataba de tumbas individuales, con la excepción de un caso en el que se identifica un mínimo de dos individuos. Se trata de la unidad funeraria (UF de ahora en adelante) 23, donde se detectaron dos piezas de dentición decidua que por criterios de madurez esquelética no pueden considerarse pertenecientes al individuo principal, de edad adulta, si bien es cierto que existen casos de retención de dentición decidua en individuos adultos (i.a. Sletten et al. 2003; Aktan et al. 2012). Asimismo, es posible que los dos dientes deciduos consistan en intrusiones secundarias teniendo en cuenta el mal estado de conservación de la tumba y el uso del terreno como campo de cultivo. Aun así, no se puede descartar que se trate de una fosa no individual, ya que, pese a la prohibición de enterrar a diversas personas en una misma sepultura y de reutilizarla, se documentan tumbas dobles en otras *maqābir* peninsulares (Casal García 2001). Como ejemplos se pueden mencionar las 32 tumbas halladas en la Suda de Tortosa, donde a través de un estudio antropológico realizado por N. Armentano y A. Nociarová (2016) se identifica un enterramiento doble, o la tumba islámica hallada en Mas del Catxorro (Benifallet), en la que Armentano y colegas (2008) identificaron dos individuos.

Se destaca el hallazgo de dos casos de superposición de tumbas, que afectaban las UFs 2 y 9 por un lado y la UF 14 por otro. La UF 2 se encontraba parcialmente arrasada y solamente presentaba parte de las extremidades inferiores del individuo. A escasos centímetros por debajo de estos restos, separados por una fina capa de sedimento, se identificó la UF 9, que no mostraba ningún tipo de afectación. Las características de la UF 2 permiten proponer que posiblemente fue afectada por trabajos agrícolas (Figura 40). Por otra parte, durante la excavación del extremo suroeste de la UF 14 (donde se identifica el cráneo) se detectó otro cráneo a pocos centímetros por debajo, que no fue excavado. Aunque tanto la reutilización como la amortización y construcción sobre tumbas quedan prohibidos dentro del rito islámico, la superposición no es inusual en *maqābir* andalusíes, como se observa en la *maqbara* de Lorca (Fierro 2000; Ponce 2002). En el caso de Balaguer, puede deberse a un uso intensivo de la *maqbara*, que presenta una alta densidad de tumbas en muchos de sus puntos (Figura 42).



Figura 40. Uno de los dos casos de superposición de tumbas, que afectaba a los esqueletos UE 124 y 31. Fotografía realizada por J. Olivé Busom.

Por lo que respecta a la posición del esqueleto, en todos los casos se pudo certificar una deposición primaria del cuerpo. El único caso discutible es el de la UF 4 que se encontraba muy arrasada y con una pobre conservación del esqueleto. El mal estado de conservación de la tumba y del individuo no han permitido obtener demasiados datos para evaluar el tipo de enterramiento. Sin embargo, la presencia de una mano en conexión anatómica no permite asegurar que la deposición sea secundaria y más bien indica que esta inhumación es de carácter primario con afectaciones tafonómicas. Se encontraron signos de un proceso de descomposición en un medio relleno en la mayoría de las inhumaciones (20/26), mientras que una presentaba una disposición de los huesos más propia de la descomposición en un medio vacío. En las 5 inhumaciones restantes, el mal estado de conservación del esqueleto no permitió evaluar su medio de descomposición.

En 23 de los 26 esqueletos observados se confirmó una posición del postcráneo de decúbito lateral derecho, mientras que en dos se encontraba en posición supina y no se pudo determinar la posición del esqueleto restante debido a su mal estado de conservación. Posiblemente, los dos casos en los que se ha observado una posición de decúbito supino se deben a movimientos postdeposicionales relacionados con la putrefacción del cuerpo, ya que esta posición se observa en dos individuos enterrados en fosas relativamente anchas, aunque también bastante afectadas a nivel tafonómico

(Figura 41) (Duday 2006; Duday et al. 2009).⁴⁰ En cuanto al cráneo, se pudo observar su posición en 16 de los esqueletos, siendo en todos los casos de decúbito lateral derecho y con una orientación de rostro hacia el SE salvo en dos casos, que era más cercana al este (Figura 41). En 11 de los casos observados se pudo comprobar que se trataba de una posición primaria, mientras que en los cinco restantes la conservación del esqueleto no era lo suficientemente buena como para poder observar los elementos necesarios. En los casos en los que no se pudo determinar la posición del cráneo, esto se debía a su mal estado de conservación.

Por último, 14 de los 26 esqueletos observados presentaban signos de compresión, tales como las clavículas verticalizadas o las extremidades superiores sobre el tórax, que pueden ser compatibles con el uso de sudarios en el proceso de inhumación (Figura 41) (Duday 2006; Duday et al. 2009). En el resto de los esqueletos, la falta de elementos evaluables no permitió realizar una valoración. Ninguna de las fosas presentaba ajuar. Sin embargo, 11 de las tumbas presentaban fragmentos de cerámica en su relleno, y otras 2 contenían pequeños fragmentos de metal, posiblemente hierro.



Figura 41. Ejemplos de los indicadores esqueléticos de los procesos tafonómicos observados en los esqueletos excavados: a) verticalización de la clavícula debida a fuerzas de compresión; b) mantenimiento de la conexión anatómica vertebral y tempo-mandibular; c) mantenimiento de la conexión anatómica de la columna vertebral y costillas planas; d) conexión estricta entre la pelvis y el fémur. Estos indicadores se han seleccionado de Duday (2006) y Duday y colegas (2009). Fotografías realizadas por J. Olivé Busom.

⁴⁰ Dado que estos movimientos se produjeron cuando el cuerpo contaba con materia blanda, las conexiones anatómicas en el momento de la excavación se mantienen, tal como se ha observado, en conexión estricta y por lo tanto las inhumaciones se siguen considerando primarias.

No se observa una disposición ordenada de las tumbas, que no parecen organizarse formando calles sino más bien agrupaciones (Figura 42). Dado que los sondeos realizados al oeste del sondeo 14 durante intervenciones anteriores no resultaron en la detección de inhumaciones sino de estructuras, se propone que el sondeo excavado durante las intervenciones de los años 2019-2021 se encuentra en el límite, o cerca del límite, del espacio de inhumación. Sin embargo, no se pudo confirmar la presencia del posible muro de tapial detectado en las excavaciones realizadas en el año 1993 (UE3 en la memoria de dicha excavación), ni de ninguna otra posible estructura que delimitara el espacio funerario. Aunque las *maqābir* podían estar delimitadas por estructuras como muros, este hecho no era imperativo, y, además, se conocen otros casos de *maqābir* sin evidencias arqueológicas de delimitaciones, como ocurre en la *maqbara* asociada al arrabal de Córdoba (Echevarría 2020; González y Clapés 2021: 74).

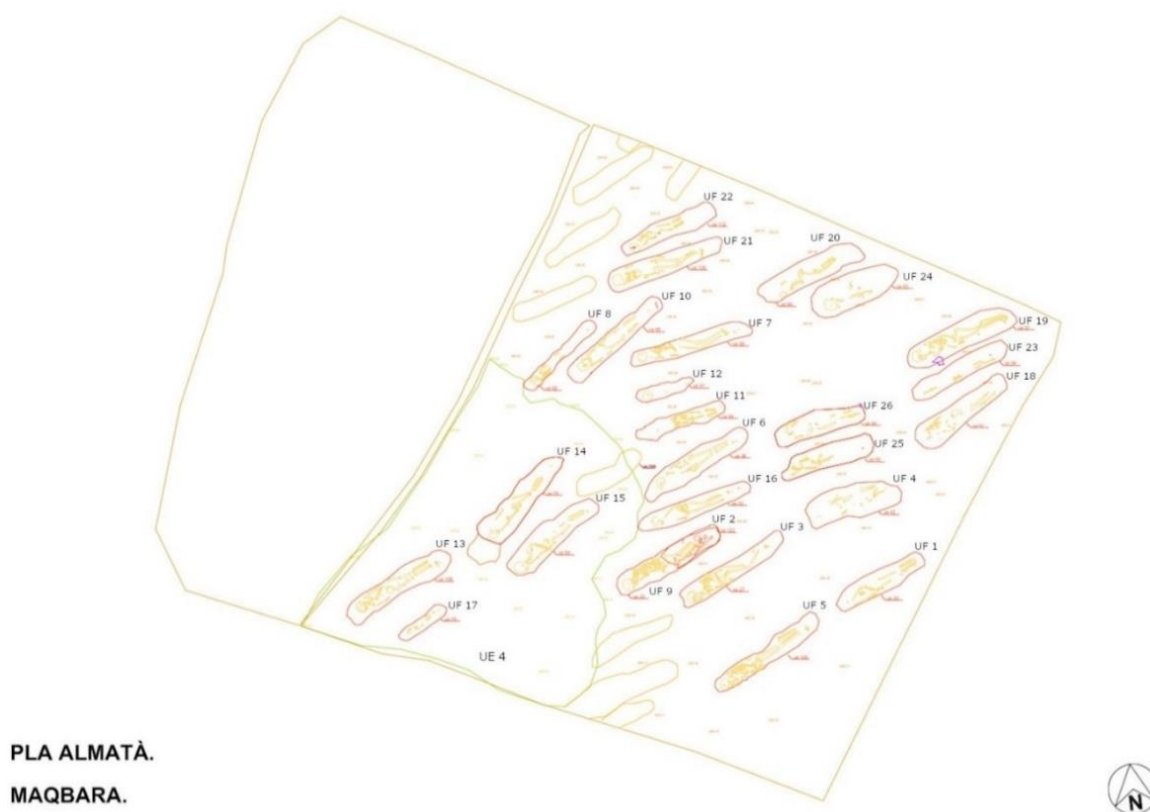


Figura 42. Planimetría del sector de la maqbara excavada entre los años 2019 y 2021. Planimetría proporcionada por C. Brusau.

4.3. Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Balaguer

Conservación del material

En este apartado se valora la conservación de los esqueletos estudiados procedentes de Balaguer, se discuten los factores que pueden haber influenciado en dicha conservación y se explora si los esqueletos presentan diferencias en su conservación en función de su sexo o edad estimados o el sector en el que fueron excavados.

El índice de conservación media de los esqueletos procedentes de Balaguer según la escala propuesta por McKinley (2004) es de 4, lo cual implica una afectación generalizada del hueso cortical debido a procesos erosivos, sin que el perfil general del hueso quede modificado. Su moda es de 5, que equivale a una erosión severa de la superficie cortical del hueso generalizada, modificando en ocasiones el perfil del hueso. En muchos casos las epífisis de los huesos largos se encontraban afectadas por procesos tafonómicos, sobre todo por la acción de raíces que habían destruido la propia epífisis. No se aprecian grandes diferencias entre los valores medios de los individuos de sexo masculino y los valores medios de los individuos de sexo femenino (grado 4), aunque la moda de los individuos de sexo femenino es mayor (grado 5) que la de los individuos de sexo masculino (grado 4) (Tabla 10). Los individuos no adultos tienden a presentar un mejor grado de conservación del hueso cortical (media y moda de 3).

Tabla 10. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Balaguer.

	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5	Grado 5+
Hombres	1	0	4	5	4	0
Mujeres	0	0	0	5	7	0
Adultos	1	1	5	11	19	0
No adultos	0	2	6	4	3	0

La fragmentación esquelética de la muestra es moderada / alta, entendiendo por esto que en la mayoría de las ocasiones se encontraban los huesos largos, costillas y cráneo fragmentados sin que los fragmentos llegaran a ser inferiores a 5cm. No se observa un grado de fragmentación marcadamente diferente entre los individuos de sexo masculino y los individuos de sexo femenino, siendo este bajo-moderado (Tabla 11). Por contra, los esqueletos no adultos sufren una fragmentación alta, mientras que en el grueso de los individuos adultos esta es moderada.

Tabla 11. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Balaguer. Dos esqueletos no adultos y dos esqueletos de sexo femenino no se pudieron evaluar debido a la baja conservación del esqueleto.

	Baja	Moderada	Alta
Hombres	7	3	4
Mujeres	2	8	2
Adultos	10	14	13
No adultos	3	3	7

Por último, la mayoría de los individuos presentaban alrededor del ~31% de su esqueleto presente (Tabla 12). El bajo índice de conservación de elementos como la costilla externa (5,8%), la apófisis mastoide (36%), el pubis (16,9%) o el ilion (29,8%), y, en general, el mal estado de conservación de algunos de los esqueletos ha influido negativamente en la cantidad de información disponible para la evaluación del perfil biológico y patológico de cada individuo. Sin embargo, elementos más densos y por lo tanto más resistentes, tales como los huesos largos, se encontraban presentes en más de un 40% de los individuos como norma general, aunque fragmentados.

Tabla 12. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Balaguer. CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.

Hueso y región anatómica		n	N	%
Cráneo	Frontal	21	57	36,8
	Glabela	16	57	28,1
	Parietal	48	114	42,1
	Occipital	21	57	36,8
	Cresta nugal	14	57	24,6
	Temporal	52	114	45,6
	Apófisis mastoide	41	114	36,0
	Esfenoides	15	57	26,3
	Cigomático	26	114	22,8
	Maxila	33	114	28,9
	Palatino	16	114	14,0
	Nasal	7	57	12,3
	Mandíbula	52	114	45,6
	Mentón	22	114	38,6
Vértebras	CV1	33	57	57,9
	CV2	28	57	49,1
	CV (3-7)	67	285	23,5
	TV	192	684	28,1
	LV	83	285	29,1
Costilla externa		79	1368	5,8
Cuerpo externo		10	57	17,5

Hueso y región anatómica		n	N	%
Clavícula medial		41	114	36,0
Omoplato	Cuerpo escapular	9	114	7,9
	Glenoide	21	114	18,4
Pelvis	Ilion	34	114	29,8
	Isquion	28	114	24,6
	Pubis	17	114	14,9
Húmero	PE	19	114	16,7
	P1/3	55	114	48,2
	M1/3	82	114	71,9
	D1/3	60	114	52,6
	DE	22	114	19,3
	<i>Media</i>	47,6	114	41,8
Radio	PE	27	114	23,7
	P1/3	57	114	50,0
	M1/3	65	114	57,0
	D1/3	53	114	46,5
	DE	27	114	23,7
	<i>Media</i>	45,8	114	40,2
Cúbito	PE	35	114	30,7
	P1/3	60	114	52,6
	M1/3	71	114	62,3
	D1/3	54	114	47,4
	DE	21	114	18,4
	<i>Media</i>	48,2	114	42,3
Fémur	PE	39	114	34,2
	P1/3	55	114	48,2
	M1/3	67	114	58,8
	D1/3	51	114	44,7
	DE	28	114	24,6
	<i>Media</i>	48	114	42,1
Tibia	PE	23	114	20,2
	P1/3	54	114	47,4
	M1/3	68	114	59,6
	D1/3	53	114	46,5
	DE	22	114	19,3
	<i>Media</i>	44	114	38,6
Peroné	PE	11	114	9,6
	M1/3	68	114	59,6
	DE	19	114	16,7
	<i>Media</i>	32,7	114	28,7
Rótula		23	114	20,2
Mano	Carpos	152	912	16,7
	Metacarpos	236	570	41,4
Pie	Tarsos	156	798	19,5
	Metatarsos	182	570	31,9
Falanges de manos y de pies		638	1596	40,0

El índice de conservación esquelética presentado anteriormente (Campillo 2001) tiende a proporcionar resultados bajos, puesto que otorga a todos los huesos del esqueleto un mismo valor (ver *Skeletal preservation index*). Por este motivo, también se presenta el índice de conservación esquelética siguiendo la metodología propuesta por Walker y colegas (1988), que es de $0,4 \pm 5,6$.

Tanto el índice relativamente bajo de conservación esquelética como la mala conservación de la superficie cortical se tuvieron en cuenta al valorar los resultados del perfil biológico y patológico de esta población, ya que una peor conservación se correlaciona positivamente con una menor obtención de los datos (Grauer 2018; Márquez-Grant y Olivé-Busom 2019). Además, esta mala conservación se puede poner en relación con la puesta en conreo del espacio que en época andalusí ocupaba la *maqbara* (Monjo 2010: 28). Si se comprueba la distribución de pH en los suelos españoles, se puede observar que el territorio en el que se sitúa Balaguer presenta un suelo ligeramente alcalino ($\text{pH} > 7,5$) (INIA 2009; Olivé-Busom et al. 2020). Dado que López-Costas y colegas (2016) demostraron que suelos más ácidos afectan negativamente la conservación de los restos óseos, la alcalinidad del suelo en el que fueron enterrados estos esqueleto también es un factor a tener en cuenta para explicar la mala conservación esquelética y de la superficie cortical.

Puesto que los esqueletos estudiados proceden de dos sectores diferentes, las inhumaciones situadas junto a la muralla y la *maqbara* sureste, se ha calculado también este índice de conservación teniendo en cuenta el sector del que proceden los esqueletos con tal de comprobar si este ha implicado una mejor o peor conservación. Los esqueletos hallados junto a la muralla ($n=7$) presentan un índice de conservación medio de $0,1 \pm 0,6$ que se debe principalmente al bajo número de observaciones. El índice de conservación medio en los esqueletos de la *maqbara* sureste es notablemente más alto y cercano al obtenido en el total de la muestra ($0,4 \pm 5,2$), principalmente porque la mayoría de los esqueletos estudiados proceden de este sector ($n=50$). Por lo tanto, se puede constatar que en el sector de enterramiento situado junto a la muralla los esqueletos presentan un índice de conservación más bajo. Esto probablemente se relaciona con las condiciones de excavación de los restos encontrados junto a la muralla. En la memoria de intervención de su excavación se indica que cuatro de las siete tumbas habían quedado seccionadas por los cortes de un sondeo realizado en el año 1987, de modo que solo se obtuvieron restos parciales; además, otra tumba estaba cortada por otra posterior, una de las aquí descritas, por lo que también se obtuvieron restos parciales (Camats s.f.).

Dado que la presencia de diferencias en la conservación de los esqueletos según su sexo o edad puede conllevar un sesgo en la información biológica y patológica obtenida en función de estas dos variables, se ha comprobado si estas diferencias se encuentran en la población estudiada. Los esqueletos de sexo femenino presentan de media una conservación de entre el 50 y el 75%, mientras que su moda es superior al 75%. Los esqueletos de sexo masculino presentan resultados similares constatándose, por lo tanto, una paridad en la conservación del esqueleto entre sexos. Sin embargo, se aprecian diferencias de conservación considerables entre los esqueletos de individuos adultos y los esqueletos pertenecientes a individuos no adultos, ya que estos tienden a conservarse peor (<25% del esqueleto), mientras que el índice de conservación de esqueletos adultos tiende a superar el 50% de los elementos conservados. Diversos estudios han apuntado a factores intrínsecos (e.g. una mayor cantidad de colágeno y una menor densidad en la matriz ósea de los esqueletos de individuos no adultos) y extrínsecos (e.g. la metodología de excavación) que afectan negativamente la conservación de los restos de individuos no adultos (Lewis 2007; Manifold 2012, 2013 y 2015).

Perfil biológico y demográfico

Número mínimo de individuos, sexo, edad y mortalidad

En este apartado se determina el número mínimo de individuos estudiados en Balaguer, se identifican aquellas tumbas que pueden contener más de un individuo y se presenta la distribución por sexo y edad de este número mínimo de individuos. Seguidamente, se discute la información demográfica y de mortalidad que se puede derivar de esta distribución.

Puesto que los esqueletos estudiados se excavaron diferenciados por tumbas, para calcular el número mínimo de individuos (NMI) se trata cada enterramiento como un contexto aislado, calculando el NMI identificado en cada enterramiento y sumando su total. En cada tumba, el NMI se calcula en base al número de los huesos repetidos, considerando también cualquier diferencia sexual o de edad observada en los huesos y/o dientes (White y Folkens 2005: 339-340). En la mayoría de los casos el NMI corresponde a un individuo por enterramiento. Sin embargo, en las siguientes fosas de inhumación se encuentran o bien elementos óseos repetidos o bien elementos que no se corresponden en edad y/o sexo, por el que se estima que en cada tumba hay más de un individuo representado (Tabla 13; Figura 43).

Tabla 13. Fosas de inhumación con más de un individuo representado en la población de Balaguer.

Identificador	NMI	Motivo
HA1	3	El individuo principal corresponde a un esqueleto de sexo masculino de entre 30 y 50 años. Además, se distingue una porción de fémur repetida correspondiente a un individuo de edad juvenil o adulto (la porción de fémur tiene proporciones compatibles con un individuo adolescente o adulto) y sexo indeterminados y un ilion izquierdo correspondiente a un individuo de entre 1 y 2 años.
HA5	3	Se identifican dos individuos adultos de sexo indeterminado que se distinguen entre sí porque se encuentran huesos repetidos y un individuo de entre 1 y 5 años. Uno de los individuos adultos se encuentra bien representado, mientras que se conservan pocos restos de los otros dos individuos.
HA6	2	El individuo principal corresponde a un esqueleto de sexo femenino de entre 30 y 50 años. Además, se distinguen diversos elementos esqueléticos repetidos que corresponden como mínimo a un individuo de edad y sexo indeterminados.
HA9	2	El individuo principal corresponde a un esqueleto de sexo femenino de entre 30 y 50 años. Además, se distinguen diversos elementos esqueléticos repetidos que corresponden como mínimo a un individuo de edad y sexo indeterminados.
32.3	2	El individuo principal corresponde a un esqueleto adulto femenino de edad indeterminada. Además, se distinguen restos de un individuo perinatal. ⁴¹
32.6	2	El individuo principal corresponde a un esqueleto adulto femenino de edad indeterminada. Además, se distingue un fémur correspondiente a un individuo perinatal. ⁴²
PA21UE55	2	El individuo principal corresponde a un esqueleto adulto de sexo indeterminado. Además, se distinguen dos dientes deciduos (incisivo y molar) correspondientes a un individuo no adulto de edad indeterminada.

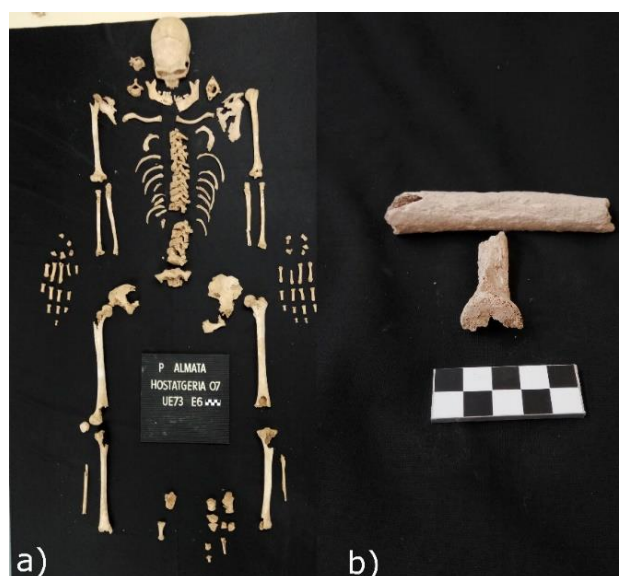


Figura 43. Fosa de inhumación HA6, en la que se identifican un individuo principal (a) y elementos óseos que por repetición no pueden corresponder a este (b).

⁴¹ El fémur de este individuo mide 49,9 mm de largo, por lo que se estima que tenía entre 24 y 28 semanas de gestación según las estimaciones sugeridas por Jeanty (1983).

⁴² El fémur de este individuo mide 31,3 mm de largo, por lo que se estima que tenía entre 20 y 24 semanas de gestación según las estimaciones sugeridas por Jeanty (1983).

Con esto, se calcula un NMI de 57 individuos repartidos en 48 fosas de inhumación. Siete de los individuos se encontraban en el sector de inhumación cercano a la muralla, en el oeste, y los 50 restantes en la *maqbara* este. Todas las tumbas dobles o triples se identifican en la *maqbara* sureste. En otras *maqābir* de la Frontera Superior también se han detectado tumbas no individuales, como es el caso de la *maqbara* situada en la Suda de Tortosa (Armentano y Nociarová 2016). Aunque es un hecho usual, no puede dejar de considerarse *ex norma*, ya que el rito malikí desaconsejaba la reutilización y la superposición de tumbas (Fierro 2000).⁴³

Existen dudas sobre si dos de las fosas pueden cualificarse como dobles, ya que ambas contienen un esqueleto de sexo femenino junto a restos de un individuo perinatal. Aunque su edad estimada indica que posiblemente aun se encontraban en gestación, la planimetría de la intervención de la que proceden (intervención del año 1993) no permite detectar claramente si los esqueletos adultos junto a los cuales se encontraban inhumados (UEs 4 y 7) presentaban los restos alojados en la zona pélvica y de este modo obtener más datos que contribuyan a determinar si las muertes de estos individuos no adultos se produjeron en un momento gestacional o en un momento cercano al parto, que en todo caso habría sido prematuro (Figura 44). En Tudela (Navarra), se han identificado dos otros enterramientos por rito islámico de las mismas características (de Miguel 2011). Se concluye que uno de los esqueletos adultos correspondía posiblemente a una madre gestante, inhumada junto al feto aun en gestación, y el otro a un esqueleto de sexo también femenino con un embarazo a término. En las poblaciones medievales de San Nicolás de Murcia (Murcia) y Terrassa (Barcelona), también se identifican casos similares (Brandi 1992:79; Jordana 2007:71).

⁴³ El rito funerario descrito por la escuela de derecho malikí, fundada por Malik ibn Anas en el 795, fue hegemónico en la Península Ibérica y se introdujo bajo el emirato de Hisham I. De manera previa, se tendía a seguir los preceptos de la escuela awza'í, fundada por al-Awza'i (Martos Quesada 2008).

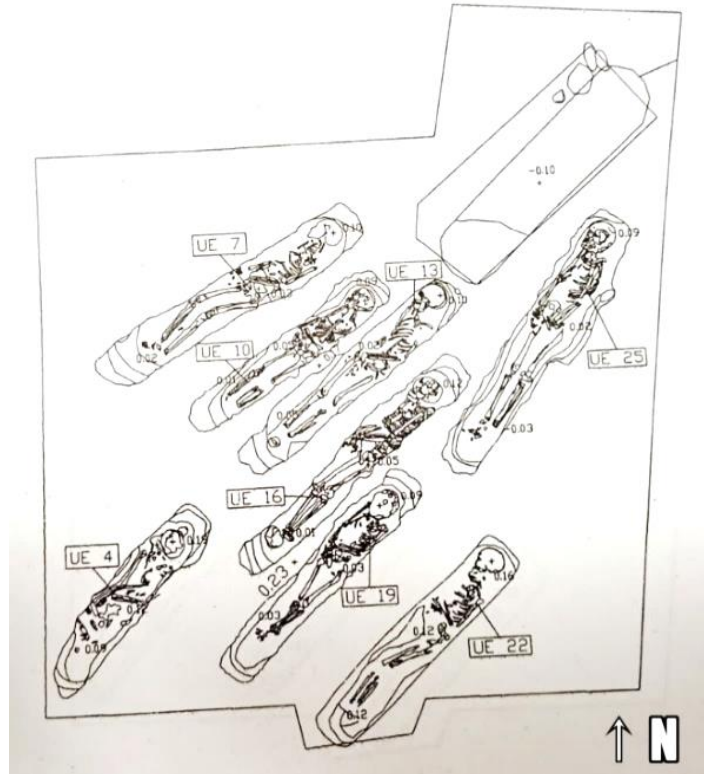


Figura 44. Planimetría de los esqueletos recuperados durante la excavación del sondeo 32 (intervención del año 1993). Aunque el norte no queda indicado en la planimetría original, la orientación de los esqueletos permite sugerirlo. Modificado de Pròleg (s.f.).

En la muestra adulta ($n=37$; 65%) se identifican un 38% ($n=14$) de individuos de sexo masculino y un 32% ($n=12$) de individuos de sexo femenino (Tabla 14). Todos los grupos de edades están representados, aunque se destaca el mayor número de individuos de sexo masculino en el grupo adulto joven (de 18 a 30 años; $n=7$, un individuo de sexo femenino y seis de sexo masculino) y la falta de individuos de sexo femenino mayores de 50 años ($n=3$). Existe, sin embargo, un gran número de adultos de edad y de sexo no determinados ($n=11$) y de individuos de sexo femenino ($n=7$) la edad de los cuales no se ha podido estimar que deben tenerse en cuenta al valorar esta distribución.

Los individuos no adultos representan un 26% ($n=15$) de la muestra (Tabla 14). Se destaca la presencia de individuos perinatales ($n=2$) pese al mal estado de conservación de la mayoría de los esqueletos. Tanto la franja de edad de 1 a 5 años como la de 5 a 10 años están representadas por 4 individuos, mientras que se identifican 2 individuos de 10 a 15 años (Tabla 14). Otros dos individuos han sido clasificados como adolescentes (15-18 años). Aunque, como se ha especificado en el capítulo 3. Métodos (ver *Methods used for age estimation*), no existe una metodología ampliamente aceptada para la estimación sexual de individuos no adultos, se ha realizado una

estimación sexual preliminar de estos dos individuos adolescentes empleando los mismos métodos descritos para la población adulta que indica que uno sería de sexo posiblemente masculino y el otro de sexo posiblemente femenino.

Tabla 14. Distribución por sexo y edad de la población de Balaguer.

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

En la Tabla 15 se presenta una tabla de mortalidad elaborada a partir de las estimaciones de edad extraídas de la muestra estudiada, acorde con los datos presentados en la Tabla 14. Se observa que los rangos de edad con mayor número de muertos son los rangos de 20 a 30 años (n=7), de 30 a 50 años (n=6) y de 0 a 5 años (n=6) (Figura 45). Dejando de lado los individuos mayores de 50 años ($q_x = 1,00$), los mayores porcentajes y probabilidad de muerte se encuentran en los individuos adultos de entre 20 y 30 años ($q_x = 0,44$) y de 30 a 50 años ($q_x = 0,67$). Por lo tanto, parece que las categorías de edad adulta son las más afectadas. Esto probablemente está influenciado por la baja representación de la población no adulta, que solo constituye el 26% del total de individuos estudiados.

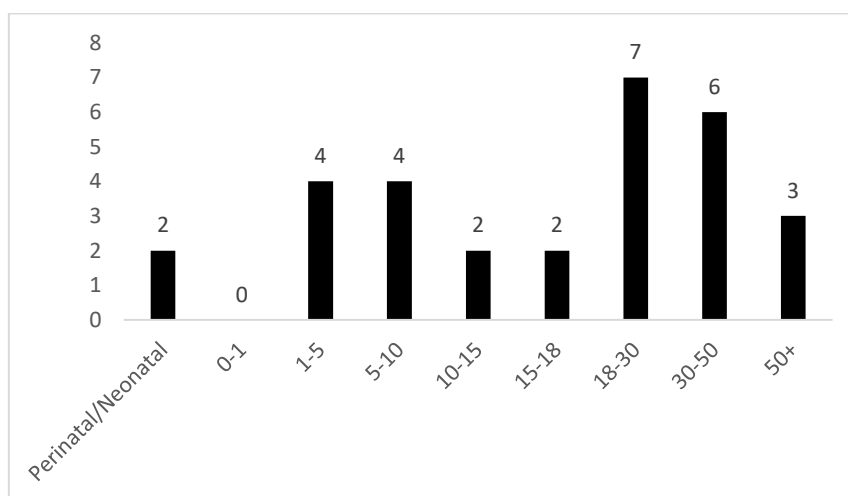


Figura 45. Mortalidad por rangos de edad en la población de Balaguer.

Combinando la información encontrada en la Tabla 14 y la Tabla 15, la mortalidad de la población adulta no parece indicar un episodio catastrófico o anormal (DeWitte 2010; Curtis y Roosen 2017). Sin embargo, se destaca que el rango de edad de 18 a 30 años presenta mayoritariamente individuos de sexo masculino ($n=6$), lo que no coincide con el perfil demográfico de otras poblaciones arqueológicas, ya que normalmente la mortalidad femenina ($n=1$ en la población estudiada) es mayor en este rango debido a complicaciones gestacionales, del parto o del posparto (Molleson 1986; Campillo 1995; Sayer y Dickinson 2013). Además, solamente se identifican individuos mayores de 50 años de sexo masculino ($n=3$). Esta distribución se puede deber, sin embargo, al gran número de individuos adultos de sexo femenino ($n=7$) y de sexo indeterminado ($n=11$) de los cuales no se ha podido precisar la edad. Además, esta población corresponde a una *maqbara* cuya excavación es incompleta, por lo que es posible que su mortalidad esté representada parcialmente (Chamberlain 2000).

Respecto a la mortalidad de la muestra no adulta, las menores probabilidades de muerte se concentran en los intervalos de 10 a 15 años y de 15 a 20 años ($q_x= 0,10$ y $0,11$), mientras que la probabilidad de muerte de más elevada se encuentra en el rango de 0 a 5 años ($q_x= 0,20$), seguido por el rango de 5 a 10 años ($q_x= 0,17$). Los valores obtenidos coinciden con la curva de mortalidad infantil de poblaciones preindustriales, puesto que la mortalidad va disminuyendo hasta alcanzar un mínimo en la edad de diez años (Rousham y Humphrey 2002: 124). Sin embargo, si se toma como referencia solamente el número de individuos identificados en cada rango de edad, el comportamiento de la mortalidad en la población no adulta de Balaguer no encaja con estos mismos patrones, ya que la mortalidad infantil alcanza un pico en el rango de edad Niño I (de 1 a 5 años) pero se mantiene en el rango de edad siguiente (Tabla 14). Respecto al bajo número de observaciones, es bien conocido que debido a la fragilidad de los restos esta franja de edad suele estar infrarrepresentada en las colecciones arqueológicas (Chamberlain 2000). Por lo tanto, aunque en la población estudiada se identifican individuos menores de un año de edad ($n=2$), la peor conservación de los individuos no adultos puede haber influido la capacidad de detección de estos.

Tabla 15. Tabla de mortalidad de la población de Balaguer.

Rango de edad (años)	Duración del intervalo	Nº de muertos	% de muertos	Supervivientes	Probabilidad de muerte
X	n	Dx	dx	lx	qx
0-5	5	6	20,0	100	0,20
5-10	5	4	13,3	80,0	0,17
10-15	5	2	6,7	66,7	0,10
15-20	5	2	6,7	60,0	0,11
20-30	10	7	23,3	53,3	0,44
30-50	20	6	20,0	30,0	0,67
50-70	20	3	10,0	10,0	1,00

Atributos físicos. La estatura

En este apartado se presentan las estaturas medias de la población de Balaguer en función de su sexo y se realiza una comparación de los resultados obtenidos mediante las tres metodologías descritas en el capítulo 3. Métodos. También se realiza un estudio estadístico del dimorfismo sexual y se discuten los resultados obtenidos en este.

Se han calculado las estaturas de un total de 6 individuos de sexo masculino y 5 individuos de sexo femenino, para los cuales había 6 fémures, 5 húmeros, 4 tibias, 3 cúbitos y 7 radios disponibles. Con tal de maximizar el número de observaciones y, a la vez, presentar unos datos fiables, los resultados se presentan tanto por compilación general de todas las mediciones de huesos como por hueso (Tabla 16 y Tabla 17). Se presentan siempre en forma de estatura media estimada. Las mediciones por hueso e individuo pueden encontrarse en el Anexo.

Las estaturas calculadas mediante el método propuesto por Trotter y Gleser (1952) presentan los valores más altos para la población de sexo masculino tanto por hueso como en la compilación general (Tabla 16). La fórmula propuesta por Trotter y Gleser (1952) proporciona, de media, una estatura 4,6 cm superior a las fórmulas propuestas por Mendonça (2000) y Pearson (1898). A su vez, estas presentan valores próximos entre sí, sin que ninguna de las dos muestre valores claramente superiores o inferiores. Esto no se cumple en los individuos de sexo femenino, posiblemente porque la metodología de Trotter y Gleser (1952) permitió realizar más observaciones que las metodologías de Mendonça (2000) y Pearson (1898).

Tabla 16. Estatura media de la población de Balaguer teniendo en cuenta todas las mediciones óseas disponibles.⁴⁴

	Pearson				Mendonça				Trotter y Gleser			
	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N
Hombres	163,5	3,5	<0,01	6	161,9	4,4	N/A	5	168,6	3,8	<0,01	6
Mujeres	151,9	0,5		3	153,5	N/A	N/A	1	150,3	7,8		5

Tabla 17. Estatura media de la población de Balaguer por hueso medido.

		Pearson			Mendonça			Trotter y Gleser		
		Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD	N
Hombres	Fémur	162,9	3,4	5	161,8	5,4	4	164,7	4,3	5
	Húmero	161,3	2,9	4	162,1	3,9	3	166,9	3,1	4
	Tibia	166,5	0,3	3	N/A	N/A	N/A	171,8	0,3	3
	Cúbito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	170,6	4,2	2
	Radio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	169,5	0,7	4
Mujeres	Fémur	151,6	N/A	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Húmero	151,6	N/A	1	153,5	N/A	1	155,8	N/A	1
	Tibia	152,4	N/A	1	N/A	N/A	N/A	157,2	N/A	1
	Cúbito	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A	146,4	N/A	1
	Radio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	147,5	9,8	3

Se identifica un dimorfismo sexual en la estatura marcado independientemente de la metodología observada (Tabla 18). Dado que el número de observaciones por hueso es bajo, se ha testado si este dimorfismo es significativo considerando las estaturas calculadas teniendo en cuenta todas las observaciones y huesos. Por el mismo motivo, no se han realizado estos mismos cálculos teniendo en cuenta solamente las estaturas estimadas mediante un solo hueso. Dado que el test de Mann-Whitney requiere un número de individuos mínimo de 5 por grupo (en este caso para los grupos masculino y femenino) solo se ha podido testar si los resultados son significativos en las estaturas obtenidas mediante las fórmulas de regresión de Trotter y Gleser (1952). El resultado del test es significativo ($p < 0,01$). También se ha podido aproximar el test de Mann-Whitney mediante las fórmulas de regresión de Pearson (1989) pese que la muestra femenina solo cuenta con tres observaciones.

Tabla 18. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Balaguer.

	$\bar{X}_{\text{♂}} - \bar{X}_{\text{♀}}$	U	Z	p
Pearson	11,4	0	2,53	<0,01
Mendonça	8,5	N/A	N/A	N/A
Trotter y Gleser	18,3	0	3,57	<0,01

⁴⁴ La fragmentación de los huesos largos permitió la medición de relativamente pocos huesos en comparación al número total de esqueletos estudiados. Por esta razón, los resultados presentados son meramente orientativos y deben tomarse con precaución.

La detección de un dimorfismo sexual en la estimación de la talla media por sexo se concreta en una diferencia de entre ~9 cm y ~18 cm en función de la fórmula de regresión empleada (Tabla 18). Aunque una diferencia de ~18 cm es alta, se ajusta a los rangos observados en poblaciones modernas y también en estudios entomológicos (Gray y Wolfe 1980; Bogin et al. 2017). El hecho de haber observado un dimorfismo sexual significativo y considerado dentro de los rangos esperados en poblaciones modernas independientemente de la fórmula de regresión empleada se puede vincular a la existencia de un entorno poco adverso, ya que la falta de dimorfismo sexual se relaciona con la existencia de un entorno adverso durante la etapa de desarrollo del individuo (Cámara 2015; Bogin et al. 2017).

Rasgos no-métricos

En este apartado se presentan las frecuencias de expresión de cada rasgo no-métrico estudiado y se explora la posible relación entre su aparición y la edad o el sexo de los individuos.

Ninguno de los individuos observados en Balaguer presenta el hueso inca. Por este motivo, no se ha podido testar su posible correlación entre sexo o edad en la población estudiada. Este es también el caso para el hueso bregmático y los osículos sagitales. Se pudo observar la presencia o la ausencia del resto de los rasgo no-métricos localizados en el cráneo, aunque en ninguno se identifica una posible correlación entre sexo o edad de los individuos salvo en el caso de los forámenes parietales, que se observan con una frecuencia de 0,3 (6/18) (Tabla 19). Parece que su presencia se correlaciona con el sexo de los individuos de Balaguer ($p=0,04$), aunque el tamaño de la muestra es ciertamente bajo. No se ha encontrado ningún estudio que identifique diferencias sexuales en la expresión de este rasgo no-métrico (Mann et al. 2009; de Souza et al. 2021). No se observa una diferencia significativa en su distribución por grupos de edad ($p=0,52$).

Respecto a los rasgos no-métricos dentales, no se observan fosas de interrupción en los incisivos centrales superiores, dobles raíces en los caninos inferiores o en los primeros premolares superiores, hipoconúlidos en los segundos molares inferiores, ni tampoco extensiones del esmalte en el primer molar superior (Tabla 19). Los primeros premolares superiores ($frec=0,07$; 1/15) presentan odontomas, mientras que los segundos premolares superiores no lo hacen. Sí que se observa una variabilidad en la expresión del resto de rasgos no-métricos dentales, aunque en ninguno se identifica una posible correlación entre sexo o edad de los individuos salvo en el caso de las fosas de interrupción en los incisivos laterales superiores, que se encuentran presentes con una

frecuencia de ~0,1 (2/19). Su distribución por sexo no es significativa ($p=1$), pero parece hallarse una correlación con la edad ($p=0,04$), ya que los individuos menores de 18 años los presentan en la mitad de los dientes observados (2/4) mientras que el grupo adulto no presenta ninguno (0/15). No se han encontrado estudios publicados que identifiquen una correlación entre este rasgo no-métrico y la edad, aunque la mayoría no realizan esta comparación (Matsumura et al. 2001; Vargiu et al. 2009 Schrader et al. 2014).

Por lo que refiere a los rasgos no-métricos poscraneales, ninguno de los individuos observados presenta foramen septal o fosa de vasto. Tampoco se observan facetas de Poirier o tercer trocánter. No se observa una diferencia significativa en su distribución por sexo o por grupos de edad en los rasgos no-métricos poscraneales que muestran variabilidad (Tabla 19).

Tabla 19. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Balaguer clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total			Hombres			Mujeres			Fisher	Montecarlo	<18 años			>18 años			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	p	p	Total	P	A	Total	p	p	P	A	Total	P	A	Total	p	p
Foramen parietal	6	18	33	5	2	7	1	7	8	[*] 0,04	0,04	0	3	3	6	9	15	0,52	0,52
Foramen infrao. múltiple	1	11	9	1	4	5	0	5	5	1	1	0	0	0	1	10	11	N/A	N/A
Hueso inca	0	13	0	0	4	4	0	7	7	N/A	N/A	0	2	2	0	11	11	N/A	N/A
Hueso bregmático	0	11	0	0	4	4	0	6	6	N/A	N/A	0	1	1	0	10	10	N/A	N/A
Hueso asteriónico	4	18	22	2	5	7	2	7	9	1	1	0	2	2	4	12	16	1	1
Hueso epitérico	3	14	21	1	4	5	2	5	7	1	1	0	2	2	3	9	12	1	1
Os. coronales	2	13	15	0	4	4	2	5	7	0,49	0,50	0	2	2	2	9	11	1	1
Os. sagitales	0	14	0	0	4	4	0	6	6	N/A	N/A	0	2	2	0	10	10	N/A	N/A
Sutura metópica	1	14	7	1	2	3	0	8	8	0,27	0,27	0	2	2	1	11	12	1	1
Foramen supraorbital	11	15	73	5	1	6	5	2	7	1	1	0	1	1	11	3	14	0,27	0,26
Fosas de interrupción (UI1)	0	19	0	0	8	8	0	8	8	N/A	N/A	0	4	4	0	15	15	N/A	N/A
Fosas de interrupción (UI2)	2	19	11	1	7	8	0	8	8	1	1	2	2	4	0	15	15	[*] 0,04	0,04
Incisivos en pala (UI1)	10	18	56	3	4	7	4	4	8	1	1	4	0	4	6	8	14	0,09	0,09
Doble raíz (LC)	0	14	0	0	7	7	0	5	5	N/A	N/A	0	1	1	0	13	13	N/A	N/A
Canino de Bushman (UC)	1	17	6	1	7	8	0	7	7	1	1	0	3	3	1	13	14	1	1
Doble raíz (UP1)	0	17	0	0	6	6	0	9	9	N/A	N/A	0	2	2	0	15	15	N/A	N/A
Odontoma (UP1)	1	15	7	1	7	8	0	5	5	1	1	0	3	3	1	11	12	1	1
Odontoma (UP2)	0	12	0	0	5	5	0	5	5	N/A	N/A	0	3	3	0	9	9	N/A	N/A
Extensiones del esmalte (UM1)	0	17	0	0	6	6	0	7	7	N/A	N/A	0	5	5	0	12	12	N/A	N/A
Cúspide de Carabelli (UM1)	3	17	18	1	5	6	0	6	6	1	1	2	3	5	1	11	12	0,19	0,19
Hipoconúlido (LM1)	0	11	0	0	4	4	0	4	4	N/A	N/A	0	4	4	0	7	7	N/A	N/A
Hipoconúlido (LM2)	0	11	0	0	5	5	0	5	5	N/A	N/A	0	3	3	0	8	8	N/A	N/A
Foramen Supraescapular	5	14	36	4	5	9	1	3	4	1	0,61	1	1	2	4	8	12	1	1
Foramen Septal (Húmero)	0	15	0	0	9	9	0	5	5	N/A	N/A	0	3	3	0	12	12	N/A	N/A
Fosa de vasto	0	11	0	0	9	9	0	2	2	N/A	N/A	0	4	4	0	18	18	N/A	N/A
Tercer trocánter	0	22	0	0	9	9	0	11	11	N/A	N/A	0	1	1	0	11	11	N/A	N/A
Faceta de Poirier	0	12	0	0	8	8	0	4	4	N/A	N/A	0	1	1	1	10	11	1	1
Fosa de Allen	1	12	8	1	6	7	0	5	5	1	1	0	1	1	0	10	10	N/A	N/A

Patología bucodental

En este apartado primeramente se presenta el estatus de la dentición de la población de Balaguer con tal de evaluar como la falta de información sobre algunas de las piezas ha influido en la posterior evaluación de la salud e higiene bucodental de la población. Seguidamente, se presentan las frecuencias de aparición de las patologías dentales estudiadas y se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen y una valoración de los resultados obtenidos.

Se recuperaron un total de 646 dientes erupcionados, que representan un 41,4% del total esperado para la población estudiada (Tabla 20). Mientras, el 46,8% de los dientes esperados tiene un estatus desconocido. Se identifican más pérdidas dentarias *ante mortem* (4,8%) que *post mortem* (2%) por alveolo observado. Las pérdidas dentarias *ante mortem* son más comunes en la dentición posterior que en la dentición anterior. Solamente se identifican 6 casos de no erupción (0,4%), siempre en la dentición posterior. Por último, se identifican un total de 11 dientes cuya erupción no se había completado (0,7%) y 54 dientes que restaban por erupcionar (3,5%) y por lo tanto se encontraban alojados en el hueso alveolar durante el proceso de análisis antropológico.

Tabla 20. Estatus dentario de la población de Balaguer.

	Anterior	Posterior	Total	%
Total esperado ⁴⁵	624	920	1544	100
Erupcionado	251	395	646	41,4
Erupcionado permanente	225	365	590	43,9
Erupcionado deciduo	26	30	56	28,0
Pérdida <i>ante mortem</i>	10	64	74	4,8
Pérdida <i>post mortem</i>	24	7	31	2,0
Estatus desconocido	311	411	722	46,8
Ausente (no erupción)	0	6	6	0,4
Erupcionando	3	8	11	0,7
Sin erupcionar	25	29	54	3,5

Hipoplasia lineal del esmalte

La dentición decidua no presenta hipoplasia lineal del esmalte en ninguna de las piezas observadas (Tabla 21). Por su parte, el 14,6% de la dentición permanente se encuentra afectada. La dentición anterior (25,3%) presenta una afectación notablemente más

⁴⁵ El cálculo de dientes esperados se realiza sobre 52 individuos (42 individuos con dentición permanente y 10 individuos con dentición decidua) y no sobre el NMI de 57, puesto que no se pudo determinar la edad de 5 esqueletos que tampoco presentaban dentición, con lo cual se desconoce si presentaban dentición decidua o permanente.

elevada que la dentición posterior (7,8%), una diferencia que es significativa ($\chi^2 p < 0,01$). 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 ($\chi^2 p = 1$) ni por categoría dental (anterior p Fisher = 0,37 p Montecarlo = 0,37; posterior p Fisher = 0,83 p Montecarlo = 0,83).

Tabla 21. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Balaguer.

	Anterior			Posterior			Total		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%
Decidua (n=6)	0	26	0	0	30	0	0	46	0
Permanente (n=36)	47	186	25,3	23	294	7,8	70	480	14,6
Adultos (n=31)	44	166	26,5	23	259	8,9	67	425	15,8
Hombres (n=13)	19	72	26	14	126	11,1	33	198	16,7
Mujeres (n=11)	25	73	34	9	92	10	34	165	20,6

Tal como se ha discutido en el capítulo 3. Métodos (ver *Linear Enamel Hypoplasia*), la hipoplasia lineal del esmalte tiene un carácter multifactorial y está estrechamente relacionada con numerosos factores de estrés fisiológico producidos durante la etapa de desarrollo del diente (Silva-Sousa et al. 2003; Ford et al. 2009; Munoz et al. 2012; Souza et al. 2012; Ghanim et al. 2013; Gravina et al. 2013; Masumo et al. 2013; Jacobsen et al. 2014; Schroth et al. 2014). Algunos de estos son el estatus socioeconómico, la nutrición, el destete, los niveles de flúor y el parto prematuro, o la contracción de enfermedades de tipo infeccioso durante la infancia, que interrumpen la formación del diente durante su etapa de formación (Goodman et al. 1988; Lukacs et al. 2001; Psoter et al. 2005).

Caries dental

La dentición decidua no muestra caries dental en ninguna de las piezas observadas (n=37) (Tabla 22). Diversos estudios clínicos encuentran frecuencias de caries dental bajas en la dentición decidua de poblaciones modernas y correlacionan su aparición con estatus socioeconómicos bajos (Slade 2001). Hay factores ambientales, 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 amamantamiento, que también intervienen en la aparición de caries dental en la dentición decidua y que se pueden dar en poblaciones medievales (Pascoe y Kim Seow 1994; Harris et al. 2004; Tanaka et al. 2015; Su et al. 2018; Paixão-Gonçalves et al. 2019; Qin et al. 2019). En especial, los estudios basados en poblaciones arqueológicas tienden a asociar frecuencias altas con un alto consumo de carbohidratos, mientras que los estudios clínicos han sugerido que la preexistencia de hipoplasia puede influir en la

contracción de caries debido a una capa de esmalte más fina y susceptible de ser disuelta por elementos ácidos (Takahashi y Nyvad 2008; Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Por otra parte, tanto la dieta como la microflora que habitan la boca del propio individuo o la susceptibilidad de determinados dientes influyen en la aparición de caries (Hunter 1988; Pitts et al. 2017; Hillson 2019).

La dentición permanente presenta una frecuencia de caries dental total del ~10%, tanto si se cuentan solamente los individuos adultos como la totalidad de la dentición permanente (Tabla 22). Como es común en poblaciones arqueológicas y actuales, la dentición posterior presenta una frecuencia más elevada de caries dental (Duyar y Erdal 2003; Wyne 2008; Tafere et al. 2018). En esta población, la caries dental es ligeramente más usual en la población de sexo masculino (n=12; 10,2%) que en la de sexo femenino (n=10; 8,2%), sin que la diferencia sea significativa (Tabla 22).

Tabla 22. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Balaguer. Las lateralidades y ubicación inferior/ superior se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas.^{46 47} *Se ha empleado el test χ^2 .

	Permanente (n=30)			Adultos (n=27)			Hombres (n=12)			Mujeres (n=10)			Fisher p	Montecarlo p	Decidua (n=4)		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%			n	N	%
I1	3	63	5	3	58	5	2	28	7	1	27	4	1	1	0	9	0
I2	2	66	3	2	64	3	2	28	7	0	29	0	0,24	0,24	0	2	0
C	5	72	7	5	72	7	4	37	11	1	31	3	0,37	0,35	0	9	0
Total anterior	10	201	5	10	194	5,2	8	93	9	2	87	2	0,10	0,11	0	20	0
P1	1	76	1	1	76	1	0	35	0	0	33	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
P2	7	73	10	7	73	10	3	36	8	2	30	7	1	1	N/A	N/A	N/A
M1	8	55	15	8	55	14	5	26	19	2	23	9	0,42	0,42	0	9	0
M2	15	71	21	15	60	25	5	28	18	6	26	23	0,74	0,75	0	8	0
M3	11	50	22	11	50	22	4	27	15	6	20	30	0,29	0,29	N/A	N/A	N/A
Total posterior	42	325	12,9	42	314	13,4	17	152	11,2	16	132	12,1	0,85*	N/A	0	17	0
Total	52	526	9,9	52	508	10,2	25	245	10,2	18	219	8,2	0,52*	N/A	0	37	0

Pérdida dental en vida o ante mortem

La frecuencia total de las pérdidas dentales *ante mortem* en la población de Balaguer es del 10,4% (Tabla 23). Se detecta una mayor afectación de la dentición posterior

⁴⁶ Se dispone de los datos referentes al número, severidad y ubicación de las caries observadas en todos los individuos estudiados de cada población. Aunque estos no se presentan en la presente tesis doctoral, están disponibles para ser consultados.

⁴⁷ En esta y todas las tablas que presentan patologías bucodentales, I1= incisivo central, I2= incisivo lateral, C= canino, P1= primer premolar, P2=segundo premolar, M1= primer molar, M2= segundo molar, y M3= tercer molar.

(14,4%) en comparación a la dentición anterior (3,7%). Otras poblaciones arqueológicas y también actuales también presentan esta diferencia en la distribución, que posiblemente se relaciona con el patrón de distribución de la caries dental, ya que ambas patologías están asociadas (Duyar y Edral 2003; Dye et al. 2019; Hillson 2019). Igual que en el caso de la caries dental, los individuos de sexo masculino (12,2%) muestran una mayor afectación que los individuos de sexo femenino (10,3%), sin que esta diferencia sea significativa.

Tabla 23. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Total (n=27)			Hombres (n=12)			Mujeres (n=10)			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
I1	3	86	3	1	37	3	2	33	6	0,60	0,60
I2	4	89	4	2	38	5	2	34	6	1	1
C	3	95	3	1	45	2	2	34	6	0,57	0,58
P1	4	97	4	3	44	7	0	35	0	0,25	0,25
P2	7	94	7	5	46	11	2	33	6	0,69	0,69
M1	26	91	29	14	42	33	9	32	28	0,80	0,80
M2	15	89	17	8	39	21	5	31	16	0,76	0,77
M3	12	73	16	6	36	17	5	30	17	1	1
Total	74	714	10,4	40	327	12,2	27	262	10,3	0,54*	N/A

Cálculo dental

La frecuencia total de afectación por cálculo dental en la dentición permanente es del 25,8%, un porcentaje parecido al de la muestra adulta (27,6%) (Tabla 24). No se observa una tendencia clara en la frecuencia de cálculo dental si se comparan los grupos dentales anterior y posterior y tampoco se identifica una diferencia significativa entre la dentición permanente y el grupo que solamente incluye los individuos adultos ($p=0,53$). Las muestras masculina (28%) y femenina (29%) también presentan una afectación parecida, de modo que no se identifica una diferencia significativas ($p=0,89$) entre las frecuencias presentadas por ambos grupos.

Como se ha discutido en el capítulo 3. Métodos (ver *Dental Caries*, *Dental calculus*), los estudios revisados presentan conclusiones contradictorias acerca de la asociación entre caries dental y cálculo dentales, aunque no se discute la relación entre la aparición de este y una mala higiene bucodental (Liu et al. 2008; Raner et al. 2014; Xiao et al. 2016; He et al. 2018; Hillson 2019).

Tabla 24. Frecuencias de cálculo dental en la población de Balaguer.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Dentición permanente (n=34)	66	225	29,3	86	365	23,6	152	590	25,8	0,53
Adultos (n=32)	66	209	31,6	86	342	25,1	152	551	27,6	
Hombres (n=14)	28	95	29	44	162	27,2	72	257	28,0	0,89
Mujeres (n=11)	32	91	35	35	140	25,0	67	231	29,0	

Cavidad periapical

Los individuos adultos de Balaguer muestran una frecuencia de cavidades periapicales del 1%, con la dentición posterior (1,3%) ligeramente más afectada que la dentición anterior (0,7%) (Tabla 25). Aunque la muestra femenina (2%) presenta una frecuencia mayor que la muestra masculina (0,5%), las diferencias no resultan significativas ($p=0,42$). Diversos estudios relacionan su aparición con otras patologías bucodentales, tales como la caries dental (Forshaw 2014; Hillson 2019).

Tabla 25. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Balaguer.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Adultos (n=26)	1	150	0,7	3	231	1,3	4	381	1,0	0,42
Hombres (n=12)	0	82	0	1	125	0,8	1	207	0,5	
Mujeres (n=11)	1	60	2	2	93	2	3	153	2,0	

Periodontitis

La población de Balaguer presenta una frecuencia de periodontitis del 24,2%, con el hueso alveolar posterior (30%) notablemente más afectado que el anterior (9%) (Tabla 26). Esta diferencia resulta significativa con $p<0,01$. Aunque es posible que la mayor afectación tafonómica de los arcos mandibulares y maxilares anteriores haya influido en los resultados obtenidos, algunos estudios clínicos identifican una mayor afectación de la dentición posterior (Hussein et al. 2016).

Los individuos de sexo masculino (39%) tienden a mostrar una más afectación que los individuos de sexo femenino (20%) en esta población (Tabla 26). Estas diferencias se muestran significativas (Fisher $p= 0,02$; Montecarlo $p= 0,02$). Sin embargo, cuando se comparan las secciones anterior (Fisher $p= 0,28$; Montecarlo $p= 0,55$) y posterior (Fisher $p= 0,12$; Montecarlo $p= 0,12$) las diferencias halladas no son significativas. Por este motivo, no se puede determinar con seguridad que la diferencia significativa observada en el total del hueso alveolar sea un positivo real.

Tabla 26. Frecuencias de periodontitis en la población de Balaguer.

	Anterior			Posterior			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Adultos (n=21)	4	43	9	33	110	30,0	37	153	24,2	^a <0,01	<0,01
Hombres (n=9)	2	8	25	18	43	42	20	51	39	^a 0,02	0,02
Mujeres (n=9)	2	22	9	11	44	25	13	66	20		

Valoración de las patologías bucodentales encontradas en Balaguer

La observación de las patologías dentales en la población de Balaguer presenta un problema inicial, el alto número de piezas dentales con estatus desconocido (46,8% de la dentición esperada). Teniendo esto en cuenta, se puede realizar la siguiente valoración.

En general, se detectan diferencias en las frecuencias de las patologías bucodentales cuando se compara el grupo dental, anterior y posterior, al que los dientes pertenecen. Estas diferencias se observan usualmente en otras poblaciones arqueológicas y actuales, y responden a diferentes factores, tales como la morfología y posición del diente o su papel en la masticación, que influyen en la prevalencia de cada patología (i.a. Burakoff 2003; Silk et al. 2008; Hara y Zero 2010; Pitts et al. 2017). La frecuencia de observación de la hipoplasia lineal del esmalte (14,6% en la dentición permanente) es difícil de valorar en sí misma, aunque se destaca su no aparición en la dentición decidua (0/46), que varios estudios relacionan con la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que la aparición de este marcador de estrés fisiológico requiere, y la falta de diferencias sexuales significativas (Figura 46) (Griffin y Donlon 2009).

Tampoco se ha observado caries dental en dentición decidua (0/37). El 9,9% de la dentición permanente está afectada por la caries, un porcentaje que se eleva a 10,2% si solamente se tiene en cuenta la población adulta. La diferencia entre las frecuencias observadas en la dentición permanente y el grupo de dientes pertenecientes a individuos adultos no resulta significativa, y tampoco se obtienen diferencias significativas si las frecuencias obtenidas en la población de sexo masculino y femenino se comparan. Las frecuencias de cálculo dental tampoco muestran diferencias significativas entre sexos y presentan una frecuencia total del 25,8% en la dentición permanente y del 27,6% en la dentición de la población adulta (Figura 46). Estas frecuencias no son exactamente inversas a las frecuencias de caries dental pero mantienen una correlación ($\chi^2 p < 0,01$), hecho que se puede relacionar con el vínculo que algunos estudios identifican entre algunas de las bacterias que presentes en la placa dental y la contracción de caries dental (Liu et al. 2008; Xiao et al. 2016; He et al. 2018).

Por otro lado, la frecuencia de pérdida de dentición en vida es del 10,4% en los individuos con dentición permanente y no muestra diferencias entre sexos, mientras que la periodontitis se presenta con una frecuencia total del 24,0%. La primera se correlaciona con la aparición de caries mientras que la segunda tiene un papel destacado en la pérdida de dentición en vida (Becker et al. 1979; Hillson 2019; Zhao et al. 2019). Por lo tanto, las frecuencias similares de caries dental y pérdida de dentición en vida observadas en esta población pueden entenderse dentro de esta relación pese a no mantener una relación significativa (Figura 46; $\chi^2 p=0,09$). La pérdida de dentición en vida en la muestra estudiada sí que mantiene una correlación con el cálculo dental y la periodontitis ($\chi^2 p < 0,01$). Mientras, la frecuencia más elevada de periodontitis parece no correlacionarse con la frecuencia de cálculo dental a nivel estadístico ($\chi^2 p = 0,77$) aunque la concurrencia entre estas dos patologías bucodentales se ha observado en diversos estudios (Figura 46) (Roberts-Harry y Clerehugh 2000; Hillson 2019). Por último, solamente un 1% de hueso alveolar está afectado por cavidades periapicales. Dado que se relacionan estrechamente con la caries dental, el cálculo dental y la periodontitis, es posible que la frecuencia observada sea ligeramente baja, aunque la mala conservación del hueso alveolar en esta muestra puede haber causado su infra observación (Forshaw 2014; Hillson 2019).⁴⁸

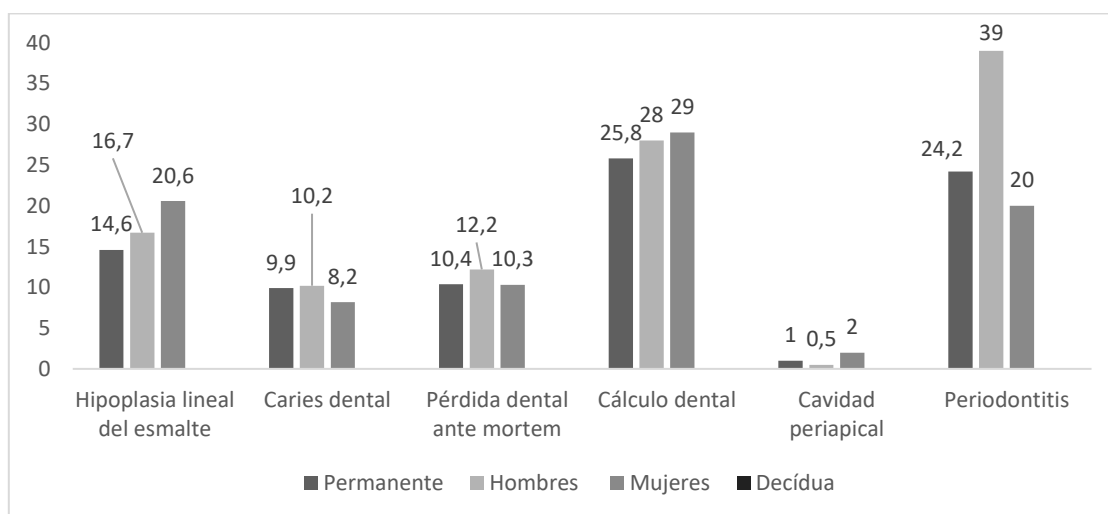


Figura 46. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Balaguer.

Patología del esqueleto

En este apartado se presentan los resultados referentes a las patologías y marcadores de patologías observados en los esqueletos estudiados, que aparecen agrupados por

⁴⁸ Se han conservado el 28,9% de los maxilares y el 45,6% de las mandíbulas observadas. Esto no implica que el mismo porcentaje de hueso alveolar, que es más frágil, se haya conservado.

categorías. En el caso de aquellas patologías cuya documentación se ha sistematizado (ver *Recording cranial and postcranial pathologies*), se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen de los resultados obtenidos en la población y se expone una valoración en conjunto de los marcadores relacionados con el estrés fisiológico y las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física. Como ya se ha indicado al inicio de este capítulo, con tal de evaluar adecuadamente los resultados obtenidos se realiza una comparación interpoblacional en el siguiente capítulo.

Patología metabólica. Criba orbitaria

Tan solo se ha podido observar las órbitas de dos individuos no adultos (Tabla 27). Uno de ellos, 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% (Tabla 27). Se advierte que tanto el número de individuos (n=17) como el de órbitas (n=23) son bajos. Por esta razón, no se presenta la distribución por sexo en la Tabla 27. Dos individuos de sexo femenino y uno masculino constituyen los tres casos observados. Solamente en uno de ellos se conservan ambas órbitas, sin constatarse la presencia bilateral de la criba orbitaria. Aunque esta se presenta más comúnmente de manera bilateral, también puede encontrarse de manera unilateral (Keenleyside y Panayotova 2006; Nagaoka et al. 2018; Cole y Waldron 2019). Cole y Waldron (2019) proponen que la bilateralidad puede implicar un origen sistémico, exceptuando las observaciones en individuos infantiles y aquellos esqueletos procedentes de contextos en los que la higiene personal era pobre.

Tabla 27. Frecuencias de criba orbitaria en la población de Balaguer.

Adultos (n=17)							No adultos (n=2)						
Izquierda		Derecha		Total			Izquierda		Derecha		Total		
n	N	n	N	n	N	%	n	N	n	N	n	N	%
2	10	1	13	3	23	13	1	1	1	2	2	3	67

La criba orbitaria se vincula a patologías de origen metabólico durante la infancia y la etapa de crecimiento, tales como deficiencias vitamínicas o anemia, parásitos gastrointestinales y procesos inflamatorios en el esqueleto facial (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Otras patologías de origen metabólico

Un individuo adulto maduro (30-50 años; HA1) de sexo masculino presenta las vértebras torácicas 11 y 12 fusionadas a lo largo del ligamento anterior longitudinal, que se encuentra osificado y con espacio intervertebral (Figura 47). También se observa producción osteoblástica de hueso nuevo localizada en ambas vértebras. Este individuo presenta dos nódulos de Schmörl en dos caras de los discos vertebrales torácicos (2/22) y artrosis en cuatro caras de los discos vertebrales torácicos (4/24) y seis caras de los discos vertebrales lumbares (6/10). Los discos afectados por nódulos de Schmörl y artrosis no presentan la fusión mencionada y no se observan más modificaciones de origen patológico.

La descripción de la fusión de las dos vértebras torácicas es compatible con un estadio incipiente de Hiperostosis Esquelética Idiopática Difusa (DISH), puesto que las vértebras afectadas son torácicas y se identifica la fusión de sus cuerpos vertebrales solamente en el lado derecho junto a la osificación de los ligamentos y la entesis (Waldron 2009: 73-78). En su fase final, la afectación vertebral debida a DISH se caracteriza por osteofitos gruesos y fluidos en las vértebras torácicas, junto a la osificación del ligamento, que se observa únicamente en el lado derecho de los cuerpos vertebrales. Esta tiene el aspecto de vela derretida y es más prominente en la zona de los discos (Campo-Martín 2003; Waldron 2009:76-77; Kortyna 2017). Por este motivo, para identificar DISH la mayoría de las publicaciones requieren la fusión de como mínimo cuatro cuerpos vertebrales (Resnick y Niwayama 1976; Mader et al. 2012; Kuperus et al. 2019). Sin embargo, las publicaciones más recientes indican que los estadios más incipientes de DISH se caracterizan por recrecimientos óseos más pequeños y aislados que tienen origen en la porción central anterior del cuerpo vertebral (Castells Navarro y Buckberry 2020). Por lo tanto, las modificaciones observadas se pueden calificar como DISH. El individuo estudiado presenta un perfil compatible con esta enfermedad, puesto que DISH es más común en hombres que en mujeres y raramente se presenta en individuos menores de 40 años. (Olivieri et al. 2008; Holgate et al. 2016). DISH se clasifica como enfermedad metabólica y se puede asociar a la obesidad y diabetes del tipo II (Sarzi-Puttini y Azteni 2004; Mitchell 2012; Bieber et al. 2020).

Como diagnóstico diferencial se plantea un traumatismo vertebral que resultara en unión vertebral. En contextos arqueológicos, las fracturas vertebrales debidas a traumatismos indirectos son el tipo más usual de fractura vertebral y suelen ser causadas por fuerzas de compresión que rompen el disco intervertebral (Lovell y Grauer 2019: 349). Aunque usualmente estos traumatismos toman la forma de herniaciones en el disco vertebral,

también pueden darse casos de rotura del disco vertebral, especialmente si se dan de manera secundaria a otras patologías tales como la osteoporosis (Hoshino et al. 2009; Takahashi et al. 2016). Estas fracturas, sin embargo, acostumbran a dejar una impresión en la superficie del disco vertebral, una característica que no se ha observado en las superficies visibles de las vértebras afectadas, aunque no se puede descartar que se presente en las no observables (Figura 47) (Maat y Mastwijk 2000; Licata et al. 2014; Schnake et al. 2017). En el registro arqueológico, se han identificado casos de unión vertebral parecidos al observado y que se presentan como casos de traumatismo vertebral con osificación posterior (Licata et al. 2014). Aunque estos casos presentan una unión vertebral similar a la observada, en ellos no se observan los osteofitos y recrecimientos óseos asociados con el proceso anquilosante que se identifican en nuestro caso y que también se observan en casos de DISH incipiente (Castells Navarro y Buckberry 2020). Por lo tanto, aunque no se puede descartar que las modificaciones patológicas observadas correspondan a un traumatismo vertebral con unión posterior, parecen más compatibles con un caso de DISH.



Figura 47. Fusión anterolateral de dos vértebras torácicas con recrecimientos óseos (a). Las superficies observables de los discos vertebrales afectados no presentan fracturas o herniaciones (b-c), aunque una de ellas presenta daños post mortem (c).

Patologías degenerativas articulares. Artrosis

La frecuencia total de artrosis del esqueleto apendicular en la muestra es del 2%, y parece que las extremidades superiores (3%) se encuentran más afectadas que las inferiores (1,5%) (Tabla 28). No se detecta artrosis en las articulaciones de la muñeca, cadera y tobillo. Se exceptúa un caso en el que un esqueleto de sexo masculino mayor

de 50 años presenta artrosis bilateral en 4 de los 5 carpos que se conservan. Ninguna de sus dos epífisis de radio muestran signos de esta patología. La artrosis vertebral es más usual en las vértebras lumbares (13,6%) seguidas de las cervicales (9,9%). Por último, las vértebras torácicas presentan una afectación del 6,5%.

Tabla 28. Distribución de la artrosis en la población de Balaguer.

Individuos n=25		n	N	%
Articulación temporal- mandibular	Temporal	1	26	4
	Mandíbula	0	25	0
Total articulación		1	51	2
Hombro	Húmero proximal	0	17	0
	Glenoide	1	17	6
	Clavícula acromial	1	14	7
	Clavícula medial	1	23	4
Total articulación		3	71	4
Codo	Húmero distal	0	17	0
	Cúbito proximal	2	26	8
	Radio proximal	0	19	0
Total articulación		2	62	3
Muñeca	Cúbito distal	0	15	0
	Radio distal	0	19	0
Total articulación		0	34	0
Total extremidad superior		5	167	3,0
Cadera	Fémur Proximal	0	27	0
	Acetábulo	0	23	0
Total articulación		0	50	0
Rodilla	Fémur Distal	0	21	0
	Tibia proximal	1	17	6
	Rótula	1	18	6
Total articulación		2	56	4
Tobillo	Tibia distal	0	18	0
	Peroné distal	0	13	0
Total articulación		0	31	0
Total extremidad inferior		2	137	1,5
Total absoluto		8	355	2,2
Artrosis vertebral	Cervicales	13	131	9,9
	Torácicas	20	308	6,5
	Lumbares	16	118	13,6

El mal estado de conservación de los esqueletos de Balaguer dificulta la observación de las epífisis de los huesos largos y demás zonas de articulación. La conservación de las vértebras tampoco era buena. Por este motivo, el número de observaciones es bajo. En consecuencia, no se han comparado los resultados obtenidos en las muestras femenina y masculina por articulación. Se opta, sin embargo, por presentar las frecuencias de artrosis en las muestras femenina y masculina por grupo de extremidades inferior y

superior y por grupos vertebrales. La población de sexo masculino (n=13) presenta frecuencias de afectación más elevadas tanto en las articulaciones de huesos largos como en las vértebras, encontrándose las vértebras lumbares más afectadas (19%) seguidas de las vértebras cervicales (13%) (Tabla 29). 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 observadas entre las vértebras torácicas y lumbares de cada muestra sexual son significativas ($p < 0,01$), aunque el número de observaciones en la población de sexo femenino es notablemente más bajo. No se identifican diferencias significativas al comprar las frecuencias observadas entre ambos sexos en el resto de los grupos articulares.

Tabla 29. Distribución de la artrosis vertebral y apendicular por muestras sexuales en la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Hombres (n=13)			Mujeres (n=9)			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	p	p
Extremidad superior	5	104	4,8	0	53	0	0,17	0,17
Extremidad inferior	2	93	2	0	43	0	1	0,56
Vértebras cervicales	9	69	13	4	51	8	0,55	0,39
Vértebras torácicas	19	171	11,1	1	123	0,8	^a <0,01*	N/A
Vértebras lumbares	14	73	19	0	41	0	^a <0,01	<0,01

Teniendo en cuenta que la población de sexo masculino cuenta con 4 individuos mayores de 40 años para la observación de artrosis mientras que en la población de sexo femenino no se pudieron estimar con exactitud edades superiores a los 40 años, se ha establecido también una comparativa por los rangos de edad (Tabla 30). Esto también se debe al hecho a la fuerte asociación entre la artrosis y la edad (Weiss y Jurmain 2007). Mediante esta comparación se puede observar cómo, pese al bajo número de individuos, el grupo de mayores de 40 años presenta constantemente frecuencias de artrosis más elevadas (Tabla 30). Las diferencias entre las muestras establecidas según los grupos de edad resultan significativas en los tres grupos vertebrales ($p < 0,01$), pero no en las extremidades. Por lo tanto, es posible que el mayor número de individuos de sexo masculino de edad más avanzada constituya un sesgo en las diferencias sexuales del esqueleto axial.

Tabla 30. Distribución de la artrosis vertebral y apendicular por muestras etarias en la población de Balaguer.

	<40 años (n=11)			>40 años (n=4)			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	p	p
Extremidad superior	2	80	3	3	40	8	0,33	0,33
Extremidad inferior	0	77	0	2	38	5	0,11	0,11
Vértebras cervicales	4	97	4	9	24	38	^a <0,01	<0,01
Vértebras torácicas	4	200	2,0	15	62	24	^a <0,01	<0,01
Vértebras lumbares	6	81	7	8	20	40	^a <0,01	<0,01

Fracturas y traumatismos

Cinco de los 57 individuos analizados (9%) presentan fracturas en su esqueleto, todas ellas *ante mortem* (Tabla 31). En todos los casos se trata de individuos adultos. Se destaca que todos estos individuos son de sexo masculino y que cuatro de los cinco individuos afectados muestran fracturas costales.

Tabla 31. Descripción y frecuencia de las fracturas ante mortem encontradas en la población de Balaguer.

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%

En las poblaciones modernas, tanto las fracturas costales como las fracturas claviculares, que también se identifican en esta población, suelen ser el resultado de caídas y accidentes (Nowak et al. 2000; Lovell y Grauer 2019). Se destaca un individuo de sexo masculino adulto senil (2.1) que presenta 4 fracturas costales mal alineadas en 4 costillas diferentes (Figura 48). No es posible determinar si las cuatro costillas afectadas son contiguas, por lo que no se puede emplear la nomenclatura “fracturas en serie” propuesta por *Chest Wall Injury Society* (Clarke et al. 2019; Edwards et al. 2020). Todas las fracturas costales observadas en este individuo presentan callos óseos con porosidad y osteofitosis. Es posible que la mala alineación de las fracturas responda 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 (Bugaev et al. 2016).

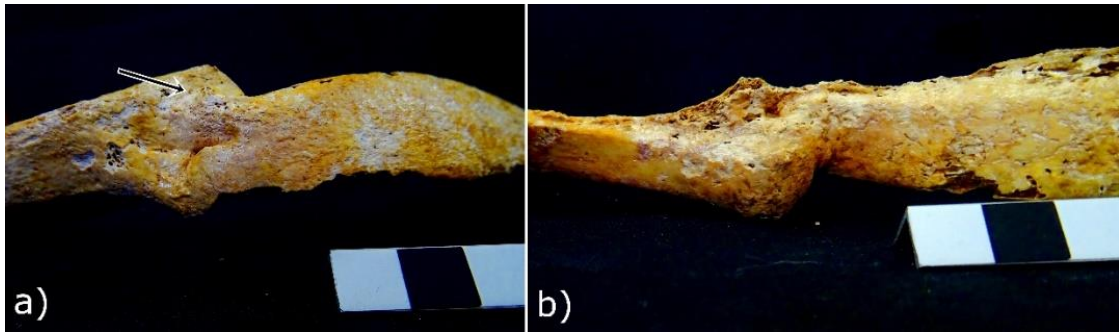


Figura 48. Callo óseo, porosidad (a) y fractura mal alineada(b) en una costilla de un individuo de Balaguer.

Aparte, un individuo de sexo femenino de entre 30 y 50 años (HA6) presenta una depresión en el hueso frontal (1/21; ~5%) interpretada como un traumatismo por fuerza contundente (Figura 49). Tiene forma ovalada con un diámetro de unos 0,8 cm y presenta bordes suaves y sin porosidad. Se trata del único caso de traumatismo localizado en el cráneo en esta población (1/21). La presencia de esta lesión no puede entenderse única o específicamente como una muestra de violencia ya que los traumatismos craneales tienen una gran variedad de etiologías (Galloway y Wedel 2014; Martin y Harrod 2015).



Figura 49. Traumatismo en el cráneo de un individuo de Balaguer.

Evidencias de traumatismos musculares y del cartílago

Cinco individuos (9%) presentan signos de traumatismos musculares y del cartílago. En los cinco se identifica osteocondritis y en uno de ellos también miositis localizada en la diáfisis humeral derecha (Tabla 32). Las clavículas (3/5) están más afectadas por

osteocondritis, mientras que los dos otros casos se encuentran en un metatarso y una costilla. Dado que solamente se ha podido estimar el sexo de dos de los individuos afectados, no se tiene una visión clara de la posible relación entre la osteocondritis y el sexo de los individuos. Por lo que refiere a la edad, no se aprecia una franja más afectada que otras, aunque el número de individuos es muy bajo.

Se destaca un individuo no adulto de entre 10 y 15 años afectado por osteocondritis en el primer metatarso derecho. La osteocondritis afecta especialmente a individuos no adultos entre los 10 y 20 años (Robertson et al. 2003). Su etiología es aún desconocida y, en ocasiones, es asintomática, aunque puede requerir una reducción de la actividad física (Perumal et al. 2007).

Tabla 32. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Balaguer.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Tipo	Localización
SC131	Indet.	10-15	Osteocondritis	Primer metatarso derecho.
ST1	Indet.	>18	Miositis y osteocondritis	Diáfisis humeral derecha; clavícula acromial derecha.
SM28	Hombre	18-30	Osteocondritis	Clavícula medial izquierda.
HA4	Hombre	50+	Osteocondritis	Clavícula medial izquierda.
HA571	Indet.	30-50	Osteocondritis	Costilla izquierda.

Nódulos de Schmörl

La población de Balaguer (n=19) presenta una frecuencia total de nódulos de Schmörl del 4,9% (Tabla 33). Como ya se ha indicado en el capítulo 3. Métodos (*Degenerative joint disease. Osteoarthritis*), en la Tabla 33 no se incluyen las vértebras cervicales; aun así, en ninguno de los 131 discos vertebrales cervicales se ha identificado esta patología.

Todos los casos se identifican en individuos de sexo masculino y se observa una diferencia significativa ($p < 0,01$) entre la frecuencia de aparición en la muestra de sexo masculino (8,8%) y la muestra de sexo femenino (0%). Es muy posible, no obstante, que mal estado de conservación de los cuerpos vertebrales haya repercutido negativamente en el número de observaciones que se han podido realizar. Respecto a los grupos establecidos en función de la edad estimada para cada individuo, el grupo joven (7,0%) presenta frecuencias más altas que el grupo de mayor edad (3,7%), sin que las diferencias lleguen a ser significativas ($p = 0,28$) (Tabla 33).

Si la muestra estudiada se divide por sexos y por los grupos de edad especificados anteriormente, los individuos de sexo masculino presentan mayores frecuencias que los individuos de sexo femenino, puesto que en la muestra de sexo femenina no se han

detectado nódulos de Schmörl (Tabla 33). Dado que los individuos de sexo masculino son los únicos que presentan nódulos de Schmörl, también se comparan las frecuencias presentadas por el grupo joven (9,0%) y las presentadas por el grupo de mayores de 30 años (7,8%). Aunque la frecuencia en el grupo joven es mayor, esta diferencia no es significativa ($\chi^2 p=0,84$).

Tabla 33. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Balaguer. *Se ha empleado el test χ^2 .

	V. torácicas			V. lumbares			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Total (n=19)	19	280	6,8	0	109	0	19	389	4,9	N/A	N/A
Hombres (n=9)	19	149	12,8	0	68	0	19	217	8,8	<0,01*	N/A
Mujeres (n=8)	0	117	0	0	39	0	0	156	0		
<30 años (n=6)	9	90	10	0	39	0	9	129	7,0	0,28*	N/A
>30 años (n=8)	8	156	5,1	0	58	0	8	214	3,7		
Hombres <30 años (n=4)	9	67	13	0	33	0	9	100	9,0	0,21	0,12
Mujeres <30 años (n=2)	0	23	0	0	6	0	0	29	0		
Hombres >30 años (n=4)	8	72	11	0	30	0	8	102	7,8	<0,01	<0,01
Mujeres >30 años (n=3)	0	70	0	0	26	0	0	96	0		

Enfermedades infecciosas

En la población de Balaguer se ha encontrado un solo caso de periostitis. Este se identifica en la superficie visceral de la costilla derecha de un individuo de sexo femenino adulto maduro. La reacción perióstica consiste en una capa de hueso gris o no organizado con una ligera porosidad, lo cual puede indicar que el proceso de infección se encontraba activo en el momento de la muerte. Ninguna otra costilla de este individuo se encuentra afectada.

Es posible que la degradación considerable de la superficie del hueso cortical detectada en esta población haya influido negativamente en la observación de periostitis. No se han identificado casos de osteomielitis, osteítis, procesos necróticos sintomáticos de una infección u otros marcadores óseos que pudieran resultar sintomáticos de un proceso infeccioso.

Patologías congénitas

No se han observado modificaciones patológicas compatibles con patologías de origen congénito en la población de Balaguer.

Neoplasias

No se han observado modificaciones patológicas compatibles con patologías de origen neoplásico en la población de Balaguer.

Otras modificaciones de origen patológico

Un individuo de sexo masculino mayor de 50 años (PA20UE58) presenta un proceso anquilosante unilateral en dos de sus vértebras cervicales (2/2). Además, se identifica una pérdida de densidad, adelgazamiento y depresión en cinco cuerpos vertebrales torácicos de un individuo adulto femenino de edad indeterminada (PA19UE86).

Valoración de las patologías óseas encontradas en Balaguer

En la población de Balaguer se ha observado criba orbitaria con una frecuencia del 67% en los individuos no adultos y del 13% en los individuos adultos. Aunque tanto el número de individuos como el de órbitas son bajos, es posible explorar su relación con otros marcadores de estrés fisiológico durante el crecimiento.

En la población adulta se observa una concurrencia de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte (Figura 50). Dado que ambos marcadores responden a patologías similares, su concurrencia no es inusual. Sin embargo, no se observa esta misma concurrencia en la población no adulta. Este hecho tampoco es inusual ya que diversos estudios constatan la ausencia de hipoplasia lineal del esmalte en la dentición decidua, lo que se puede relacionar con la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que requiere la aparición de este marcador de estrés fisiológico (Griffin y Donlon 2009). Además diversos estudios han identificado esta no concurrencia de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte, para la que se ha propuesto que los patógenos que las provocan, juntamente con una posible malnutrición y un sistema inmunológico debilitado, hacían que el individuo fuera menos resistente ante posibles enfermedades adicionales y un mayor estrés (Obertová y Thurzo 2008; Liebe-Harkort 2012).

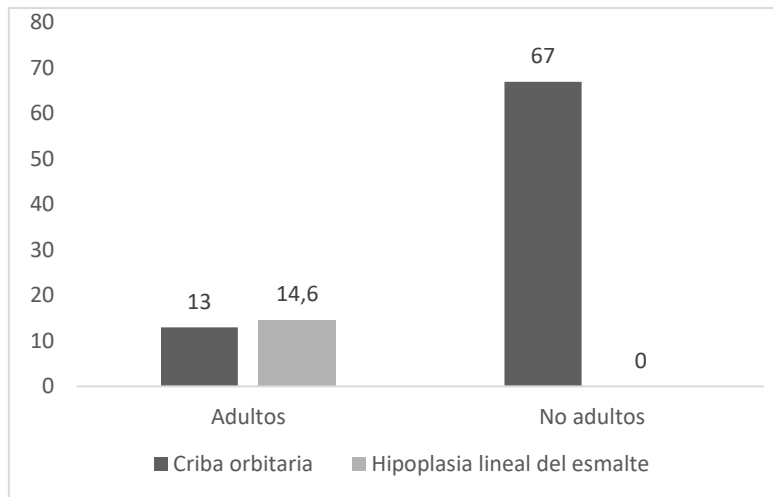


Figura 50. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Balaguer.

Se ha creído oportuno recuperar los resultados relativos a la estatura ya que también puede ser un marcador de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento (Gunnell et al. 1998; Gustafsson et al. 2007; Shin et al. 2012; Brzobohatá et al. 2016; Bogin et al. 2017). En esta población se ha observado un dimorfismo sexual en la estatura no solamente significativo sino también considerado dentro de los rangos esperados en poblaciones modernas. Esto se puede interpretar como indicativo de un entorno poco adverso durante la etapa de crecimiento de esta población (Cámara 2015; Bogin et al. 2017). Además, puede concordar con la ausencia de hipoplasia lineal del esmalte en la dentición decidua. Sin embargo, para entender mejor la interacción entre la criba orbitaria, la hipoplasia lineal del esmalte y las estaturas observadas en la población, así como su relación con el estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento es necesario contrastar los resultados obtenidos con un contexto más amplio (ver *Estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento*).

Las patologías degenerativas y traumáticas de una población pueden ser indicativas del modo de vida y la actividad física de la misma (i.a. Parrington y Roberts 1990; Adams et al. 1993; Argoff y Wheeler 1998; Weiss y Jurmain 2007; Faccia y Williams 2008). En esta población, la artrosis es más común en las extremidades superiores del esqueleto apendicular y las vértebras lumbares en el esqueleto axial (Figura 51). Al comparar las frecuencias observadas en las muestras masculina y femenina, las diferencias presentadas en las vértebras torácicas y lumbares resultan significativas ($p < 0,01$), aunque el número de observaciones en la población de sexo femenino es notablemente más bajo. Además, los resultados obtenidos pueden estar influenciados por el mayor número de individuos de mayor edad en la muestra masculina. No se observan

diferencias significativas al comparar las frecuencias observadas entre las dos muestras en el resto de los grupos articulares.

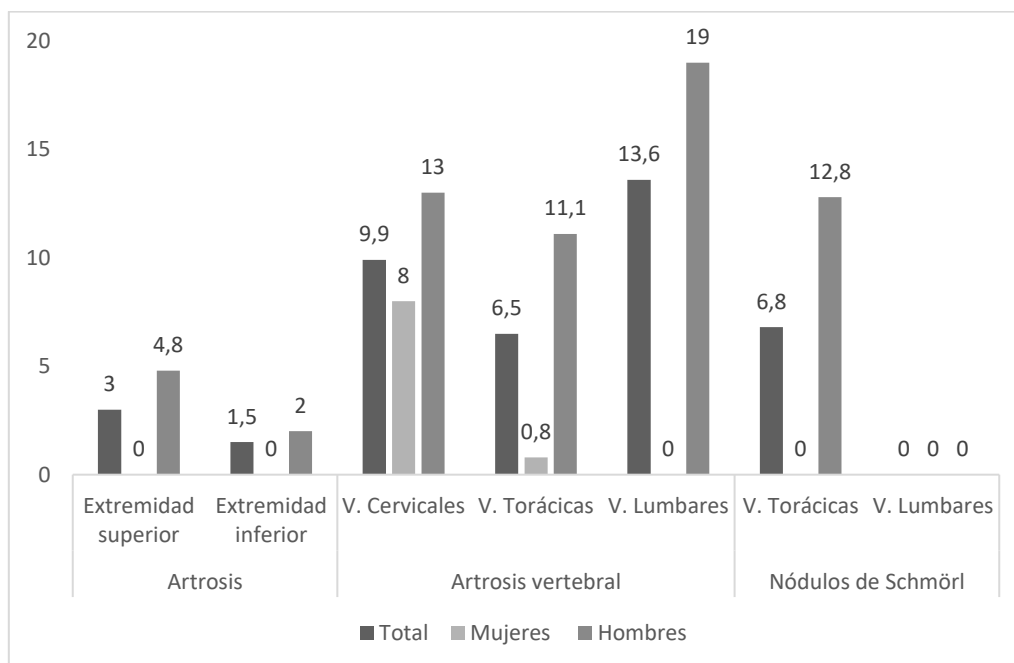


Figura 51. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmörl en la población de Balaguer.

Por lo que respecta a las fracturas, todos los casos se han observado en individuos adultos y se produjeron *ante mortem*. Se destaca que la mayoría de estos individuos son de sexo masculino (5/6), que cuatro de los seis muestran fracturas costales y que los huesos largos no presentan fracturas. Las fracturas costales acostumbran a vincularse a accidentes tales como caídas en estudios clínicos basados en poblaciones modernas (Sirmali et al. 2003; Brickley 2006; Winters 2009). En los casos estudiados, no se identifican otras patologías, tales como osteoporosis u osteomalacia, que se puedan relacionar con una mayor propensión a sufrir fracturas costales (Brickley 2006). Como se ha comentado, es posible que la mala alineación de las costillas responda 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 (Bugaev et al. 2016). En la muestra adulta también se encuentran cinco casos de osteocondritis. Aunque su etiología es desconocida, su aparición puede requerir una reducción de la actividad física (Perumal et al. 2007). No se identifica una distribución preferente en ninguno de los dos sexos, principalmente porque no se ha podido determinar el sexo la mayoría de los individuos que presentan esta patología.

Finalmente, los nódulos de Schmörl solo están presentes en las vértebras torácicas de individuos de sexo masculino, con una distribución que resulta significativa al comparar

los dos grupos sexuales (Figura 51). No obstante, es posible que el menor número de observaciones realizadas en la muestra femenina haya influenciado los resultados. Por este motivo, si se tienen en cuenta tanto los resultados observados en esta patología como los marcadores de traumatismos y las frecuencias de artrosis, no se identifican indicios de una diferenciación sexual en el trabajo.

4.4 Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Santa Coloma d'Àger

Conservación del material

En este apartado se valora la conservación de los esqueletos estudiados en de Santa Coloma d'Àger, se discuten los factores que pueden haber influenciado en dicha conservación y se explora si los esqueletos presentan diferencias en su conservación en función de su sexo o edad estimados o el sector en el que fueron excavados. También se detallan particularidades que se han identificado en la conservación de algunos de los elementos óseos.

Los esqueletos procedentes de Santa Coloma d'Àger se encuentran en un estado de conservación poco óptimo. El índice de conservación medio del hueso cortical según la escala propuesta por McKinley (2004) es de 4,4, lo cual implica una afectación generalizada del hueso cortical debido a procesos erosivos sin que el perfil general del hueso quede modificado. Por otro lado, su moda es de 5, lo cual refleja un grado de erosión severo y generalizado de la superficie cortical del hueso, modificando en ocasiones el perfil del hueso. Tanto los esqueletos de sexo femenino como los de sexo masculino presentan un índice de conservación de su hueso cortical medio de grado 4, con una moda de grado 5 (Tabla 34). Tampoco se encuentran diferencias entre la moda de esqueletos pertenecientes a individuos adultos (grado 5) y la moda de esqueletos pertenecientes a individuos no adultos (grado 5), aunque la media de los individuos no adultos (grado 4) es menor que la de los individuos adultos (grado 5).

Tabla 34. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Santa Coloma d'Àger.

	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5	Grado 5+
Hombres	0	1	4	8	22	0
Mujeres	0	0	2	5	7	0
Adultos	0	1	8	14	43	0
No adultos	0	5	4	4	28	0

La fragmentación esquelética es moderada/alta, entendiendo por esto que en la mayoría de las ocasiones los huesos largos, las costillas y el cráneo están fragmentados sin que los fragmentos llegaran a ser inferiores a 5cm (Tabla 35). Tanto los esqueletos de individuos de sexo masculino como los esqueletos de individuos de sexo femenino presentan una fragmentación media y modal moderada. Este es también el caso para el grueso de individuos adultos y de individuos no adultos.

Tabla 35. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Santa Coloma d'Àger.

	Baja	Moderada	Alta
Hombres	28	6	1
Mujeres	13	0	1
Adultos	46	14	6
No adultos	14	14	13

Se destaca la identificación de manchas causadas por pegamento en 14 individuos, que se localizan principalmente en los cráneos, la dentición, las costillas y la cintura pélvica. Dicho pegamento se usó en un intento de remontaje de los huesos y su aplicación se realizó antes de la limpieza de los esqueletos, lo cual ha afectado la observación de los elementos óseos cubiertos por dicha sustancia. Además, siete individuos presentan una coloración verde en las falanges, pelvis, mandíbula, maxila y/o dentición que se puede relacionar con la presencia de elementos de cobre no conservados.

Por último, los individuos conservan de media alrededor del ~45% de su esqueleto (Tabla 36). Destaca la buena conservación de elementos frágiles, tales como la costilla esternal (72,2%) o la clavícula medial (43,5%), que facilitan la estimación de la edad. Aunque el ilion presenta una conservación parecida (42,5%), otra región anatómica clave en la estimación de la edad y el sexo, el pubis, presenta una conservación notablemente inferior (14,5%). La mayoría de los elementos del cráneo y los huesos largos presentan una conservación superior al 40%.

Tabla 36. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Santa Coloma d'Àger. CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.

Hueso y región anatómica		n	N	%
Cráneo	Frontal	56	107	52,3
	Glabela	50	107	46,7
	Parietal	155	214	72,4
	Occipital	74	107	69,2
	Cresta nugal	53	107	49,5
	Temporal	104	214	48,6
	Apófisis mastoide	99	214	46,3

	Esfenoides	36	107	33,6
	Cigomático	90	214	42,1
	Maxila	79	214	36,9
	Palatino	48	214	22,4
	Nasal	16	107	15,0
	Mandíbula	115	214	53,7
	Mentón	57	107	53,3
Hueso y región anatómica		n	N	%
Vértebras	CV1	48	107	44,9
	CV2	49	107	45,8
	CV (3-7)	193	535	36,1
	TV	569	1284	44,3
	LV	220	535	41,1
Costilla esternal		1853	2568	72,2
Cuerpo esternal		24	107	22,4
Clavícula medial		93	214	43,5
Omoplato	Cuerpo escapular	96	214	44,9
	Glenoide	83	214	38,8
Pelvis	Ilion	91	214	42,5
	Isquion	78	214	36,4
	Pubis	31	214	14,5
Húmero	PE	59	214	27,6
	P1/3	120	214	56,1
	M1/3	137	214	64,0
	D1/3	119	214	55,6
	DE	56	214	26,2
	Media	98,2	214	45,9
Radio	PE	68	214	31,8
	P1/3	127	214	59,3
	M1/3	131	214	61,2
	D1/3	112	214	52,3
	DE	75	214	35,0
	Media	102,6	214	47,9
Cúbito	PE	75	214	35,0
	P1/3	120	214	56,1
	M1/3	149	214	69,6
	D1/3	119	214	55,6
	DE	62	214	29,0
	Media	105	214	49,1
Fémur	PE	88	214	41,1
	P1/3	122	214	57,0
	M1/3	134	214	62,6
	D1/3	103	214	48,1
	DE	68	214	31,8
	Media	103	214	48,1

Hueso y región anatómica		n	N	%
Tibia	PE	60	214	28,0
	P1/3	87	214	40,7
	M1/3	102	214	47,7
	D1/3	86	214	40,2
	DE	57	214	26,6
	Media	78,4	214	36,6
Peroné	PE	10	214	4,7
	M1/3	79	214	36,9
	DE	31	214	14,5
	Media	40	214	18,7
Rótula		38	214	17,8
Mano	Carpos	352	1712	20,6
	Metacarpos	458	1070	42,8
Pie	Tarsos	295	1498	19,7
	Metatarsos	284	1070	26,5
Falanges de manos y de pies		1054	5992	17,6

Debido a las problemáticas de representación del índice de conservación esquelética propuesto por Campillo (2001) comentadas en el capítulo 3. Métodos (ver *Skeletal preservation index*), también se presenta el índice de conservación esquelética siguiendo la metodología propuesta por Walker y colegas (1988), que en esta población es de $0,4 \pm 23,3$.

El índice relativamente bajo de conservación esquelética y la mala conservación de la superficie cortical pueden dificultado la recogida de datos relativos al perfil biológico y patológico de esta población (Grauer 2018; Márquez-Grant y Olivé-Busom). La conservación poco óptima de la superficie cortical del hueso puede guardar relación con el suelo ligeramente alcalino ($pH > 7,5$) que la zona donde se emplaza la necrópolis tiene ya que López-Costas y colegas (2016) han demostrado que los suelos más ácidos afectan negativamente la conservación de los restos óseos (INIA, 2009).

Puesto que los esqueletos estudiados proceden de dos sectores diferentes de una misma necrópolis, la excavación del año 1997 y las realizadas a partir del año 2015, también se calcula este índice de conservación teniendo en cuenta el sector del que proceden los esqueletos. Esto se ha llevado a cabo para comprobar si la conservación de los esqueletos en los distintos sectores es significativamente diferente y si esta puede suponer un sesgo en la información biológica y patológica que se obtiene sobre cada esqueleto. En los esqueletos de las excavaciones más recientes ($n=14$) el índice de conservación medio es de $0,4 \pm 2,3$. Por otro lado, los individuos excavados en el año 1997 presentan un índice de conservación cercano al observado en el total de la población ($0,4 \pm 21,4$). Esto se debe, seguramente a que el número de individuos

excavados en el año 1997 (n=93) es más elevado. Por lo tanto, no se detecta un índice de conservación diferente entre ambos sectores.

Se ha comprobado si existían diferencias en la conservación de los esqueletos según su sexo o edad. Los esqueletos de sexo masculino (>75%) presentan una moda de conservación superior a la de los esqueletos de sexo femenino (50%-75%), aunque ambas medias se encuentran entre el 50% y el 75%. Por otro lado, los esqueletos de los individuos no adultos presentan una conservación media de entre el 25% y el 50%, y una conservación modal inferior al 25%. Estos valores son marcadamente menores a la media de los esqueletos de individuos adultos (50% - 75%), que presentan una moda superior al 75%. Diversos estudios indican que debido a factores tanto intrínsecos como extrínsecos la conservación de los restos de individuos no adultos acostumbra a ser peor que la de los restos de individuos adultos (Lewis 2007; Manifold 2012, 2013 y 2015).

Perfil biológico y demográfico

Número mínimo de individuos, sexo, edad y mortalidad

En este apartado se determina el número mínimo de individuos estudiados en Santa Coloma d'Àger y se identifican aquellas tumbas que pueden contener más de un individuo. También se presenta la distribución por sexo y edad de este número mínimo de individuos y, mediante esta información, se propone un patrón de ordenación funeraria de los individuos no adultos. Seguidamente, se discuten los datos demográficos y de mortalidad que se pueden derivar de esta distribución.

Dado que en la necrópolis de Santa Coloma d'Àger se encuentran tumbas diferenciadas, se ha procedido al cálculo del número mínimo de individuos (NMI) de la misma forma que la planteada en Balaguer. Aunque en la mayoría de los casos el NMI corresponde a un individuo por tumbas, en las siguientes tumbas se encuentran o bien elementos óseos repetidos o bien elementos que no se corresponden edad y sexo, por el que se ha estimado que en cada tumba hay más de un individuo representado (Tabla 37).

Tabla 37. Enterramientos con más de un individuo representado en la población de Santa Coloma d'Àger.

Identificador	NMI	Motivo
SCA97INH10	2	Se distinguen elementos esqueléticos de un individuo cercano a los 6 meses de edad y de otro de entre 3 y 4 años que está mejor representado.
SCA97INH66	2	Se distinguen elementos esqueléticos de un individuo de entre 6 y 12 meses de edad y de otro de edad adulta. Ambos se encuentran representados por fragmentos de cráneo y dientes.
SCA97INH113	2	Se distingue un individuo principal de entre 2 y 4 años y elementos esqueléticos (principalmente falanges y costillas) correspondientes a un individuo adulto.
SCA15UE1010	3	Se identifica un individuo principal adulto y de sexo masculino, y restos de dos otros individuos adultos.

Con esto, se calcula un NMI de 107 individuos procedentes de 101 unidades funerarias, que correspondían a fosas de inhumación cubiertas por losas (2018; 9 fosas, 7 de ellas antropomorfas), sarcófagos (2014-2015; 2 sarcófagos) y restos descontextualizados (2015). Puesto que se desconoce si las inhumaciones recuperadas durante la intervención del año 1997 (89 estructuras) eran tumbas de cista o tumbas cubiertas por losas, no se puede determinar la cantidad de tumbas cubiertas por losas excavadas en la necrópolis ni la posible presencia de tumbas de cista.

Los individuos adultos ($n = 66$) conforman el ~62% de la muestra estudiada. Entre ellos se identifican más individuos de sexo masculino (~53%, $n = 35$) que individuos de sexo femenino (~21%, $n = 14$) (Tabla 38). Todos los grupos de edad se encuentran representados, aunque destaca la ausencia de individuos de sexo femenino en la franja de 18 a 30 años, que presenta 10 individuos de sexo masculino y un individuo el sexo del cual no se pudo determinar. Del mismo modo, en la franja de edad siguiente (de 30 a 50 años) los individuos de sexo masculino ($n=13$) superan a lo de sexo femenino ($n=7$). El total de la muestra se configura por un 27,1% de individuos adultos de edad no determinada ($n=29$), que representan el ~44% de la muestra adulta; de estos, no se pudo estimar el sexo de 15.

La muestra de esqueletos no adultos está bien representada por 41 individuos (~38% de la muestra total; Tabla 38). Aunque no se encuentran individuos perinatales o neonatales, se identifican 12 individuos de edad inferior al año. La franja más representada, sin embargo, es la de 1 a 5 años edad, con 20 individuos. Aunque con menos individuos, las franjas de 5 a 10 años ($n=4$) y de 10 a 15 años ($n=2$) también están representadas. Finalmente, se identifican tres individuos adolescentes. De manera preliminar y empleando los mismos métodos usados para la estimación del sexo en la población adulta, dos de ellos posiblemente serían de sexo femenino, mientras que no se ha podido estimar el sexo del tercero.

Tabla 38. Distribución por sexo y edad de la población de Santa Coloma d'Àger.

Edad (años)	Indeterminado	Mujer	Hombre	Total	%
<i>Perinatal/ Neonatal</i>	0	N/A	N/A	0	0,0
0-1	12	N/A	N/A	12	11,2
1-4,9	20	N/A	N/A	20	18,7
5-5	4	N/A	N/A	4	3,7
10-15	2	N/A	N/A	2	1,9
15-18	3	N/A	N/A	3	2,8
<i><18 indeterminado</i>	0	N/A	N/A	0	0
18-30	1	0	10	11	10,3
30-50	0	7	13	20	18,7
50+	1	3	2	6	5,6
<i>>18 indeterminado</i>	15	4	10	29	27,1
<i>Indeterminado</i>	0	0	0	0	0
<i>Total</i>	58	14	35	107	100
<i>%</i>	54,3	13,1	32,7	100	-

La combinación de la planimetría de la intervención del año 1997 con los datos biológicos obtenidos de la estimación sexual y etaria de los esqueletos recuperados ha permitido identificar una agrupación de individuos no adultos en el sector oeste de la intervención (Figura 52). En esta agrupación se concentran 10 de los 37 individuos no adultos identificados en esta intervención junto a un individuo adulto, senil de sexo femenino (SC0014), que tiene una cronología muy similar al individuo no adulto que también fechado en esta agrupación (SC0011) (ver Tabla 8) (Figura 52).⁴⁹ Todos los individuos no adultos tienen una edad de muerte comprendida entre los 6 meses y los 8 años. En las intervenciones llevadas a cabo a partir de la década de 2010 no se han detectado agrupaciones similares, aunque el área excavada es notablemente más pequeña. Esta agrupación de individuos no adultos puede guardar relación con los sacramentos del bautismo y de la confirmación.

Diferentes autores apuntan que las comunidades altomedievales practicaban el pedo-bautismo, que se empezó a promover a partir del siglo VI (Sierra 1995: 64; Séguy 2010). Séguy (2010) indica que las inhumaciones de individuos no adultos tendían a disponerse en un lugar particular del cementerio cuando estos ya habían sido bautizados, pero aún no habían recibido el sacramento de la confirmación. También explica que el bautismo se concedía a individuos aun lactantes, usualmente durante la celebración de la Pascua, y la confirmación se aplicaba a individuos de entre 7 y 8 años. Los individuos no adultos

⁴⁹ Aunque en total se han identificado 37 individuos no adultos procedentes de esta intervención, solamente se han podido localizar 24 de las tumbas correspondientes a individuos no adultos en la planimetría.

que fallecían después de su confirmación se inhumaban del mismo modo y en el mismo espacio que los individuos adultos.

Parece plausible que la población representada en la intervención del año 1997 corresponda a una de estas comunidades ya que todas las inhumaciones que se han estudiado y analizado radiocarbónicamente hasta el momento se fechan a partir de la segunda mitad del siglo VII. Las horquillas de edad tan concretas para los sacramentos del bautismo y de la confirmación a las que Séguy (2010) hace referencia pueden tener una equivalencia en la concentración de individuos no adultos de entre 6 meses y 8 años observada en la planimetría. Se reconoce, sin embargo, que los 14 individuos no adultos restantes identificados en esta planimetría no aparecen en agrupaciones de estas características de manera clara, aunque se intuyen otras tres pequeñas agrupaciones de individuos de edades similares que aparecen rodeados, sin embargo, de individuos adultos (Figura 52). En el ya mencionado yacimiento de Tolmo de Minateda (Albacete), en la *cora de Tudmīr*, se identifica una basílica con espacio cementerial anexo, delimitado por muros, destinado a individuos de temprana edad (Sarabia 2015: 61). Este contexto de inhumación puede responder a las mismas necesidades rituales que el contexto observado en Santa Coloma d'Àger, y por lo tanto, constituir otro ejemplo arqueológico de esta tradición litúrgica.

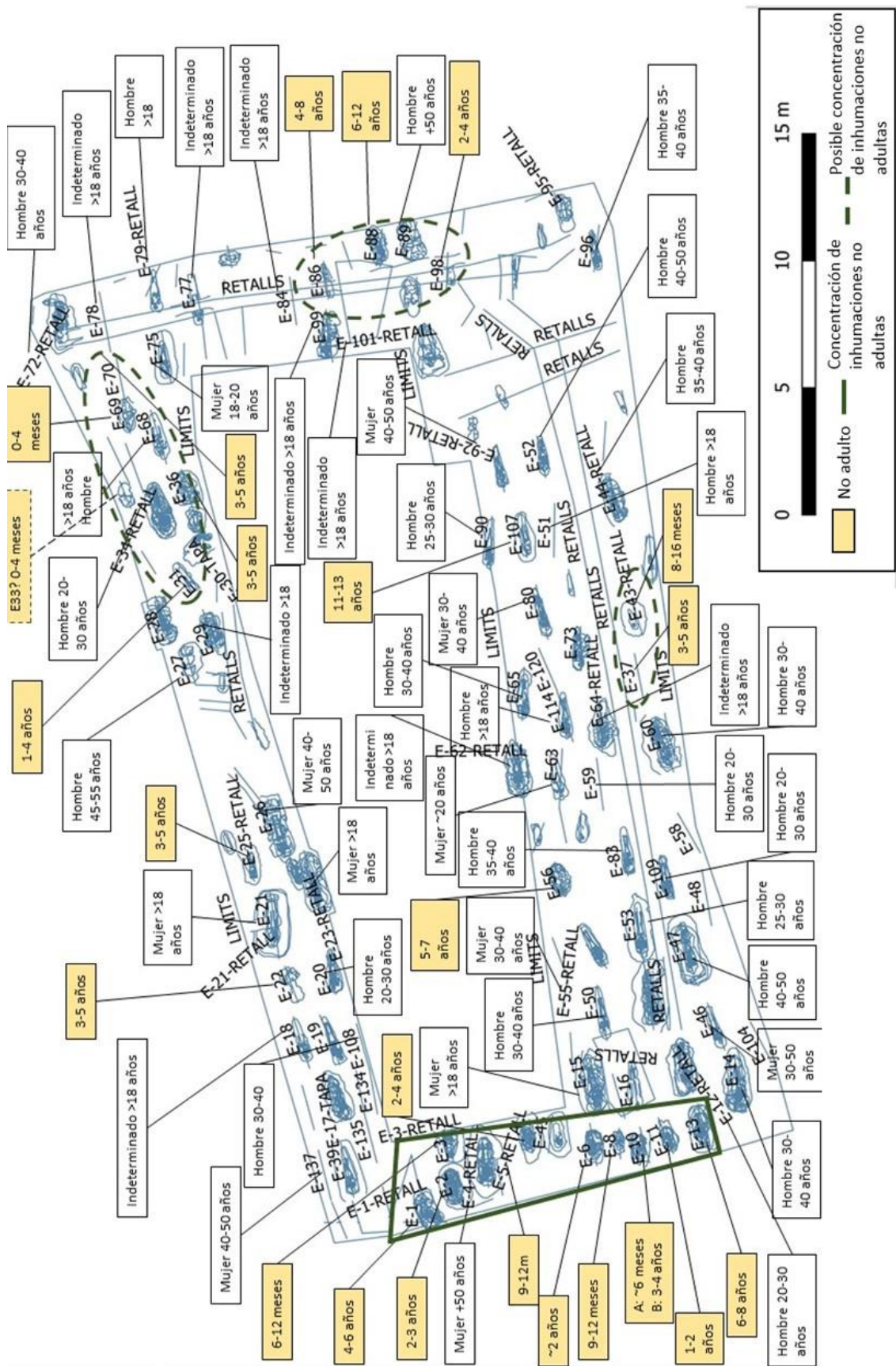


Figura 52. Planimetría de la intervención del año 1997 en Santa Coloma d'Àger junto a los datos biológicos (sexo y edad) obtenidos de cada individuo.

Respecto a la mortalidad, se observa que los rangos de edad con mayor número de muertos son el rango de 0 a 5 años ($n=32$) y el rango de 20 a 30 años ($n=11$) junto a los adultos de 30 a 50 años ($n=20$) (Figura 53; Tabla 39). Esto, a su vez, implica que los mayores porcentajes de muertos se encuentran también en estas categorías. La mayor probabilidad de muerte se encuentra en los individuos de entre 30 y 50 años ($q_x= 0,51$), seguidos de los individuos mayores de 50 años ($q_x= 0,36$) y los individuos menores de 5 años ($q_x= 0,33$). Los individuos de entre 5 y 20 años, por su parte, presentan probabilidades de muerte inferiores a 0,1, hecho que puede estar influenciado por su baja representación. De hecho, el intervalo de 10 a 20 años, con un total de 5 individuos, concentra las menores probabilidades de muerte.

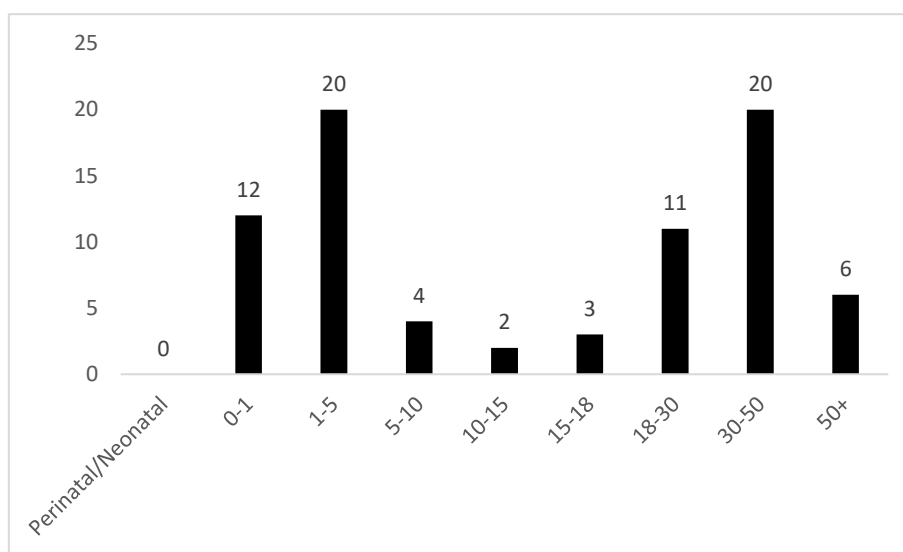


Figura 53. Mortalidad por rangos de edad en la población de Santa Coloma d'Àger.

Toda esta información puede indicar que la población no sufrió una mortalidad catastrófica o anormal (Tabla 38 y Tabla 39; Figura 53) (DeWitte 2010; Curtis y Roosen 2017). Sin embargo, el hecho que no se identifiquen individuos de sexo femenino en el rango de edad de muerte de 18 a 30 no coincide con el perfil demográfico de otras poblaciones arqueológicas, que suelen presentar un mayor número de individuos de sexo femenino en este grupo de edad debido a complicaciones en la gestación, el parto o el posparto (Molleson 1986; Campillo 1995; Sayer y Dickinson 2013). Sin embargo, no toda la población de Santa Coloma d'Àger está representada en este estudio, ya que la necrópolis se ha excavado de manera parcial (Chamberlain 2000). Además, se identifican 15 individuos adultos de sexo y edad indeterminados y un individuo de ese mismo rango de edad de sexo también indeterminado.

Por su parte, en la muestra de individuos no adultos se destaca el contraste entre la mortalidad observada en los individuos de 0 a 5 años y la observada en la categoría que le sigue, de 5 a 10 años, ya que la primera categoría presenta una probabilidad de muerte de 0,33 y la segunda de 0,08 (Tabla 39). En el grupo de edad de 10 a 15 años, esta probabilidad de muerte vuelve a bajar ($q_x = 0,05$). Por este motivo, la muestra no adulta presenta una curva de mortalidad compatible con los patrones de mortalidad infantil preindustrial, donde las tasas de mortalidad no adulta son generalmente altas durante la primera infancia y descienden hasta alcanzar un mínimo entre los cinco y los diez años (Rousham y Humphrey 2002: 124).

Tabla 39. Tabla de mortalidad de la población de Santa Coloma d'Àger.

Rango de edad (años)	Duración del intervalo	Nº de muertos	% de muertos	Supervivientes	Probabilidad de muerte
x	n	Dx	dx	lx	qx
0-5	5	32	33,3	100	0,33
5-10	5	4	5,3	66,7	0,08
10-15	5	2	3,3	61,4	0,05
15-20	5	3	4,3	58,2	0,07
20-30	10	11	12,3	53,9	0,23
30-50	20	20	21,3	41,6	0,51
50-70	20	6	7,3	20,3	0,36

Atributos físicos. La estatura

En este apartado se presentan las estaturas medias de la población de Santa Coloma d'Àger en función de su sexo y se realiza una comparación de los resultados obtenidos mediante las tres metodologías descritas en el capítulo 3. Métodos. También se realiza un estudio estadístico del dimorfismo sexual y se discuten los resultados obtenidos en este.

Se han calculado las estaturas de un total máximo de 18 individuos de sexo masculino y 6 individuos de sexo femenino, para los cuales había 16 fémures, 16 húmeros y 10 tibias disponibles. Con tal de maximizar el número de observaciones y, a la vez, preservar unos datos fiables, los resultados se presentan tanto por compilación general de todas las mediciones de huesos como por compilación por hueso. Estos se presentan siempre en forma de estatura media estimada. Las mediciones por hueso e individuo pueden encontrarse en el Anexo.

En la Tabla 40 y la Tabla 41 se puede observar cómo las estaturas calculadas mediante el método propuesto por Trotter y Gleser (1952) presentan los valores más altos. Si se comparan con los dos otros métodos empleados, las estaturas estimadas mediante este

método son, de media, 4,6 cm superiores en la población de sexo masculino y 3,5 cm superiores en la población femenina. Mientras, las fórmulas de regresión propuestas por Mendonça (2000) y Pearson (1898) presentan valores muy parecidos, aunque la fórmula propuesta por Pearson (1898) tiende a presentar estimaciones más elevadas.

Tabla 40. Estatura media de la población de Santa Coloma d'Àger teniendo en cuenta todas las mediciones óseas disponibles.

	Pearson			Mendonça				Trotter y Gleser				
	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N
Hombres	165,2	4,9	<0,01	18	163,4	4,4	<0,01	18	169,7	5,5		18
Mujeres	153,4	3,9		6	154,4	4,5		6	157,3	5,2		6

Tabla 41. Estatura media de la población de Santa Coloma d'Àger por hueso medido.

		Pearson			Mendonça			Trotter y Gleser		
		Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD	N
Hombres	Fémur	164,9	2,5	11	164,2	3,5	11	167,3	3,1	11
	Húmero	162,0	4,5	12	162,7	5,1	12	167,7	4,8	12
	Tibia	169,6	4,8	9	N/A	N/A	N/A	175,1	5,1	9
Mujeres	Fémur	152,9	4,6	5	154,1	5,6	5	155,9	5,8	5
	Húmero	152,7	2,9	4	154,7	3,2	4	157,1	3,6	4
	Tibia	158,5	N/A	1	N/A	N/A	N/A	164,8	N/A	1

Con tal de mantener la misma metodología para la posterior comparación entre poblaciones, solo se ha testado si el dimorfismo sexual en la estatura es significativo considerando las estaturas calculadas teniendo en cuenta todas las observaciones y huesos (Tabla 42). Se ha utilizado el test de Mann-Whitney. Según este, el dimorfismo sexual observado resulta significativo en las tres metodologías utilizadas, con valores de p inferiores a 0,05. Como se ha visto, la falta de dimorfismo sexual se relaciona con la existencia de un entorno adverso durante la etapa de desarrollo del individuo, de modo que esta diferencia significativa en el dimorfismo sexual de la población se puede vincular a la existencia de un entorno poco adverso durante su etapa de crecimiento (Cámara 2015; Bogin et al. 2017). Además, el dimorfismo sexual es marcado, ya que la estatura media para los individuos de sexo masculino es unos 9-12cm superior a la estatura media de los individuos de sexo femenino (Tabla 42). Estos valores son considerados normales por Manouvrier (1893) y se ajustan a los rangos observados en poblaciones modernas (Bogin et al. 2017).

Tabla 42. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Santa Coloma d'Àger.

	$\bar{X}_{\text{♂}} - \bar{X}_{\text{♀}}$	U	Z	p
Pearson	11,8	9	4,45	<0,01
Mendonça	9,0	18	3,56	<0,01
Trotter y Gleser	12,4	13	4,33	<0,01

Rasgos no-métricos

En este apartado se presentan las frecuencias de expresión de cada rasgo no-métrico estudiado y se explora la posible relación entre su aparición y la edad o el sexo de los individuos.

Ninguno de los individuos de Santa Coloma d'Àger presenta sutura metópica (Tabla 43). Por lo que respecta a los rasgos no-métricos craneales que sí presentan variabilidad, no se detectan diferencias significativas en función del sexo o los grupos de edad en ninguno salvo en dos casos (Tabla 43). En primer lugar, el foramen supraorbital, que se encuentra presente con una frecuencia cercana al ~0,8 y no presenta diferencias significativas en su distribución por sexo ($p=0,67$) pero sí en su distribución por edad ($p=0,01$). Es posible que esto esté influenciado por la menor conservación de cráneos no adultos. Aunque un estudio elaborado por Turhan-Haktanir y colegas (2008) identifica una correlación positiva entre el diámetro del foramen y la edad, no se ha encontrado ningún estudio que haya testado una posible asociación significativa entre la edad y la expresión de este rasgo. En segundo lugar, el foramen infraorbital múltiple, que se observa con una frecuencia del ~0,2 (12/50), no presenta diferencias significativas en su distribución por sexo ($p=0,73$) pero sí por grupos de edad ($p<0,01$). Algunos estudios clínicos han identificado una correlación entre el posicionamiento del foramen y la edad del individuo, pero ninguno de ellos encuentra una correlación entre la expresión de este rasgo y la edad del individuo (Suresh et al. 2006; Mohammed y Fatah 2013).

Respecto a los rasgos no-métricos dentales, ninguno de los individuos observados presenta caninos de Bushman, cúspide de Carabelli, o hipoconúlidos en sus molares inferiores. Por lo que respecta a los rasgos no-métricos que sí presentan variabilidad, no se detectan diferencias significativas en función del sexo o los grupos de edad en ninguno salvo en dos casos (Tabla 43). Lo mismo sucede con los rasgos no-métricos poscraneales (Tabla 43).

Tabla 43. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Santa Coloma d'Àger clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total			Hombres			Mujeres			Fisher	Montecarlo	<18 años			>18 años			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	P	A	Total	P	A	Total	p	p	P	A	Total	P	A	Total	p	p
Foramen parietal	16	56	28,6	10	17	27	4	10	14	0,73	0,75	2	8	10	14	32	46	0,71	0,71
Foramen infrao. múltiple	12	50	24	10	17	27	4	10	14	0,73	0,75	7	4	11	5	34	39	"<0,01	<0,01
Hueso inca	7	48	14,6	5	18	23	2	10	12	1	1	0	9	9	7	32	39	0,32	0,32
Hueso bregmático	1	33	3	1	16	17	0	8	8	1	1	0	5	5	1	27	28	1	1
Huesto asteriónico	6	27	22,2	5	11	16	0	7	7	0,27	0,15	1	2	3	5	19	24	0,54	1
Hueso epitérico	3	16	18,8	2	7	9	1	6	7	1	1	0	0	0	3	15	18	1	N/A
Os. coronales	3	37	8,1	2	18	20	1	9	10	1	1	0	5	5	3	29	32	1	1
Os. sagitales	2	44	4,5	1	20	21	0	10	10	1	1	0	5	5	2	37	39	1	1
Sutura metópica	0	49	0	0	22	22	0	12	12	N/A	N/A	0	10	10	0	39	39	N/A	N/A
Foramen supraorbital	41	53	77,4	18	3	21	11	3	14	0,67	0,67	6	7	13	35	5	40	"<0,01	<0,01
Fosas de interrupción (UI1)	2	25	8	1	7	8	0	9	9	0,47	0,48	1	2	3	1	21	22	0,23	0,23
Fosas de interrupción (UI2)	8	35	22,9	2	12	14	4	10	14	0,65	0,64	1	1	2	7	26	33	0,41	0,41
Incisivos en pala (UI1)	4	25	16	0	9	9	2	6	8	0,21	0,21	1	2	3	3	19	22	0,12	0,42
Doble raíz (LC)	2	43	4,7	0	22	22	0	13	13	N/A	N/A	0	1	1	2	40	42	1	1
Canino de Bushman (UC)	0	44	0	0	21	21	0	14	14	N/A	N/A	0	2	2	0	42	42	N/A	N/A
Doble raíz (UP1)	3	37	8,1	2	17	19	0	11	11	0,52	0,52	0	1	1	3	33	36	1	1
Odontoma (UP1)	0	39	0	0	20	20	0	11	11	N/A	N/A	0	1	1	0	38	39	N/A	N/A
Odontoma (UP2)	1	37	2,7	0	18	18	0	13	13	N/A	N/A	0	1	1	1	35	36	1	1
Extensiones del esmalte (UM1)	3	35	8,6	2	15	17	1	9	10	1	1	0	4	4	3	28	31	1	1
Cúspide de Carabelli (UM1)	0	28	0	0	13	13	0	8	8	N/A	N/A	0	4	4	0	24	24	N/A	N/A
Hipoconúlido (LM1)	0	22	0	0	8	8	0	8	8	N/A	N/A	0	3	3	0	19	19	N/A	N/A
Hipoconúlido (LM2)	0	26	0	0	13	13	0	9	9	N/A	N/A	0	0	0	0	26	26	N/A	N/A
Foramen Supraescapular	10	29	34,5	5	11	16	4	3	7	0,36	0,36	0	4	4	10	15	25	0,27	0,27
Foramen Septal (Húmero)	2	31	6,5	1	21	22	1	7	8	0,47	1	0	0	0	2	29	31	N/A	N/A
Fosa de vasto	2	19	10,5	1	13	14	1	3	4	0,41	0,41	0	0	0	2	17	19	N/A	N/A
Tercer trocánter	1	46	2,2	0	24	24	1	12	13	0,35	0,34	0	7	7	1	38	39	1	1
Faceta de Poirier	3	35	8,6	1	21	22	2	10	12	0,28	0,54	0	0	0	3	32	35	N/A	N/A
Fosa de Allen	0	36	0	0	22	22	0	12	12	N/A	N/A	0	0	0	0	36	36	N/A	N/A

Patología bucodental

En este apartado primeramente se presenta el estatus de la dentición de la población de Santa Coloma d'Àger con tal de evaluar como la falta de información sobre algunas de las piezas ha influido en la posterior evaluación de la salud e higiene bucodental de la población. Seguidamente, se presentan las frecuencias de aparición de las patologías dentales estudiadas y se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen y una valoración de los resultados obtenidos.

Se ha recuperado un 47,0% de la dentición perteneciente a la población de Santa Coloma d'Àger. Un porcentaje menor de los dientes esperados, el 32,0%, tiene un estatus desconocido, ya que no se ha podido observar ni el diente ni su soporte alveolar (Tabla 44). El alto número de individuos no adultos menores de 5 años (n=32) ha

propiciado que la dentición aun sin erupcionar represente un 10% del total de dientes esperado, mientras que la dentición en proceso de erupción constituye un 0,6% del total esperado para la población. Las pérdidas dentarias *ante mortem* (5,5%) son más comunes que las *post mortem* (4,6%). Por último, se identifican 19 casos de no erupción (0,6%), todas ellas en la dentición posterior.

Tabla 44. Estatus dentario de la población de Santa Coloma d'Àger.

	Anterior	Posterior	Total	%
Total esperado ⁵⁰	1284	1708	2992	100
Erupcionado	599	807	1406	47,0
Erupcionado permanente	465	674	1139	50,1
Erupcionado decíduo	134	133	267	37,1
Pérdida <i>ante mortem</i>	24	124	148	4,9
Pérdida <i>post mortem</i>	88	49	137	4,6
Estatus desconocido	433	525	957	32,0
Ausente (no erupción)	0	19	19	0,6
Erupcionando	6	12	18	0,6
Sin erupcionar	134	166	300	10,0

Hipoplasia lineal del esmalte

La dentición decidua no presenta hipoplasia lineal del esmalte en ninguna de las piezas observadas. Por su parte, solamente el 1,9% de la dentición permanente se encuentra afectada (Tabla 45). La dentición anterior se presenta notablemente más afectada (4,4%) que la dentición posterior (0,3%). Tal diferencia entre estos dos grupos dentales se muestra significativa ($\chi^2 p < 0,01$) y, de hecho, varios estudios muestran una mayor afectación de esta categoría dental y la vinculan a una mayor susceptibilidad debido a aspectos morfológicos y de formación y deposición del esmalte (Goodman y Armelagos 1985; Hutchinson y Larsen 1988; King et al. 2005).

Los individuos de sexo femenino (3,0%) muestran una afectación total ligeramente mayor que los individuos de sexo masculino (2,1%) (Tabla 45). Esta diferencia no se muestra significativa cuando se observa su distribución total ($\chi^2 p = 0,55$) o en la dentición posterior ($\chi^2 p = 0,35$); sin embargo, su distribución en la dentición anterior es significativamente diferente con un valor de $p < 0,01$. Aunque es el grupo femenino el que presenta una mayor afectación, es posible que el mayor número de individuos, y por lo tanto de dientes, de sexo masculino disponibles haya influido en el resultado.

⁵⁰ Calculado para 71 individuos con dentición permanente y 36 individuos con dentición decidua.

Tabla 45. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Anterior			Posterior			Total		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%
Decidua (n=24)	0	132	0	0	133	0	0	265	0
Permanente (n=65)	18	413	4,4	2	622	0,3	20	1035	1,9
Adultos	18	385	4,7	2	572	0,3	10	961	2,1
Hombres (n=28)	8	187	4,3	2	294	0,7	10	481	2,1
Mujeres (n=16)	10	137	7,3	0	198	0,0	10	335	3,0

La hipoplasia lineal del esmalte tiene una etiología multifactorial estrechamente relacionada con numerosos factores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo del diente. Entre estos factores, la mayoría de los estudios mencionan el estatus socioeconómico, la nutrición, el destete, los niveles de flúor y el parto prematuro, o la contracción de enfermedades de tipo infeccioso durante la infancia, que interrumpen el desarrollo del diente durante su etapa de formación (Goodman et al. 1988; Lukacs et al. 2001; Psoter et al. 2005).

Caries dental

Se ha encontrado una sola caries dental en la dentición decidua, situada en un primer molar (1,4%), que implica una frecuencia total del 0,4% (Tabla 46). Diversos estudios clínicos determinan que la aparición de caries dental en la dentición decidua de poblaciones actuales se puede vincular a diversos factores ambientales, tales como el consumo frecuente de alimentos con alto contenido en azúcares u otros alimentos cariogénicos, la hipoplasia preexistente, o la duración del amamantamiento (Pascoe y Kim Seow 1994; Harris et al. 2004; Tanaka et al. 2015).

La frecuencia total de caries dental en la dentición permanente de individuos adultos es del 6,0%, y si se incluyen los individuos no adultos con dentición permanente se mantiene semejante (5,7%) (Tabla 46). Estas frecuencias similares se deben principalmente a que los individuos no adultos con dentición permanente representan solamente un 7% (4/62) del total de individuos con dentición permanente que se han podido observar. Esta patología bucodental es más común en la dentición posterior (8,9%) que en la anterior (0,9%), un hecho que varios estudios arqueológicos presentan como usual (Duyar y Erdal 2003; Wyne 2008).

Como se ha visto, tanto la dieta como la microflora del propio individuo o la susceptibilidad de determinados dientes influyen en la aparición de caries (Hunter 1988; Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Los estudios basados en poblaciones arqueológicas se centran especialmente en la relación de las frecuencias altas de esta patología con un alto consumo de carbohidratos, teniendo siempre en cuenta otros factores externos a la

dieta, tales como cambios hormonales relacionados con el embarazo o la preexistencia de hipoplasia (Takahashi y Nyvad 2008; Pitts et al. 2017; Hillson 2019).

Tabla 46. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Santa Coloma d'Àger. Las lateralidades se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Permanente (n=62)			Adultos (n=58)			Hombres (n=30)			Mujeres (n=17)			Fisher	Montecarlo	Decidua (n=25)		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p	n	N	%
I1	1	137	0,7	1	125	0,8	1	61	2	0	41	0	1	1	0	38	0
I2	2	151	1,3	2	142	1,4	2	70	3	0	50	0	0,51	0,51	0	38	0
C	1	169	0,6	1	159	0,6	1	76	1	0	54	0	1	1	0	58	0
Total anterior	4	457	0,9	4	426	0,9	4	207	1,9	0	145	0	0,15*	N/A	0	134	0
P1	5	157	3,2	5	154	3,2	4	78	5	1	50	2	0,65	0,65	N/A	N/A	N/A
P2	12	150	8	12	146	8,2	11	72	15	1	49	2	0,03	0,02	N/A	N/A	N/A
M1	16	136	11,8	16	116	13,8	8	52	15	5	41	12	0,77	0,77	1	69	1,4
M2	17	131	13,0	17	130	13,1	13	65	20	4	45	9	0,18	0,18	0	62	0
M3	10	97	10	10	97	10	7	50	14	1	36	3	0,13	0,13	N/A	N/A	N/A
Total posterior	60	671	8,9	60	643	9,3	43	317	13,6	12	221	5,4	<0,01*	N/A	1	131	0,8
Total	64	1128	5,7	64	1069	6,0	47	524	9,0	12	366	3,3	<0,01*	N/A	1	265	0,4

La muestra de sexo masculino tiende a mostrar frecuencias más altas que los individuos sexo femenino (Tabla 46). Se observan diferencias significativas entre sexos tanto testando la frecuencia total de caries dental ($p < 0,01$) como el grupo de dentición posterior ($p < 0,01$). Sin embargo, ni el grupo de dentición anterior ni la mayoría de los dientes, con la excepción del segundo premolar, muestran diferencias sexuales significativas. Además, se han realizado más observaciones en la muestra de sexo masculino y en la muestra de sexo femenino se observa una distribución de edad de muerte más avanzada, principalmente porque la categoría de 18 a 30 años consiste principalmente en individuos de sexo masculino.

Cuando se comparan los individuos por grupos de edad no se hallan diferencias significativas en la distribución de caries dental, por lo que no parece que este sesgo haya influenciado los resultados (Tabla 47). Entonces, aunque es posible que exista un sesgo en el número de observaciones realizadas en cada muestra sexual, nada indica que la distribución etaria de los dos grupos sexuales haya contribuido en las diferencias significativas que se identifican en las frecuencias de caries dental observadas entre los individuos de sexo femenino y los individuos de sexo masculino. Por lo tanto, no se puede determinar con seguridad si la diferencia sexual significativa identificada en la muestra consiste en un positivo real.

Tabla 47. Frecuencias de caries dental en la población de Santa Coloma d'Àger divididas por grupo de edad. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Individuos menores de 40 años (n=25)			Individuos menores de 40 años (n=13)			Fisher	Montercarlo
	n	N	%	n	N	%	p	p
I1	1	68	2	0	19	0	1	1
I2	2	73	3	0	27	0	1	0,60
C	0	82	0	1	30	3	0,27	0,27
P1	2	81	2	2	28	7	0,27	0,57
P2	10	78	13	2	28	7	0,51	0,51
M1	11	62	18	3	17	18	1	1
M2	14	72	19	3	23	13	0,76	0,56
M3	8	55	15	2	20	10	1	0,72
Total	48	571	8	13	192	6,8	0,52*	N/A

Pérdida dental en vida o ante mortem

La frecuencia total de pérdidas dentales *ante mortem* en la población de Santa Coloma d'Àger es del 11,1% (Tabla 48). Se detecta una mayor afectación de la dentición posterior (15,5%) en comparación a la dentición anterior (4,7%). Esto es usual en poblaciones arqueológicas, y posiblemente se relaciona con el patrón de distribución de la caries dental, ya que ambas patologías están relacionadas (Duyar y Edral 2003; Hillson 2019). A diferencia de la tendencia observada con la caries dental, la muestra de sexo femenino (12,6%) presenta una mayor afectación que la muestra de sexo masculino (10,9%), sin que esta diferencia se muestre significativa.

Tabla 48. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Total (n=57)			Hombres (n=30)			Mujeres (n=17)			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
I1	12	167	7,2	7	86	8	3	57	5	0,74	0,74
I2	6	170	3,5	3	89	3	2	58	3	1	1
C	6	180	3,3	3	89	3	2	60	3	1	1
P1	9	178	5,1	3	90	3	5	61	8	0,27	0,27
P2	16	174	9,2	7	86	8	8	61	13	0,41	0,41
M1	45	167	26,9	21	78	27	19	60	32	0,57	0,57
M2	32	167	19,2	16	79	20	14	58	24	0,68	0,67
M3	22	130	16,9	13	75	17	6	52	12	0,45	0,44
Total	148	1333	11,1	73	672	10,9	59	467	12,6	0,40*	N/A

Cálculo dental

La frecuencia total de afectación por cálculo dental en la dentición permanente es del 44,9%, un porcentaje parecido al observado en la muestra adulta (46,8%), de modo que no se encuentran diferencias significativas (Tabla 49). La muestra de sexo femenino presenta una mayor afectación por cálculo dental (55,5%) que la muestra de sexo masculino (48,5%). Las diferencias entre estos dos valores presentan un valor de p de 0,05. Este es el valor de corte entre un resultado significativo y un resultado no significativo, por lo que se ha procedido a testar los valores por grupos dentales. Ni el grupo de dentición anterior (p=0,21) ni el grupo de dentición posterior (p=0,15) presentan diferencias significativas entre individuos de sexo femenino y de sexo masculino. Por este motivo, es más adecuado concluir que no se encuentran diferencias significativas entre sexos. Por último, la dentición anterior (49,7%) tiende a presentar una mayor afectación por cálculo dental que la dentición posterior (41,7%).

Tabla 49. Frecuencias de cálculo dental en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Dentición permanente (n=65)	221	445	49,7	281	674	41,7	502	1119	44,9	0,38
Adultos (n=59)	221	427	51,8	281	645	43,6	502	1072	46,8	
Hombres (n=31)	116	216	53,7	147	326	45,1	263	542	48,5	=0,05
Mujeres (n=16)	86	141	61	110	212	51,9	196	353	55,5	

Cavidad periapical

Los individuos adultos de Santa Coloma d'Àger muestran una frecuencia de cavidades periapicales del 1,2%, con la dentición posterior (2%) más afectada que la anterior, que no muestra afectación (Tabla 50). Aunque la población de sexo femenino (1,7%) presenta una frecuencia más elevada que la de sexo masculino (1,2%), las diferencias no resultan significativas (p=0,71). Diversos estudios relacionan su aparición con otras patologías bucodentales, como el cálculo dental, la caries dental y la periodontitis (Forshaw 2014; Hillson 2019).

Tabla 50. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Adultos (n=43)	0	361	0	12	604	2,0	12	965	1,2	0,71
Hombres (n=25)	0	206	0	6	309	1,9	6	515	1,2	
Mujeres (n=15)	0	124	0	6	229	2,6	6	353	1,7	

Periodontitis

La población de Santa Coloma d'Àger presenta una frecuencia de periodontitis del 26,2% (Tabla 51). El hueso alveolar se ve afectado con porcentajes parecidos independientemente de su posición anterior (27%) o posterior (26%). La población de sexo masculino (34,9%) tiende a mostrar más afectación que la de sexo femenino (21,3%). Estas diferencias se muestran significativas para el total del hueso alveolar observado ($p < 0,01$). Al compararse la afectación del hueso alveolar por secciones, las diferencias halladas en la sección anterior siguen presentándose como significativas mientras que en la sección posterior no lo son (Tabla 51). Dado que ambos grupos presentan un número de observaciones similar, no parece posible que una mayor afectación tafonómica implique un sesgo en los resultados obtenidos. Por lo tanto, es posible determinar que en la porción anterior del hueso alveolar hay una diferencia sexual significativa en la que la población de sexo masculino se ve más afectada.

Tabla 51. Frecuencias de periodontitis en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Anterior			Posterior			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Adultos (n=33)	19	71	27	65	250	26,0	84	321	26,2	N/A	N/A
Hombres (n=18)	17	35	49	34	111	30,6	51	146	34,9	$^a < 0,01$	<0,01
Mujeres (n=13)	2	30	7	30	120	25,0	32	150	21,3		

Valoración de las patologías bucodentales encontradas en Santa Coloma d'Àger

Un 32,0% de la dentición de la población de Santa Coloma d'Àger presenta un estatus desconocido. Esto, en consecuencia, ha reducido el número de piezas dentales y alveolos que se han podido observar. Teniendo esto en cuenta, se puede realizar la siguiente valoración.

En general, se identifican diferencias en las frecuencias de las patologías bucodentales cuando se compara el grupo dental, anterior y posterior, al que pertenecen. Estas diferencias se observan usualmente en poblaciones arqueológicas y responden a los diferentes factores, tales como la morfología y posición del diente o papel en la masticación, que influyen en la etiología de cada patología (i.a. Burakoff 2003; Silk et al. 2008; Hara y Zero 2010; Pitts et al. 2017). No se ha observado hipoplasia lineal del esmalte en la dentición decidua, un hecho que varias publicaciones que estudian poblaciones arqueológicas también concluyen y vinculan a la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que requiere la aparición de este marcador de estrés fisiológico (Griffin y Donlon 2009). La hipoplasia lineal del esmalte sí que se observa en la dentición permanente, donde tiene una frecuencia total del 1,9% (Figura

54). Solamente se identifica una diferencia significativa entre sexos en su frecuencia de aparición en la dentición anterior, pero no se puede concluir que los individuos de sexo femenino se encuentren más afectados, ya que, además, es posible que el mayor número de individuos, y por lo tanto de dientes, de sexo masculino disponibles haya influido en el resultado.

Por lo que respecta a la caries dental, la dentición decidua presenta un solo caso (1/265), que supone una frecuencia del 0,4%. La presencia de caries dental en la dentición decidua se ha relacionado con un estatus socioeconómico bajo (Slade 2001; Paixão-Gonçalves et al. 2019; Qin et al. 2019). Se ha detectado, sin embargo, un solo caso en 265 piezas dentales deciduas y, además, hay diversos factores ambientales y genéticos que también intervienen en su aparición en la dentición decidua (Pascoe y Kim Seow 1994; Harris et al. 2004; Tanaka et al. 2015; Su et al. 2018; Paixão-Gonçalves et al. 2019; Qin et al. 2019). En la dentición permanente se observa con una frecuencia del 5,7%, y se identifican diferencias significativas entre la afectación de individuos de sexo masculino e individuos de sexo femenino que no parecen vincularse a las diferencias en la distribución de edad de ambas muestras. Sin embargo, se ha detectado un posible sesgo en el número de observaciones, por lo que no se tiene la seguridad de estar detectando un positivo real.

Se identifica una posible correspondencia entre la frecuencia de caries dental y la frecuencia de pérdidas de dientes *ante mortem*, que son del 11,1% y no presentan diferencias sexuales significativas (Figura 54). Estas dos patologías bucodentales presentan una asociación cercana que se muestra significativa ($\chi^2 p < 0,01$), un hecho usual, ya que la pérdida de dentición en vida se correlaciona en varios estudios con la aparición de caries (Figura 54) (Lukacs 1995; Mueller y Hussein 2017; Hillson 2019).

El cálculo dental se presenta con una frecuencia del 44,9% en la dentición permanente. Aunque se obtiene un valor de p de 0,05 cuando se comparan los resultados obtenidos en la dentición total de individuos de sexo femenino e individuos de sexo masculino, tanto el valor de p, que se sitúa en el umbral de la significancia, como el hecho que este aumente al compararse la dentición por grupos permite concluir que no se identifican diferencias sexuales en la distribución de esta patología bucodental. La frecuencia de cálculo dental presentan una correlación inversa con la caries dental ($\chi^2 p < 0,01$) (Figura 54). Existen estudios que identifican tanto una concurrencia como una no concurrencia de estas dos patologías bucodentales, y se ha propuesto que la mineralización del cálculo dental puede proteger los dientes contra aparición de caries dental (Delgado-Darias et al. 2006; Keyes y Rams 2016). También se correlaciona con la periodontitis

($\chi^2 p < 0,01$), que se presenta con frecuencia del 26,2%. Diversos estudios han mostrado la concurrencia de estas dos patologías y, por lo tanto, el resultado observado en este estudio es consistente con la literatura (Roberts-Harry y Clerehugh 2000; Hillson 2019). Ambas patologías pueden haber influenciado la pérdida de dientes en vida, ya que ambas pueden contribuir a este fenómeno y en la muestra estudiada presentan una asociación ($\chi^2 p < 0,01$) (Teng et al. 2000; Hillson 2019).

Por último, solamente un 1,2% de hueso alveolar está afectado por cavidades periapicales, y no se detectan diferencias significativas entre las frecuencias presentadas por la muestra de sexo femenino y la muestra de sexo masculino (Figura 54). Dado que las cavidades periapicales se relacionan estrechamente con la caries dental, el cálculo dental y la periodontitis, la frecuencia observada puede ser ligeramente baja si se tienen en cuenta las frecuencias observadas en las otras patologías, aunque una comparación con las frecuencia obtenidas en otras poblaciones permitirá establecer una conclusión más firme (Forshaw 2014; Hillson 2019). En todo caso, es posible que la mala conservación del hueso alveolar en la población estudiada hay comportado una infra observación de esta patología bucodental.⁵¹

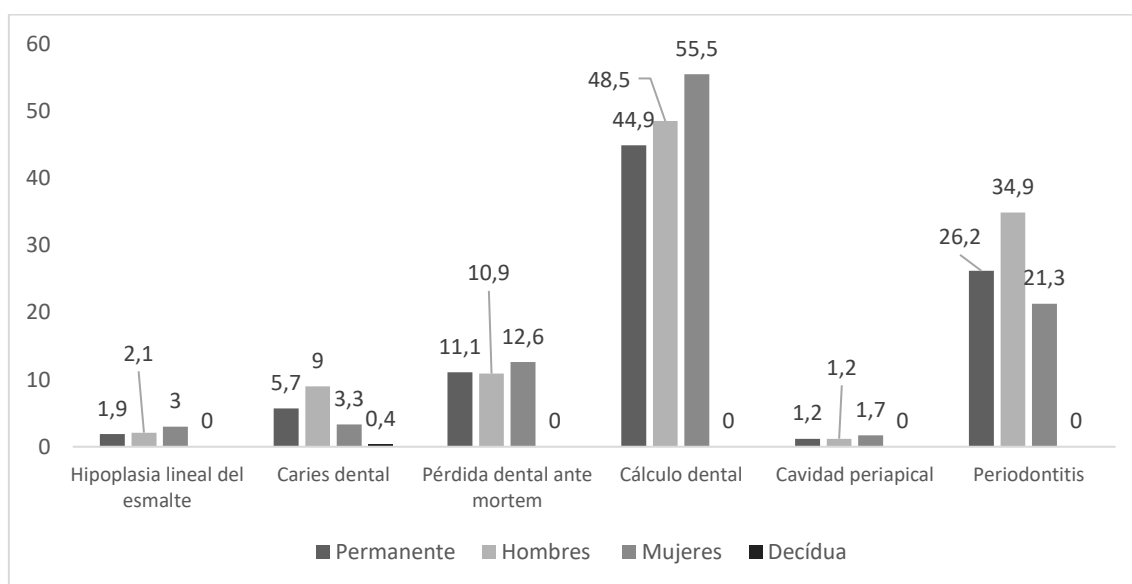


Figura 54. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Santa Coloma d'Àger.

⁵¹ Se han conservado el 36,9% de los maxilares y el 53,7% de las mandíbulas observadas. Esto no implica que el mismo porcentaje de hueso alveolar, que es más frágil, se haya conservado.

Patología del esqueleto

En este apartado se presentan los resultados referentes a las patologías y marcadores de patologías observados en los esqueletos estudiados, que aparecen agrupados por categorías. En el caso de aquellas patologías cuya documentación se ha sistematizado (ver *Recording cranial and postcranial pathologies*), se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen de los resultados obtenidos en la población y se expone una valoración en conjunto de los marcadores relacionados con el estrés fisiológico y las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física. Como ya se ha indicado al inicio de este capítulo, con tal de evaluar adecuadamente los resultados obtenidos se realiza una comparación interpoblacional en el siguiente capítulo.

Patología metabólica. Criba orbitaria

La población no adulta de Santa Coloma d'Àger muestra una frecuencia de criba orbitaria del 50%, dándose siempre de manera bilateral en aquellos casos donde se conservan ambas órbitas (Tabla 52).

Tabla 52. Frecuencias criba orbitaria en la población no adulta de Santa Coloma d'Àger.

No Adultos (n=13)								
Izquierda			Derecha			Total		
n	N	%	n	N	%	n	N	%
6	12	50	5	10	50	11	22	50

Teniendo en cuenta los rangos de edad, los individuos del grupo Infantil tienden a presentar mayores frecuencias (57%) que los individuos de entre 1 y 5 años (38%) (Tabla 53). Se advierte, sin embargo, que el número muestral para cada grupo es muy pequeño (la categoría Niño II se compone de un solo individuo), por lo que estos resultados deben tomarse con suma cautela.

Tabla 53. Frecuencias criba orbitaria por grupos de edad en la población no adulta de Santa Coloma d'Àger.

Infantil (n=4)			Niño I (n=8)			Niño II (n=1)		
n	N	%	n	N	%	n	N	%
4	7	57	5	13	38	2	2	100

La población adulta de Santa Coloma d'Àger presenta una frecuencia del criba orbitaria del 15% (Tabla 54). En todos los casos donde se conservan ambas órbitas se observa bilateralidad. La población de sexo femenino (n=13) presenta una frecuencia más baja (9%) que la observada en la población de sexo masculino (n=23), que es del 23%. Las diferencias, sin embargo, no resultan significativas (Fisher p= 0,19 Montecarlo p=0,19).

Tabla 54. Frecuencias criba orbitaria en la población adulta de Santa Coloma d'Àger.

Hombres (n=23)							Mujeres (n=13)						Total Adultos (n=43)													
Izquierda			Derecha			Total	Izquierda			Derecha			Total	Izquierda			Derecha			Total						
n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%						
4	19	21.7	5	20	23.3	9	39	23	1	12	9.1	1	11	8.5	2	23	9	5	33	15	6	37	16	11	70	15

Este marcador no específico del estrés fisiológico suele expresarse de manera bilateral, aunque también puede encontrarse de manera unilateral, especialmente en individuos infantiles o en esqueletos procedentes de contextos en los que la higiene personal era mala (Keenleyside y Panayotova 2006; Nagaoka et al. 2018; Cole y Waldron 2019). La detección de criba orbitaria se relaciona con la contracción de enfermedades de origen metabólico sufridas durante la infancia y la etapa de crecimiento, entre las que se destacan deficiencias vitamínicas o anemia, parásitos gastrointestinales y procesos inflamatorios en el esqueleto facial (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Otras patologías de origen metabólico

Se identifica un caso de hiperostosis porótica en la glabella de un individuo adulto joven (18-30 años) de sexo masculino (SCA97INH53), que presenta porosidad junto a una reacción perióstica. Este marcador de estrés metabólico no específico se vincula con la anemia, procesos inflamatorios, hematomas subperiósticos, trastornos en la dieta y deficiencias vitamínicas, parásitos gastrointestinales, tumores y anemias genéticas (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018;b Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Patologías degenerativas articulares. Artrosis

En la población de Santa Coloma d'Àger la articulación más afectada por la artrosis es el hombro (11,4%), seguida por la muñeca (6,4%) (Tabla 55). Se destaca que todas las articulaciones presentan artrosis a excepción de la articulación temporal-mandibular. Además, los miembros superiores (7,6%) tienden a presentar una mayor afectación que las extremidades inferiores (4,0%).

Pese a que los carpos y tarsos no aparecen en los recuentos finales debido a su mal estado de conservación, se detecta artrosis en los carpos de dos individuos. Se trata de un individuo adulto maduro de sexo masculino que la presenta de manera bilateral y un individuo adulto joven también de sexo masculino que la presenta en los carpos

izquierdos. En este último caso, la aparición de artrosis puede ser secundaria a una fractura de Colles, que se presenta en el apartado *Fracturas y traumatismos*.

Los individuos de sexo femenino presentan una mayor afectación de las extremidades superiores (9,6%) que los individuos de sexo masculino (7,9%), mientras que en las extremidades inferiores se observa el fenómeno inverso (Tabla 55). Sin embargo, no se observan diferencias constantes ni significativas en la distribución de artrosis al comparar la muestra de sexo masculino y la muestra de sexo femenino.

Tabla 55. Distribución de la artrosis en la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2 .

Articulación		Total (n=59)			Hombres (n=33)			Mujeres (n=18)			Fisher	Montercarlo
		n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Articulación temporal-mandibular	Temporal	0	61	0	0	36	0	0	23	0	N/A	N/A
	Mandíbula	0	52	0	0	31	0	0	19	0	N/A	N/A
Total articulación		0	113	0	0	67	0	0	42	0	N/A	N/A
Hombro	Húmero proximal	1	45	2	1	31	3	0	12	0	N/A	N/A
	Glenoide	6	68	9	5	41	12	1	23	4	N/A	N/A
	Clavícula acromial	9	39	23	3	24	13	6	15	40	N/A	N/A
	Clavícula medial	8	59	14	3	36	8	5	18	28	N/A	N/A
Total articulación		24	211	11,4	12	132	9,1	12	68	18	0,11	0,11
Codo	Húmero distal	0	44	0	0	32	0	0	11	0	N/A	N/A
	Cúbito proximal	1	54	2	1	37	3	0	15	0	N/A	N/A
	Radio proximal	3	44	7	2	31	6	1	12	8	N/A	N/A
Total articulación		4	142	2,8	3	68	4	1	38	3	1	1
Muñeca	Cúbito distal	3	49	6	3	30	10	0	17	0	N/A	N/A
	Radio distal	4	60	7	3	35	9	1	23	4	N/A	N/A
Total articulación		7	109	6,4	6	65	9	1	40	35	0,25	0,25
Total extremidad superior		35	462	7,6	21	265	7,9	14	146	9,6	0,69*	N/A
Cadera	Fémur Proximal	2	68	3	2	40	5	0	27	0	N/A	N/A
	Acetábulo	3	56	5	3	36	8	0	19	0	N/A	N/A
Total articulación		5	124	4	5	76	7	0	46	0	0,16	0,16

Articulación		Total (n=59)			Hombres (n=33)			Mujeres (n=18)			Fisher	Montercarlo
		n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Rodilla	Fémur Distal	1	49	2	1	35	3	0	13	0	N/A	N/A
	Tibia proximal	1	45	2	1	32	3	0	10	0	N/A	N/A
	Rótula	5	35	14	3	25	12	2	9	22	N/A	N/A
Total articulación		7	129	5,4	5	92	5	2	32	6	1	1
Tobillo	Tibia distal	0	46	0	0	35	0	0	8	0	N/A	N/A
	Peroné distal	1	29	3	1	22	5	0	5	0	N/A	N/A
Total articulación		1	75	1	1	57	2	0	13	0	1	1
Total extremidad inferior		13	328	4,0	11	225	4,9	2	91	2,2	0,44*	N/A
Total		96	1806	5,3	64	1146	5,6	32	558	5,7	0,91*	N/A

Dado que se detectada un sesgo en la distribución etaria de los individuos de sexo masculino y los individuos de sexo femenino, con una mayor representación de hombres adultos jóvenes, los datos de las muestras de sexo masculino y de sexo femenino se contrastan con los rangos de edad (Tabla 56). Tanto si se observan las frecuencias del grueso poblacional adulto como las frecuencias de las muestras de sexo masculino y de sexo femenino, la población mayor de 40 años muestra una clara tendencia en presentar frecuencias de artrosis más elevadas. Las diferencias observadas entre los grupos poblacionales menor y mayor de 40 años son significativas tanto en las extremidades superiores ($p=0,03$) como en las inferiores ($p<0,01$). Este resultado no es inusual, ya que la artrosis es una enfermedad estrechamente ligada a la edad (Weiss y Jurmain 2007).

En los individuos de mismo sexo, pero diferente rango de edad, no se observan diferencias significativas ($p>0,05$). Los grupos de mayor edad, sin embargo, presentan frecuencias más elevadas. Por otro lado, si se comparan las frecuencias por muestras de diferente edad y sexo, los individuos de sexo masculino y los individuos de sexo femenino presentan frecuencias parecidas, sin que se identifiquen valores de p significativamente diferentes ($p>0,05$). Por lo tanto, no parece que la mayor representación de individuos de sexo masculino en la categoría adulto joven haya supuesto un sesgo en los resultados obtenidos.

Tabla 56. Distribución de la artrosis apendicular por muestras sexuales y etarias en la población de Santa Coloma d'Àger. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Extremidades superiores			Fisher	Montecarlo	Extremidades inferiores			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	p	p	n	N	%	p	p
Total <40 años (n=26)	15	273	5,5	=0,02*	N/A	3	188	1,6	= <0,01	<0,01
Total >40 años (n=13)	18	153	11,8			3	151	2,0		
Hombres <40 años (n=18)	12	190	6,3	0,30	0,30	0	50	6	0,58	0,57
Hombres >40 años (n=7)	8	76	11			0	33	0		
Mujeres <40 años (n=6)	3	48	6	0,25	0,25	2	42	5	0,50	0,50
Mujeres >40 años (n=6)	11	77	14			0	5	5		

En la artrosis vertebral, el conjunto de la población adulta (n=52) presenta una mayor afectación de las vértebras lumbares (26,9%), seguidas por las vértebras torácicas (17,2%), y finalmente las vértebras cervicales (11,7%) (Tabla 57). Igual que ocurre con las articulaciones del esqueleto apendicular, no se observan diferencias claras entre las frecuencias observadas en las muestras de sexo masculino y de sexo femenino. Los individuos de sexo masculino presentan una afectación ligeramente mayor de las vértebras torácicas mientras, los individuos de sexo femenino presentan frecuencias superiores en las vértebras cervicales y lumbares. Estas diferencias no superan nunca el 2% y teniendo en cuenta la totalidad de las vértebras no se presentan como significativas (p=0,89).

Sin embargo, las diferencias presentadas entre los grupos de edad sí que resultan significativas (p<0,01), hecho que otra vez se vincula a la edad como factor etiológico de esta patología (Tabla 57). Cuando se agrupan las frecuencias de artrosis teniendo en cuenta tanto el sexo como la edad de los individuos, se observa claramente que, independientemente del sexo, los individuos mayores de 40 años presentan frecuencias más elevadas. Al comparar las muestras de sexo femenino y de sexo masculino teniendo en cuenta también el grupo de edad, no se observan diferencias constantes o significativas, ni en los grupos menores de 40 años femenino y masculino (p=0,43), ni en los mayores de 40 años (p=0,51). Por lo tanto, no parece que el sexo de los individuos o un sesgo en la distribución etaria de la población influya en las frecuencias de artrosis, mientras que su edad se correlaciona positivamente.

Tabla 57. Distribución de la artrosis vertebral por muestras sexuales y etarias en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Vértebras cervicales			Vértebras torácicas			Vértebras lumbares			Total			X ²
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Total (n=52)	38	324	11,7	141	819	17,2	85	316	26,9	264	1459	18,1	N/A
Hombres (n=29)	18	169	10,7	82	453	18,1	52	188	27,7	152	810	18,8	0,89
Mujeres (n=17)	15	121	12,4	51	286	17,8	27	98	28	93	505	18,4	
<40 años (n=23)	11	181	6,1	51	418	12,2	26	169	15,4	88	768	11,5	*<0,01
> 40 años (n=16)	22	90	24	78	259	30,1	48	96	50	148	445	33,3	
Hombres <40 años (n=16)	11	126	8,7	44	298	14,8	15	122	12,3	70	546	12,8	0,43
Mujeres <40 años (n=6)	0	44	0	7	100	7	11	41	27	18	185	9,7	
Hombres >40 años (n=8)	7	28	25	30	114	26,3	28	49	57	65	191	34,0	0,51
Mujeres >40 años (n=7)	15	62	24	48	145	33,1	20	96	21	83	303	27,4	

Otras patologías de origen degenerativo y articulares

Algunos de los esqueletos estudiados están afectados por degeneración articular leve en sus epífisis o vértebras sin cumplir los requisitos para que dicha degeneración, que se presenta como osteofitosis, porosidad, o deformación del contorno articular, sea clasificada como artrosis.

Un individuo adulto maduro (30-50 años; SCA97INH80) de sexo femenino presenta una alteración en la morfología de la careta articular de su radio distal derecho. Esta consiste en una depresión que crea un ángulo de articulación anormal en el radio distal posterior respecto a la posición anatómica normal y una mayor superficie de articulación (Figura 55). La superficie de esta depresión presenta un proceso lítico, aunque no se ha podido distinguir si este fue causado por un proceso tafonómico. Por este motivo, aunque es posible que se trate de un proceso necrótico, el mal estado de conservación de la epífisis no ha permitido observarla con claridad.

Alternativamente, es posible que este cambio en la articulación distal del radio se deba a una fractura producida en la articulación de la muñeca (Melone 1993). Estas fracturas afectan tanto la articulación carpoulnar como la articulación radioulnar (Melone 1984; Edwards et al. 2001; Catalano et al. 2004). Dado que no se ha podido observar ni los carpos ni la epífisis distal cubital de este individuo (ya que no se conservaban) no se puede confirmar si estos se encontraban afectados. Por lo tanto, resulta imposible comprobar la presencia de más modificaciones de origen patológico que concuerden con una fractura distal del radio.



Figura 55. Radio derecho de un individuo adulto maduro que presenta una modificación en la superficie articular distal y radio izquierdo del mismo individuo, que presenta una superficie articular distal con una morfología normal.

Fracturas y traumatismos

Cinco individuos adultos, cuatro de los cuales son de sexo masculino, presentan fracturas *ante mortem*, lo que representa una frecuencia por individuo del 4,7% en la población estudiada (Tabla 58). La mayoría de estas fracturas involucran los huesos largos, especialmente las extremidades superiores (3/72), están mal alineadas y/o muestran signos de infección (4/5) y son recurrentes en los antebrazos.

Tabla 58. Descripción y frecuencia de las fracturas *ante mortem* encontradas en la población de Santa Coloma d'Àger.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Zona afectada y breve descripción	Frecuencia en la región ósea
SCA15UE1010	Hombre	30-50	Fractura mal alineada en el fémur proximal derecho con una infección activa (osteomielitis).	1/56 ~2%
SCA18UE1038	Hombre	18-30	Fractura mal alineada en el radio y cúbito distal izquierdos (fractura de Colles).	Radio: 1/56 ~2%; Cúbito: 2/60 ~3%
SCA18UE1010	Hombre	30-50	Fractura bien alineada en la diáfisis distal del cúbito izquierdo con callo óseo (fractura de Parry).	2/60 ~3%
SCA97INH4	Mujer	50+	Fractura mal alineada en la diáfisis distal del húmero derecho con callo y proyección ósea que puede ser indicativa de una infección activa (fractura de Holstein-Lewis).	1/61 ~2%
SCA97INH14	Hombre	30-50	Fractura del quinto metacarpiano derecho (fractura "de boxeador") con callo en su base. Debido a la mala alineación de la fractura se ha acortado.	1/38 ~3%

En el caso de la fractura de diáfisis humeral, la proyección localizada en el callo óseo no es una proyección supratroclear, un rasgo no-métrico poco común que puede confundirse como una proyección de origen patológico (Mann y Hunt 2019). Se puede descartar este origen tanto por su posición en el tercio distal del húmero como por su configuración (Figura 56). Teniendo en cuenta estas características, es posible que se trate de una proyección secundaria a la fractura. Según la literatura clínica, las fracturas de húmero suelen localizarse en la diáfisis, tal como ocurre en el caso observado, y suelen asociarse a caídas, especialmente en la porción distal (McKee 2006; Egol et al.

2012: 204-204). La fractura observada es compatible con una fractura de Holstein-Lewis, una fractura en espiral del tercio distal del húmero debida a un traumatismo por fuerza contundente (Wong et al. 2015a).



Figura 56. a) Callo óseo y proyección ósea con evidencias de remodelación observadas en el individuo estudiado b) Ejemplo de proyección supratroclear adaptado de Mann y Hunt (2019).

La fractura observada en el individuo SCA18UE1010 puede identificarse con una fractura de Parry, ya que estas se definen como fracturas solitarias en la diáfisis distal del cúbito con poco o ningún desplazamiento (Schultz 1990). En estudios arqueológicos, su etiología se relaciona con la acción de estirar el antebrazo para esquivar un golpe (Kilgore et al. 1997; Alvrus 1999; Šlaus et al. 2012). Sin embargo, tanto algunas publicaciones de carácter bioarqueológico especializadas en esta fractura como clínicas advierten que esta también puede ser causada por tareas repetitivas y tediosas o por caídas con la mano y el brazo extendidos, por lo que se recomienda precaución al interpretarla (Jurmain 1999; Judd y Roberts, 1999; Judd 2008; Iwamoto et al. 2011).

De manera similar, la fractura “de boxeador”, identificada en el individuo SCA97INH14, se ha descrito como posiblemente defensiva, ya que puede producirse al sujetar y torcer la mano o al defenderse de un golpe, aunque un accidente también puede causarla (Judd 2006). En la literatura clínica, su etiología se relaciona con cualquier tipo de carga axial aplicadas a un puño cerrado (Weinstein y Hanel 2002; Kollitz et al. 2014). Finalmente, en las poblaciones modernas las fracturas femorales suelen ser consecuencia de accidentes, frecuentemente caídas, e ir acompañadas de otras lesiones graves (Kilgore et al. 1997). Varios estudios clínicos relacionan las fracturas del fémur proximal en la población adulta con roturas de pelvis; sin embargo, en el individuo

estudiado no se han identificado indicios de esta, si bien el pubis no se conservaba (Archibeck et al. 2013; Anyaehie et al. 2015).

Uno de los individuos estudiados, de sexo masculino, presenta traumatismos múltiples (SCA18UE1038). Tanto su radio como su cúbito distales izquierdos presentan fracturas *ante mortem* mal alineadas con reacción perióstica asociada (Figura 57a). En el cúbito destaca la ausencia del proceso estiloides, mientras que el radio presenta una desviación anterior de unos $27,5^\circ$. Aunque la fractura del radio distal aparece cicatrizada, en su radiografía se puede apreciar aun la línea de fractura (radiopaca) y la mala alineación de la porción distal del hueso. La epífisis distal aparece parcialmente superpuesta a la diáfisis y con una menor densidad (Figura 57b).

Tal descripción es compatible con una fractura de Colles en el radio distal, que puede ir acompañada de la fractura del proceso estiloides del cúbito tal como se observa en este esqueleto (Wadsworth 1990; Lovell y Grauer 2019). En la literatura clínica las fracturas de Colles suelen darse en adultos mayores de 40 años, usualmente mujeres, y pueden ocurrir más frecuentemente a consecuencia de una caída (Porrino et al. 2014; Wong et al. 2015a). Según datos actuales, un 25% de las fracturas encontradas en individuos infantiles y juveniles y un 18% de las fracturas identificadas en individuos seniles de poblaciones modernas corresponden a fracturas de Colles, por lo que se trata de un traumatismo relativamente común (Nellans et al. 2012). Se observó artrosis en las articulaciones distales de ambos huesos y en los carpos correspondientes, posiblemente secundaria a la fractura (Figura 57a).



Figura 57. a) Epífisis distales del cúbito y radio izquierdos. Se aprecian la ausencia del proceso estiloides del cúbito (1), la fractura distal del radio (2), y la artrosis desarrollada en el punto de articulación de ambos huesos (3). b) Radiografía en la que se señala la zona del radio fracturada.

Este mismo individuo presenta otro traumatismo, situado en la zona anterior del hueso frontal (1/56 ~2%), que presenta una depresión de unos 5 cm de largo y 3 cm de anchura máxima superior a la glabella y al margen supraorbital izquierdo. Tiene una forma semi-elipsoidal con bordes suaves (Figura 58a). Aunque la superficie cortical del hueso frontal se ve afectada por marcas *post mortem* de raíces que han provocado la erosión del hueso cortical, se puede distinguir una reacción perióstica en forma de porosidades que afectan la lesión y su zona circundante hasta la glabella (Figura 58a). La reacción perióstica estaba inactiva o mixta en el momento de la muerte y puede relacionarse con una actividad inflamatoria. La lesión penetra tanto la lámina exterior como el diploe y, según la afectación observada en la radiografía, no parece que la fractura penetre la lámina interna del hueso (Figura 58b). Se aprecia una pérdida de masa en la estructura diplótica que afecta al hueso que forma parte de la depresión. El hueso afectado por la lesión está soldado, no obstante el margen superior se encuentra ligeramente más marcado, observándose una discontinuidad entre la depresión y el resto del cráneo; en esta área también se observa una porosidad más intensa (Figura 58a). En la radiografía se aprecia una menor densidad del hueso (radioluciente) en la zona donde a simple vista se puede observar la mencionada discontinuidad (Figura 58b). Dicha discontinuidad consiste en una apertura de unos 0,4 cm de ancho y 2,0 cm de largo de forma ovalada en la porción inferior del hueso que forma la depresión (Figura 58a). No obstante, la morfología general de bordes suaves y regulares está bien preservada en esta apertura, por lo que se interpreta como indicativa de un proceso de curación avanzado, pero aun en activo (Galloway et al. 2014). Puesto que no se aprecian fracturas curvilíneas características de los traumatismos *peri mortem*, y los bordes son suaves y regulares, puede considerarse que se trata de una lesión *ante mortem* (Stodder 2019). Algunos estudios clínicos indican que el proceso de curación del hueso craneal puede alargarse de 6 a 12 meses en individuos adultos sin que el hueso llegue a cerrarse por completo, por lo que este traumatismo posiblemente sucedió al menos 6 meses antes de la muerte del individuo (Birzle et al. 1985; Nerlich et al. 2003).

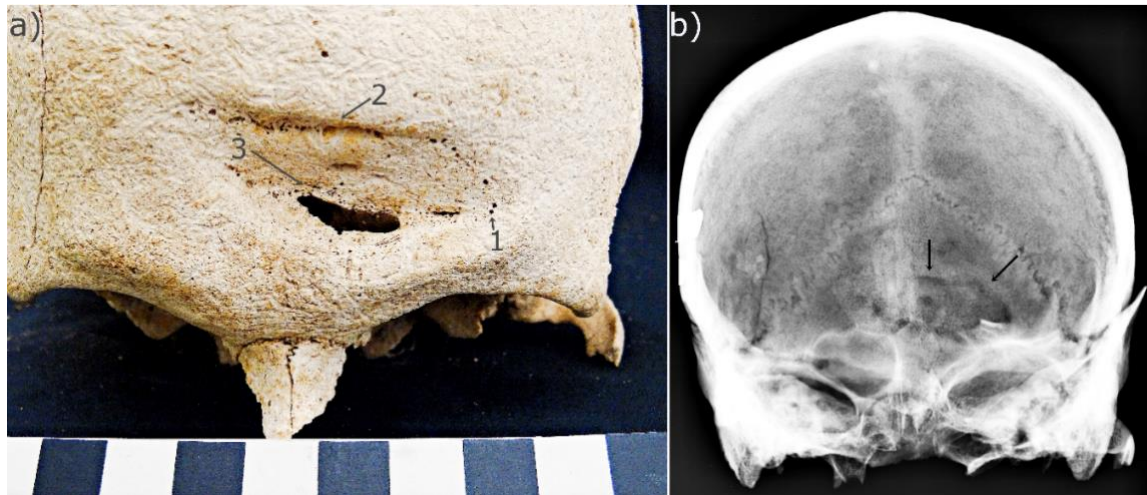


Figura 58. a) Traumatismo con depresión en el hueso frontal del individuo. Se observan reacción perióstica y porosidad (1), discontinuidad entre la depresión y el resto del cráneo (2) y bordes suaves y regulares en la apertura (3). b) Radiografía donde se señala la zona afectada y la menor densidad ósea sintomática de la soldadura del hueso.

Según las características anteriormente descritas este traumatismo pudo haber sido provocado por un objeto contundente. Las fracturas en la parte anterior del cráneo suelen ser consideradas como indicativas de violencia, pero pueden ser igualmente provocadas por accidentes (Galloway y Wedel 2014; Martin y Harrod 2015). Aunque en la literatura clínica hay ejemplos de traumatismos por fuerza contundente en el cráneo que conllevan lesiones de carácter neurológico o del nervio óptico y hay varias publicaciones sobre esqueletos de origen arqueológico que exploran esta posibilidad, no todos los traumatismos sostenidos en el cráneo derivan en daños cerebrales (e.g. Masuzawa et al. 1971; Orschiedt et al. 2003; Maegele 2008; Coqueugniot et al. 2014; Tornberg y Jacobsson 2018; Li et al. 2021).

Es pertinente indicar que Campillo y Fité (1996) describen un traumatismo *peri mortem* en el hueso parietal derecho de otro individuo de sexo masculino procedente de la misma población de Àger al que no se ha tenido acceso y que posiblemente procede de uno de los sarcófagos excavados por Bertran y Fité (1986). Aunque la localización y características de la lesión que se ha estudiado son diferentes respecto a esta, ambas presentan una morfología semi-elipsoidal. Campillo y Fité (1996) concluyen que el traumatismo que estudian fue producido por un arma de filo o cortante. Este traumatismo tenía un diámetro mayor (aproximadamente 2cm) y bordes cortantes que indican la carencia de signos de regeneración ósea o supervivencia.

Evidencias de traumatismos musculares y del cartílago

Nueve individuos (9/107) presentan signos de traumatismos musculares y del cartílago; estos son ocho casos de osteocondritis y un caso de miositis en un metacarpo (Tabla 59). La osteocondritis se observa en diversas localizaciones y es más recurrente en la clavícula medial (3/9) y las facetas vertebrales (5/9). Los individuos de sexo masculino están más afectados (6/9) mientras que solo un individuo de sexo femenino presenta este tipo de lesiones. Se identifica un individuo adolescente afectado, e individuos adultos de diferentes edades se encuentran representados.

Tabla 59. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Santa Coloma d'Àger.

Individuo	Edad (años)	Edad	Tipo	Localización
SCA18UE1015	Hombre	18-30	Osteocondritis	Faceta articular superior de C4 y T7.
SCA18UE1024	Mujer	30-50	Osteocondritis	Faceta articular lumbar indeterminada.
SCAUNK	Indet.	15-18	Osteocondritis	Faceta articular superior cervical.
SCA97INH83	Hombre	30-50	Osteocondritis	Ambas clavículas mediales, faceta articular superior de L4 y tercio distal del cúbito derecho.
SCA97INH28	Hombre	50+	Osteocondritis	Clavícula medial derecha.
SCA97INH63	Indet.	15-18	Osteocondritis	Ambas cabezas de fémur y acetábulos.
SCA97INH52	Hombre	30-50	Osteocondritis	Clavícula medial derecha y faceta articular superior de L3.
SCA97INH14	Hombre	30-50	Osteocondritis	Ambas clavículas mediales.
SCA97INH109	Hombre	18-30	Miositis	Tercer metacarpo izquierdo.

Nódulos de Schmörl

Los nódulos de Schmörl presentan una frecuencia total del 6,9% (Tabla 60). Aunque como se ha establecido en el capítulo 3. Métodos en la Tabla 60 no se incluyen las vértebras cervicales, en ninguno de los 324 discos vertebrales cervicales se ha identificado esta patología. Los individuos de sexo masculino presentan frecuencias ligeramente superiores (8,1%) a los individuos de sexo femenino (6,5%), sin que la diferencia resulte significativa ($p=0,44$). Por otro lado, los individuos menores de 30 años (10,4%) presentan frecuencias más elevadas de nódulos de Schmörl en comparación con los individuos de mayor edad (6,7%). Aunque las diferencias resultan casi significativas ($p=0,07$), el grupo joven ($n=13$) cuenta con la mitad de individuos que el grupo de mayores de 30 años ($n=26$).

Dada la falta de equidad en la representación de grupos de edad como de sexos, la muestra se ha dividido teniendo en cuenta tanto los grupos de edad como el sexo de los individuos para comprobar si alguno de estos sesgos se sobre impone a los resultados

obtenidos (Tabla 60). En el grupo de individuos menores de 30 años se encuentran diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los individuos de sexo masculino (9,5%) y los de sexo femenino (31%). Este resultado puede estar afectado por el mayor número de observaciones realizadas en la muestra de sexo masculino. En el grupo de mayor edad, los individuos de sexo masculino presentan frecuencias superiores (7,5%) a los de sexo femenino (5,7%) y no se aprecian diferencias significativas ($p = 0,41$).

Tabla 60. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Santa Coloma d'Àger.

	Vértebras torácicas			Vértebras lumbares			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Total (n=51)	50	767	6,5	23	285	8,1	73	1052	6,9	N/A	N/A
Hombres (n=28)	35	416	8,4	12	166	7,2	47	582	8,1	0,44	N/A
Mujeres (n=16)	14	277	5,1	10	92	11	24	369	6,5		
<30 años (n=13)	25	233	10,7	8	85	9	33	318	10,4	0,07	N/A
> 30 años (n=26)	24	402	6,0	14	166	8,4	38	568	6,7		
Hombres <30 años (n=9)	19	186	10,2	5	67	8	24	253	9,5	<0,01	<0,01
Mujeres <30 años (n=2)	6	21	29	3	8	38	9	29	31		
Hombres >30 años (n=16)	16	208	7,7	7	97	7	23	305	7,5	0,41	0,40
Mujeres >30 años (n=10)	8	194	4,1	7	69	10	15	263	5,7		

Enfermedades infecciosas

Dos individuos presentan periostitis. El primero, un individuo de sexo masculino de 18 a 30 años, la presenta en asociación a politraumatismos en el hueso frontal y radio y cúbito izquierdos; el segundo, un individuo de sexo masculino de 18 a 30 años, presenta periostitis en el hueso frontal, concretamente en la región de la glabella, en forma de hueso no organizado.

Uno de los individuos estudiados, adulto maduro de sexo masculino (SCA15UE1010), presenta un posible caso de osteomielitis en su fémur proximal derecho, secundaria a una fractura ya presentada en el apartado correspondiente (Figura 59a). Esta se caracteriza por una inflamación de dicha región y por la proliferación de hueso esclerótico en la zona, acompañada por porosidad. Se ha identificado también una posible cloaca o absceso de evacuación para el pus generado por la infección que se sitúa en la superficie cortical del hueso (Figura 59b). Su posición en la superficie cortical original en vez de en el hueso de nueva formación permite caracterizarla como posible

cloaca sintomática de una osteomielitis en vez de como un puente óseo generado por la fractura.



Figura 59. Posible osteomielitis secundaria a traumatismo en fémur proximal (a) que presenta formación ósea esclerótica, porosidad y una posible cloaca (b).

Por último, otro individuo de sexo masculino adulto joven (entre 18 y 30 años; SCA97INH90) presenta una infección en la clavícula medial derecha que se presenta como proliferación de hueso esclerótico y porosidad junto a una proyección ósea en el ángulo inferior (Figura 60).



Figura 60. Posible proceso infeccioso localizado en la clavícula medial derecha de un individuo de Santa Coloma d'Àger caracterizado por la proliferación de hueso esclerótico, porosidades y una proyección ósea en el ángulo inferior.

Patologías congénitas

En la población de Santa Coloma d'Àger se ha identificado un caso de sexta vértebra lumbar en un individuo de sexo masculino de entre 18 y 30 años (SCA97INH20; Figura 61). Se descarta una lumbarización del sacro (S1), puesto que este se encuentra completo y no se detectan alteraciones. Por lo tanto, esta vértebra se identifica como una vértebra transicional lumbar (Aufderheide y Rodríguez-Martín 1998:65). Los

estudios clínicos indican que la incidencia de la sexta vértebra lumbar transicional es del 6,6% en las poblaciones modernas (Apazidis et al. 2011).

La vértebra estudiada presenta un proceso transversal displásico unilateral compatible con el tipo IA propuesto por el sistema de clasificación radiográfico de Castellvi y colegas (1984), que es el sistema de clasificación más empleado en la literatura (Figura 61) (Nardo et al. 2012; Jancuska et al. 2015). Aunque la presencia de vértebras sacrolumbares transicionales se asocia a patrones alterados de degeneración vertebral, esta correlación es más fuerte en los tipos II, III y IV (Aihara et al. 2005; Delpont et al. 2006; Nardo et al. 2012; Jancuska et al. 2015). El individuo estudiado presenta 2 herniaciones en las vértebras lumbares (2/6) y artrosis en 5 de sus 12 discos vertebrales torácicos.

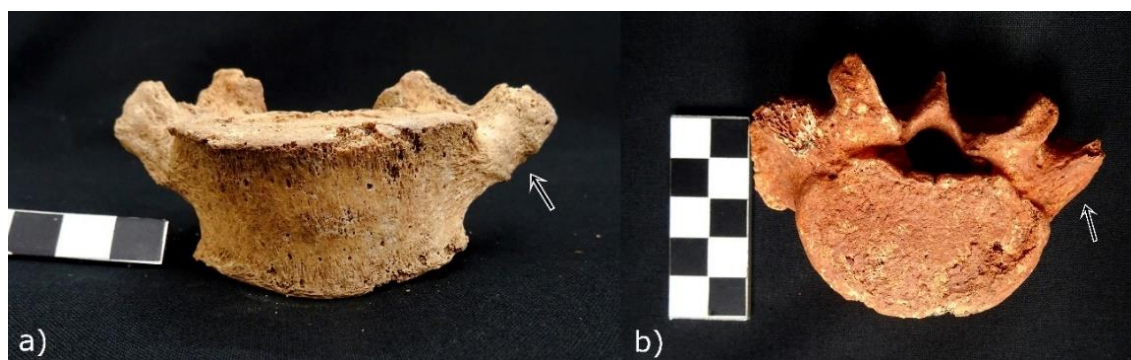


Figura 61. Sexta vértebra lumbar transicional observada en un esqueleto de Santa Coloma d'Àger (a) y en un esqueleto de Vall d'Uixó (b); se señala el proceso transversal displásico unilateral.

Neoplasias

No se han observado modificaciones patológicas compatibles con patologías de origen neoplásico en la población de Santa Coloma d'Àger.

Valoración de las patologías óseas encontradas en Santa Coloma d'Àger

En la población de Santa Coloma d'Àger se ha encontrado una frecuencia de criba orbitaria del 50% en los individuos no adultos y una frecuencia del 15% en los individuos adultos. Diversos estudios bioarqueológicos encuentran una mayor prevalencia de criba orbitaria en los individuos no adultos en comparación a los individuos adultos. McFadden y Oxenham (2020) proponen que una mayor prevalencia en individuos no adultos se puede relacionar con el proceso de formación de la lesión, ya que la superficie cortical y el hueso trabecular de los individuos no adultos son más sensibles a padecer modificaciones. Alternativamente, estos investigadores también proponen que la mayor prevalencia de criba orbitaria en individuos no adultos puede ser un reflejo de una mayor mortalidad relacionada con episodios de estrés fisiológico en este grupo etario. Dentro

de los procesos cribóticos, también se ha identificado un caso de hiperostosis porótica, en individuo adulto. Tal como se ha descrito en el capítulo 3. Métodos, este marcador de estrés metabólico no específico se vincula con etiologías similares a las de la criba orbitaria (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Es necesario explorar la relación de la criba orbitaria con los datos recogidos de los otros marcadores de estrés fisiológico durante el crecimiento. No se da una concurrencia de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte ni en la población adulta ni en la población no adulta (Figura 62). En la población no adulta, la frecuencia de criba orbitaria es más elevada; sin embargo, la dentición decidua no presenta marcas de hipoplasia lineal del esmalte. Esta no concurrencia en la población no adulta se puede deber a las menores frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte que se encuentran usualmente en poblaciones no adultas, un hecho que Griffin y Donlon (2009) relacionan con la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que requiere la aparición de este marcador de estrés fisiológico. Otros estudios han identificado también una no concurrencia en poblaciones adultas, que se puede relacionar con los patógenos que causan la aparición de ambos marcadores. Estos, juntamente con una posible malnutrición y un sistema inmunológico debilitado, provocaban que el individuo fuera menos resistente ante posibles enfermedades adicionales y un mayor estrés (Obertová y Thurzo 2008; Liebe-Harkort 2012).

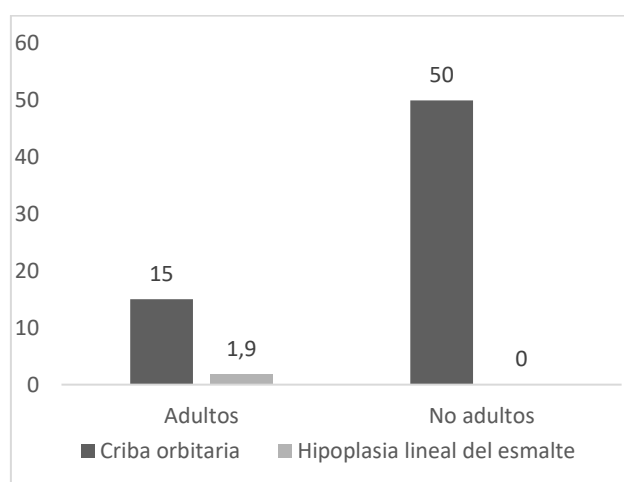


Figura 62. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Santa Coloma d'Àger.

El estudio de la estatura, que también puede ser un marcador de estrés fisiológico durante el crecimiento, ha permitido constatar que en esta población se identifica un dimorfismo sexual significativo y considerado dentro de los rangos esperados en

poblaciones modernas. Por este motivo, este marcador permite interpretar que durante la etapa de crecimiento la población pudo estar expuesta a un entorno poco adverso, ya que la falta de dimorfismo sexual se vincula a la existencia de un entorno adverso durante la etapa de desarrollo del individuo (Cámara 2015; Bogin et al. 2017).

Las patologías degenerativas y traumáticas pueden ser indicativas del modo de vida y la actividad física de una población (i.a. Parrington y Roberts 1990; Adams et al. 1993; Argoff y Wheeler 1998; Galtés et al. 2007; Weiss y Jurmain 2007; Faccia y Williams 2008). En esta, la artrosis es más común en las extremidades superiores del esqueleto apendicular y las vértebras lumbares en el esqueleto axial (Figura 63). No se han obtenido resultados significativos al comparar las frecuencias observadas en las muestras masculina y femenina; dado que la artrosis es una enfermedad asociada a la edad, sí se han identificado diferencias significativas al comparar grupos etarios.

Por lo que respecta a las fracturas, todas se han observado en individuos adultos y se produjeron *ante mortem*. Se destaca que la mayoría de estos individuos son de sexo masculino (4/5) y que todas las fracturas se localizan en las extremidades. No se han podido identificar signos de violencia en ninguna de las fracturas observadas y en todos los casos la literatura clínica moderna las vincula más comúnmente a accidentes, aunque no se pueden descartar otros contextos (Schultz 1990; Kilgore et al. 1997; Judd y Roberts 1998; Alvrus 1999; Judd 2006; Judd 2008; Iwamoto et al. 2011; Šlaus et al. 2012). En cuatro de los cinco individuos afectados están mal alineadas o presentan signos de infección. Estos problemas de curación se detectan en otras poblaciones arqueológicas y se pueden relacionar con el acceso y calidad de los cuidados médicos (Cabieses 2014; Kristjánsdóttir y Walser 2021).

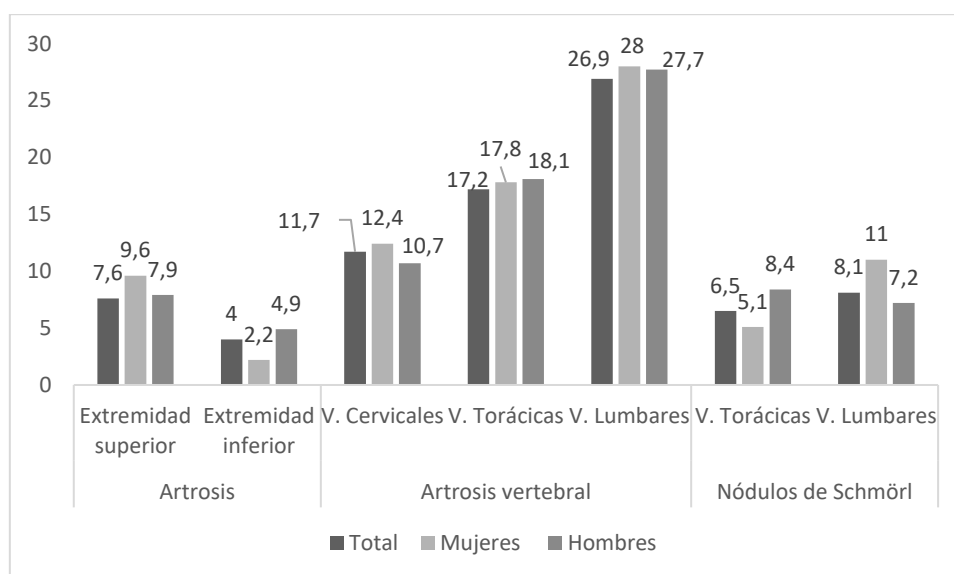


Figura 63. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmorl en la población de Santa Coloma d'Àger.

En la muestra adulta también se han identificado ocho casos de osteocondritis. Mayoritariamente (5/8) se encuentran en esqueletos de individuos de sexo masculino, pero también se identifican en dos esqueletos de sexo femenino y un esqueleto de sexo indeterminado. Aunque su etiología es desconocida, puede requerir una reducción de la actividad física (Perumal et al. 2007). Un solo esqueleto, de sexo masculino, presenta un caso de miositis en un metacarpo. En poblaciones modernas, este tipo de traumatismo, que resulta de una lesión en el tejido muscular, es más común en individuos de sexo masculino y en adultos jóvenes, justamente el perfil que presenta este individuo (Tyler y Saiffudin 2010; Walczak et al. 2015).

Finalmente, tanto las vértebras torácicas como las vértebras lumbares presentan nódulos de Schmörl (Figura 63). Las vértebras lumbares presentan frecuencias ligeramente más elevadas, y no se detectan diferencias significativas en las muestras de sexo femenino y de sexo masculino. La presencia de nódulos de Schmörl se relaciona con traumatismo y actividades de carga mecánica, por lo que su frecuencia puede ser indicativa de patrones de actividad y posturas (Resnick y Niwayama 1987; Adams et al. 1993; Argoff y Wheeler 1998; Üstündağ 2009). Ni en los resultados observados en esta patología ni en el resto de las patologías relacionadas con el modo de vida y la actividad física se constatan diferencias que indiquen que había una diferenciación sexual en la realización más usual o intensa de tareas y acciones que resultaran en la expresión de estas patologías.

4.5 Perfil biológico y datos paleopatológicos de la población de Vall d'Uixó

Conservación del material

En este apartado se valora la conservación de los esqueletos estudiados en de Vall d'Uixó, se discuten los factores que pueden haber influenciado en dicha conservación y se explora si los esqueletos presentan diferencias en su conservación en función de su sexo o edad estimados o el sector en el que fueron excavados. También se detallan particularidades que se han identificado en la conservación de algunos de los elementos óseos.

Los esqueletos procedentes de Vall d'Uixó se encuentran en un buen estado de conservación. Su índice de conservación medio de la superficie cortical según la escala propuesta por McKinley (2004) es de 1,6, lo cual implica que la superficie cortical del hueso se encuentra ligeramente afectada por procesos erosivos, sin que eso impida su adecuada observación. Por otro lado, su moda es de 2, indicando que la mayoría de los

esqueletos presentan erosión en parte de su superficie. Tanto los esqueletos de sexo femenino como los de sexo masculino presentan un grado de conservación del hueso cortical medio de 2, aunque la moda de los individuos de sexo masculino (grado 2) es más elevada que la de los de sexo femenino (grado 1) (Tabla 61). Tanto los esqueletos adultos como los no adultos presentan un grado medio y una modal de 2.

Tabla 61. Resumen del índice de conservación (McKinley 2004) de los esqueletos estudiados en Vall d'Uixó.

	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5	Grado 5+
Hombres	10	12	4	0	0	0
Mujeres	10	5	2	0	0	0
Adultos	24	20	8	0	0	0
No adultos	17	18	9	2	0	0

La fragmentación esquelética es moderada, entendiéndose por esto que se encuentran algunas fracturas *post mortem* en huesos largos, costillas y cráneo sin que los fragmentos craneales sean inferiores a 5cm (Tabla 62). Aunque tanto los esqueletos de sexo femenino como los esqueletos de sexo masculino presentan una fragmentación media de grado moderado, la moda de los esqueletos de sexo masculino es baja mientras que la de los esqueletos de sexo femenino es moderada. Los esqueletos de individuos adultos presentan un grado de fragmentación medio y modal moderado, mientras que los individuos no adultos tienen una moda alta y una media moderada.

Tabla 62. Resumen del estado de fragmentación de los esqueletos estudiados en Vall d'Uixó.

	Baja	Moderada	Alta
Hombres	11	9	6
Mujeres	4	10	3
Adultos	21	21	10
No adultos	15	15	16

La mayoría de los individuos estudiados, excavados entre los años 1995 y 2006, se encontraban sin limpiar en el momento de iniciar su estudio en el año 2019. En consecuencia, la tierra que rodeaba los huesos tenía una consistencia dura, por lo que su limpieza en algunas ocasiones fue difícil. Las condiciones ambientales en las que se conservaron los huesos después de su excavación favorecieron la proliferación de hongos en algunos de los huesos estudiados. Por último, al haber sido algunos de ellos envueltos en papel de diario, la tinta del papel de diario afectó y tiñó el hueso, siendo imposible su eliminación mediante la limpieza en seco o con agua.

La mayoría de los individuos conservan alrededor del ~42% de su esqueleto (Tabla 63). El bajo índice de conservación de elementos como la costilla esternal (9,1%) o el pubis (19,5%) ha influido en la cantidad de información disponible para la evaluación del perfil biológico y patológico de cada individuo, aunque otros como el ilion (48,5%) se han

conservado mejor. La mayoría de los huesos largos, por su parte, presentan una conservación superior al 50%. Se observa una gran variabilidad en la conservación de los elementos craneales, relacionada muy seguramente con la variación en su fragilidad, ya que mientras que elementos más densos como la mandíbula o los huesos de la calota tienen una conservación superior al 40% otros elementos más frágiles como el palatino o el hueso nasal presentan unos índices de conservación cercanos o inferiores al 20%.

Tabla 63. Conservación ósea y de regiones anatómicas en la población de Vall d'Uixó. CV= Vértebra cervical; TV= Vértebra torácica; LV= Vértebra lumbar; PE= Epífisis proximal; P=Proximal; M= Diáfisis; D= Distal; DE= Epífisis distal.

Hueso y región anatómica		n	N	%
Cráneo	Frontal	49	99	49,5
	Glabella	36	99	36,4
	Parietal	110	198	55,6
	Occipital	55	99	55,6
	Cresta nugal	39	99	39,4
	Temporal	114	198	57,6
	Apófisis mastoide	91	198	46,0
	Esfenoides	30	99	30,3
	Cigomático	58	198	29,3
	Maxila	67	198	33,8
	Palatino	43	198	21,7
	Nasal	11	99	11,1
	Mandíbula	109	198	55,1
	Mentón	53	99	53,5
Vértebras	CV1	44	99	44,4
	CV2	40	99	40,4
	CV (3-7)	160	495	32,3
	TV	504	1188	42,4
	LV	207	495	41,8
Costilla esternal		217	2376	9,1
Cuerpo esternal		15	99	15,2
Clavícula medial		61	198	30,8
Omoplato	Cuerpo escapular	42	198	21,2
	Glenoide	81	198	40,9
Pelvis	Ilion	96	198	48,5
	Isquion	74	198	37,4
	Pubis	39	198	19,7
Húmero	PE	76	198	38,4
	P1/3	122	198	61,6
	M1/3	147	198	74,2
	D1/3	135	198	68,2

	DE	91	198	46,0
	Media	114,2	198	57,7
Hueso y región anatómica		n	N	%
Radio	PE	93	198	47,0
	P1/3	131	198	66,2
	M1/3	130	198	65,7
	D1/3	118	198	59,6
	DE	71	198	35,9
	Media	108,6	198	54,8
Cúbito	PE	100	198	50,5
	P1/3	133	198	67,2
	M1/3	133	198	67,2
	D1/3	114	198	57,6
	DE	63	198	31,8
	Media	108,6	198	54,8
Fémur	PE	121	198	61,1
	P1/3	141	198	71,2
	M1/3	149	198	75,3
	D1/3	135	198	68,2
	DE	113	198	57,1
	Media	131,8	198	66,6
Tibia	PE	99	198	50,0
	P1/3	128	198	64,6
	M1/3	139	198	70,2
	D1/3	121	198	61,1
	DE	90	198	45,5
	Media	115,4	198	58,3
Peroné	PE	42	198	21,2
	M1/3	138	198	69,7
	DE	65	198	32,8
	Media	81,7	198	41,2
Rótula		73	198	36,9
Mano	Carpos	303	1584	19,1
	Metacarpos	451	990	45,6
Pie	Tarsos	566	1386	40,8
	Metatarsos	483	990	48,8
Falanges de manos y de pies		1193	2772	43,0

Debido a las problemáticas de representación del índice de conservación esquelética propuesto por Campillo (2001) comentadas en el capítulo 3. Métodos (ver *Skeletal preservation index*), se presenta el índice de conservación esquelética siguiendo la metodología propuesta por Walker y colegas (1988), que es de $0,5 \pm 23,8$.

Los índices de conservación de los elementos esqueléticos deberán tenerse en cuenta al valorar los resultados del perfil biológico y patológico de esta población, ya que la mala conservación de los restos condiciona la capacidad del investigador para realizar observaciones macroscópicas en los esqueletos (Grauer 2018; Márquez-Grant y Olivé-Busom). La buena conservación de la superficie cortical del hueso observada en la población de Vall d'Uixó puede guardar relación con el fluvisol que caracteriza su suelo, ya que los fluvisoles acostumbran a tener valores de pH neutros o cercanos a la neutralidad (López-Costas 2016; IGN 2021).

Puesto que los esqueletos estudiados proceden de dos sectores diferentes, las excavaciones en la calle Cervantes vinculadas a la *maqbara* de la alquería de Zeneta y la excavación realizada en la plaza de la Asunción vinculada a la *maqbara* de la alquería de Benizahat, se ha calculado este índice de conservación teniendo en cuenta estas dos procedencias. Esto se ha calculado para comprobar si existe un sesgo en la conservación que repercuta en la información biológica y patológica recogida. En los esqueletos de la plaza de la Asunción (n=8) el índice de conservación medio es de $0,5 \pm 2,5$. Este mismo índice es también de $0,5 \pm 22,2$ en los esqueletos procedentes de las excavaciones realizadas en la calle Cervantes. Por lo tanto, ambos sectores presentan un índice de conservación similar.

También se ha comprobado si existen diferencias en la conservación de los esqueletos según su sexo o edad. Los esqueletos de sexo femenino y masculino presentan índices de conservación parecidos, con una media de entre el 50% y el 75% y una moda superior al 75% de elementos óseos conservados. Por su parte, los esqueletos de los individuos no adultos presentan una conservación de sus elementos inferior al 25%, aunque su media está entre el 50% y el 75%. Esto contrasta con los esqueletos de los individuos adultos, cuya moda es superior al 75%, aunque de media presentan una conservación también de entre el 50% y el 75%. Como se ha dicho anteriormente, varios estudios sugieren que la peor conservación de los esqueletos de individuos no adultos puede relacionarse con factores intrínsecos de la propia matriz ósea y extrínsecos causados por la tafonomía y la excavación (Lewis 2007; Manifold 2012, 2013 y 2015).

Perfil biológico y demográfico

Número mínimo de individuos, sexo, edad y mortalidad

En este apartado se determina el número mínimo de individuos estudiados en Vall d'Uixó, se identifican aquellas tumbas que pueden contener más de un individuo y se presenta la distribución por sexo y edad de este número mínimo de individuos.

Seguidamente, se discuten los datos demográficos y de mortalidad que se pueden derivar de esta distribución.

Dado que en las *maqābir* de Vall d'Uixó se encuentran fosas diferenciadas, se ha procedido al cálculo del número mínimo de individuos (NMI) de la misma forma que en los cementerios anteriores. Aunque en la mayoría de los casos el NMI corresponde a un individuo por tumba, en las siguientes se encuentran o bien elementos óseos repetidos o bien elementos que no se corresponden en edad y sexo, por el que se estima que en cada tumba hay más de un individuo representado (Tabla 64).

Tabla 64. Fosas de inhumación con más de un individuo representado en la población de Vall d'Uixó.

Identificador	NMI	Motivo
C95F14	2	Se distinguen dos individuos de sexo femenino, uno de entre 18 y 30 años y otro de entre 30 y 50 años. Ambos se encuentran bastante completos.
C95F20	3	Se distinguen dos individuos no adultos de edad cercana a los 2 años, un bien representado y otro del que solo se conserva el cráneo y dentición y un individuo adulto de sexo indeterminado representado por un diente.
C95F34	2	Se distinguen dos individuos de sexo femenino, uno de entre 18 y 30 años y otro de entre 30 y 50 años. Ambos están bien representados.
C06F1	2	Se distinguen un individuo adulto de sexo masculino y un individuo no adulto de entre 11 y 13 años. Ambos están bien representados.
C06F6	4	Se distinguen un individuo de sexo femenino de entre 30 y 50 años, dos individuos adultos de sexo indeterminado y un individuo no adulto de entre 6 y 9 años. El primero está bien representado, mientras que de los otros tres solo se identifican fragmentos craneales, piezas dentales y huesos de manos y pies.
C06F14	2	Se distinguen un individuo adulto de sexo femenino y un individuo no adulto de entre 3 y 5 años. El primero está bien representado, mientras que del segundo solamente se identifican piezas dentales.
C06F18	2	Se distinguen un individuo de sexo masculino de entre 18 y 30 años y un individuo no adulto de entre 9 y 12 años. El primero está bien representado, mientras que del segundo solamente se identifican piezas dentales y un fragmento de mandíbula.

Los esqueletos estudiados procedentes de las alquerías de Vall d'Uixó se excavaron en las *maqābir* de las alquerías de Zeneta (81 tumbas) y de Benizahat (8 tumbas). Para cada *maqābir* se ha calculado un NMI de 8 individuos y 91 individuos respectivamente, obteniéndose así el NMI total de 99 individuos repartidos en 89 tumbas. Esto se debe a que siete de las fosas excavadas en la calle Cervantes contenían más de un individuo. La falta de memorias arqueológicas referentes a las intervenciones donde se identifican estas posibles tumbas no individuales impide proporcionar más datos al respecto. Aunque los preceptos malikíes indican la necesidad de realizar y mantener tumbas individuales, otras *maqābir* del *Plana de Burriana* presentan también tumbas no individuales (Casal García 2001). Es el caso de la *maqbara* de la plaza del Almudín (Segorbe, Castellón), donde se identifican 60 individuos repartidos entre 44 tumbas (Barrachina 2004-05; Duarte et al. 2010).

La muestra adulta (n=52) conforma un ~52% del total de población estudiada y presenta más individuos de sexo masculino (n=26) que individuos de sexo femenino (n=17) (Tabla 65). Todos los rangos de edad se encuentran representados, aunque hay un número considerable (n=18) de adultos de edad indeterminada. Las franjas de 18 a 30 años (n=14) y de 30 a 50 años (n=15) se encuentran bien representadas, mientras que hay menos individuos mayores de 50 años (n=5). En la población mayor de 30 años se observa un mayor número de individuos de sexo masculino (n=13) que de sexo femenino (n=5), aunque ambos sexos se encuentran representados en todas las franjas.

Se destaca la presencia de un individuo perinatal en la muestra no adulta, que en conjunto representa un ~46% (n=46) de la muestra total.⁵² El rango de edad no adulto más representado es el de individuos de entre 1 y 5 años (n=17), seguido por el de 10 a 15 años (n=13). Los grupos de individuos adolescentes (n=6), de entre 5 y 10 años (n=4) y de edad inferior al año (n=6) se encuentran menos representados. No se pudo estimar el posible sexo de ninguno de los seis individuos adolescentes (Tabla 65).

Tabla 65. Distribución por sexo y edad de la población de Vall d'Uixó.

Edad (años)	Indeterminado	Mujer	Hombre	Total	%
<i>Perinatal/ Neonatal</i>	1	N/A	N/A	1	1
<i>0-1</i>	5	N/A	N/A	5	5
<i>1-5</i>	17	N/A	N/A	17	17
<i>5-10</i>	4	N/A	N/A	4	4
<i>10-15</i>	13	N/A	N/A	13	13
<i>15-18</i>	6	N/A	N/A	6	6
<i><18 indeterminado</i>	0	N/A	N/A	0	0
<i>18-30</i>	2	6	7	14	14
<i>30-50</i>	1	4	9	15	15
<i>50+</i>	0	1	4	5	5
<i>>18 indeterminado</i>	6	6	6	18	18
<i>Indeterminado</i>	1	0	0	1	1
Total	56	17	26	99	100
%	57	17	26	100	-

Respecto a la distribución de la mortalidad, los rangos de edad con mayor número de muertos en la población de Vall d'Uixó son los individuos no adultos de 0 a 5 años (n=23) y los individuos los adultos de 20 a 30 años (n=14) junto a los adultos de 30 a 50 años

⁵²Se calcula que el individuo clasificado como perinatal (C06F23) contaba con 34-38 semanas *in utero*. El hecho que se haya encontrado en una tumba individual, según muestran el número de UE y fosa encontrados en la caja donde se guardaban los restos, puede indicar que se trata de un individuo ya nato.

(n=15) (Tabla 65, Figura 64 y Tabla 66). Esto implica que los mayores porcentajes de muertos se encuentran también en estas categorías.

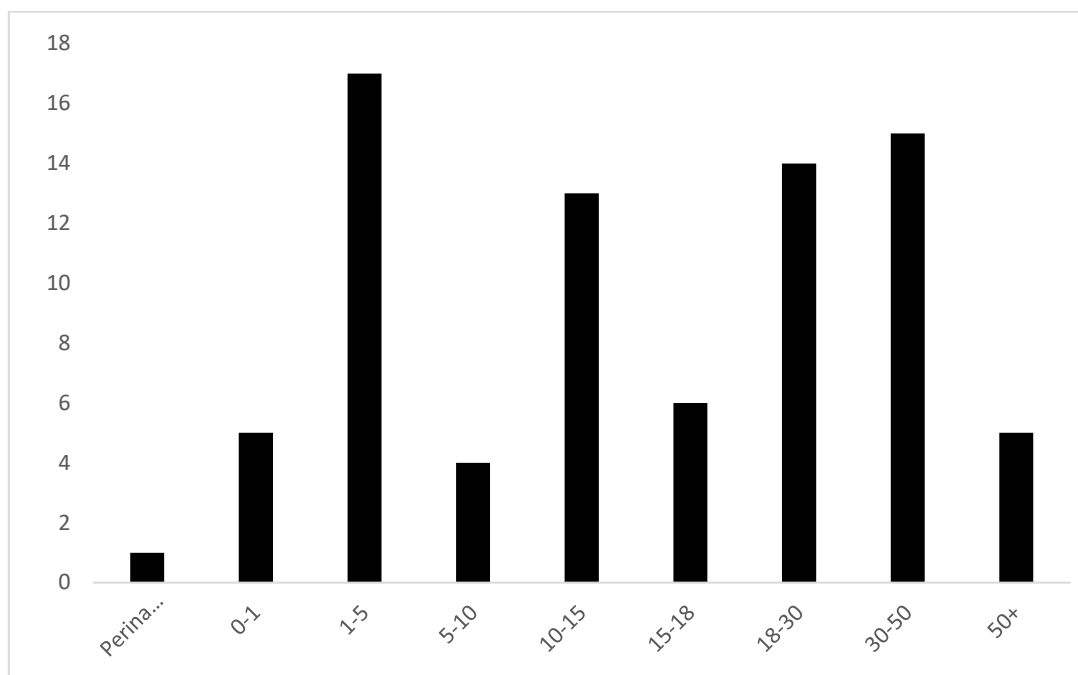


Figura 64. Mortalidad por rangos de edad en la población de Vall d'Uixó.

La mayor probabilidad de muerte se encuentra en los individuos de entre 30 y 50 años ($q_x=0,48$), seguidos de los individuos mayores de 50 años ($q_x=0,36$). Estos son seguidos por los individuos de 20 a 30 años ($q_x=0,31$), por lo que las categorías de edad adulta son las más afectadas. Las categorías de edad inferior presentan probabilidades de muerte influenciadas por el número de individuos presentes en cada categoría. Si se combina la información recogida en la Tabla 65 y la Tabla 66, no se identifica una distribución anormal en la población adulta que indique un episodio de mortalidad anormal o catastrófica (DeWitte 2010; Curtis y Roosen 2017). Hay una relativa paridad en la representación de sexos en todas las categorías de edad, aunque, debido al mayor número de individuos de sexo masculino en el total de la muestra, los rangos de 30 a 50 años de muerte y más de 50 años tienen una mayor representación masculina. Sin embargo, tanto los individuos adultos de sexo y edad indeterminados ($n=6$) como el individuo de sexo indeterminado identificado en el rango de 30 a 50 años de muerte deben tenerse en cuenta. Además ambas *maqābir* han sido excavadas de manera parcial, por lo que es posible que la mortalidad esté representada también parcialmente (Chamberlain 2000).

Por otro lado, la muestra no adulta presenta mayoritariamente individuos de entre 1 y 5 años (~37%), seguida de individuos de 10 a 15 años (~28%) (Tabla 66). Los individuos

de 5 a 10 años (~9%) y de 0 a 1 años (~11%) tienen una representación menor. Por último, los individuos adolescentes representan un ~13% de la muestra no adulta. En concordancia, las menores probabilidades de muerte se encuentran en los individuos de 5 a 10 años ($q_x=0,07$) y de 15 a 20 años ($q_x=0,13$). Se destaca que la probabilidad de muerte tiene su máximo en el rango de 0 a 5 años ($q_x=0,24$), desciende entre los 5 y 10 años ($q_x=0,07$) y luego vuelve a subir en el rango de 10 a 15 años ($q_x=0,20$). Por lo tanto, la distribución de la mortalidad no adulta coincide en gran medida con los patrones de mortalidad de poblaciones preindustriales, ya que desciende después de los 5 años y vuelve a aumentar a partir de los 10 años (Rousham y Humphrey 2002: 124). Sin embargo, también cabría esperar una mortalidad mayor en los individuos de menos de 1 año (Rousham y Humphrey 2002: 124). La baja representación de este grupo se puede deber al NMI total de la población, a la fragilidad de los restos, y al hecho que solo una parte del cementerio ha sido excavado (Chamberlain 2000).

Tabla 66. Tabla de mortalidad de la población de Vall d'Uixó.

Rango de edad (años)	Duración del intervalo	Nº de muertos	% de muertos	Supervivientes	Probabilidad de muerte
x	n	Dx	dx	lx	qx
0-5	5	23	24,3	100	0,24
5-10	5	4	5,3	75,8	0,07
10-15	5	13	14,3	70,5	0,20
15-20	5	6	7,3	56,3	0,13
20-30	10	14	15,3	49,0	0,31
30-50	20	15	16,3	33,8	0,48
50-70	20	5	6,3	17,5	0,36

Atributos físicos. La estatura

En este apartado se presentan las estaturas medias de la población de Vall d'Uixó en función de su sexo y se realiza una comparación de los resultados obtenidos mediante las tres metodologías descritas en el capítulo 3. Métodos. También se realiza un estudio estadístico del dimorfismo sexual y se discuten los resultados obtenidos en este.

Se han calculado las estaturas de un total máximo de 16 individuos de sexo masculino y 12 individuos de sexo femenino, para los cuales había 25 fémures, 15 húmeros, 18 tibias, 6 cúbitos y 7 radios disponibles. Con tal de maximizar el número de observaciones y, a la vez, preservar unos datos fiables, los resultados se presentan tanto por compilación general de todas las mediciones de huesos como por compilación de todas las observaciones y huesos. Estos se presentan siempre en forma de estatura media estimada. Las mediciones por hueso e individuo pueden encontrarse en el Anexo.

Las estaturas calculadas mediante el método propuesto por Trotter y Gleser (1952) presentan los valores más altos tanto por hueso como en la compilación general (Tabla 67 y Tabla 68). Por otro lado, las fórmulas de regresión propuestas por Mendonça (2000) y Pearson (1898) presentan valores muy próximos, aunque la metodología propuesta por Mendonça produce valores ligeramente más altos (Tabla 67).

Tabla 67. Estatura media de la población de Vall d'Uixó teniendo en cuenta todas las medidas óseas disponibles.

	Pearson				Mendonça				Trotter y Gleser			
	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	Media	SD	P	N
Hombres	165,2	3,9	<0,01	16	165,5	4,9	<0,01	16	169,8	3,8	<0,01	16
Mujeres	156,4	6,7		12	156,5	7,6		12	161,1	6,2		12

Tabla 68. Estatura media de la población de Vall d'Uixó por hueso medido.

		Pearson			Mendonça			Trotter y Gleser		
		Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD	N
Hombres	Fémur	164,8	4,0	16	165,1	5,8	15	167,1	5,0	16
	Húmero	165,0	2,8	9	166,0	3,2	9	170,9	3,0	9
	Tibia	165,8	4,9	12	N/A	N/A	N/A	171,1	5,2	12
	Cúbito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	173,0	0,8	2
	Radio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	173,3	1,7	3
Mujeres	Fémur	155,3	5,9	9	157,9	7,5	8	159,8	6,9	9
	Húmero	152,7	7,9	6	154,7	8,8	6	157,1	9,6	6
	Tibia	161,7	4,3	6	N/A	N/A	N/A	168,7	5,3	6
	Cúbito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4
	Radio	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	158,6	4,6	4

Se identifica dimorfismo sexual en la estimación de la estatura media independientemente de la fórmula de regresión empleada que se concreta en una diferencia de unos 9 cm entre los individuos de sexo masculino y los individuos de sexo femenino (Tabla 69). Este valor es considerado normal por Manouvrier (1893) y se ajusta a los rangos observados en poblaciones modernas (Bogin et al. 2017). Con tal de mantener la misma metodología para la posterior comparación entre poblaciones, solo se ha testado si es significativo considerando las estaturas calculadas teniendo en cuenta todas las observaciones y huesos. El test de Mann-Whitney indica que es significativo en las tres metodologías utilizadas. El hecho de haber constatado que este dimorfismo sexual es significativo, a la par que considerado dentro de los rangos esperados en poblaciones modernas, es de especial relevancia, ya que se puede relacionar con un entorno poco adverso durante la etapa de crecimiento de la población (Cámara 2015; Bogin et al. 2017).

Tabla 69. Estudio del dimorfismo sexual en la muestra de Vall d'Uixó.

	$\bar{X}_{\text{♂}} - \bar{X}_{\text{♀}}$	U	Z	p
Pearson	8,8	101	4,64	<0,01
Mendonça	8,9	63	3,16	<0,01
Trotter y Gleser	8,7	191	4,32	<0,01

Rasgos no-métricos

En este apartado se presentan las frecuencias de expresión de cada rasgo no-métrico estudiado y se explora la posible relación entre su aparición y la edad o el sexo de los individuos.

Todos los rasgos no-métricos craneales presentan variabilidad en su frecuencia de observación (Tabla 70). En ninguno de ellos se detectan diferencias significativas en su distribución por sexo o grupos de edad salvo en el caso del foramen parietal, que se presenta en una frecuencia de 0,31 (16/52). Su distribución entre sexos es significativamente diferente ($p=0,02$). Por lo que refiere a los rasgos no-métricos dentales, no se observan hipoconúlidos en el primer molar inferior ni odontomas en los premolares superiores. El resto de los rasgos no-métricos presentan variabilidad sin que se observe a correlación entre su distribución y el sexo o la edad de los individuos. Respecto a las frecuencias obtenidas en los rasgos no-métricos poscraneales, todos los rasgos presentan variabilidad salvo el tercer trocánter y en ninguno se detectan correlaciones entre su distribución y el sexo o la edad de los individuos.

Tabla 70. Frecuencias de rasgos no-métricos en la población de Vall d'Uixó clasificados también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total			Hombres			Mujeres			Fisher <i>p</i>	Montecarlo <i>p</i>	<18 años			>18 años			Fisher <i>p</i>	Montecarlo <i>p</i>
	n	N	%	P	A	Total	P	A	Total			P	A	Total	P	A	Total		
Foramen parietal	16	52	30,8	10	9	19	1	10	11	0,02	0,02	3	12	15	13	24	37	0,34	0,34
Foramen infrao. múltiple	11	27	40,7	7	8	15	0	5	5	0,11	0,12	1	2	3	10	14	24	1	1
Hueso inca	2	35	5,7	1	14	15	1	8	9	1	1	0	8	8	2	25	27	1	1
Hueso bregmático	1	32	3,1	1	13	14	0	7	7	1	1	0	7	7	1	26	27	1	1
Hueso asteriónico	3	27	11,1	3	10	13	0	5	5	0,52	0,51	0	6	6	3	18	21	1	1
Hueso epitérico	6	25	24	3	5	8	1	5	6	0,58	0,58	0	7	7	6	12	18	0,14	0,14
Os. coronales	4	36	11,1	1	12	13	1	8	9	1	1	1	8	9	3	24	27	1	1
Os. sagitales	2	37	5,4	1	13	14	0	9	9	1	1	1	9	10	1	26	27	0,47	1
Sutura metópica	2	43	4,7	0	16	16	0	10	10	N/A	N/A	1	11	12	1	30	31	0,49	1
Foramen supraorbital	24	39	61,5	10	6	16	6	2	8	0,67	0,66	5	5	10	19	10	29	0,46	0,45
Fosas de interrupción (UI1)	2	36	5,6	0	11	11	0	8	8	N/A	N/A	1	8	9	1	22	23	0,49	1
Fosas de interrupción (UI2)	9	38	23,7	0	11	11	2	6	8	0,16	0,16	5	6	11	4	22	28	0,09	0,09
Incisivos en pala (UI1)	18	34	52,9	3	7	10	3	5	8	1	1	8	2	10	10	14	24	0,06	0,07
Doble raíz (LC)	1	30	3,3	0	10	10	0	6	6	N/A	N/A	0	8	8	1	21	22	1	1
Canino de Bushman (UC)	2	41	4,9	0	14	14	0	10	10	N/A	N/A	1	9	10	1	30	31	0,43	0,43
Doble raíz (UP1)	5	32	15,6	2	10	12	1	5	6	1	1	0	7	7	5	20	25	0,56	0,31
Odontoma (UP1)	0	31	0	0	9	9	0	7	7	N/A	N/A	0	9	9	0	21	21	N/A	N/A
Odontoma (UP2)	0	29	0	0	9	9	0	7	7	N/A	N/A	0	10	10	0	21	21	N/A	N/A
Extensiones del esmalte (UM1)	5	31	16,1	1	8	9	1	5	6	1	1	1	10	11	4	16	20	0,63	0,63
Cúspide de Carabelli (UM1)	3	30	10	1	8	9	0	6	6	1	1	0	7	7	3	20	23	1	0,56
Hipoconúlido (LM1)	0	22	0	0	3	3	0	6	6	N/A	N/A	0	9	9	0	13	13	N/A	N/A
Hipoconúlido (LM2)	1	20	5	0	2	2	0	6	6	N/A	N/A	1	7	8	0	12	12	0,40	0,40
Foramen Supraescapular	24	37	64,9	8	6	14	5	3	8	1	1	10	3	13	14	10	24	0,31	0,30
Foramen Septal (Húmero)	10	63	15,9	4	18	22	3	12	15	1	1	1	16	17	9	37	46	0,26	0,26
Fosa de vasto	5	39	12,8	3	12	15	1	11	12	0,61	0,60	0	4	4	5	30	35	1	0,64
Tercer trocánter	0	69	0	0	25	25	0	15	15	N/A	N/A	0	21	21	0	47	47	N/A	N/A
Faceta de Poirier	9	44	20,5	7	15	22	1	12	13	0,21	0,21	0	2	2	9	33	42	1	1
Fosa de Allen	2	44	4,5	2	20	22	0	13	13	0,52	0,51	0	3	3	2	39	41	1	1

Patología bucodental

En este apartado primeramente se presenta el estatus de la dentición de la población de Vall d'Uixó con tal de evaluar como la falta de información sobre algunas de las piezas ha influido en la posterior evaluación de la salud e higiene bucodental de la población. Seguidamente, se presentan las frecuencias de aparición de las patologías dentales estudiadas y se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen y una valoración de los resultados obtenidos.

La población de Vall d'Uixó presenta un porcentaje de dientes presentes cercano al 38%, mientras que los dientes con estatus desconocido constituyen un 39,2% del total de dientes esperados para una población de 99 individuos (Tabla 71). Las pérdidas dentarias *ante mortem* (11,9%) superan las pérdidas dentarias *post mortem* (3,7%). La buena representación de esqueletos no adultos en esta población ha propiciado una mayor representación de los dientes sin erupcionar (5,7%) o en proceso de erupción

(1,4%). Por último, se han documentado 8 casos de no erupción (0,3%), siempre localizadas en la dentición posterior.

Tabla 71. Estatus dentario de la población de Vall d'Uixó.

	Anterior	Posterior	Total	%
Total esperado ⁵³	1188	1656	2844	100
Erupcionado	502	573	1075	37,8
Erupcionado permanente	400	496	896	38,9
Erupcionado deciduo	102	77	179	33,1
Pérdida <i>ante mortem</i>	100	240	340	11,9
Pérdida <i>post mortem</i>	76	29	105	3,7
Estatus desconocido	445	670	1115	39,2
Ausente (no erupción)	0	8	8	0,3
Erupcionando	17	22	39	1,4
Sin erupcionar	48	114	162	5,7

Hipoplasia lineal del esmalte

Solamente una de las piezas de la dentición decidua mostraba hipoplasia lineal del esmalte, mientras que el 37,1% de la dentición permanente se encuentra afectada (Tabla 72). En esta, la dentición anterior muestra una mayor afectación (59,7%) que la posterior (18,3%) con una diferencia significativa ($\chi^2 p < 0,01$) común en poblaciones arqueológicas. Varios estudios muestran una mayor afectación de esta categoría dental y la vinculan a una mayor susceptibilidad de la dentición anterior debido a aspectos morfológicos y de formación y deposición del esmalte (Goodman y Armelagos 1985; Hutchinson y Larsen 1988; King et al. 2005).

Los individuos de sexo masculino (35,7%) muestran valores totales más altos que los individuos de sexo femenino (31,5%), una diferencia que se mantiene cuando se observan los dos grupos dentales por separado (Tabla 72). Tales diferencias, sin embargo, no resultan significativas ni para el total de la dentición observada ($\chi^2 p = 0,24$) ni en función de los grupos dentales (anterior p Fisher= 0,32 p Montecarlo= 0,33; posterior p Fisher= 0,23 p Montecarlo= 0,22).

⁵³ Calculado para 72 individuos con dentición permanente y 27 individuos con dentición decidua.

Tabla 72. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en la población de Vall d'Uixó.

	Anterior			Posterior			Total		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%
Decidua (n=18)	1	97	1	0	69	0	1	166	>1
Permanente (n=60)	222	372	59,7	82	447	18,3	304	819	37,1
Adultos (n=44)	144	260	55,4	57	285	20,0	201	545	36,9
Hombres (n=21)	72	129	55,8	32	148	21,6	104	277	37,5
Mujeres (n=16)	39	81	48	12	81	15	51	162	31,5

La hipoplasia lineal del esmalte tiene una etiología multifactorial estrechamente relacionada con numerosos factores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo del diente. Entre estos, la mayoría de los estudios mencionan el estatus socioeconómico, la nutrición, el destete, los niveles de flúor y el parto prematuro, o la contracción de enfermedades de tipo infeccioso durante la infancia, que interrumpen el desarrollo del diente durante su etapa de formación (Goodman et al. 1988; Lukacs et al. 2001; Psoter et al. 2005).

Caries dental

El 4,4% de la dentición decidua (o siete dientes, uno anterior y seis posteriores) se ve afectada por caries dentales (Tabla 73). Como ya se ha mencionado, diversos estudios clínicos determinan que la aparición de la caries dental en la dentición decidua de poblaciones actuales se puede vincular a diversos factores ambientales, tales como la exposición al consumo de tabaco, el consumo frecuente de alimentos con alto contenido en azúcares u otros alimentos cariogénicos, hipoplasia preexistente, o la duración del amamantamiento (Pascoe y Kim Seow 1994; Harris et al. 2004; Tanaka et al. 2015).

Por su parte, la frecuencia total estimada en la dentición permanente es del 17,6% (Tabla 73). Tanto la dieta, la microflora del propio individuo y la susceptibilidad de determinados dientes influyen en la aparición de caries (Hunter 1988; Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Los estudios basados en poblaciones arqueológicas se centran especialmente en la relación de frecuencias altas de esta patología con un alto consumo de carbohidratos, teniendo siempre en cuenta otros factores externos a la dieta, tales como cambios hormonales relacionados con el embarazo o la preexistencia de hipoplasia (Takashi y Nyvad 2008; Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Si se tiene en cuenta solamente la dentición perteneciente a individuos adultos, la caries dental se presenta con una frecuencia notablemente superior, del 22,4. La diferencia en ambas frecuencias es significativa ($p=0,03$) y se puede deber a una mayor oportunidad de contracción de caries en el grupo de individuos adultos por haber vivido más años que los individuos con dentición permanente pero no adultos.

Tal como muchos estudios en poblaciones arqueológicas indican, la dentición posterior (27,0%) presenta una afectación mayor que la dentición anterior (6,2%) (Duray y Ergal 2003; Wyne 2008). No se encuentran diferencias significativas entre los individuos de sexo masculino (23,1%) y los individuos de sexo femenino (22,8%) (Tabla 73). Se advierte, sin embargo, que el número de dientes disponibles en la población de sexo femenino es de 171 mientras que la de sexo masculino cuenta con 281 dientes.

Tabla 73. Frecuencias de caries dental en la dentición de la población de Vall d'Uixó. Las lateralidades se han ignorado al no encontrarse diferencias significativas entre ellas. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Permanente (n=59)			Adultos (n=46)			Hombres (n=23)			Mujeres (n=14)			Fisher	Montecarlo	Decidua (n=17)		
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p	n	N	%
I1	8	120	6,7	7	78	9	2	40	5	4	24	17	0,19	0,19	1	27	3,7
I2	7	127	5,5	7	87	8	4	47	9	1	26	4	0,65	0,64	0	33	0
C	9	138	6,5	8	91	9	3	49	6	5	29	17	0,14	0,14	0	37	0
Total anterior	24	385	6,2	22	256	8,6	9	136	6,6	10	79	13	0,14	0,15	1	97	1
P1	29	123	23,6	27	78	35	13	32	41	10	30	33	0,61	0,61	N/A	N/A	N/A
P2	18	120	15,0	17	77	22	10	38	26	5	26	19	0,56	0,56	N/A	N/A	N/A
M1	32	93	34,4	23	43	53	13	24	54	6	12	50	1	1	2	34	5,9
M2	33	84	39,3	18	39	46	13	26	50	3	9	33	0,46	0,46	4	29	13,8
M3	14	46	30,4	14	46	30	7	25	28	5	15	33	0,74	1	N/A	N/A	N/A
Total posterior	126	466	27,0	99	283	35,0	56	145	38,6	29	92	32	0,33	0,34	6	63	10
Total	150	851	17,6	121	539	22,4	65	281	23,1	39	171	22,8	1*	N/A	7	160	4,4

El mayor número de individuos de sexo masculino mayores de 30 años (n=13) respecto a los de sexo femenino (n=5) puede estar condicionando los valores observados, puesto que vivir más puede aumentar el riesgo de desarrollar caries dental. Por este motivo, en la Tabla 74 se muestran las frecuencias de caries dental en dos grupos de edad (grupo1: <30 años; grupo2:>30 años). No se observan frecuencias constantemente más altas en el grupo de mayor edad, y, de hecho, la frecuencia total de caries dental es más alta en el grupo joven (25%), No se obtienen resultados significativos en ninguno de los casos. Por lo tanto, no parece que este sesgo sea un factor a tener en cuenta en la distribución de caries según el sexo de los individuos.

Tabla 74. Comparación de las frecuencias de caries dental en la población de Vall d'Uixó según los grupo de edad. *Se ha empleado el test χ^2 .

	<30 años			>30 años			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	p	p
I1	6	38	16	0	25	0	0,07	0,07
I2	3	44	7	3	29	10	0,68	0,68
C	7	47	15	2	28	7	0,47	0,47
P1	14	42	33	10	27	37	0,80	0,80
P2	9	41	22	6	25	24	1	1
M1	11	25	44	7	15	47	1	1
M2	11	24	46	7	13	54	0,74	0,73
M3	10	27	37	3	11	27	0,71	0,71
Total	71	288	25	38	173	22	0,57*	N/A

Pérdida dental en vida o ante mortem

La frecuencia total de pérdidas dentales *ante mortem* es del 33,7% (Tabla 75). Se detecta una mayor afectación de la dentición posterior (40,3%) en comparación a la dentición anterior (24,0%). Esto es usual en las poblaciones arqueológicas, y posiblemente se relaciona con el patrón de distribución de la caries dental, ya que ambas patologías, junto con la enfermedad periodontal, están relacionadas (Duyar y Edral 2003; Hillson 2019). A diferencia de la tendencia observada con la caries dental, los individuos de sexo femenino (40,2%) muestran una mayor afectación que los individuos de sexo masculino (37,4%), sin que estas diferencias sean significativas ($p=0,42$) (Tabla 75).

Tabla 75. Frecuencias de pérdidas dentales ante mortem en la dentición permanente de la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Total (n=46)			Hombres (n=23)			Mujeres (n=14)			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
I1	38	134	28,4	21	70	30	16	42	38	0,41	0,41
I2	34	140	24,3	20	71	28	12	44	27	1	1
C	28	140	20	18	73	25	10	45	22	0,83	0,83
P1	37	136	27,2	22	66	33	14	46	30	0,84	0,84
P2	37	126	29,4	22	62	35	13	41	32	0,83	0,83
M1	62	116	53,4	33	57	58	23	37	62	0,83	0,82
M2	61	112	54,5	30	56	54	26	36	72	0,08	0,09
M3	43	106	40,6	24	53	45	17	35	49	0,83	0,83
Total	340	1010	33,7	190	508	37,4	131	326	40,2	0,42*	N/A

Cálculo dental

La frecuencia total de afectación por cálculo dental en la dentición permanente es del 33,7%, un porcentaje significativamente ($p < 0,01$) más bajo que el observado en la muestra adulta (42,1%) (Tabla 76). De modo parecido al caso de la caries dental, esto se puede deber a una mayor oportunidad de contracción en el grupo de individuos adultos por haber vivido más años. Por otro lado, los individuos de sexo masculino (43%) presentan unas frecuencias de afectación por cálculo dental más altas que la población de sexo femenino (36,1%), sin que las diferencias resulten significativas ($p = 0,18$).

Los estudios revisados presentan conclusiones contradictorias acerca de la concurrencia de caries dental y cálculo dental, aunque no se discute la relación entre la aparición del cálculo dental y una mala higiene bucodental (Liu et al. 2008; Raner et al. 2014; Xiao et al. 2016; He et al. 2018; Hillson 2019).

Tabla 76. Frecuencias de cálculo dental en la población de Vall d'Uixó.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Dentición permanente (n=52)	148	369	40,1	127	448	28,3	275	817	33,7	$p < 0,01$
Adultos (n=38)	133	266	50	106	302	35,1	239	568	42,1	
Hombres (n=19)	74	134	55,2	48	150	32	122	284	43,0	0,18
Mujeres (n=12)	31	80	38,8	30	89	33,7	61	169	36,1	

Cavidad periapical

Los individuos adultos muestran una frecuencia de cavidades periapicales del 1%, con la dentición posterior (1,2%) más afectada que la anterior (0,8%) (Tabla 77). La población de sexo masculino (1,8%) presenta una mayor frecuencia de estas lesiones que la de sexo femenino (0,5%). Estas diferencias, sin embargo, no resultan significativas ($p = 0,37$). Diversos estudios relacionan la aparición de cavidades periapicales con otras patologías bucodentales, como el cálculo dental, la caries dental y la periodontitis (Forshaw 2014; Hillson 2019).

Tabla 77. Frecuencias de cavidades periapicales en la población de Vall d'Uixó.

	Anterior			Posterior			Total			χ^2
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Adultos (n=39)	2	250	0,8	4	344	1,2	6	594	1,0	0,37
Hombres (n=18)	2	117	1,7	3	164	1,8	5	281	1,8	
Mujeres (n=14)	0	88	0	1	124	0,8	1	212	0,5	

Periodontitis

La población de Vall d'Uixó presenta una frecuencia de periodontitis del 48,2% (Tabla 78). El hueso alveolar se ve afectado con porcentajes parecidos independientemente de su posición anterior (50%) o posterior (47,6%). La muestra masculina (65,3%) tiende a mostrar más afectación que la muestra femenina (22%). Estas diferencias se muestran significativas ($p < 0,01$) en la totalidad del hueso alveolar y en la porción posterior ($p < 0,01$) pero no en la anterior ($p = 0,08$) (Tabla 78). En la porción posterior los individuos de sexo masculino cuentan con más observaciones, por lo que es posible que una mayor afectación tafonómica implique un sesgo en los resultados obtenidos. Por lo tanto, aunque es posible que las diferencias sexuales significativas encontradas constituyan un resultado positivo, esta interpretación requiere de un mayor estudio.

Tabla 78. Frecuencias de periodontitis en la población de Vall d'Uixó.

	Anterior			Posterior			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Adultos (n=34)	25	50	50	70	147	47,6	95	197	48,2	N/A	N/A
Hombres (n=11)	20	30	67	57	88	65	77	118	65,3	$p < 0,01$	$< 0,01$
Mujeres (n=8)	4	12	33	8	43	19	12	55	22		

Valoración de las patologías bucodentales encontradas en Vall d'Uixó

Un 39,2% de la dentición de la población de Vall d'Uixó presentaba un estatus desconocido. Esto, en consecuencia, ha reducido el número de piezas dentales y alveolos que se han podido observar en nuestro estudio. Teniendo esto en cuenta, se puede realizar la siguiente valoración.

En general, los grupos dentales, anterior y posterior, presentan diferencias en sus respectivas frecuencias de las patologías bucodentales. Estas diferencias se observan usualmente en poblaciones arqueológicas y responden a los diferentes factores, tales como la morfología y posición del diente o papel en la masticación, que influyen en la etiología de cada patología (i.a. Burakoff 2003; Silk et al. 2008; Hara y Zero 2010; Pitts et al. 2017).

Solamente se observa hipoplasia lineal del esmalte en una pieza de la dentición decidua, una frecuencia muy baja que es coherente con las publicadas en otros estudios de poblaciones arqueológicas, que vinculan la ausencia o baja presencia de este marcador de estrés fisiológico a la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que requiere la aparición de este marcador de estrés fisiológico (Griffin y Donlon 2009). En la dentición permanente su frecuencia total es del 37,1% (Figura 65). No se ha observado una diferencia significativa en la frecuencia de aparición de esta patología

dental entre los dientes de individuos de sexo femenino y los dientes de individuos de sexo masculino.

Por lo que respecta a la caries dental en la dentición decidua, se identifican siete casos (7/160), que suponen una frecuencia del 4,4%. La presencia de caries dental en la dentición decidua se ha relacionado con un estatus socioeconómico bajo, aunque hay diversos factores ambientales y genéticos que también intervienen en su aparición (Pascoe y Kim Seow 1994; Slade 2001; Harris et al. 2004; Tanaka et al. 2015; Su et al. 2018; Paixão-Gonçalves et al. 2019; Qin et al. 2019). En la dentición permanente la frecuencia de caries dental es del 17,6%, marcadamente inferior a la frecuencia observada en la dentición perteneciente solamente a individuos adultos (22,4%). Esta diferencia resulta significativa y se puede deber a un mayor tiempo de exposición en los individuos adultos. No se identifican diferencias significativas entre los individuos de sexo masculino y los individuos de sexo femenino.

La pérdida de dientes *ante mortem* se presenta con una misma frecuencia que el cálculo dental (33,7%) y ninguna de estas dos patologías presenta diferencias significativas asociadas al sexo (Figura 65). Entre sí, tampoco presentan una asociación significativa ($\chi^2 p=0,96$). El cálculo dental sí que presenta, sin embargo, una mayor presencia en los individuos adultos (42,1%) si esta frecuencia se compara con el total de la dentición permanente (33,7%). Estas diferencias se pueden deber a un mayor tiempo de exposición de los individuos adultos a los factores causantes de esta patología bucodental. La periodontitis, por su parte, presenta una frecuencia total del 48,2%. Se ha detectado una posible diferencia significativa entre las frecuencias presentadas por los grupos femenino y masculino, aunque el número de observaciones que se han podido efectuar en el grupo masculino prácticamente dobla en número de observaciones efectuadas en el grupo femenino.

Varios estudios correlacionan la pérdida de dentición en vida con la aparición de caries dental (Lukacs 1995; Mueller y Hussein 2017; Hillson 2019). Algunos estudios indican que la caries dental se correlaciona con la presencia de cálculo dental mientras que otros apuntan que el cálculo dental actúa como protección ante la contracción de caries (Delgado-Darias et al. 2006; Keyes y Rams 2016). En la población estudiada, la caries dental muestra una asociación tanto con la pérdida de dientes en vida como con el cálculo dental ($\chi^2 < 0,01$) (Figura 65). Además, la presencia de cálculo dental y periodontitis mantienen una correlación ($\chi^2 < 0,01$) que también se identifica en varios estudios. Estos también relacionan ambas patologías con la pérdida de dientes en vida (Roberts-Harry y Clerehugh 2000; Teng et al. 2000; Hillson 2019). En la muestra

estudiada la pérdida de dientes en vida no mantiene una asociación con el cálculo dental pero sí con la periodontitis ($\chi^2 < 0,01$). De hecho, se observa esta relación entre estas cuatro patologías bucodentales (Figura 65).

Por último, un 1,0% de hueso alveolar está afectado por cavidades periapicales y las muestras femenina y masculina no presentan diferencias significativas. Dado que las cavidades periapicales se relacionan estrechamente con la caries dental, el cálculo dental y la periodontitis, la frecuencia observada puede ser ligeramente baja, aunque una comparación de la frecuencia obtenida con otras poblaciones permitirá establecer una conclusión más firme (Forshaw 2014; Hillson 2019). Además, la mala conservación del hueso alveolar puede haber resultado en una infra observación de esta patología bucodental.⁵⁴

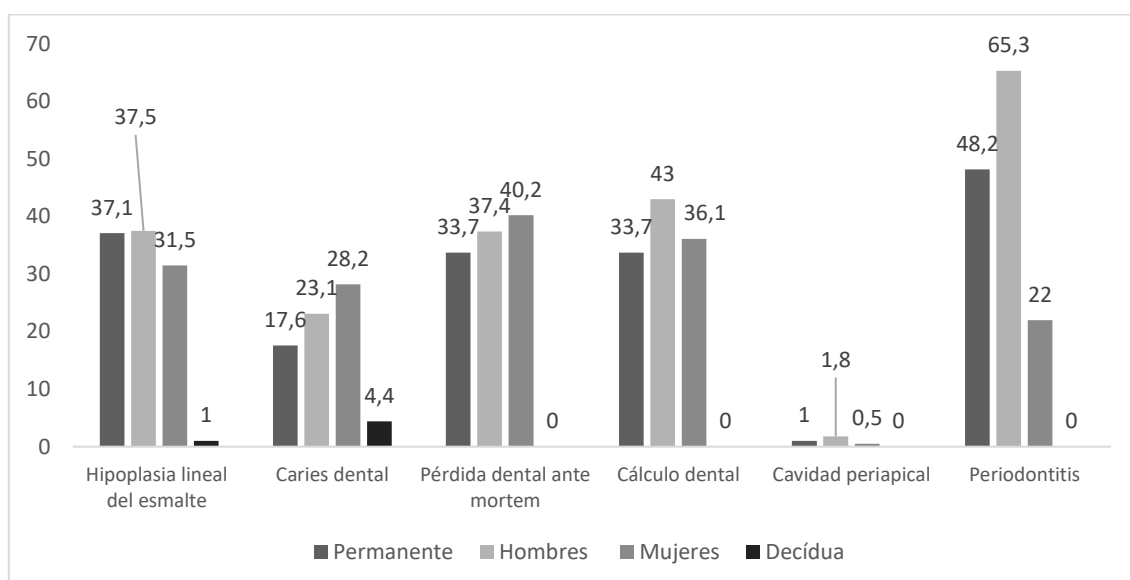


Figura 65. Gráfico resumen de las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la población de Vall d'Uixó.

Patología del esqueleto

En este apartado se presentan los resultados referentes a las patologías y marcadores de patologías observados en los esqueletos estudiados, que aparecen agrupados por categorías. En el caso de aquellas patologías cuya documentación se ha sistematizado (ver *Recording cranial and postcranial pathologies*), se explora la posible relación entre dicha aparición y la edad o el sexo de los individuos. Finalmente, se ofrece un resumen de los resultados obtenidos en la población de Vall d'Uixó y se expone una valoración

⁵⁴ Se han conservado el 38,3% de los maxilares y el 55,1% de las mandíbulas observadas. Esto no implica que el mismo porcentaje de hueso alveolar, que es más frágil, se haya conservado.

en conjunto de los marcadores relacionados con el estrés fisiológico y las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física. Como ya se ha indicado al inicio de este capítulo, con tal de evaluar adecuadamente los resultados obtenidos se realiza una comparación interpoblacional en el siguiente capítulo.

Patología metabólica. Criba orbitaria

La población no adulta de Vall d'Uixó, representada por 17 individuos, presenta una frecuencia de criba orbitaria del 56% (Tabla 79). En todos los casos donde se han podido observar ambas órbitas la afectación era bilateral.

Tabla 79. Frecuencias criba orbitaria en la población no adulta de Vall d'Uixó.

No adultos (n=17)								
Izquierda			Derecha			Total		
n	N	%	n	N	%	n	N	%
6	11	55	8	14	57	14	25	56

Si los esqueletos no adultos se dividen por rangos de edad, los individuos adolescentes (n=4) se encuentran más afectados (100%), seguidos por los individuos infantil I (67%) (Tabla 80). Al dividir la muestra no adulta en grupos el número de la muestra se reduce considerablemente (la categoría perinatal/neonatal se compone de un solo individuo), por lo que estos resultados deben tomarse con suma cautela.

Tabla 80. Frecuencias criba orbitaria por grupos de edad en la población no adulta de Vall d'Uixó.

Perinatal/Neonatal (n=1)			Infantil (n=6)			Niño 1 (n=3)			Niño 3 (n=4)			Adolescente (n=3)		
n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%
0	1	0	4	10	40	4	6	67	4	4	100	2	4	50

Por otro lado, la población adulta, representada por 31 individuos, presenta una frecuencia del 14% (Tabla 81). Todos los casos salvo uno son bilaterales. Ningún individuo de sexo femenino presenta criba orbitaria, mientras que se han detectado tres individuos de sexo masculino afectados (Tabla 81). En cualquier caso, estas diferencias entre sexos no pueden considerarse significativas (Fisher p=0,54 Montecarlo p=0,30).

Tabla 81. Frecuencias criba orbitaria en la población adulta de Vall d'Uixó.

Hombres (n=17)						Mujeres (n=10)						Adultos (n=31)										
Izquierda		Derecha		Total		Izquierda		Derecha		Total		Izquierda		Derecha		Total						
n	N	n	N	n	N	%	n	N	n	N	%	n	N	%	n	N	%					
2	15	1	14	3	29	10	0	8	0	8	0	16	0	4	26	15	3	25	12	7	51	14

Este marcador no específico de estrés suele encontrarse bilateralmente, aunque también puede expresarse unilateralmente, sobre todo en individuos infantiles o en esqueletos procedentes de contextos en los que la higiene personal es mala (Keenleyside y Panayotova 2006; Nagaoka et al. 2018; Cole y Waldron 2019). También se asocia con enfermedades de origen metabólico sufridas durante la infancia y la etapa de crecimiento, entre las cuales se destacan deficiencias vitamínicas o anemia, parásitos gastrointestinales y procesos inflamatorios en el esqueleto facial (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Otras patologías de origen metabólico

Un individuo de entre 9 y 18 meses de edad procedente de Vall d'Uixó (C95F5) presenta un posible caso de escorbuto (Figura 66). El escorbuto es una enfermedad metabólica causada por la falta de vitamina C que se considera usual en individuos que realizan viajes marítimos largos y/o sufren periodos de hambruna (Aufderheide y Rodríguez-Martin 1998:310; Waldron 2009:131). En el caso de los individuos infantiles, también se asocia al destete (Aufderheide y Rodríguez-Martin 1998:310; Waldron 2009:131). Aunque el individuo estudiado no presenta un ensanchamiento de las metafisis, las costillas, la tibia, el cráneo (endocráneo y exocráneo) y la mandíbula presentan periostitis, que pudo ser el resultado de las hemorragias subperiósticas que caracterizan el escorbuto (Figura 66) (Aufderheide y Rodríguez-Martin 1998:311; Brickley y Ives 2006; Waldron 2009:132-133). Este individuo también presenta criba orbitaria.

Aunque no es posible ofrecer un diagnóstico certero debido a la falta de marcadores patognomónicos, la posible vinculación de las lesiones periósticas con el escorbuto parece plausible, y es así como se clasifica en diversas publicaciones que presentan esqueletos de individuos no adultos con modificaciones de origen patológico de características similares (Bourbou 2014 y 2018). Además, la horquilla de edad de entre 6 meses y 2 años suele ser la más afectada por la deficiencia de vitamina C dentro de la población no adulta (Blalock et al. 1995). Teniendo en cuenta la edad del individuo, es posible que esta enfermedad fuera el resultado de una deficiencia de vitamina C en la madre durante el embarazo o el amamantamiento (Bourbou 2014 y 2018).

Aunque no se puede descartar, es poco probable que el individuo sufriera la enfermedad de Caffey o Hiperostosis Cortical Infantil, ya que, aunque esta tiende a afectar la mandíbula, las clavículas y los huesos tubulares de individuos menores de un año de edad, la deposición de hueso de nueva formación que esta enfermedad presenta es mucho más masiva que la observada en el caso estudiado (Ortner 2003: 416-417). Se

descarta la asociación de las lesiones observadas con un caso de sífilis congénita, ya que aunque esta puede presentar una respuesta perióstica, que en el caso de la tibia también conlleva una deformación, el esqueleto facial y los huesos de las manos y de los pies de este individuo no presentan las lesiones líticas que otras publicaciones que diagnostican sífilis congénita describen (Blalock et al. 1995).

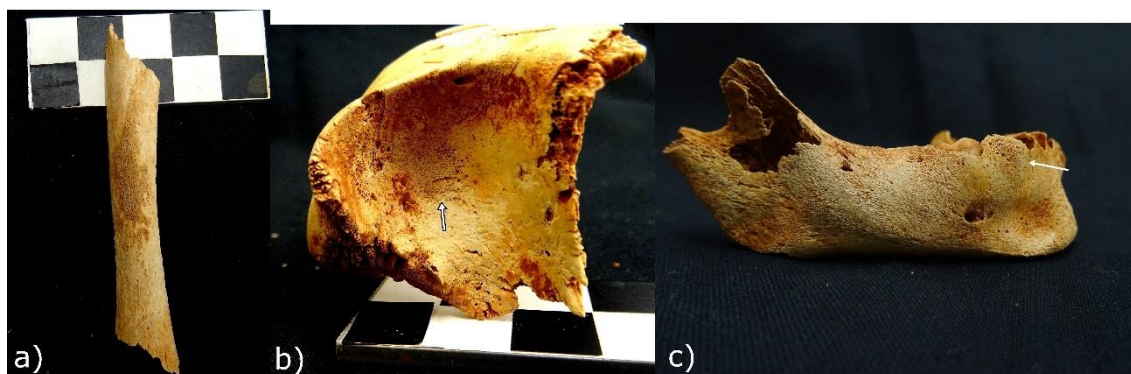


Figura 66. Reacción perióstica tibial (a), orbital (b) y mandibular (c) observada en el individuo que presenta un posible caso de escorbuto.

También se han identificado varios casos de hiperostosis porótica que se describen a continuación (Tabla 82). Tal como se ha indicado en el capítulo 3. Métodos (*Metabolic diseases. Cribra Orbitalia and Porotic Hyperostosis*), este marcador de estrés metabólico no específico se vincula con la anemia, los procesos inflamatorios, los hematomas subperiósticos, los trastornos en la dieta o las deficiencias vitamínicas, los parásitos gastrointestinales, los tumores y las anemias genéticas (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Tabla 82. Casos de hiperostosis porótica observados en la población de Vall d'Uixó.

Identificador	Yacimiento	Sexo	Edad	Localización
C06FX	Vall d'Uixó	Indet.	9-12	Hueso parietal derecho.
C95F1	Vall d'Uixó	Hombre	30-50	Ambos huesos parietales.
C06F6	Vall d'Uixó	Femenino	30-50	Hueso parietal derecho.
C95F11	Vall d'Uixó	Hombre	18-30	Epífisis de la tibia proximal derecha y el fémur distal izquierdo.

Patologías degenerativas articulares. Artrosis

En la población de Vall d'Uixó la mayoría de las articulaciones muestran signos de artrosis con la excepción de la articulación mandíbulo-temporal, con una afectación total del 4,4% (Tabla 83). La articulación del esqueleto apendicular más afectada es el hombro (11,6%), y las extremidades superiores (7,7%) se encuentran más afectadas que las inferiores (1,7%). Se detecta artrosis en los carpos de dos individuos. Se trata

de un individuo adulto de edad indeterminada y de sexo masculino que presenta artrosis en sus carpos derechos (los izquierdos también se pudieron observar) y de otro individuo también adulto de edad indeterminada y de sexo masculino que presenta artrosis bilateral. El primero presenta también artrosis en la epífisis distal del cúbito pero no del radio y en el segundo no se pudieron observar las epífisis distales de estos dos huesos.

No se observan diferencias constantes ni significativas entre las frecuencias de distribución de artrosis en la población de sexo masculino (n=25) y de la de sexo femenino (n=18) (Tabla 83). Sin embargo, los individuos de sexo masculino presentan una mayor frecuencia total de esta patología en las extremidades superiores e inferiores. No se observan, sin embargo, diferencias que resulten significativas.

Tabla 83. Distribución de la artrosis en la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2 .

Articulación		Total (n=51)			Hombres (n=25)			Mujeres (n=18)			Fisher	Montecarlo
		n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Articulación temporal-mandibular	Temporal	0	37	0	0	24	0	0	8	0	N/A	N/A
	Mandíbula	0	28	0	0	16	0	0	10	0	N/A	N/A
Total articulación		0	65	0	0	40	0	0	18	0	N/A	N/A
Hombro	Húmero proximal	2	56	4	2	33	6	0	18	0	0,53	0,54
	Glenoide	6	49	12	3	30	10	3	15	20	0,38	0,64
	Clavícula acromial	7	31	23	6	21	29	0	6	0	0,28	0,28
	Clavícula medial	5	36	14	5	26	19	0	9	0	0,3	0,29
Total articulación		20	172	11,6	16	110	14,5	3	48	6	0,19	0,18
Codo	Húmero distal	2	64	3	0	36	0	2	21	10	N/A	N/A
	Cúbito proximal	3	66	5	2	37	5	1	21	5	1	1
	Radio proximal	4	63	6	2	36	6	1	20	5	1	1
Total articulación		9	193	4,7	4	109	3,7	4	62	6	0,46	0,47
Muñeca	Cúbito distal	4	51	8	3	32	9	0	14	0	0,54	0,55
	Radio distal	3	52	6	2	31	6	0	14	0	1	0,57
Total articulación		7	103	6,8	5	63	8	0	28	0	0,32	0,18
Total extremidad superior		36	468	7,7	25	282	8,9	7	138	5,1	0,24*	N/A
Cadera	Fémur Proximal	2	82	2	0	47	0	2	26	8	0,12	0,12
	Acetábulo	0	63	0	0	36	0	0	20	0	N/A	N/A
Total articulación		2	145	1,4	0	83	0	2	46	4	0,13	0,12
Rodilla	Fémur Distal	4	79	5	2	42	5	1	25	4	1	1

	Tibia proximal	1	67	1	1	34	3	0	21	0	1	1
	Rótula	0	56	0	0	30	0	0	18	0	N/A	N/A
Total articulación		5	202	2,5	3	106	2,8	1	64	2	1	0,66
Articulación		Total (n=51)			Hombres (n=25)			Mujeres (n=18)			Fisher	Montecarlo
		n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Tobillo	Tibia distal	1	71	1	0	38	0	1	22	5	0,21	0,21
	Peroné distal	0	47	0	0	29	0	0	11	0	N/A	N/A
Total articulación		1	118	0,8	0	67	0	1	33	3	0,33	0,34
Total extremidad inferior		8	465	1,7	3	256	1,2	4	143	2,8	0,43*	N/A
Total		44	998	4,4	28	578	4,8	11	299	3,7	0,54*	N/A

Dado que la mayoría de los individuos mayores de 30 años son de sexo masculino, es posible que esto condicione las observaciones de artrosis. Por esto, se ha establecido una comparación entre aquellos individuos menores de 30 años y los de edad superior (Tabla 84). Ninguno de los individuos menores de 30 años muestra signos de artrosis en los huesos largos. Las diferencias entre ambos grupos se muestran significativas tanto en las extremidades superiores ($p < 0,01$) como en las extremidades inferiores ($p = 0,03$). Como se ha visto en las otras dos poblaciones estudiadas, esto es usual, ya que la artrosis es una enfermedad estrechamente vinculada a la edad. Cuando aparte de los grupos de edad se tiene también en cuenta el sexo de los individuos, los individuos de sexo masculino presentan frecuencias más elevadas, pero no significativas, en el grupo de mayor edad (Tabla 84). El grupo joven, independientemente del sexo, no muestra artrosis en las extremidades superiores o inferiores, por lo que no se ha testado la significancia. Por lo tanto, no parece que la mayoría de los individuos de sexo masculino mayores de 30 años suponga un sesgo.

Tabla 84. Distribución de la artrosis apendicular por muestras sexuales y etarias en la población de Vall d'Uixó. *Se ha empleado el test χ^2 .

	Extremidades superiores			Fisher	Montecarlo	Extremidades inferiores			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	p	p	n	N	%	p	p
Total <30 años (n=17)	0	149	0	$\leq 0,01^*$	N/A	0	169	0	$\leq 0,03^*$	N/A
Total >30 años (n=17)	19	203	9,4			5	175	2,9		
Hombres <30 años (n=7)	0	89	0	N/A	N/A	0	87	0	N/A	N/A
Mujeres <30 años (n=8)	0	63	0			0	54	0		
Hombres >30 años (n=12)	16	139	11,5	0,08	0,08	3	129	2,3	1	1
Mujeres >30 años (n=4)	1	46	2,2			1	33	0		

La artrosis vertebral presenta frecuencias similares entre las vértebras cervicales (13,4%), las vértebras torácicas (13,3%) y las vértebras lumbares (12,4%) (Tabla 85). Puesto que la artrosis es una enfermedad degenerativa que se correlaciona positivamente con la edad, el grupo de individuos de mayor edad muestra frecuencias más elevadas, con diferencias que resultan significativas ($p < 0,01$) (Tabla 85). Así mismo, la muestra masculina presenta frecuencias más elevadas que la muestra femenina, con diferencias que también son significativas ($p < 0,01$). Sin embargo, ya se ha advertido que hay un sesgo considerable en referencia al sexo de los individuos de mayor edad, que son mayoritariamente individuos de sexo masculino. Por esta razón, se han establecido grupos en función del sexo y la edad de los individuos. La artrosis vertebral en individuos jóvenes es el único caso en que esta patología es más usual en individuos de sexo femenino que en individuos de sexo masculino, sin que se observen diferencias significativas ($p = 0,08$). En el grupo de mayor edad, los individuos de sexo masculino presentan frecuencias más elevadas, y las diferencias entre sexos resultan significativas ($p < 0,01$). Por lo tanto, en el caso de la artrosis vertebral parece que la mayoría de los individuos de sexo masculino mayores de 30 años ha condicionado los resultados.

Tabla 85. Distribución de la artrosis vertebral por muestras sexuales y etarias en la población de Vall d'Uixó.

	Vértebras cervicales			Vértebras torácicas			Vértebras lumbares			Total			X ²
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p
Total (n=40)	33	246	13,4	81	607	13,3	31	250	12,4	145	1103	13,1	N/A
Hombres (n=23)	24	146	16,4	58	368	15,8	28	163	17,2	110	677	16,2	p < 0,01
Mujeres (n=12)	7	84	8	2	188	1,1	0	72	0	9	344	2,6	
<30 años (n=15)	7	97	7	6	247	2,4	0	103	0	13	447	2,9	p < 0,01
> 30 años (n=15)	24	115	20,9	71	281	25,3	21	113	18,6	116	509	22,8	
Hombres <30 años (n=7)	0	42	0	4	133	3	0	53	0	4	228	1,8	0,08
Mujeres <30 años (n=7)	7	45	16	2	102	2	0	40	0	9	187	4,8	
Hombres >30 años (n=12)	24	76	32	54	174	31	18	80	23	96	330	29,1	p < 0,01
Mujeres >30 años (n=3)	0	29	0	0	62	0	36	162	22,0	36	253	14,2	

Otras patologías de origen degenerativo y articulares

Algunos de los esqueletos estudiados están afectados por degeneración articular leve en sus epífisis o vértebras sin cumplir los requisitos para que esta fuera clasificada como artrosis, aunque muestran osteofitosis, porosidad, o deformación del contorno articular.

Un individuo adulto de edad indeterminada y sexo masculino de Vall d'Uixó presenta un posible caso de espondilitis anquilosante (C06F1B) (Figura 67). Esta se clasifica como

una enfermedad inflamatoria reumática progresiva que afecta el esqueleto axial y que tiene una etiología desconocida, aunque algunos estudios recientes la relacionan con reacciones autoinmunes, infecciones microbianas y anomalías endocrinas (Ortner 2003:571; Braun y Sieper 2007; Waldron 2009:59; Zhu et al. 2019).

Este individuo presenta la fusión completa de todas las costillas observadas a las facetas articulatorias torácicas, una característica de la espondilitis anquilosante (Ortner 2003:571; Waldron 2009:59). Estas mismas costillas son muy frágiles y presentan porosidad, hecho que es compatible con la pérdida de masa ósea, sobre todo de hueso trabecular, que muchos pacientes con espondilitis anquilosante avanzada padecen (Theodorou et al. 2021). La columna vertebral presenta un proceso anquilosante que la fusiona completamente desde la segunda vértebra cervical hasta la última vértebra lumbar (Figura 67a). Al no conservarse la cintura pélvica, no fue posible, sin embargo, comprobar si se produjo una fusión sacro-iliaca, la característica principal de la espondilitis anquilosante (Resnick 2002; Bieber et al. 2020). Se descarta un diagnóstico de DISH, puesto que la columna vertebral está afectada en su totalidad por la formación de sindesmofitos, sin observarse una fusión exclusiva de los discos por su lado derecho (Campo-Martín, 2003; Waldron 2009: 58, 76-77; Kortyna 2017; Bieber et al. 2020).

Se observan otras lesiones compatibles con la espondilitis anquilosante tales como la fusión manubrio-esternal y posibles signos de infección (remodelación del hueso, osteofitosis y porosidad) en la cabeza humeral derecha y ambas epífisis proximales de los fémures (Figura 67b-c) (Waldron 2009:59-60; Ventades et al. 2018). La afectación de la articulación del hombro es común en la espondilitis anquilosante (Braun y Sieper 2007; López-Medina et al. 2020; Patil y Rakshith 2021). En particular, el húmero afectado muestra una gran erosión de la cara anterolateral de la cabeza humeral, lo que produce una deformidad. Pese a que parte la epífisis proximal se encuentra ausente *post mortem*, la presencia de bordes suaves en su borde medial y de remodelación y porosidad observadas en la vista anterior y lateral indican que se podría haber producido una necrosis (Figura 67c). De este modo, se puede relacionar esta modificación con el “hombro en cabeza de hacha” que la literatura clínica asocia con la espondilitis anquilosante (Ingram 1991; Bennet et al. 2004; López-Medina et al. 2020). La porosidad, deformidad y fragilidad del manubrio, junto a fusión manubrio-esternal bilateral también son usuales en esta patología (Sebes y Salazar 1982; Theodorou et al. 2021).

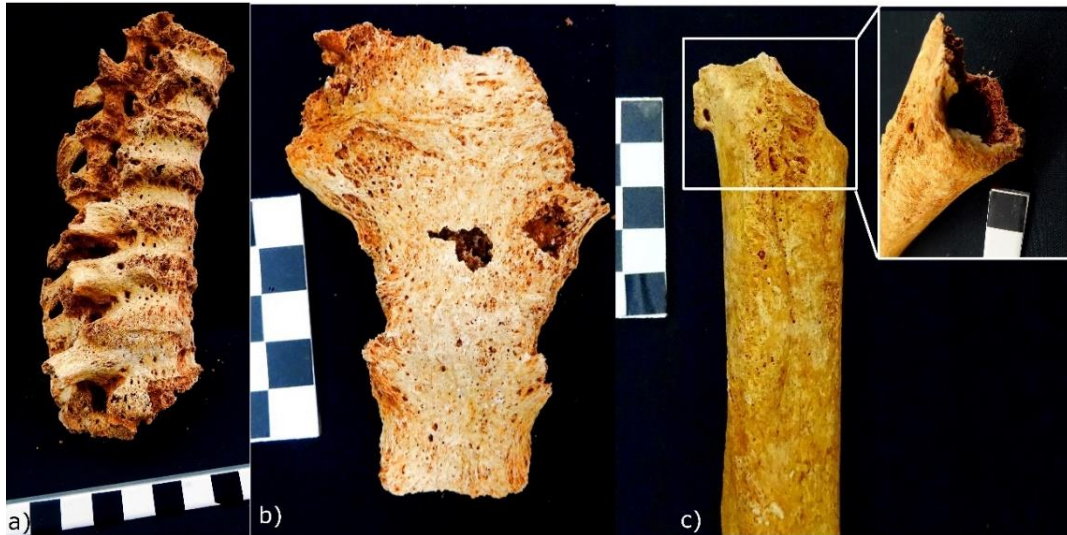


Figura 67. Anquilosis de la columna vertebral (a), fusión manubrioesternal (b) y posible infección de la cabeza humeral (c) en un individuo de Vall d'Uixó.

Fracturas y traumatismos

En la población de Vall d'Uixó no se han encontrado fracturas *peri mortem*, pero sí 10 fracturas *ante mortem* en nueve individuos distintos (n=9/99; ~9%), todos ellos adultos (Tabla 86). No se observa una mayor incidencia en uno de los sexos respecto al otro.

Tabla 86. Descripción y frecuencia de las fracturas *ante mortem* encontradas en la población de Vall d'Uixó.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Localización	Frecuencia en la región ósea
AC1F3	Indet.	18-30	Fractura bien alineada del tercer metatarso derecho con callo óseo en la porción distal.	1/226 <1%
AC7F5	Mujer	18-30	Fractura bien alineada en la costilla izquierda con callo óseo y reacción perióstica.	1/275 <1%
C95F30	Hombre	50+	Fractura bien alineada en la costilla derecha con callo óseo cubierto por hueso lamelar.	1/272 <1%;
C95F21	Hombre	18-30	Fractura del tercio distal del peroné derecho (fractura de Pott). ⁵⁵ No se aprecia un callo óseo pero la porción afectada se encuentra curvada lateralmente.	1/52 2%
C00UE117	Mujer	>18	Fractura de la mandíbula anterior con callo óseo y porosidad especialmente visible superior al soporte alveolar.	2/53 4%
C95F36	Mujer	18-30	Fractura de la clavícula acromial izquierda con callo óseo visible y porosidades. La porción fracturada es más delgada que su homónima derecha y se encuentra mal alineada.	1/35 3%
C06F3	Hombre	30-50	Fractura de la mandíbula anterior con pérdida de densidad ósea y porosidad en la zona superior al mentón. Fractura de la clavícula acromial derecha con callo óseo, porosidad y mala alineación.	2/53 4%; 1/37 3%
C06F21	Indet.	30-50	Fractura del quinto metacarpo derecho con callo óseo en la porción distal que ha provocado un ensanchamiento.	1/219 <1%
C06F24	Hombre	>18	Fractura del tercio distal del cúbito derecho (fractura de Parry). Callo óseo con pequeña apertura y porosidad.	1/59 2%

⁵⁵ La fractura de Pott se localiza en el tercio distal del peroné. Suele implicar el desgarro de los ligamentos deltoides y el desplazamiento lateral del astrágalo. Este tipo de lesión es causada por una fuerza directa que resulta en una eversión en el tobillo (Wong et al. 2015b).

La fractura cubital encontrada en un individuo de edad adulta y sexo masculino es compatible con una fractura de Parry que, como se ha visto, se asocia con la acción de intentar atenuar un golpe, aunque su etiología se relaciona también con tareas repetitivas y tediosas (Figura 68) (Kilgore et al. 1997; Alvrus 1999; Jurmain 1999; Judd y Roberts, 1999; Judd 2008; Iwamoto et al. 2011; Šlaus et al. 2012). En el callo óseo se identifica una pequeña apertura que no se identifica como una cloaca originada por una osteomielitis porque se sitúa en el hueso de nueva formación que constituye el callo óseo y no en el hueso cortical original, por lo que parece más posible que sea el resultado del puente creado en el proceso de soldar la fractura y no una cloaca (Lee et al. 2016; Desimpel et al. 2017). Además, el hueso no presenta ni inflamación ni proliferación de hueso esclerótico, indicadores característicos de este tipo de infección (Figura 68) (Roberts 2019).



Figura 68. Callo óseo observado en la fractura de cúbito de un individuo de Vall d'Uixó. Se puede apreciar también la pequeña apertura sobreimpuesta al callo óseo.

Dos individuos presentan politraumatismos. Un individuo de sexo masculino de más de 50 años presenta una fractura costal y una incisión en la órbita izquierda (1/49, 2%) indicativa de un traumatismo por objeto cortante (Figura 69a). Esta incisión presenta bordes suaves y una ligera porosidad en el interior, por lo que se encuentra completamente remodelada (Lovell y Grauer 2019). Por otro lado, otro individuo de sexo masculino adulto maduro presenta una fractura en la sínfisis mandibular y una fractura clavicular (Figura 69b). La sínfisis mandibular es una de las zonas de la mandíbula más comúnmente fracturadas (Bedić y Šlaus 2010). Aunque los traumatismos localizados en el esqueleto facial pueden vincularse a episodios de violencia, también pueden ser causados por caídas y otro tipo de accidentes que impliquen un impacto directo (Martin y Harrod 2015; Lovell y Grauer 2019).

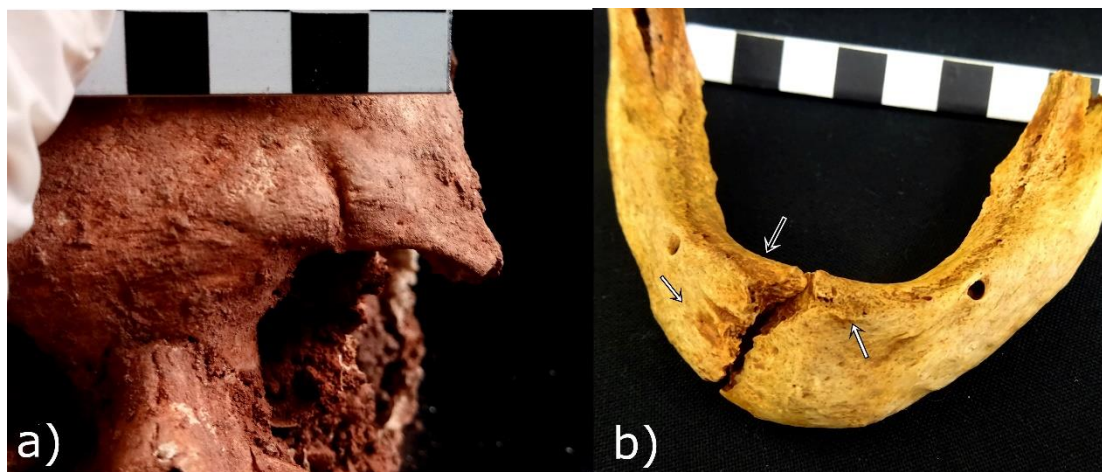


Figura 69. Dos de los traumatismos hallados en la población de Vall d'Uixó. Incisión en la órbita izquierda (a) y posible fractura en una mandíbula edéntula (b) acompañada por una pérdida de densidad ósea y porosidad en la zona superior al mentón.

Evidencias de traumatismos musculares y del cartílago

Siete individuos (7/99) presentan signos de traumatismos musculares y del cartílago; estos consisten en cinco casos de osteocondritis y dos casos de miositis (Tabla 87). La osteocondritis se encuentra en diversas localizaciones y es más recurrente en la clavícula (3/5). Por su parte, la miositis se localiza en una porción distal y una diáfisis humerales. Solamente se identifican individuos de sexo masculino afectados, y debido al alto número de individuos adultos de edad indeterminada no se puede apreciar su distribución respecto a la edad.

Tabla 87. Descripción y frecuencia de evidencias de traumatismos musculares y del cartílago encontrados en la población de Vall d'Uixó.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Tipo	Localización
C95F17	Hombre	50+	Osteocondritis	Faceta articular superior de L4.
C95F21	Hombre	18-30	Osteocondritis	Ambas clavículas mediales.
C00UE115	Hombre	>18	Osteocondritis	Clavícula medial derecha.
C06F24	Hombre	>18	Osteocondritis	Cabeza el calcáneo derecho.
C00UE89	Hombre	>18	Osteocondritis	Clavícula acromial izquierda.
C95F11	Hombre	18-30	Miositis	Tercio humeral izquierdo.
C06F1B	Hombre	>18	Miositis	Diáfisis del húmero izquierdo.

Nódulos de Schmörl

Los nódulos de Schmörl presentan una frecuencia total del 12,2% y no se han identificado en ninguno de los 246 discos vertebrales cervicales observados. Son notablemente menos frecuentes en individuos de sexo femenino (6,5%) que en individuos de sexo masculino (24,8%) y las diferencias encontradas resultan

significativas ($p < 0,01$), aunque el número de observaciones realizadas es siempre superior en los individuos de sexo masculino (Tabla 88). De hecho, puesto que la mayoría de los individuos mayores de 30 años son de sexo masculino, es posible que esto condicione las observaciones realizadas. Por este motivo, se ha establecido una comparación entre aquellos individuos menores de 30 años y los de edad superior (Tabla 88). Los individuos del grupo joven presentan frecuencias más elevadas de nódulos de Schmörl en ambos grupos vertebrales, pero las diferencias solamente resultan significativas cuando se tiene en cuenta el total de observaciones ($p = 0,03$). Si la muestra estudiada se divide por sexo y los grupos de edad especificados anteriormente, los individuos de sexo masculino muestran frecuencias más elevadas independientemente del grupo de edad y las diferencias son significativas ($p < 0,05$) (Tabla 88). Por lo tanto, es posible que se identifique una diferencia real en la distribución de esta patología en función del sexo. Sin embargo, se han podido realizar menos observaciones en los individuos de sexo femenino.

Tabla 88. Distribución y frecuencias de nódulos de Schmörl en la población de Vall d'Uixó.

	Vértebras torácicas			Vértebras lumbares			Total			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	n	N	%	n	N	%	p	p
Total (n=39)	92	653	12,2	58	275	21,1	150	928	16,2	N/A	N/A
Hombres (n=17)	57	230	24,8	35	93	37,6	92	323	28,5	<0,01	N/A
Mujeres (n=11)	10	154	6,5	2	74	3	12	228	5,3		
<30 años (n=21)	48	228	21,1	27	101	26,7	75	329	22,8	0,03	N/A
> 30 años (n=17)	39	264	14,8	20	104	19,2	59	368	16		
Hombres <30 años (n=7)	33	134	24,6	20	54	37	53	188	28	<0,01	<0,01
Mujeres <30 años (n=6)	7	76	9	1	32	3	8	108	7		
Hombres >30 años (n=10)	24	194	12,4	15	79	19	39	273	14	0,01	0,01
Mujeres >30 años (n=3)	2	47	4	0	20	0	2	67	3		

Enfermedades infecciosas

Un total de 20 individuos presentan periostitis, usualmente en forma de hueso lamelar (Tabla 89). Se identifican dos casos de hueso gris o no organizado, lo cual puede indicar un proceso de infección aun activa, y otros tres casos de hueso mixto (lamelar y no organizado). Seis de los casos observados son secundarios a una patología de tipo metabólico, traumático o degenerativo. Se destaca que ocho de los 20 individuos afectados son individuos no adultos que presentan periostitis asociada a infecciones no específicas o enfermedades de origen metabólico.

Tabla 89. Resumen de los casos de periostitis hallados en la población de Vall d'Uixó.

Individuo	Sexo	Edad (años)	Localización	Tipo
C06FX	Indet.	9-12	Glabella endocraneal.	Hueso lamelar
C95F31	Indet.	1-5	Endocráneo del hueso frontal.	Hueso lamelar y no organizado
C95F15	Indet.	1-5	Mandíbula izquierda.	Hueso lamelar
C06F3	Hombre	30-50	Hueso alveolar de la mandíbula, secundaria a fractura.	Hueso lamelar
C06F6	Mujer	30-50	Hueso alveolar de la mandíbula izquierda.	Hueso lamelar
C06F1B	Hombre	>18	Tercio medio del húmero izquierdo y articulación manubriosternal. Secundario a espondilitis anquilosante.	Hueso lamelar y no organizado
AC4F8	Indet.	1-5	Superficie anterior de los húmeros y tres fragmentos esternales de costilla.	Hueso lamelar
C95F18	Indet.	<1	Superficie posterior distal del húmero derecho.	Hueso lamelar
AC7F5	Mujer	18-30	Costilla, secundaria a una fractura.	Hueso lamelar y no organizado
C95F2	Hombre	50+	Costilla esternal.	Hueso lamelar
C95F17	Hombre	50+	Costilla.	Hueso lamelar y no organizado
C95F27	Mujer	50+	Costilla visceral.	Hueso lamelar
C95F30	Hombre	50+	Costilla visceral, secundaria a una fractura.	Hueso lamelar
C95F34	Mujer	18-30	Costilla.	Hueso lamelar
C95F34B	Mujer	30-50	Costilla visceral.	Hueso lamelar
C95F21	Hombre	18-30	Clavículas mediales. Secundaria a osteocondritis.	Hueso lamelar
AC1F2	Mujer	>18	Extremo distal del fémur izquierdo.	Hueso no organizado
C95F22	Indet.	1-5	Ambas tibias.	Hueso lamelar
C95F13	Indet.	6-12 meses	Ambas tibias y fragmento de costilla esternal.	Hueso lamelar
C95F5	Indet.	9-18 meses	Tibia medial, costilla visceral, mandíbula, exocráneo del frontal y el parietal y endocráneo del frontal. Secundaria a un posible caso de escorbuto.	Hueso no organizado

Otros dos individuos de esta población presentan modificaciones de origen patológico que pueden ser compatibles con otras patologías de origen infeccioso. Como se ha comentado anteriormente, el individuo afectado por espondilitis anquilosante (C06F1B) presenta modificaciones en ambas epífisis femorales y la cabeza humeral derecha compatibles con procesos infecciosos. Concretamente, la cabeza humeral derecha presenta un posible proceso necrótico, mientras que ambas cabezas femorales muestran remodelación del hueso, osteofitosis y porosidad compatibles con una infección activa (Figura 67).

Otro individuo, de unos 12 años (C95F12), presenta una perforación ovalada en el temporal derecho junto a cambios líticos en el canal auditivo medio y una neumatización anormal de las celas aéreas mastoides (Figura 70).⁵⁶

⁵⁶ Este caso ha sido publicado durante el curso de la tesis doctoral (ver Olivé-Busom et al. 2021).



Figura 70. Perforación, porosidad y hueso no organizado observados en el hueso temporal derecho de un individuo de Vall d'Uixó, que también presenta una coloración verdosa alrededor de la perforación.

La apófisis mastoide derecha, junto a algunas zonas del hueso circundante a la perforación, presentan una coloración verdosa (Figura 71). La perforación alcanza la pirámide petrosa y conecta con el canal auditivo en el retro tímpano (Figura 71b). El canal auditivo externo no muestra signos de modificaciones patológicas, agrandamiento o reabsorción de hueso (Figura 71). El epitímpano también se encuentra afectado, sin que las alteraciones alcancen el *tegmen timpani*. Aunque la pirámide se encuentra afectada, el resto de las estructuras del oído medio no presentan alteraciones (Figura 71a). El endocráneo tampoco presenta alteraciones. No se preservaron los huesecillos del oído, mientras que el temporal izquierdo no muestra alteraciones a nivel macroscópico.

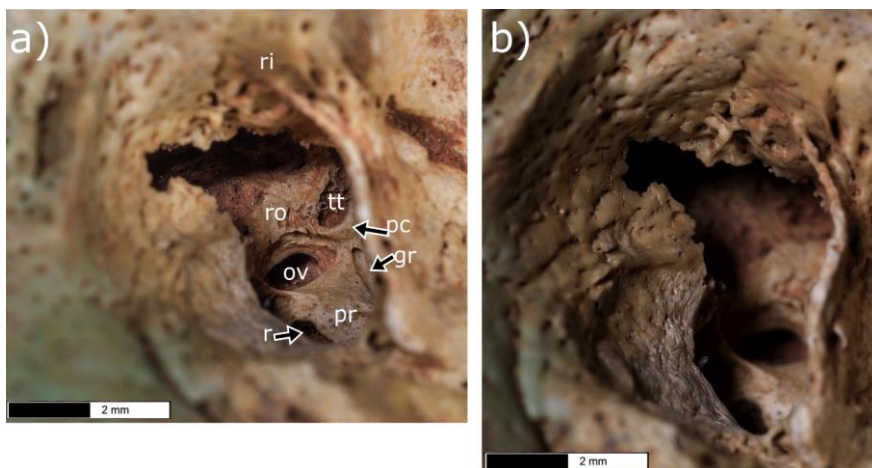


Figura 71. Oído medio derecho de un individuo de Vall d'Uixó que muestra una conservación normal de su estructura. a) Vista de las estructuras del oído medio. Notas: ri, muesca de Rivenus; ro, techo del aqueductus fallopii (canal para el nervio facial); tt, canal para el tensor tympani; ov, ventana ovalada; pc, processus cochleariformis; r, ventana redonda; pr, promontorio; gr, ranura para plexo timpánico. b) Vista general del conducto auditivo y aspectos postero-superior del oído medio, que muestra la lesión erosiva que conecta con la perforación.

A nivel radiográfico, el hueso temporal izquierdo no presenta anomalías, mientras que los bordes de la perforación observada en el hueso temporal derecho presentan una mayor densidad y las celas aéreas de la apófisis mastoide muestran signos de neumatización anormal compatible con hueso diploico o mixto (Figura 72). Las alteraciones encontradas en el temporal derecho y las estructuras del oído medio derecho se han relacionado con un caso de otitis media que derivó en una mastoiditis. Esta fue posiblemente tratada mediante una intervención quirúrgica, que habría generó la perforación, aunque un absceso formado de manera natural también la pudo haber provocado (Olivé-Busom et al. 2021).

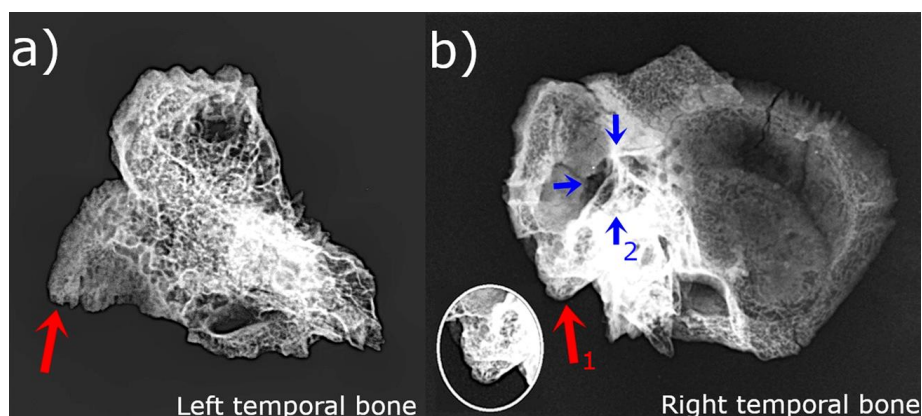


Figura 72. Radiografía de ambos huesos temporales del individuo afectado 60 kV x6,4 mAh. a) Vista lateral del hueso temporal izquierdo. La flecha apunta a la apófisis mastoide. b) Vista lateral del hueso temporal derecho patológico. Las celas aéreas mastoideas muestran hueso diploico. Las flechas apuntan a la apófisis mastoide (1), que se amplía dentro del círculo, y los bordes de la perforación (2).

Patologías congénitas

Se identifica un individuo, adulto y de sexo femenino (C06F14) que presenta una sexta vértebra lumbar transicional. Se descarta una lumbarización del sacro (S1) por las mismas razones mencionadas en el caso observado en Santa Coloma d'Àger y se considera como una vértebra transicional sacrolumbar del tipo IA según el sistema de clasificación radiográfico de Castellvi y colegas (1984) (Figura 73). El individuo estudiado tiene una herniación en una de sus vértebras torácicas (1/12) y no presenta artrosis en ninguno de los discos vertebrales torácicos (0/12) o lumbares (0/6) observados.

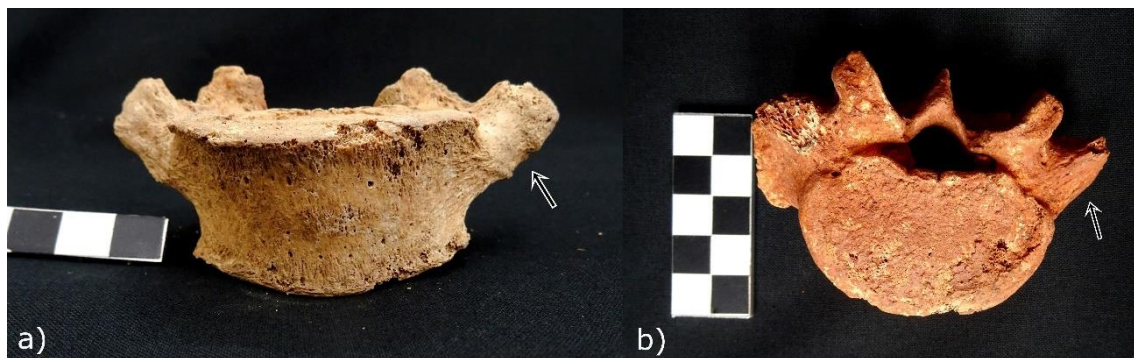


Figura 73. Sexta vértebra lumbar transicional observada en un esqueleto de Santa Coloma d'Àger (a) y en un esqueleto de Vall d'Uixó (b); se señala el proceso transversal displásico unilateral.

También se ha detectado una deformidad severa en el húmero derecho de un individuo adulto de sexo femenino (C95F14B) que se encontraba mezclado con otro individuo también de sexo femenino, motivo por el cual no se ha podido determinar su edad. Gracias a criterios de tipo morfológico, se han podido asignar a este individuo partes del esqueleto apendicular. De este modo, aparte de la grave deformación de una cabeza humeral derecha se identifica artrosis en el glenoide correspondiente (Figura 74). Mientras, el húmero izquierdo no presenta ninguna modificación. Las vértebras conservadas, que no se han podido asignar claramente a ninguno de los dos individuos, muestran nódulos de Schmörl y artrosis que se concentran en las vértebras lumbares. Por último, junto a los restos descritos se ha encontrado una clavícula, que no se ha podido individualizar, cuyo extremo acromial presenta artrosis. Teniendo en cuenta que tanto el glenoide como la clavícula pudieron haber desarrollado artrosis secundaria debido a la incapacitación de movilidad que el individuo sufría, es posible que la clavícula pertenezca a este individuo.

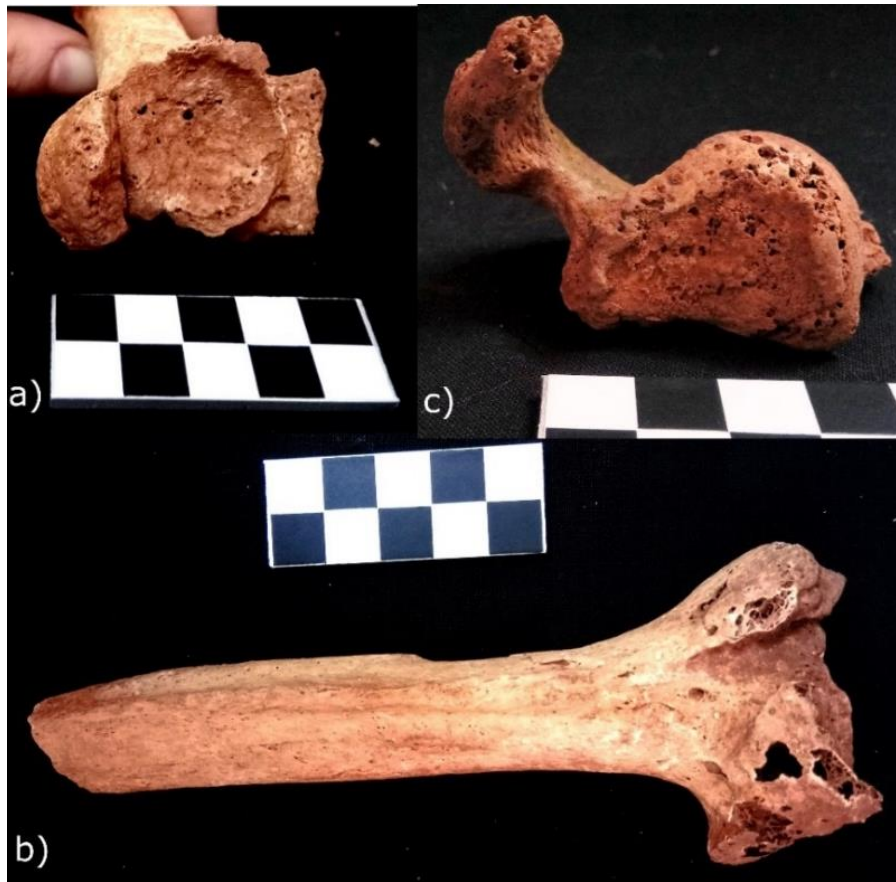


Figura 74. Vista superior de la superficie articular del húmero afectado (a) junto a su perfil (b) y artrosis grave observada en el glenoide correspondiente (c).

La ausencia de tejido reactivo en la superficie proximal humeral y el desarrollo de una pseudosuperficie articular hacen que la ausencia de la cabeza de húmero sea difícilmente atribuible a tuberculosis, una enfermedad infecciosa que también provoca alteraciones patológicas de tipo lítico en las vértebras, principalmente torácicas y lumbares (Figura 74a-b) (Ortner 2003:253-262). Además, en el glenoide no se observa ningún signo de infección y/o necrosis (Figura 74c). Tampoco se ha encontrado tejido reactivo en la superficie visceral de las costillas ni afectación de carácter lítico en las vértebras.

Al no encontrarse las características patognomónicas de tuberculosis, se ha considerado una posible necrosis del húmero derecho proximal debido a un problema circulatorio secundario a otra patología como una dislocación o degeneración articular (Ortner 2003:161-162). La presencia de artrosis en el glenoide es compatible con este diagnóstico. Además, una necrosis avascular severa puede comportar la pérdida total de la cabeza humeral según varios casos publicados en la literatura clínica (Lee y Hansen 1981; Gerber et al. 1998). Sin embargo, no se observa ningún tipo de tejido

reactivo en la superficie proximal del húmero compatible con una necrosis (Ortner 2004:344).

Por estos motivos, se considera que una deformidad de húmero en varo es el diagnóstico más probable (Ogden et al. 1976; Ellefsen et al. 1994). La superficie altamente deformada y aparentemente plana del húmero, con una concavidad central, así como el desarrollo normal de las tuberosidades y la remodelación articular observada para encajar con el glenoide parecen compatibles con otros casos de húmero en varo descritos en literatura, tanto clínica como en bioarqueología (Ogden et al. 1976; Gill et al. 1997; Molto 2000; Bourbou 2003; Benegas et al. 2007). Se aprecia, además, un mayor desarrollo del glenoide derecho y un posible arqueamiento lateral del húmero que puede deberse a un reforzamiento de las inserciones musculares deltoideas.⁵⁷

Neoplasias

Un individuo adulto probablemente de sexo femenino (C00UE117) presenta una depresión en la superficie articular distal de un fémur izquierdo. Dicha depresión no muestra hueso esclerótico o de nueva formación sino hueso liso con pequeñas porosidades localizadas (Figura 75). No ha sido posible establecer si estas porosidades constituyen marcadores pseudopatológicos resultantes de procesos tafonómicos o se deben a un proceso de origen patológico.

Teniendo en cuenta esta descripción, es posible que esta lesión sea el negativo creado en el hueso por un posible condroblastoma o quiste unicameral. Los quistes unicamerales suelen aparecer en las epífisis de los huesos largos durante la etapa no adulta del individuo y pueden persistir en la edad adulta, aunque acostumbran a desplazarse hacia las diáfisis (Aufderheide y Rodríguez-Martín 1998: 390). Por este motivo, también se considera una neoplasia cartilaginosa benigna de tipo condroblastoma; estos se encuentran en las epífisis de los huesos largos y son más comunes en el fémur distal y proximal (Aufderheide y Rodríguez-Martín 1998: 380).

⁵⁷ El arqueamiento del húmero se califica como posible ya que solo se dispone de la epífisis proximal y parte de la diáfisis del húmero, por lo que su morfología no se puede observar de manera completa (ver Figura 74b).



Figura 75. Fémur distal de un individuo de Vall d'Uixó con un posible caso de neoplasia en forma de depresión con ausencia de reacción ósea, posible quiste unicameral o condroblastoma.

Valoración de las patologías óseas encontradas en Vall d'Uixó

En la población de Vall d'Uixó la frecuencia de criba orbitaria en los individuos no adultos es del 56%, y del 14% en los individuos adultos. Esta disparidad es usual en otros estudios de poblaciones arqueológicas y se puede deber a el proceso de formación de la lesión o a una mayor mortalidad relacionada con episodios de estrés fisiológico en la población no adulta (McFadden y Oxenham 2020). Dentro de los procesos cribóticos, también se han identificado cuatro casos de hiperostosis porótica que afecta el exocráneo y las extremidades inferiores. Este marcador de estrés metabólico no específico se vincula a etiologías similares a las de la criba orbitaria (Schultz 2001; Ortner 2003; Walker et al. 2009; Oxenham y Cavill 2010; McIlvaine 2015; Rivera y Mirazón-Lahr 2017; Brickley 2018; Mays 2018b; Cole y Waldron 2019; Brickley et al. 2020).

Es necesario explorar la relación de la criba orbitaria en la muestra observada con los datos obtenidos de los otros marcadores de estrés fisiológico durante el crecimiento. En el gráfico (Figura 76) se observa la no concurrencia entre la criba orbitaria y la hipoplasia lineal del esmalte tanto en la población adulta como en la población no adulta. En la población adulta, la frecuencia de criba orbitaria es marcadamente inferior. Otros estudios basados en poblaciones arqueológicas también han detectado esta dinámica entre los dos marcadores de estrés fisiológico en la infancia y la etapa de crecimiento y proponen como explicación que los patógenos que las provocan, juntamente con una posible malnutrición y un sistema inmunológico debilitado, conllevan que el individuo

sea menos resistente ante posibles enfermedades adicionales y un mayor estrés (Obertová y Thurzo 2008; Liebe-Harkort 2012). En la población no adulta se produce la dinámica inversa, encontrándose un frecuencia del 56% de criba orbitaria y la práctica ausencia de hipoplasia lineal del esmalte. Este hecho no es inusual, ya que diversos estudios publican la ausencia de hipoplasia lineal del esmalte en la dentición decidua, relacionándola con la condición de estrés sistémico, y no episodicotraumático, que requiere la aparición de este marcador de estrés fisiológico (Griffin y Donlon 2009).

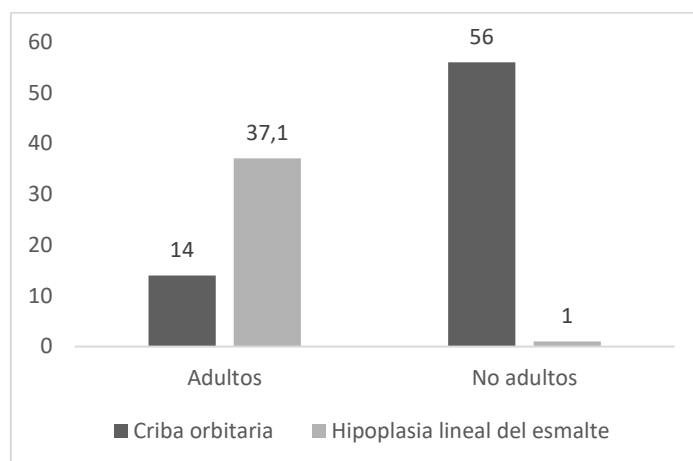


Figura 76. Comparación de los porcentajes de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte en la población adulta y no adulta de Vall d'Uixó.

Dado que la estatura también puede ser un marcador de estrés fisiológico durante el crecimiento, es oportuno recordar que se ha observado un dimorfismo sexual significativo y considerado dentro de los rangos esperados en poblaciones modernas, ya que esto puede indicar que durante la etapa de crecimiento la población estuvo expuesta a un entorno poco adverso (Cámara 2015; Bogin et al. 2017).

Las patologías degenerativas y traumáticas de una población pueden ser indicativas del modo de vida y la actividad física de la misma (i.a. Parrington y Roberts 1990; Adams et al. 1993; Argoff y Wheeler 1998; Galtés et al. 2007; Weiss y Jurmain 2007; Faccia y Williams 2008). La artrosis es más común en las extremidades superiores del esqueleto apendicular y las vértebras cervicales en el esqueleto axial, aunque las frecuencias son similares entre los tres grupos vertebrales (Figura 77). Aunque por lo general los individuos de sexo masculino tienden a mostrar frecuencias más elevadas, no se obtienen resultados significativos al comparar las frecuencias observadas en las muestras masculina y femenina del esqueleto apendicular. Sí que se han detectado diferencias sexuales significativas en las frecuencias de artrosis vertebral; sin embargo, dado que la artrosis es una enfermedad asociada a la edad, parece más probable que

estas diferencias se deban a la mayor cantidad de individuos de sexo masculino de edad más avanzada.

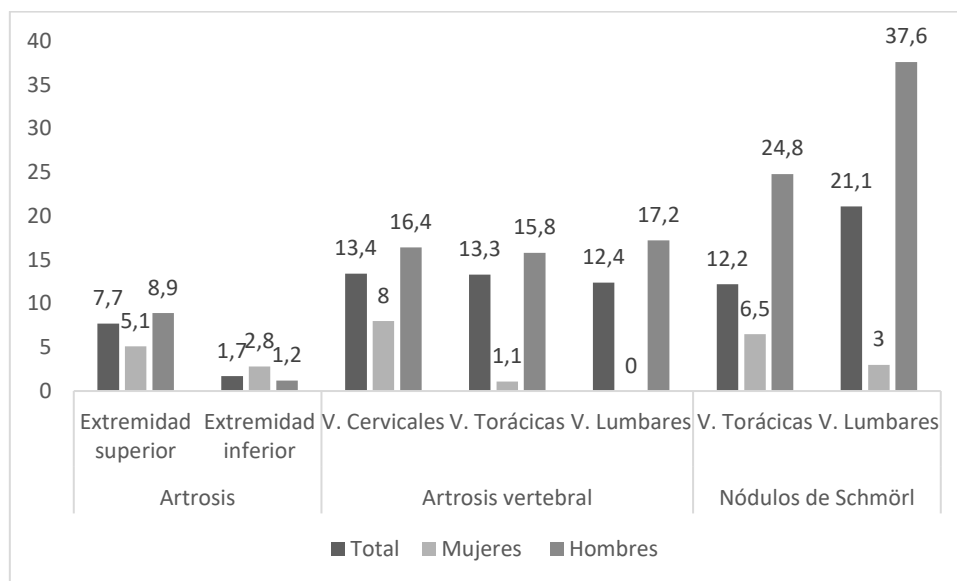


Figura 77. Frecuencias de artrosis y nódulos de Schmorl en la población de Vall d'Uixó.

Por lo que respecta a las fracturas, en todos los casos se han observado en individuos adultos y se produjeron *ante mortem*. Se identifican diez fracturas en nueve individuos distintos, sin que se observe una mayor incidencia en ninguno de los sexos. Destaca la buena curación de la mayoría de las fracturas (8/10), ya que solamente dos fracturas se encuentran mal alineadas. En ambos casos se trata de clavículas, un hueso que una vez fracturado presenta dificultades en su reducción, incluso en sociedades con acceso a la medicina moderna (Hillen et al. 2010; Banerjee et al. 2011; Toogood et al. 2011; Van der Meijden et al. 2012; Pennock et al. 2021).

En la muestra adulta también se han identificado cinco casos de osteocondritis, que afectaban solamente a individuos de sexo masculino y dos casos de miositis, ambos localizados en los húmeros de dos individuos de sexo masculino. La miositis suele ser el resultado de un evento traumático que afecta el tejido muscular y, como se observa en los dos casos identificados en esta población, afecta más comúnmente las extremidades proximales (Tyler y Saiffudin 2010; Walczak et al. 2015). Por otro lado, la osteocondritis se vincula a microtraumas repetitivos y es más común en individuos de sexo masculino (Edge y Porter 2011; Grimm et al. 2014; Kessler et al. 2014 y 2018). Por lo tanto, dada la ausencia de estas patologías en la población de sexo femenino, es posible que la población de sexo masculino de Vall d'Uixó estuviera más expuesta a tareas que implicaran microtraumatismos repetitivos o acciones que resultaran en traumatismos musculares.

Finalmente, tanto las vértebras torácicas (12,2%) como las vértebras lumbares (21,1%) presentan nódulos de Schmörl. Las frecuencias más elevadas se encuentran en las vértebras lumbares, y se destacan las posibles diferencias significativas entre las muestras de sexo femenino y masculino (Figura 77). En consecuencia, tanto los resultados observados en esta patología como en los marcadores de traumatismos musculares y del cartílago permiten sugerir que la población de sexo masculino de Vall d'Uixó pudo estar más expuesta que la población de sexo femenino a aquellas tareas y acciones que resultaran en la expresión de estas patologías. Sin embargo, las otras patologías indicativas del modo de vida y la actividad física no presentan estas diferencias sexuales.

5. Discusión interpoblacional de los resultados antropológicos y paleopatológicos

En este capítulo los resultados de carácter funerario y antropológico de cada población estudiada (descritos en el capítulo anterior) se comparan entre sí y, en los casos posibles, con los presentados en otras poblaciones cuyo contexto geográfico, cronológico y/o cultural se asemeja al de estas.

5.1. Conservación del material

En este apartado se compara el estado de conservación de las tres poblaciones estudiadas con tal de comprobar si las diferencias en este han constituido un sesgo que puede influenciar las características biológicas, demográficas y patológicas que se discuten en el resto de los apartados.

Las medias de conservación del hueso cortical, las medias de fragmentación y el índice de conservación indican que los esqueletos de Balaguer y Santa Coloma d'Àger presentan estados de conservación muy parecidos (Tabla 90). En comparación, los esqueletos de Vall d'Uixó muestran una conservación del hueso cortical sustancialmente más elevada, un grado de fragmentación más bajo y un índice de conservación más alto (Tabla 90).

Es posible que la mejor conservación del hueso cortical y el mayor índice de conservación esquelética de la población de Vall d'Uixó en comparación con las otras dos poblaciones estudiadas se relacione con la mayor acidez del suelo en el territorio donde se hallan los yacimientos de Balaguer y Santa Coloma d'Àger, mientras que en el territorio de Vall d'Uixó se identifican fluvisoles, que tienen un pH neutro o cercano a la neutralidad (INIA 2009; IGN 2021). Por otro lado, la fragmentación observada en las tres poblaciones se puede relacionar no solamente con las propiedades químicas del suelo sino también con la antropización de este (Stodder 2019).

En ninguna de las tres poblaciones se observan diferencias entre las medias de conservación de los individuos de sexo femenino y las medias de conservación de los individuos de sexo masculino. Sí que se observan, sin embargo, diferencias en las medias de conservación de los esqueletos de los individuos no adultos en comparación con las medias de conservación de los esqueletos de los individuos adultos en las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger (Tabla 90). En ambas poblaciones se constata una mejor conservación del hueso cortical y un mayor porcentaje de conservación esquelética en los individuos adultos. Esto también se puede relacionar

con la mayor acidez de los suelos de estos dos yacimientos, ya que la acidez afecta a los esqueletos de individuos no adultos en mayor medida que a los esqueletos de individuos adultos, ya que los huesos de los primeros tienen un mayor contenido de colágeno (Manifold 2012). En cambio, en la población de Vall d'Uixó se observan las mismas medias entre individuos adultos y no adultos en todas las categorías.

Tabla 90. Resumen de la conservación media del hueso cortical, fragmentación e índice de conservación observados en las tres poblaciones estudiadas. *Se expresa la media ** según Walkery colegas (1988).

Población	Grupo	McKinley (2004)*	Fragmentación*	Índice de conservación **
Balaguer	Total	4	moderada/ alta	0,4±5,6
	Adultos	4	alta	>50%
	No adultos	3	moderada	<25%
Santa Coloma d'Àger	Total	4,4	moderada/ alta	0,4±23,3
	Adultos	5	moderada	>50%
	No adultos	4	alta	<50%
Vall d'Uixó	Total	1,6	moderada	0,5±23,8
	Adultos	2	moderada	>50%
	No adultos	2	moderada	>50%

Tal como muestran las frecuencias de conservación de diversas regiones óseas, los esqueletos de Vall d'Uixó presentan los porcentajes más altos de forma consistente (Figura 78). Entre las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Balaguer, las frecuencias observadas no muestran que la conservación de una población sea mejor a la de la otra de manera constante. Los esqueletos de Balaguer muestran una mejor conservación del cráneo, las vértebras y la extremidad superior y los de Santa Coloma d'Àger de las extremidades superiores, la pelvis y las manos y pies.

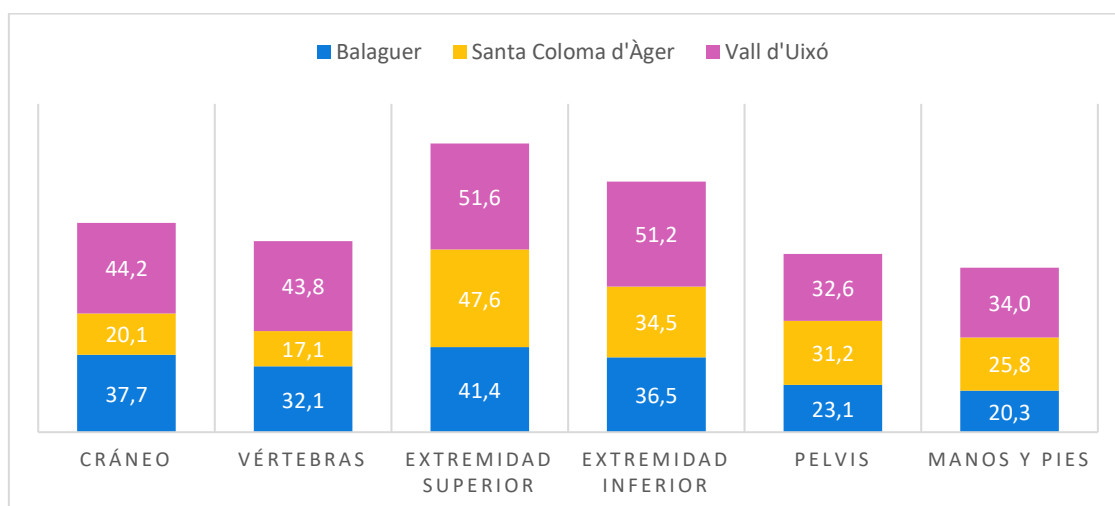


Figura 78. Frecuencias de conservación esquelética de diversas regiones óseas en las tres poblaciones estudiadas. En las extremidades solamente se contabilizan los huesos largos.

La población de Santa Coloma d'Àger presenta un nivel de conservación notablemente más bajo tanto en el cráneo como en las vértebras, y en ella se detectan los menores porcentajes de conservación de las extremidades superiores (Tabla 91). Por lo tanto, aunque los esqueletos de Balaguer y los de Santa Coloma d'Àger presentan índices de conservación esquelética parecidos, las frecuencias de conservación por regiones óseas indican una posible mejor conservación en los esqueletos de Balaguer.

Tabla 91. Diferencia en los porcentajes de conservación de diversas regiones óseas entre las tres poblaciones estudiadas.

	$\bar{X}_{\text{Balaguer}} - \bar{X}_{\text{Santa Coloma d'Àger}}$	$\bar{X}_{\text{Vall d'Uixó}} - \bar{X}_{\text{Balaguer}}$	$\bar{X}_{\text{Vall d'Uixó}} - \bar{X}_{\text{Santa Coloma d'Àger}}$
Cráneo	17,6	6,5	24,1
Vértebras	15,0	11,7	26,7
Extremidad superior	-6,2	10,2	4,0
Extremidad inferior	2,0	14,8	16,7
Pelvis	-8,1	9,5	1,4
Manos y pies	-5,5	13,7	8,1

5.2. Características funerarias y perfil demográfico y de mortalidad

Características de las inhumaciones

En este apartado se compara la información funeraria relacionada con el número mínimo de individuos por enterramiento que se ha podido generar gracias a la estimación del sexo y la edad de los individuos analizados en cada población y la comparación de estos resultados con la información funeraria (de carácter arqueológico) con la que ya se contaba. Dado que el resto de las características formales de las tumbas, tales como la orientación o el tipo de enterramiento, no son comparables entre las tres poblaciones y ya se han comentado, no se tratan en este capítulo.

Hay una mayor frecuencia de tumbas no individuales en Balaguer (7/48) que, en los otros dos yacimientos estudiados, Santa Coloma d'Àger (4/99) y Vall d'Uixó (7/89). En todos los yacimientos se identifican tanto tumbas dobles como triples y en Vall d'Uixó se detecta una tumba con cuatro individuos.

En las tres poblaciones estudiadas la mayoría de las tumbas no individuales cuentan con un individuo que se puede calificar como "principal" junto a un mínimo de otro individuo con una representación esquelética muy parcial. Las únicas excepciones se constatan en tres tumbas dobles de Vall d'Uixó en las que ambos esqueletos están bien representados. Es posible plantear que los casos en que el segundo individuo está menos representado consisten en reutilizaciones de la tumba en la que se anula un enterramiento anterior para realizar otro nuevo. Como ya se ha visto, esta práctica ha

sido identificada por los arqueólogos de Santa Coloma d'Àger en uno de los sarcófagos, y la han relacionado con el interés de la población por enterrarse dentro o cerca del espacio sagrado (Brufal y Porcheddu s.f.). De manera similar, en varios yacimientos medievales cristianos del noreste peninsular detectan tumbas que también albergan más de un individuo (Ripoll y Molist 2012).⁵⁸ Como ejemplo, en la ya mencionada necrópolis del Tossal de les Forques (Sentiu de Sió, Lleida), muy cercana a Santa Coloma d'Àger, se identifican 33 individuos repartidos en 28 tumbas; los investigadores identifican una tumba doble y otra quíntuple (González et al. 2012). En una de las *maqābir* de Córdoba se identifican sepulturas con un individuo colocado en posición anatómica y, a sus pies, montones de huesos que pueden responder a prácticas de anulación y reutilización similares (Casal García 2001: 153).⁵⁹

Si se tienen en cuenta los datos biológicos de las tumbas no individuales en las que se ha podido estimar la edad y/o el sexo de los individuos, la combinación de individuos adultos compartiendo una misma unidad funeraria con individuos no adultos es la más frecuente. Solamente en Santa Coloma d'Àger se identifican individuos no adultos compartiendo tumba con individuos de este mismo grupo, mientras que tanto este yacimiento como Vall d'Uixó presentan tumbas no individuales solamente con individuos adultos (Tabla 92).

Tabla 92. Tipos de agrupación por grupos de edad (adulto y no adulto) observados en las tumbas no individuales de los yacimientos estudiados.

	Adulto + no adulto	Adulto + adulto	No adulto+ no adulto
Balaguer	5	0	0
Santa Coloma d'Àger	2	1	1
Vall d'Uixó	5	2	0

La agrupación de individuos adultos e individuos no adultos en las tumbas no individuales se atribuye habitualmente a criterios tales como la existencia de lazos de parentesco o factores casuales, como el reaprovechamiento de una tumba, y, según la bibliografía consultada, no se asocian a motivaciones rituales (Alapont 2009; Ripoll y Molist 2014). Se puede realizar una aportación respecto al sexo de las tumbas no individuales que contienen únicamente individuos adultos. Las dos fosas que presentan tumbas dobles con individuos adultos en Vall d'Uixó contienen esqueletos de individuos de sexo femenino. En los dos casos, ambos individuos tienen una buena representación

⁵⁸ Exceptuando las tumbas de periodo tardoantiguo y, en ocasiones, visigodo, que pueden ser de manera más usual no individuales (Ripoll y Molist 2012).

⁵⁹ Se trata de la *maqbara* denominada "ABB" descubierto durante la construcción de la Ronda de Poniente.

esquelética. Posiblemente esto se puede relacionar con la inviolabilidad del cuerpo de la mujer, ya que según un *ḥadīṭ* de Ibn Rušd, emitido como respuesta a la petición de un hombre que pedía exhumar el cuerpo de una mujer cuya tumba se había excavado encima de cuatro inhumaciones pertenecientes a los hijos del hombre, la mujer mantenía su *ḥurma* incluso tras su muerte (Fierro 2000: 172-173). Por lo tanto, es posible relacionar el mantenimiento de la *ḥurma* tras la muerte con la necesidad de realizar una inhumación de un individuo adulto en una tumba con otro individuo adulto que permita proteger dicha *ḥurma*.⁶⁰ No se han encontrado, no obstante, otros estudios de carácter funerario que exploren esta cuestión.

Perfil demográfico y de mortalidad

Este apartado se dedica a la comparación de la composición demográfica y la mortalidad de las tres poblaciones estudiadas entre sí y con poblaciones que presentan datos comparables y cuyo contexto geográfico, cronológico y/o cultural se asemeja al de estas. En primer lugar, se realiza una comparación de los resultados demográficos obtenidos en las tres poblaciones estudiadas. Seguidamente, mediante los grupos de edad propuestos por Vallois (1960), este perfil demográfico se compara con el observado en otras poblaciones que también han sido estudiadas mediante los criterios de Vallois. En el caso de Balaguer, se han empleado poblaciones del noreste peninsular con una cronología similar y poblaciones andalusíes islámicas. Los resultados obtenidos en Santa Coloma d'Àger se comparan con los publicados en poblaciones cristianas e islámicas del norte peninsular y el perfil demográfico de Vall d'Uixó se contrasta con el de poblaciones andalusíes islámicas, poblaciones mudéjares y poblaciones cristianas con una cronología similar.⁶¹ Por último, se compara la distribución de la mortalidad.

Tanto la población de Balaguer (48%), como las poblaciones de Santa Coloma d'Àger (27%) y Vall d'Uixó (19%) presentan individuos de los que no se ha podido estimar su edad o sexo, usualmente debido al estado de conservación de sus restos óseos o a la no conservación de los elementos óseos que permiten dicha estimación. Si se descartan

⁶⁰ Dado que no se cuenta con las memorias de excavación de las intervenciones de Vall d'Uixó no resulta posible determinar si las inhumaciones se produjeron o no de manera sincrónica. El análisis antropológico sí que permite constatar que ambos individuos inhumados en cada tumba se encuentran bien representados, por lo que no parece que una inhumación anule a la otra.

⁶¹ Los criterios para seleccionar las poblaciones de comparación se mantienen a lo largo del capítulo, con la excepción del apartado "Evaluación interpoblacional de los rasgos no-métricos", en el que también se incluyen poblaciones de cronología anterior al siglo VIII para obtener una mejor comprensión de la evolución de los rasgos no-métricos en la península. Dado que no todas las poblaciones empleadas en las comparaciones publican los mismos datos que se tratan en este capítulo, las poblaciones de comparación no aparecen de manera constante en cada apartado.

los individuos cuyo rango de edad no ha podido ser estimado, se obtiene la distribución demográfica expresada en la Figura 79, que se comenta con detalle a continuación.

En las tres poblaciones se constata un mayor número de individuos de sexo masculino que de individuos de sexo femenino. Esta disparidad en la representación sexual de la muestra adulta se observa en otras poblaciones peninsulares medievales, y se encuentran tanto casos en los que se identifican más individuos de sexo masculino como casos en los que se identifican más individuos de sexo femenino (Tabla 93). Es posible que esta falta de paridad en la distribución sexual de las poblaciones se relacione con un sesgo originado por la excavación parcial del cementerio (Chamberlain 2009). Además, varios estudios osteológicos han detectado que algunos criterios de estimación sexual tanto morfológicos como métricos tienden a sobreestimar el número de individuos de sexo masculino presentes en una población cuando los métodos de estimación sexual se emplean en una población distinta a la que se empleó para desarrollar el método (Kotěrová et al. 2017; Navitainuck et al. 2021). Por este motivo, no se puede descartar que este sesgo influya en los resultados obtenidos.

Tabla 93. Distribución sexual de los individuos analizados en diversos estudios bioarqueológicos de poblaciones medievales peninsulares islámicas y cristianas. Adaptado y ampliado de Molero-Rodrigo (2017:116). (Vives 1982; Mestre et al. 1996; Fadrique et al. 2005; Jordana 2007: 64; García Collado 2020: 83,106; Gracia 2021:232).

Población	Provincia	Cronología	Rito funerario	Hombres		Mujeres	
				N	%	N	%
Pla d'Almatà, Balaguer	Lleida	VIII-XII	Islámico	14	25	12	21
Vall d'Uixó	Castelló	XIII-XVI	Islámico	26	26	17	17
Fuerte de Santiago	Algeciras	XIII-XIV	Islámico	31	27,7	14	12,5
Triana	Sevilla	XII-XIII	Islámico	26	23	24	21,2
Bāb-Al-Hanax	Valencia	XII-XIV	Islámico	27	36	15	20
San Nicolás	Murcia	XI-XIII	Islámico	208	48,0	128	29,6
Tossal de Manises	Alacant	VIII-X	Islámico	16	23,5	12	17,7
Maqbara oriental, Zaragoza	Zaragoza	IX-XI	Islámico	18	N/A	17	N/A
Xarea (Vélez de Rubio)	Almería	XII-XIV	Islámico	106	46,3	87	37,9
Plaza del Castillo, Pamplona	Pamplona	VIII	Islámico	57	32,6	37	21,1
Santa Teresa, Toledo	Toledo	VIII-X	Islámico	19	26,8	21	29,6
San Lázaro, Toledo	Toledo	X-XI	Islámico	19	17,3	17	9,3
Santa Coloma d'Àger, Àger	Lleida	VII-XI	Cristiano	35	32,7	14	13,1
Terrassa	Barcelona	IV-VIII	Cristiano	57	44,5	32	25,0
Terrassa	Barcelona	IX-XIII	Cristiano	28	35,0	35	43,8
L'Esquerda, Roda de Ter	Barcelona	Medieval	Cristiano	17	N/A	12	N/A
Les Goges, S. Julià de Ramis	Girona	VII-IX	Cristiano	39	N/A	27	N/A
Granollers	Barcelona	IX-XIII	Cristiano	N/A	39	N/A	43
Boadilla	Madrid	V-VII	Cristiano	3	N/A	12	N/A
El Soto, Barajas	Madrid	VII-IX	Cristiano	2	N/A	8	N/A

Todos los rangos de edad están representados en las tres poblaciones estudiadas. Sin embargo, las poblaciones no adultas de Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó están mucho mejor representadas que la población no adulta de Balaguer, un hecho que probablemente se puede relacionar con el menor número de muestra de esta última en comparación con las dos otras poblaciones. Por otro lado, las muestras adultas de Balaguer y especialmente de Santa Coloma d'Àger presentan pocos individuos de sexo femenino en el rango de edad de adultos jóvenes. Es posible que esto se relacione con el número de individuos adultos de estas dos poblaciones cuyos sexo y rango de edad no se han podido estimar, con la excavación parcial de ambos cementerios y con el sesgo metodológico ya mencionado (Chamberlain 2009; Kotěrová et al. 2017; Navitainuck et al. 2021). En las tres poblaciones estudiadas los individuos adultos seniles están poco representados, especialmente de mujeres. En otras poblaciones islámicas de la península, tales como las poblaciones de la partida de Lledó (Castelló de la Plana, Castelló), la plaza del Almudín (Segorbe, Castelló), La Torrecilla (Arenas del Rey, Granada), Toledo (Toledo), y Pamplona (Navarra), este también es el rango de edad menos representado (Barrachina 2004-2005; Polo et al. 2008; Jiménez et al. 2012; de Miguel 2016: 219; Molero-Rodrigo 2019), y de hecho, se identifica en los perfiles de mortalidad de muchas poblaciones preindustriales, donde la mayoría de los individuos no alcanzaban una edad avanzada (Chamberlain 2006). La menor representación de individuos de sexo femenino puede haber influido en el bajo número de individuos adultos seniles de este sexo observados en las tres poblaciones.

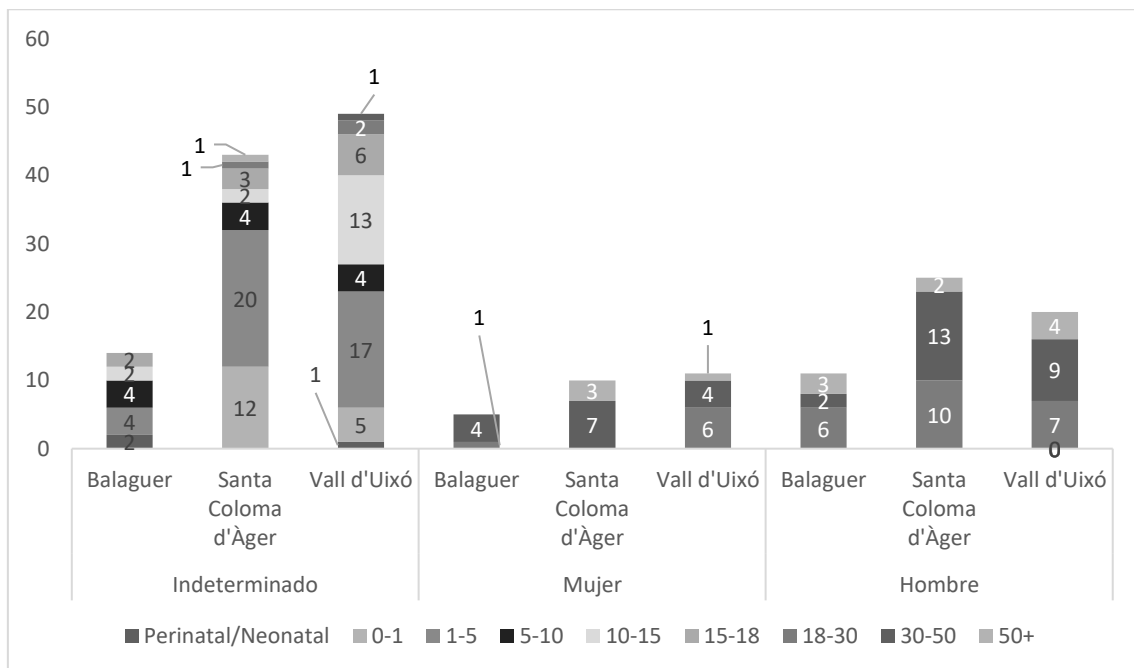


Figura 79. Distribución demográfica de las poblaciones estudiadas. Los rangos de edad se expresan en años.

Para facilitar la comparación del perfil demográfico de las poblaciones estudiadas con otras poblaciones medievales peninsulares, los individuos de los que se ha podido estimar el sexo y/o la edad en cada población se han clasificado según las categorías propuestas por Vallois (1960). A continuación, se presenta una valoración del perfil demográfico de cada población según estas categorías en comparación con el de otras poblaciones que también las emplean.

La población no adulta de Balaguer tiene una composición parecida a la de la población no adulta de Terrassa (Barcelona) pese a contar con un NMI (número mínimo de individuos) notablemente inferior, ya que en ambas poblaciones se detecta un mayor número de individuos infantil I en comparación a las categorías que le siguen (Tabla 94). La población adulta de Balaguer presenta una mayoría de individuos adultos jóvenes respecto a los dos otros grupos de edad adulta, aspecto que también se observa en la población de Terrassa donde esta categoría también es la más representada (n=64) (Jordana 2007: 63). En cambio, en la *maqbara* oriental de Zaragoza (Zaragoza), a diferencia de Balaguer, la población adulta madura está mucho más representada (n=53) que la población adulta joven (n=17) (Gracia 2021: 243-244). Las tres poblaciones, no obstante, coinciden en tener una menor representación de los individuos adultos seniles. La población de Pamplona (Navarra) coincide con la población de Balaguer en presentar una mayor representación del grupo infantil I en la muestra no adulta, mientras que la muestra adulta de Pamplona no es comparable mediante la categorización propuesta por Valois (1960) (de Miguel 2016: 220).

Fuera de la Frontera Superior, la necrópolis andalusí de Maro (Nerja, Málaga) también presenta una muestra no adulta compuesta mayoritariamente por individuos del grupo de edad Infantil I. La muestra adulta, en este caso, sigue la misma tendencia observada en Balaguer y presenta más individuos de la categoría adulto joven (n=89), aunque la categoría adulto maduro presenta un número similar (n=71). Tal como sucede en todas las poblaciones a las que se ha hecho referencia, el grupo de adultos seniles es el menos representado (Sánchez-Aparcero 2021: 101). La población de Xarea (Vélez de Rubio, Almería) coincide en presentar una muestra no adulta compuesta mayoritariamente por individuos pertenecientes al grupo de edad Infantil I. La muestra adulta tiene una mayoría de adultos maduros (n= 98), aunque no se aprecia una gran diferencia respecto al número de adultos jóvenes (n= 81) (Robledo 1998: 114).

La mayor representación de los individuos adultos jóvenes en Balaguer respecto al resto de grupos de edad, pues, no concuerda con la tendencia observada en algunas de poblaciones islámicas y/o de la Frontera Superior empleadas en la comparación pero

no es anormal, ya que otras poblaciones, como Terrassa o Maro, también tienen la categoría adulta joven más representada en su muestra adulta. Es posible que se deba a una mayor mortalidad en este grupo pero no puede descartarse que estas diferencias se deban a la excavación parcial de la *maqbara* de Balaguer y al NMI claramente inferior de esta población en comparación a las otras poblaciones empleadas en la comparación.

Tabla 94. Distribución demográfica de la población de Balaguer según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).

Grupo de edad	Edad	Indeterminado	Hombre	Mujer	Total
<i>Infantil I</i>	0-6 años	7 ⁶²	N/A	N/A	7
<i>Infantil II</i>	7-12 años	3	N/A	N/A	3
<i>Juvenil</i>	13- 19 años	3	N/A	N/A	3
<i>No adulto indeterminado</i>	< 20 años	1	N/A	N/A	1
<i>Adulto joven</i>	20-40 años	0	7	4	11
<i>Adulto maduro</i>	41-60 años	0	1	1	2
<i>Adulto senil</i>	<60 años	0	3	0	3
<i>Adulto indeterminado</i>	>20 años	12	3	7	22
<i>Indeterminado</i>		5	0	0	5
<i>Total</i>		31	14	12	57

En la población de Santa Coloma d'Àger la muestra no adulta está compuesta principalmente por individuos del grupo Infantil I y en la muestra adulta vuelve a predominar el grupo adulto joven, principalmente formado por individuos de sexo masculino (Tabla 95). Otros cementerios cristianos medievales próximos a Santa Coloma d'Àger, tales como el cementerio de Granollers (Barcelona) o Terrassa (Barcelona), también tienen una población no adulta con una mayoría de individuos del grupo Infantil I (Fadrique et al. 2005; Jordana 2007: 63). De hecho, la mayoría de las poblaciones medievales peninsulares presentan esta tendencia (Figura 80). En Granollers la población adulta se compone principalmente de individuos adultos jóvenes (n=32), mientras que se identifican 16 individuos adultos maduros y la población senil no está representada (Fadrique et al. 2005). Las poblaciones medievales cristianas de Ouvigo (Os Blancos, Ourense) y Bozoó (Burgos) también presentan una población adulta con una mayoría de individuos adultos jóvenes (López-Costas 2012: 112; Jiménez-Brobeil y Benavides 2020). Aunque no se puede descartar que esta mayoría de población adulta joven se deba a la excavación parcial de los cementerios, el hecho que se repita en varias poblaciones puede sugerir que había una mayor mortalidad en este grupo.

Las poblaciones islámicas de la Frontera Superior presentan, igual que Santa Coloma d'Àger, una población no adulta en la que el grupo infantil I es mayoritario (de Miguel

⁶² Incluye dos individuos perinatales.

2016: 220; Gracia 2021: 243-244). En la población adulta, mientras que Balaguer también presenta más individuos pertenecientes al grupo adulto joven (n=11) que al grupo adulto maduro (n=2), la población de la *maqbara* oriental Zaragoza estudiada por M. Gracia (2021) presenta una dinámica inversa, con una mayor representación de individuos adultos maduros (n=53) frente a adultos jóvenes (n=17). Sin embargo, la tendencia general observada en las poblaciones medievales peninsulares es de presentar una mayoría de individuos adultos jóvenes dentro de la muestra adulta (Figura 80).

Tabla 95. Distribución demográfica de la población de Santa Coloma d'Àger según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).

Grupo de edad	Edad	Indeterminado	Hombre	Mujer	Total
<i>Infantil I</i>	0-6 años	34	N/A	N/A	34
<i>Infantil II</i>	7-12 años	4	N/A	N/A	4
<i>Juvenil</i>	13- 19 años	2	N/A	N/A	2
<i>No adulto indeterminado</i>	< 20 años	0	N/A	N/A	0
<i>Adulto joven</i>	20-40 años	2	18	3	23
<i>Adulto maduro</i>	41-60 años	0	6	4	10
<i>Adulto senil</i>	<60 años	1	1	3	5
<i>Adulto indeterminado</i>	>20 años	0	0	0	0
<i>Indeterminado</i>		15	10	4	29
<i>Total</i>		58	35	14	107

De manera similar a los resultados observados en las dos poblaciones anteriores, la población de Vall d'Uixó presenta una mayoría de individuos no adultos en la categoría infantil I y de individuos adultos jóvenes en la categoría adulta (Tabla 96). En la población andalusí de la partida de Lledó se da la misma distribución (Polo et al. 2008). Por otro lado, en la muestra no adulta, las poblaciones andalusíes de Maro y Xarea comparten esta tendencia, mientras que la población mudéjar de San Nicolás de Ávila (Ávila) presenta una clara mayoría de individuos juveniles, hecho que no se detecta en ninguna otra población (Robledo 1998; Barrio y Trancho 2014; Sánchez-Aparcero 2021: 98). Fuera del periodo andalusí, tanto la población de la *maqbara* mudéjar de Uceda (Guadalajara) como la población cristiana pleno y bajomedieval de Santa María la Mayor (Pontevedra) presentan un número similar de individuos del grupo Infantil I y juveniles (López-Costas 2012: 117-118; Dorado et al 2022). Mientras que en estas dos últimas poblaciones se observa un claro descenso de la mortalidad en el grupo Infantil II y un repunte en el grupo Juvenil, en las poblaciones de Maro y Xarea se observa la situación inversa; la población de Vall d'Uixó, por su parte, presenta valores parecidos en ambos grupos.

Respecto la muestra adulta, las poblaciones de San Nicolás de Ávila y Maro coinciden con la población de Vall d'Uixó en presentar una mayoría de individuos adultos jóvenes, mientras que la población adulta de Xarea se compone de más individuos adultos maduros (Robledo 1998; Barrio y Trancho 2014; Sánchez-Aparcero 2021: 98). Tanto la población de la *maqbara* mudéjar de Uceda como la población cristiana pleno y bajomedieval de Santa María la Mayor presentan también una composición de la muestra adulta en la que predominan los individuos adultos jóvenes (López-Costas 2012: 117-118; Dorado et al 2022). Todas estas poblaciones coinciden en presentar una minoría de individuos adultos seniles.

Tabla 96. Distribución demográfica de la población de Vall d'Uixó según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).

Grupo de edad	Edad	Indeterminado	Hombre	Mujer	Total
<i>Infantil I</i> ⁶³	0-6 años	23	N/A	N/A	23
<i>Infantil II</i>	7-12 años	11	N/A	N/A	11
<i>Juvenil</i>	13- 19 años	12	N/A	N/A	12
<i>No adulto indeterminado</i>	< 20 años	0	N/A	N/A	0
<i>Adulto joven</i>	20-40 años	2	12	7	21
<i>Adulto maduro</i>	41-60 años	1	5	4	10
<i>Adulto senil</i>	<60 años	0	3	0	3
<i>Adulto indeterminado</i>	>20 años	6	6	6	18
<i>Indeterminado</i>		1	0	0	1
<i>Total</i>		56	26	17	99

Teniendo esta discusión en cuenta, la distribución demográfica de las tres poblaciones estudiadas no presenta características singulares que las distinga respecto a las otras poblaciones peninsulares medievales empleadas en la comparación. A grandes rasgos, todas las poblaciones mencionadas presentan una mortalidad no adulta que alcanza un máximo en la etapa infantil I y presentan un menor número de individuos adultos seniles (Figura 80). El aspecto más variable se encuentra en la distribución etaria de la muestra adulta, ya que en algunas poblaciones se identifica un mayor número de individuos adultos jóvenes y en otras un mayor número de individuos adultos maduros. Posiblemente, esto se debe a factores extrínsecos tales como la excavación parcial de muchos de los cementerios y el número de muestra de cada población.

⁶³ Incluye un individuo perinatal.

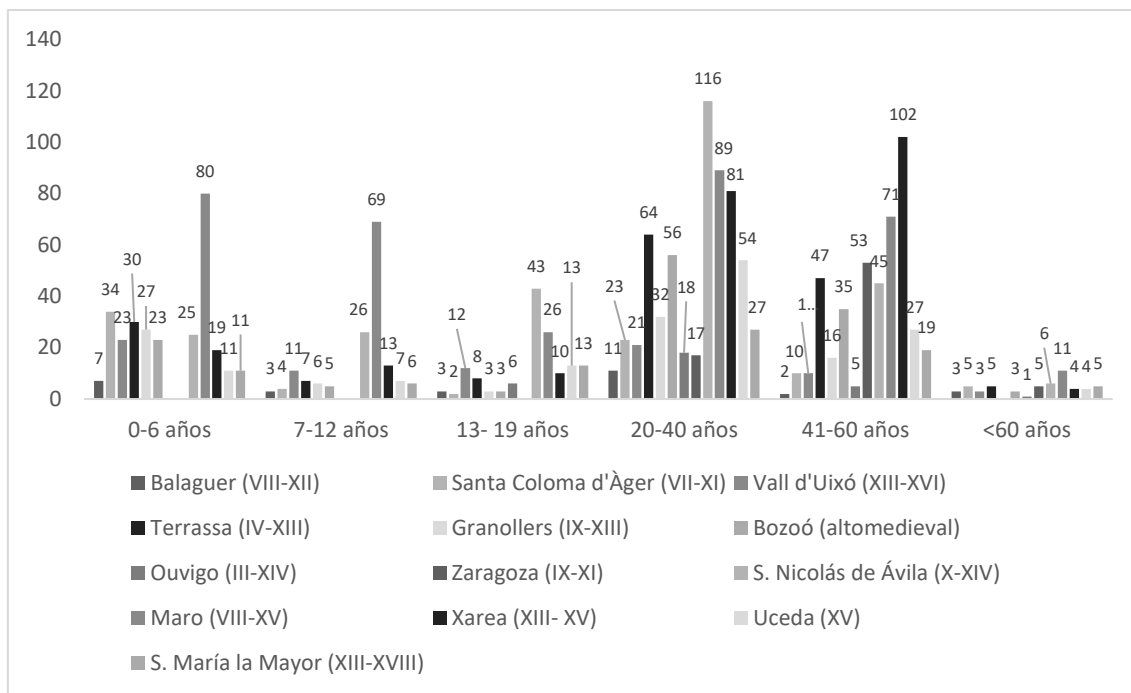


Figura 80. Distribución demográfica de diferentes poblaciones medievales peninsulares según los grupos de edad propuestos por Vallois (1960).⁶⁴

Respecto a la mortalidad que la distribución demográfica de cada población estudiada expresa, en las tres poblaciones la mortalidad no adulta alcanza un pico en el rango de edad Niño I (de 1 a 5 años) (Figura 81). En el rango de edad siguiente, la mortalidad desciende en las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó, pero se mantiene en la población de Balaguer. Por este motivo, la mortalidad en la población no adulta de Balaguer no encaja con los patrones de mortalidad no adulta de poblaciones preindustriales, un hecho que puede relacionarse con el número de muestra de la población, especialmente del grupo no adulto (Rousham y Humphrey 2002: 124). La población de Vall d'Uixó coincide con este patrón, ya que presenta una mortalidad infantil que alcanza un máximo a los 5 años para luego descender y empezar a subir otra vez a partir de los 10 años. La población no adulta de Santa Coloma d'Àger también presenta su máxima mortalidad en individuos menores de 5 años y luego desciende.

Aunque es posible que el patrón de mortalidad de las muestras no adultas de Vall d'Uixó y Santa Coloma d'Àger esté influenciado por la excavación parcial de sus cementerios, también es posible que los individuos pertenecientes este grupo se vieran afectados por diferentes enfermedades (Chamberlain 2009). Pese a que el entorno biocultural no es el mismo, un estudio bioarqueológico conducido por Djurić y colegas (2010) concluye que una población no adulta de 81 individuos pertenecientes al cementerio rural

⁶⁴ La población de Uceda alarga la categoría "adulto joven" hasta los 35, la categoría "adulto maduro" incluye individuos de entre 35 y 55 años (Dorado et al. 2022).

medieval de Stara Torina (Serbia; siglos IX-XIII) se veía principalmente afectada por enfermedades infecciosas. Diversos estudios realizados en otras poblaciones medievales de Europa sugieren que, en los asentamientos densamente poblados, o con malas condiciones de salubridad, era habitual contraer este tipo de enfermedades (Walter y DeWitte 2017; Robb et al. 2021). Respecto a la mortalidad no adulta en las poblaciones modernas, los estudios clínicos mencionan enfermedades que poblaciones estudiadas también pudieron padecer, como enfermedades respiratorias crónicas, infecciosas o neoplasmas malignos, como causas de muerte, aunque las lesiones sostenidas en accidentes de coche o por arma de fuego son la principal causa de mortalidad no adulta (Pompili et al. 2012; Cunningham et al. 2018; Goldstick et al. 2022). De hecho, en poblaciones peninsulares de época medieval se identifican marcas de origen patológico relacionadas con enfermedades infecciosas que pese a no poderse determinar como la causa de muerte, debilitaban al individuo (de Miguel 2020a: 39-41).

En las muestras adultas de Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó se alcanza un pico de mortalidad entre el rango de edad adulto de 30 a 50 años, que es también el rango más amplio, mientras que en Balaguer la muestra adulta alcanza un máximo de mortalidad en el rango inmediatamente anterior (de 18 a 30 años) (Figura 81). Del mismo modo que se observa en Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó, la población andalusí adulta de Pamplona muestra una mayor probabilidad de muerte a partir de los 30 años (de Miguel 2016: 221). La población andalusí adulta de Santa Teresa (Toledo), que tiene un número de muestra más bajo, por el contrario, presenta una tendencia más similar la observada en Balaguer (Molero-Rodrigo 2017:112-113).

Pese a que la muestra no adulta de Balaguer no encaja con las pautas de mortalidad esperadas, no se puede concluir que esto se deba a un episodio de mortalidad de tipo catastrófico. Además, al comparar los grupos de edad según la categorización propuesta por Vallois (1960) no se ha identificado una distribución atípica en la población de Balaguer. Del mismo modo, en las poblaciones de Santa Coloma d'Àger o Vall d'Uixó no se detectan indicios de episodios de este tipo. En la mayoría de las *maqābir* peninsulares tampoco se han podido detectar con claridad episodios de mortalidad anormal. Como excepción, en la *maqbara* andalusí de Tudela (Navarra) se identifican tumbas múltiples interpretadas como un signo de un episodio epidémico que provocó una mortalidad catastrófica (de Miguel 2020a: 39).

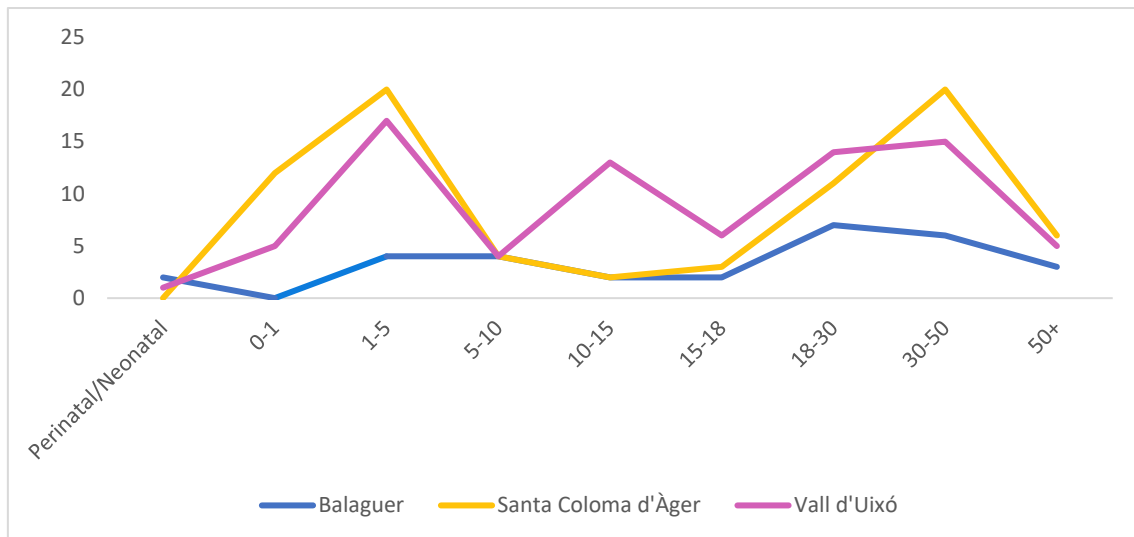


Figura 81. Gráfico lineal con la mortalidad observada en las tres poblaciones estudiadas. Los rangos de edad se expresan en años.

5.3. Caracteres no-métricos y análisis de biodistancia

Evaluación interpoblacional de los rasgos no-métricos

El estudio comparativo de los rasgos no-métricos en las tres colecciones estudiadas tiene el objetivo de valorar la semejanza fenética de las tres poblaciones estudiadas entre sí y en el contexto pre-andalusí, andalusí y post-andalusí de la Península Ibérica. Además, también permite realizar una primera aproximación de carácter antropológico a su posible ascendencia. Por este motivo, primeramente se comparan los resultados obtenidos en cada población. Seguidamente estos se evalúan dentro de la variabilidad en expresión de los rasgos no-métricos observada en la Península Ibérica. Finalmente, se emplean criterios estadísticos para determinar los rasgos no-métricos más relevantes para el estudio de la ascendencia de la población y se emplea literatura especializada para interpretar los perfiles fenotípicos que dichos rasgos pueden indicar.

En la Tabla 97 se puede observar que la conservación de los huesos y dientes no es la misma entre las regiones anatómicas que alojan los diferentes rasgos no-métricos, o entre las poblaciones estudiadas. Ambos aspectos afectan la capacidad para medir las frecuencias de los rasgos no-métricos en cuestión.

El rasgo craneal más común en las tres poblaciones estudiadas es el foramen supraorbital (frecuencia >0,6). En cambio, los huesos extra suturales, con la excepción del hueso asterónico, son relativamente poco comunes. Respecto a los rasgos no-métricos dentales, los incisivos en pala son comunes en Balaguer y Vall d'Uixó (frecuencia >0,5) y las fosas de interrupción en los incisivos laterales son comunes en

esta última población y en la población de Santa Coloma d'Àger, mientras que la doble raíz del canino, el canino de Bushman y las fosas de interrupción en el canino central están poco representados en las tres muestras. De manera general, los odontomas e hipoconúlidos son también poco comunes, hallándose ausentes en la mayoría de las ocasiones. La cúspide de Carabelli se presenta en frecuencias superiores al 10% en Balaguer y Vall d'Uixó, mientras que en Santa Coloma d'Àger no se ha documentado. Finalmente, a nivel poscraneal las tres poblaciones estudiadas presentan forámenes supraescapulares (frecuencia >0,3), mientras que el foramen septal y la fosa de vasto, junto a la faceta de Poirier y el tercer trocánter, no se identifican en Balaguer. El tercer trocánter, de hecho, solamente se observa en un individuo de Santa Coloma d'Àger.

Tabla 97. Rasgos no-métricos estudiados y sus frecuencias por población (Frec. = frecuencia). *El asterisco indica que no se han empleado en el cálculo del coeficiente MMD.

Rasgo	Balaguer		S. Coloma d'Àger		Vall d'Uixó	
	Frec.	n/N	Frec.	n/N	Frec.	n/N
Hueso inca	0,000	0/13	0,146	7/48	0,057	2/35
Hueso bregmático	0,000	0/11	0,030	1/33	0,031	1/32
Osículos coronales	0,154	2/13	0,081	3/37	0,111	4/36
Osículos sagitales	0,000	0/12	0,045	2/44	0,054	2/37
Sutura metópica	0,071	1/14	0,000	0/49	0,047	2/43
Hueso asteriónico	0,222	4/18	0,222	6/27	0,111	3/27
Hueso epitérico	0,214	3/14	0,188	3/16	0,240	6/25
Foramen supraorbital	0,733	11/15	0,774	41/53	0,615	24/39
Foramen infraorbital múltiple *	0,091	1/11	0,24	12/50	0,407	11/27
Foramen parietal*	0,333	6/18	0,286	16/56	0,308	16/52
Fosas de interrupción (UI1)	0,000	0/19	0,080	2/25	0,056	2/36
Fosas de interrupción (UI2)	0,105	2/19	0,229	8/35	0,237	9/38
Incisivos en pala (UI1)	0,556	10/18	0,160	4/25	0,529	18/34
Doble raíz (LC)	0,000	0/14	0,047	2/43	0,033	1/30
Canino de Bushman (UC)	0,059	1/17	0,000	0/44	0,025	1/40
Odontoma UP1*	0,067	1/15	0,000	0/39	0,000	0/31
Odontoma UP2*	0,000	0/12	0,027	1/37	0,000	0/29
Doble raíz (UP1)	0,000	0/17	0,081	3/37	0,156	5/32
Extensiones del esmalte (UM1)	0,000	0/17	0,086	3/35	0,161	5/31
Cúspide de Carabelli (UM1)	0,176	3/17	0,000	0/28	0,100	3/30
Hipoconúlido LM1*	0,000	0/11	0,000	0/22	0,000	0/22
Hipoconúlido LM2*	0,000	0/11	0,000	0/26	0,05	1/20
Foramen supraescapular	0,357	5/14	0,345	10/29	0,649	24/37
Foramen septal	0,000	0/15	0,065	2/31	0,159	10/63
Fosa de vasto	0,000	0/11	0,105	2/19	0,128	5/39
Tercer trocánter*	0,000	0/22	0,022	1/46	0,000	0/69
Faceta de Poirier*	0,000	0/12	0,086	3/35	0,205	9/44
Fosa de Allen*	0,083	1/12	0,000	0/36	0,045	2/44

Las frecuencias de expresión de los rasgos no-métricos detectadas en estas tres poblaciones se encuentran dentro de la variabilidad fenotípica de la Península Ibérica (Malgosa 1992; Jordana y Malgosa 2002; Jordana 2004; Al Oumaoui 2009; García Sívoli 2009; Laguillo et al. 2009; Springs-Pacelli y Márquez-Grant 2010; López-Costas 2012;

Girdwood et al. 2015; Marado y Silva 2018). Esto se muestra en la Figura 82, que representa un análisis clúster de las frecuencias obtenidas en ciertos rasgos tanto en las poblaciones estudiadas como en otras poblaciones de la Península Ibérica de diferentes cronologías y credos. Para determinar qué rasgos eran seleccionados para el análisis, se aplicaron los mismos protocolos estadísticos empleados en la selección de los rasgos no-métricos para el cálculo del coeficiente MMD, que se han definido en el capítulo 3. Métodos (*Non-metric traits and biological distance*). Teniendo en cuenta tanto las poblaciones estudiadas como las otras poblaciones incluidas en este análisis, se seleccionaron aquellos rasgos que presentaban una desviación típica de 15 o más entre el credo y periodo de los yacimientos a los que cada población pertenecía con el fin de evaluar si esta variabilidad en la expresión de los rasgos no-métricos estaba relacionada con el credo de cada población.⁶⁵

En la Figura 82 se observa que las poblaciones islámicas presentan frecuencias de expresión similares en los siguientes rasgos no-métricos: canino de Bushman (~0-5%), cúspide de Carabelli (~5-25%), fosas de interrupción en incisivos laterales (~10-25%) y, con un emparejamiento ligeramente menos obvio, incisivos en pala (~20-30%; ~45-55%). Las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó, junto con los yacimientos de la avenida España (islámico; Eivissa) y S'Illot des Porros (protohistórico; Santa Margarita, Mallorca) presentan las frecuencias más altas de incisivos en pala (>45%) (Malgosa 1992: 457; Girdwood et al. 2015). En cambio, los caninos de Bushman están ausentes en la mayoría de los yacimientos a excepción de Balaguer, Vall d'Uixó y yacimientos de las Islas Baleares de diversas cronologías, incluyendo el periodo islámico (Malgosa 1992: 457; García Sívoli 2009; Springs-Pacelli y Márquez-Grant 2010; Girdwood et al. 2015). La cúspide de Carabelli está presente en todos los yacimientos islámicos, excepto en los yacimientos de las Islas Baleares (Girdwood et al. 2015). Todos los yacimientos islámicos a excepción de Can Fonoll (Eivissa) presentan una frecuencia de fosas de interrupción en incisivos laterales de entre el ~10% y el ~25%, mientras que la mayoría de las poblaciones no musulmanas están por encima de este porcentaje.

Las muestras procedentes de las necrópolis cristianas empleadas en la comparación no se agrupan en los rasgos analizados, aunque sí que se encuentran algunas poblaciones cristianas dentro de las agrupaciones de poblaciones islámicas. En concreto, las poblaciones de Palacios de la Sierra (Burgos) y Santa Coloma d'Àger presentan unas

⁶⁵ En cuanto al credo, dado que es necesario constatar si se puede identificar un cambio de carácter fenotípico en las poblaciones debido al asentamiento de poblaciones norteafricanas y árabes en el contexto de al-Andalus, se distingue entre poblaciones islámicas y cristianas por periodos: cristianas (solamente aquellas posteriores al siglo VIII) y poblaciones tardoantiguas (anteriores a la conquista islámica).

frecuencias de fosas de interrupción de los incisivos laterales del 15,8% y del 22,9% respectivamente (Figura 82) (Al Oumaoui 2009). Es igualmente interesante que las poblaciones anteriores a la conquista islámica, aunque menos representadas, acostumbren a mostrar frecuencias divergentes respecto a las poblaciones islámicas. Ello puede indicar que la aportación poblacional que ocasionó la expresión de estos rasgos sucedió posteriormente a esta conquista. No se han identificado patrones al agrupar los yacimientos teniendo en cuenta la proximidad geográfica entre ellos.

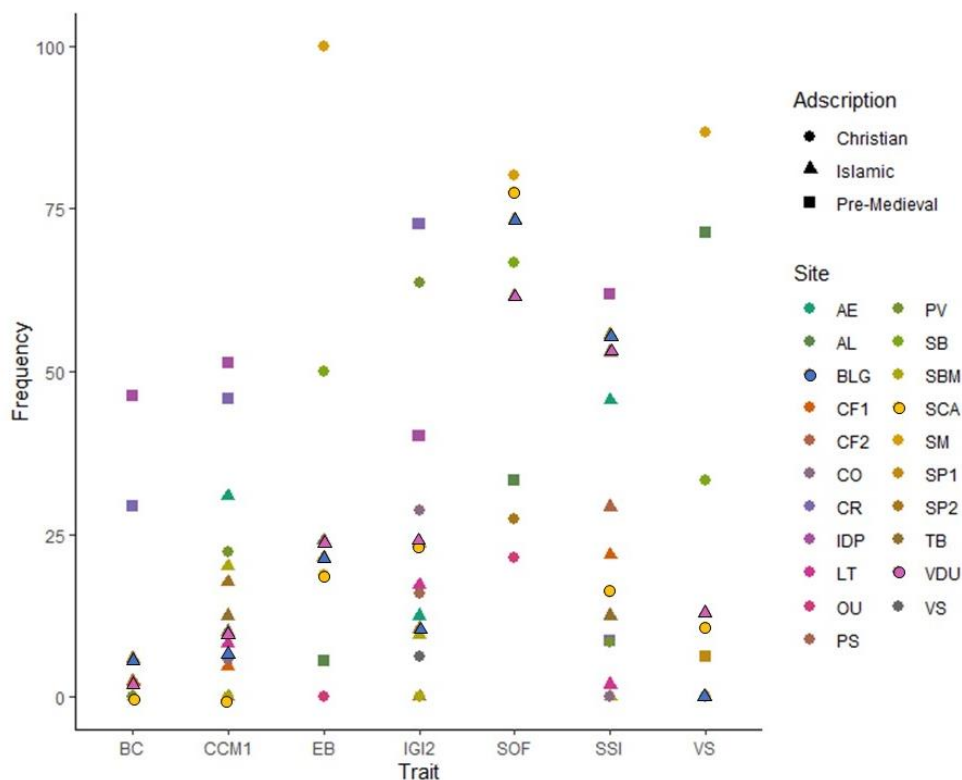


Figura 82. Frecuencias de los rasgos no-métricos de las poblaciones ibéricas seleccionadas para la comparación. Códigos de los yacimientos: AE= Avenida España (ss. X-XII, Eivissa; Girdwood et al. 2015); AL= A Lanzada (ss. II-VI, Pontevedra; López-Costas 2012); BLG= Balaguer (Lleida); CF1= Can Fonoll (ss. X-XIII, Eivissa; Springs-Pacelli y Márquez-Grant 2010); CF2= Can Fonoll (ss. X-XIII, Eivissa; Gidrwood et al. 2015); CO= Coimbra (ss. XIX-XX, Coimbra; Marado y Silva 2018); CR= Can Reiners (ss. VII-X, Mallorca; García Sívoli 2009); IDP= S'Illot des Porros (ss. VI-II a.C., Mallorca; Malgosa 1992); LT= La Torrecilla (ss. IX-XIV, Granada; Al Oumaoui 2009); OU= Ouvia (ss. III-XIII, Pontevedra; López-Costas 2012); PS= Palacios de la Sierra (ss. XI-XIII, Burgos; Al Oumaoui 2009); PV= plaza Vella (ss. XVI-XVIII, Barcelona; Jordana y Malgosa 2002); SB= San Bartolomé (s. XIII, Pontevedra; López-Costas 2012); SBM= Sahl Ben Malik (ss. XI-XV, Granada; Al Oumaoui 2009); SCA= Santa Coloma d'Àger (Lleida); SM= Santa María (ss. XIII-XVIII, Pontevedra; López-Costas 2012); SP1= Sant Pere de Terrassa (ss. IV-VIII, Barcelona; Jordana 2004); SP2= Sant Pere de Terrassa (ss. IX-XIII, Barcelona; Jordana 2004); TB= Tossal de les Basses (ss. VIII-IX, Alacant; Laguillo et al. 2009); VDU= Vall d'Uixó; VS= Villanueva de Sopotilla (ss. IX-XIII, Burgos; Al Oumaoui 2009). Códigos de los rasgos no-métricos: BC= Canino de Bushman; CCM1= Cúspide de Carabelli; EB= hueso epitérico; IGI2= fosas de interrupción en los incisivos laterales; SOF= foramen supraorbital; SSI= incisivos en pala; VS= fosa de vasto).

Diversos estudios muestran que los incisivos en pala tienden a ser estables dentro de un mismo grupo y son más frecuentes en grupos asiáticos y americanos, mientras que sus frecuencias son más bajas entre las poblaciones europeas y norteafricanas (Hrdlička 1940; Hanihara 2008). Estudios recientes han mostrado frecuencias del ~60% en poblaciones de Oriente Medio, mientras que las poblaciones asiáticas más occidentales acostumbran a presentar frecuencias cercanas al ~40% y las poblaciones del norte de África y subsaharianas presentan frecuencias que oscilan entre el ~26 % y el ~47 % (Hanihara 2008; Canger et al. 2014). Las frecuencias de aparición de los caninos de Bushman inferiores o cercanas al 3% se han asociado a poblaciones asiáticas, mientras que las frecuencias más altas (>10%) son más comunes en las poblaciones subsaharianas (Scott y Turner 1997). Aunque la cúspide de Carabelli no es un marcador claro para discriminar entre grupos humanos, parece ser más común en Eurasia occidental y menos usual en las poblaciones subsaharianas (Scott y Turner 1997). Por último, las frecuencias de aparición de las fosas de interrupción en los incisivos laterales tampoco se consideran características para distinguir poblaciones pero tienden a ser menos comunes en las poblaciones subsaharianas (10-20%), seguidas por las poblaciones europeas y del Próximo Oriente occidentales (20-40 %) y, por último, las poblaciones sinoamericanas (>45 %) (Scott y Turner 1997).

Por lo tanto, estos cuatro rasgos son de especial interés, ya que, como se ha establecido mediante la bibliografía citada anteriormente, 1) diversas poblaciones islámicas de la Península Ibérica presentan frecuencias similares; 2) sus frecuencias de aparición en las dos poblaciones islámicas estudiadas se pueden relacionar con las esperadas en las poblaciones de las zonas geográficas de las que provienen los árabes y los bereberes; 3) en el capítulo 2. Introducción se ha planteado que hay indicios de carácter histórico y arqueológico que indican que parte de la población de Balaguer y Vall d'Uixó puede tener un origen alóctono; 4) la población cristiana de Santa Coloma d'Àger no presenta estas características, con la excepción de las frecuencias observadas en el rasgo fosas de interrupción de los incisivos laterales (Tabla 98). Además, esta última característica es extensible a las otras poblaciones peninsulares medievales cristianas posteriores a la conquista islámica que se han analizado (Figura 82).

Tabla 98. Frecuencias de aparición de los cuatro rasgos no-métricos singularizados en las poblaciones estudiadas junto a las frecuencias típicas de aparición de los mismos rasgos en diferentes poblaciones de zonas geográficas concretas según los datos proporcionados en las publicaciones de Scott y Turner (1997) y Hanihara (2008).

Rasgo no-métrico	Balaguer	S. Coloma d'Àger	Vall d'Uixó	O. Próximo y O. Medio	N. de África y África subsah.	Europa
Fosas de interrupción ⁶⁶	10,5	22,9	23,7	N/A	N/A	N/A
Incisivos en pala	55,6	16,0	52,9	40-60	~26 - ~47	0-15
Canino de Bushman	5,9	0	2,5	3	<10	>1
Cúspide de Carabelli	17,6	0	10	20-40	10-20	20-40

En la Tabla 99, y también en la Tabla 98, se puede apreciar cómo la población de Santa Coloma d'Àger concuerda parcialmente con el perfil europeo descrito por K. Hanihara (1967).⁶⁷ Este perfil se define por presentar frecuencias bajas o nulas de la mayoría de los caracteres no-métricos dentales, con la excepción del rasgo o cúspide de Carabelli (Pilloud et al. 2016: 120). La población de Santa Coloma d'Àger es compatible con este perfil, ya que muestra frecuencias bajas de incisivos en pala y caninos de Bushman, y, por lo general, de la mayoría de los rasgos no-métricos dentales. Sin embargo, en esta población no se observan primeros molares con cúspides de Carabelli, un rasgo que en frecuencias elevadas caracteriza este perfil (Tabla 98). Además, presenta, aunque con frecuencias relativamente bajas, extensiones del esmalte en los primeros molares y dobles raíces en los premolares, una característica que inicialmente no es propia de este perfil (Pilloud et al. 2016: 118-119).

Por otro lado, el perfil asiático, que fue definido inicialmente por K. Hanihara (1967) se caracteriza, entre otros rasgos, por presentar frecuencias elevadas de incisivos en pala, primeros premolares con una sola raíz y extensiones del esmalte. Finalmente, el perfil africano, definido por J.D. Irish (1997) teniendo en cuenta solamente poblaciones subsaharianas, se caracteriza por presentar caninos de Bushman, primeros premolares con raíz doble, cúspides de Carabelli y una menor incidencia de extensiones del esmalte en comparación al grupo anterior. Teniendo esto en cuenta, la población de Balaguer presenta un perfil parecido al de Santa Coloma d'Àger, ya que, por lo general, muestra poca variabilidad en los rasgos no-métricos dentales; sin embargo, se detectan tanto incisivos en pala como caninos de Bushman y cúspides de Carabelli, hecho que puede interpretarse como una influencia de los perfiles asiático y africano (Tabla 99). Por su

⁶⁶ En incisivos laterales.

⁶⁷ En origen, K. Hanihara propuso el término "complejo dental caucasoide"; sin embargo, Scott y colegas (2013) propusieron esta nueva nomenclatura, que está más extendida en la literatura actual.

parte, la población de Vall d'Uixó muestra una mayor variabilidad en los rasgos no-métricos dentales, que incluye la presencia de fosas de interrupción, cúspides de Carabelli, premolares con raíz doble y extensiones del esmalte junto a porcentajes considerables de incisivos en pala (Tabla 99). Por este motivo, se puede considerar que su perfil es más cercano al de poblaciones con un perfil dental africano, aunque la presencia elevada de incisivos en pala puede corresponder a una influencia asiática.

Tabla 99. Frecuencias características de los rasgos no-métricos de los perfiles asiático y africano en las poblaciones estudiadas. En gris se representan aquellas frecuencias que pueden ser compatibles con alguno de los perfiles de morfología dental.

	Perfil Asiático			Perfil Africano		
	Incisivos en pala	Raíz única (LP1) ⁶⁸	Extensiones del esmalte	Canino de Bushman	Raíz doble (LP1)	Cúspide de Carabelli ⁶⁹
Balaguer	55,6	100	0	5,9	0	17,6
S. Coloma d'Àger	16,0	95,3	8,6	0	4,7	0
Vall d'Uixó	52,9	96,7	16,1	2,5	3,3	10,0

La literatura citada en los párrafos anteriores vincula las frecuencias observadas en las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó con una posible aportación poblacional de origen africano y asiático, aunque resulta difícil precisar un origen más exacto. El hecho que los cuatro rasgos comunes que se han identificado en la Figura 82 sean siempre de tipo dental proporciona un valor añadido a la vinculación de las frecuencias observadas con estos grupos poblacionales, ya que diversas publicaciones reconocen la estrecha relación entre los rasgos no-métricos dentales y la ascendencia (Brooks et al. 1990; Hinkes 1990; Birkby et al. 2008; Hefner 2009; Cunha y Ubelaker 2020). Además, se ha podido comprobar que las poblaciones peninsulares anteriores a la conquista islámica no presentan frecuencias comparables. La tesis doctoral de Al-Oumaoui (2009), focalizada en los rasgos no-métricos dentales de poblaciones peninsulares de diferentes períodos, incluyendo poblaciones islámicas del sur de la península, llegó a una conclusión similar, ya que detectó que las poblaciones islámicas reflejaban una migración norteafricana intensiva, así como la mezcla con la población local durante el período andalusí.

No se puede ignorar, sin embargo, que dos poblaciones cristianas peninsulares, incluyendo la población de Santa Coloma d'Àger, muestran frecuencias parecidas en ciertos rasgos. A nivel genético, se ha constatado que las poblaciones de la Península Ibérica han recibido aportaciones genéticas de otras poblaciones no peninsulares

⁶⁸ Esta característica también es propia del perfil europeo (Pilloud et al. 2016: 120).

⁶⁹ En frecuencias elevadas, esta característica también es propia del perfil europeo (Pilloud et al. 2016: 120).

durante diferentes periodos (Regueiro et al. 2015; Olalde et al. 2019; Silva et al. 2021).⁷⁰ Por lo tanto, aunque los resultados obtenidos son sin duda interesantes, los análisis de ADN genómico que se están realizando en algunos de los individuos estudiados darán datos mucho más precisos acerca de su ascendencia.

Análisis multivariante de rasgos no-métricos y biodistancia

Este apartado es complementario al anterior y, primeramente, evalúa la distancia biológica entre las tres poblaciones estudiadas. Seguidamente, los resultados obtenidos se comparan con los expuestos en el apartado anterior y se contrastan con la información histórica y bioarqueológica de la que se dispone para cada población estudiada y su contexto más inmediato. Con esto se pretende consolidar la información referente a la ascendencia de cada población, discutida en el apartado anterior.

Se han utilizado un total de 19 rasgos no-métricos para realizar el cálculo de los coeficientes de la medida media de divergencia (del inglés “mean measure of divergence”, abreviado MMD a partir de ahora) después de aplicar los filtros detallados en el Capítulo 3. Métodos (ver *Non-metric traits and biological distance*). Los rasgos seleccionados, sus frecuencias y su número de observaciones se presentan en la Tabla 100, la Tabla 101 y la Tabla 102.

Tabla 100. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Balaguer clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total						Hombres			Mujeres			Fisher		Montecarlo		<18 años			>18 años			Fisher		Montecarlo	
	n	N	%	p	p	Total	P	A	Total	p	p	P	A	Total	P	A	Total	P	A	Total	p	p				
Hueso inca	0	13	0	0	4	4	0	7	7	N/A	N/A	0	2	2	0	11	11	N/A	N/A							
Hueso bregmático	0	11	0	0	4	4	0	6	6	N/A	N/A	0	1	1	0	10	10	N/A	N/A							
Hueso asteriónico	4	18	22	2	5	7	2	7	9	1	1	0	2	2	4	12	16	1	1							
Hueso epitérico	3	14	21	1	4	5	2	5	7	1	1	0	2	2	3	9	12	1	1							
Os. coronales	2	13	15	0	4	4	2	5	7	0,49	0,50	0	2	2	2	9	11	1	1							
Os. sagitales	0	14	0	0	4	4	0	6	6	N/A	N/A	0	2	2	0	10	10	N/A	N/A							
Sutura metópica	1	14	7	1	2	3	0	8	8	0,27	0,27	0	2	2	1	11	12	1	1							
Foramen supraorbital	11	15	73	5	1	6	5	2	7	1	1	0	1	1	11	3	14	0,27	0,26							
Fosas de interrupción (UI1)	0	19	0	0	8	8	0	8	8	N/A	N/A	0	4	4	0	15	15	N/A	N/A							
Fosas de interrupción (UI2)	2	19	11	1	7	8	0	8	8	1	1	2	2	4	0	15	15	0,04	0,04							
Incisivos en pala (UI1)	10	18	56	3	4	7	4	4	8	1	1	4	0	4	6	8	14	0,09	0,09							
Doble raíz (LC)	0	14	0	0	7	7	0	5	5	N/A	N/A	0	1	1	0	13	13	N/A	N/A							
Canino de Bushman (UC)	1	17	6	1	7	8	0	7	7	1	1	0	3	3	1	13	14	1	1							
Doble raíz (UP1)	0	17	0	0	6	6	0	9	9	N/A	N/A	0	2	2	0	15	15	N/A	N/A							
Extensiones del esmalte (UM1)	0	17	0	0	6	6	0	7	7	N/A	N/A	0	5	5	0	12	12	N/A	N/A							
Cúspide de Carabelli (UM1)	3	17	18	1	5	6	0	6	6	1	1	2	3	5	1	11	12	0,19	0,19							
Foramen Supraescapular	5	14	36	4	5	9	1	3	4	1	0,61	1	1	2	4	8	12	1	1							
Foramen Septal (Húmero)	0	15	0	0	9	9	0	5	5	N/A	N/A	0	3	3	0	12	12	N/A	N/A							
Fosa de vasto	0	11	0	0	9	9	0	2	2	N/A	N/A	0	4	4	0	18	18	N/A	N/A							

⁷⁰ En el siguiente apartado se proporciona una discusión más profundizada de estos datos.

Tabla 101. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Santa Coloma d'Àger clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total			Hombres			Mujeres			Fisher	Montecarlo	<18 años			>18 años			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	P	A	Total	P	A	Total	p	p	P	A	Total	P	A	Total	p	p
Foramen parietal	16	56	28,6	10	17	27	4	10	14	0,73	0,75	2	8	10	14	32	46	0,71	0,71
Hueso inca	7	48	14,6	5	18	23	2	10	12	1	1	0	9	9	7	32	39	0,32	0,32
Hueso bregmático	1	33	3	1	16	17	0	8	8	1	1	0	5	5	1	27	28	1	1
Hueso asteriónico	6	27	22,2	5	11	16	0	7	7	0,27	0,15	1	2	3	5	19	24	0,54	1
Hueso epitérico	3	16	18,8	2	7	9	1	6	7	1	1	0	0	0	3	15	18	1	N/A
Os. coronales	3	37	8,1	2	18	20	1	9	10	1	1	0	5	5	3	29	32	1	1
Os. sagitales	2	44	4,5	1	20	21	0	10	10	1	1	0	5	5	2	37	39	1	1
Sutura metópica	0	49	0	0	22	22	0	12	12	N/A	N/A	0	10	10	0	39	39	N/A	N/A
Fosas de interrupción (UI1)	2	25	8	1	7	8	0	9	9	0,47	0,48	1	2	3	1	21	22	0,23	0,23
Fosas de interrupción (UI2)	8	35	22,9	2	12	14	4	10	14	0,65	0,64	1	1	2	7	26	33	0,41	0,41
Incisivos en pala (UI1)	4	25	16	0	9	9	2	6	8	0,21	0,21	1	2	3	3	19	22	0,12	0,42
Doble raíz (LC)	2	43	4,7	0	22	22	0	13	13	N/A	N/A	0	1	1	2	40	42	1	1
Canino de Bushman (UC)	0	44	0	0	21	21	0	14	14	N/A	N/A	0	2	2	0	42	42	N/A	N/A
Doble raíz (UP1)	3	37	8,1	2	17	19	0	11	11	0,52	0,52	0	1	1	3	33	36	1	1
Extensiones del esmalte (UM1)	3	35	8,6	2	15	17	1	9	10	1	1	0	4	4	3	28	31	1	1
Cúspide de Carabelli (UM1)	0	28	0	0	13	13	0	8	8	N/A	N/A	0	4	4	0	24	24	N/A	N/A
Foramen Supraescapular	1	29	34,5	5	11	16	4	3	7	0,36	0,36	0	4	4	10	15	25	0,27	0,27
Foramen Septal (Húmero)	2	31	6,5	1	21	22	1	7	8	0,47	1	0	0	0	2	29	31	N/A	N/A
Fosa de vasto	2	19	10,5	1	13	14	1	3	4	0,41	0,41	0	0	0	2	17	19	N/A	N/A

Tabla 102. Frecuencias de los rasgos no-métricos seleccionados para el cálculo de los coeficientes MMD en la población de Vall d'Uixó clasificadas también por grupos de sexo y edad. (P=presente; A=Ausente).

	Total			Hombres			Mujeres			Fisher	Montecarlo	<18 años			>18 años			Fisher	Montecarlo
	n	N	%	P	A	Total	P	A	Total	p	p	P	A	Total	P	A	Total	p	p
Foramen parietal	16	52	30,8	10	9	19	1	10	11	*0,02	0,02	3	12	15	13	24	37	0,34	0,34
Hueso inca	2	35	5,7	1	14	15	1	8	9	1	1	0	8	8	2	25	27	1	1
Hueso bregmático	1	32	3,1	1	13	14	0	7	7	1	1	0	7	7	1	26	27	1	1
Hueso asteriónico	3	27	11,1	3	10	13	0	5	5	0,52	0,51	0	6	6	3	18	21	1	1
Hueso epitérico	6	25	24	3	5	8	1	5	6	0,58	0,58	0	7	7	6	12	18	0,14	0,14
Os. coronales	4	36	11,1	1	12	13	1	8	9	1	1	1	8	9	3	24	27	1	1
Os. sagitales	2	37	5,4	1	13	14	0	9	9	1	1	1	9	10	1	26	27	0,47	1
Sutura metópica	2	43	4,7	0	16	16	0	10	10	N/A	N/A	1	11	12	1	30	31	0,49	1
Fosas de interrupción (UI1)	2	36	5,6	0	11	11	0	8	8	N/A	N/A	1	8	9	1	22	23	0,49	1
Fosas de interrupción (UI2)	9	38	23,7	0	11	11	2	6	8	0,16	0,16	5	6	11	4	22	28	0,09	0,09
Incisivos en pala (UI1)	18	34	52,9	3	7	10	3	5	8	1	1	8	2	10	10	14	24	0,06	0,07
Doble raíz (LC)	1	30	3,3	0	10	10	0	6	6	N/A	N/A	0	8	8	1	21	22	1	1
Canino de Bushman (UC)	2	41	4,9	0	14	14	0	10	10	N/A	N/A	1	9	10	1	30	31	0,43	0,43
Doble raíz (UP1)	5	32	15,6	2	10	12	1	5	6	1	1	0	7	7	5	20	25	0,56	0,31
Extensiones del esmalte (UM1)	5	31	16,1	1	8	9	1	5	6	1	1	1	10	11	4	16	20	0,63	0,63
Cúspide de Carabelli (UM1)	3	30	10	1	8	9	0	6	6	1	1	0	7	7	3	20	23	1	0,56
Foramen Supraescapular	24	37	64,9	8	6	14	5	3	8	1	1	10	3	13	14	10	24	0,31	0,30
Foramen Septal (Húmero)	10	63	15,9	4	18	22	3	12	15	1	1	1	16	17	9	37	46	0,26	0,26
Fosa de vasto	5	39	12,8	3	12	15	1	11	12	0,61	0,60	0	4	4	5	30	35	1	0,64

Se decidió mantener los rasgos foramen supraorbital y fosas de interrupción en los incisivos laterales en los cálculos pese que mostraban una posible asociación con la edad de los individuos. En los primeros, esto se debe a que solamente se encontraron diferencias significativas en los grupos de edad de una población, y esto puede deberse

simplemente a la conservación diferencial de los cráneos entre los dos grupos de edad establecidos. En el caso de las fosas de interrupción en los incisivos laterales, las diferencias significativas en la distribución por grupos de edad se identificaron también en una sola población, siendo el tamaño de la muestra de los grupos, especialmente el no adulto, muy pequeño. Se descartaron, por otra parte, los rasgos foramen parietal, que se correlaciona con el sexo tanto en la población de Balaguer como en la población de Vall d'Uixó, y foramen infraorbital múltiple, que se correlaciona con la edad en la población de Santa Coloma d'Àger. Debido a la falta de variabilidad en la expresión del rasgo, también se descartaron los odontomas premolares, hipoconúlidos molares y los rasgos no-métricos del fémur proximal, que por otra parte también se pueden vincular a factores mecánicos.

Los valores del coeficiente MMD en el rango de 0-0,099 indican que las poblaciones analizadas comparten una parte de ascendencia común, mientras que los valores situados entre 0,1 y 0,2 indican que las poblaciones son moderadamente diferentes (Hawkey 1998). Por último, los valores superiores a 0,2 indican que las poblaciones no comparten ascendencia (Hawkey 1998). En consecuencia, los coeficientes MMD obtenidos para las poblaciones estudiadas deben considerarse bajos y sugieren una ascendencia común entre las tres poblaciones (Tabla 103). Sin embargo, estos coeficientes no son iguales entre sí. La población Vall d'Uixó presenta los coeficientes más bajos al compararse con las otras dos poblaciones (<0,04), mientras que las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Balaguer son más distantes entre sí (~0,06). A su vez, la población de Santa Coloma d'Àger presenta una distancia más alta respecto a las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó que estas dos poblaciones entre sí. Además, en la población de Santa Coloma d'Àger los coeficientes MMD obtenidos de su comparación con las otras dos poblaciones estudiadas son significativos ($p < 0,05$) mientras que el coeficiente resultante de la comparación entre las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó no tiene significancia estadística ($p = 0,16$). Por lo tanto, se puede interpretar que la población de Santa Coloma d'Àger tiene la mayor distancia biológica respecto a las otras dos poblaciones, mientras que las poblaciones de Vall d'Uixó y Balaguer son más similares (Figura 83).

Tabla 103. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha).

	Santa Coloma d'Àger	Balaguer	Vall d'Uixó
Santa Coloma d'Àger	-	0,0356	0,0397
Balaguer	0,056577	-	0,1592
Vall d'Uixó	0,037493	0,024757	-

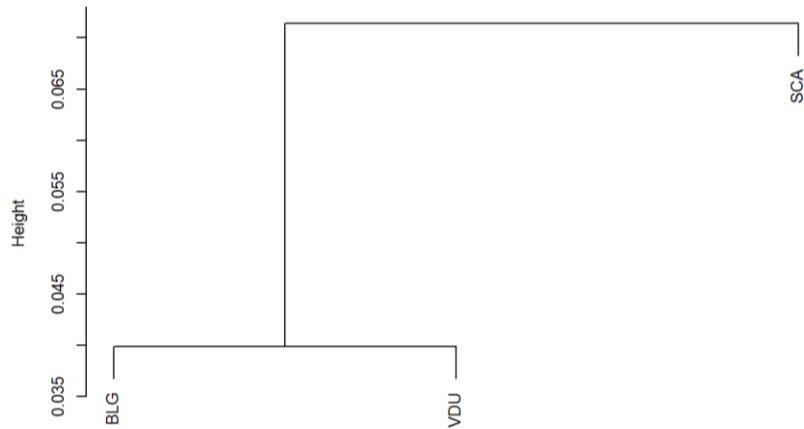


Figura 83. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD.

El test de Mantel permite comparar si los coeficientes MMD obtenidos se encuentran influenciados por las distancias geográficas que hay entre los tres yacimientos estudiados (Tabla 104; Figura 84). La matriz simétrica de distancias geográficas y la matriz simétrica con valores MMD no muestran una correlación, ya que el coeficiente de correlación de Pearson indica un valor r de $-0,83$ y un valor de p de $0,83$. Un valor de p tan alto sugiere que es muy probable que las distancias físicas no influyan en las distancias fenotípicas observadas entre las muestras consideradas en este trabajo.

Tabla 104. Distancia geográfica expresada en kilómetros entre las tres poblaciones estudiadas.

	Santa Coloma d'Àger	Balaguer	Vall d'Uixó
Santa Coloma d'Àger	-		
Balaguer	34	-	
Vall d'Uixó	341	310	-

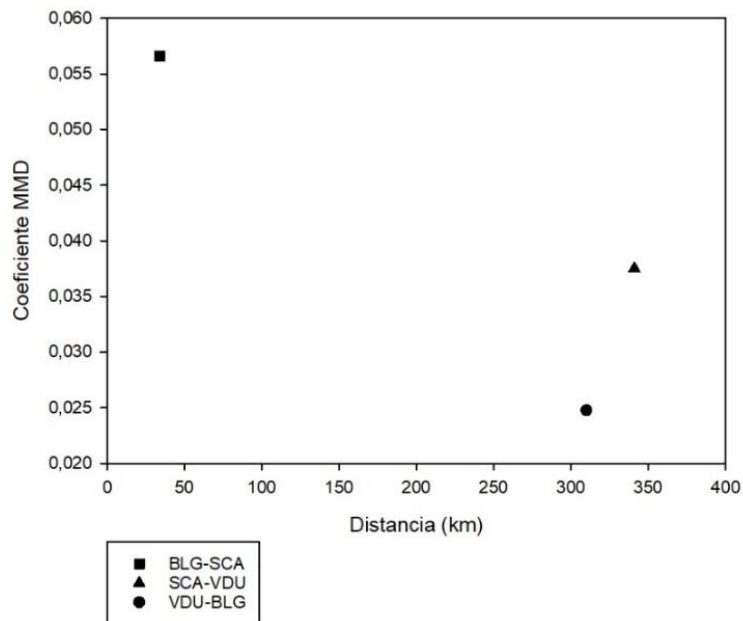


Figura 84. Dispersión entre las necrópolis estudiadas en función de sus coeficientes MMD y la distancia geográfica en kilómetros.

Vistos estos cálculos, y teniendo en cuenta que la conservación del esqueleto y de las piezas dentales no es la misma en las tres poblaciones, se ha realizado el mismo cálculo MMD agrupando los rasgos según su lugar de observación: cráneo, dientes y postcráneo. Como se verá a continuación, aunque de esta forma se puede comprobar si la conservación diferencial del esqueleto y los dientes entre las poblaciones ha supuesto un sesgo en los resultados obtenidos, el bajo número de rasgos con los que algunos de estos tres grupos cuenta hace que no todas las operaciones se puedan realizar.

En los rasgos craneales, solamente se ha podido calcular el coeficiente MMD eliminando los rasgos sin variabilidad, ya que la muestra no presentaba rasgos con variabilidad debida a un individuo. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se obtienen los coeficientes MMD expresados en la Tabla 105. En todas las comparaciones el coeficiente resultante es $<0,01$, lo que, en principio, indica distancias biológicas muy bajas y, en consecuencia, una ascendencia común (Hawkey 1998). No obstante, la falta de variabilidad en las frecuencias de rasgos craneales (Tabla 100, Tabla 101 y Tabla 102) puede haber provocado una falta de discriminación en la fórmula, de modo que la contribución de los rasgos al coeficiente MMD sea negativa debido al factor de corrección (Harris y Sjøvold 2004). Dado que los valores negativos no tienen ningún significado biológico, estos son convertidos en 0 durante el cálculo, lo que resulta en los valores representados en la Tabla 105.

Tabla 105. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos craneales.

	Santa Coloma d'Àger	Balaguer	Vall d'Uixó
Santa Coloma d'Àger	-	0,5314	0,4128
Balaguer	0,000000	-	0,9082
Vall d'Uixó	0,000000	0,000000	-

En el grupo de rasgos dentales se ha podido aplicar tanto el filtro para eliminar rasgos sin variabilidad como el filtro para eliminar rasgos con variabilidad debida a un individuo. Con estas consideraciones, se obtienen los coeficientes MMD expresados en la Tabla 106, que son medios - bajos según las indicaciones de Hawkey (1998). De la misma forma que sucede al realizar el cálculo del coeficiente MMD agrupando todos los rasgos no-métricos estudiados, la población de Santa Coloma d'Àger presenta los coeficientes más elevados respecto a las poblaciones de Balaguer (~0,16) y Vall d'Uixó (~0,07), mientras que el coeficiente resultante de la comparación entre las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó es de ~0,05.

Tabla 106. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos dentales.

	Santa Coloma d'Àger	Balaguer	Vall d'Uixó
Santa Coloma d'Àger	-	0,0047	0,0522
Balaguer	0,159754	-	0,1432
Vall d'Uixó	0,066221	0,045545	-

Los resultados que se muestran en la Tabla 106 sugieren que la población de Vall d'Uixó puede tener una ascendencia común con las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger, mientras que las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Balaguer se muestran más distantes entre sí (Hawkey 1998). Si se toman los valores de p como referente, se puede añadir que Santa Coloma d'Àger exhibe la mayor distancia biológica respecto a las otras dos poblaciones, mientras que las poblaciones de Vall d'Uixó y Balaguer son más similares, dado que solamente los coeficientes MMD que incluyen la población de Santa Coloma d'Àger son significativos ($p < 0,05$) (Figura 85).⁷¹ Estas son las mismas valoraciones que se obtienen al considerar el coeficiente MMD obtenido del cálculo con todos los rasgos no-métricos, no solamente los rasgos no-métricos dentales.

⁷¹ El valor de p que se obtiene entre Vall d'Uixó y Santa Coloma d'Àger queda justo en el umbral para considerar que su coeficiente MMD es significativo ($p = 0,05$).

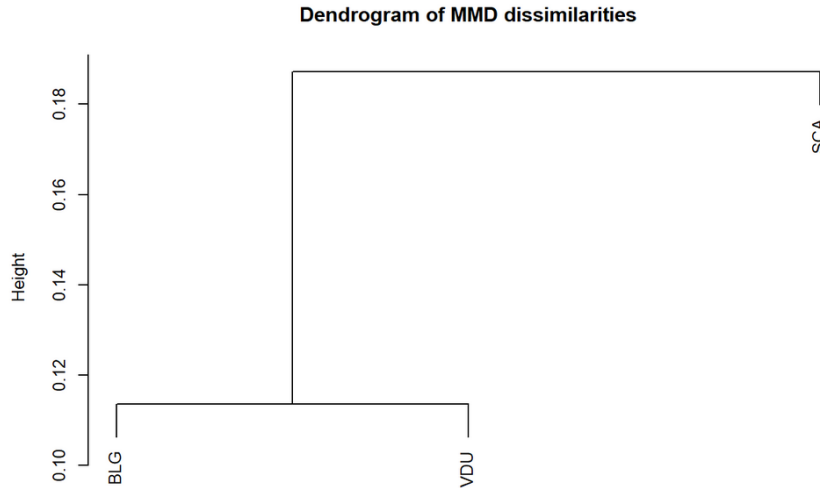


Figura 85. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD calculado solamente a partir de los rasgos dentales.

Por último, el cálculo del coeficiente MMD basado en los rasgos poscraneales se ha realizado eliminando aquellos rasgos sin variabilidad. No había rasgos con variabilidad debida a un individuo. Con estas consideraciones, se obtienen los coeficientes MMD expresados en la Tabla 107. Estos son medios - bajos según las indicaciones de Hawkey (1998). Al contrario de lo observado en el cálculo de coeficiente MMD agrupando todos los rasgos o solamente los dentales, la población de Santa Coloma d'Àger no presenta los coeficientes más altos respecto a las otras poblaciones sino la población de Vall d'Uixó, tanto si se compara con la población de Santa Coloma d'Àger (~0,083) como con la población de Balaguer (~0,195). Entre las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger el coeficiente MMD es de 0. Respecto a los valores de p , solo el que concierne al coeficiente obtenido entre las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó resulta significativo.

Tabla 107. Coeficientes MMD (inferior izquierda) y sus valores de p (superior derecha) teniendo en cuenta solamente los rasgos poscraneales.

	Santa Coloma d'Àger	Balaguer	Vall d'Uixó
Santa Coloma d'Àger	-	0,5061	0,0583
Balaguer	0,00000	-	0,0236
Vall d'Uixó	0,08274	0,195165	-

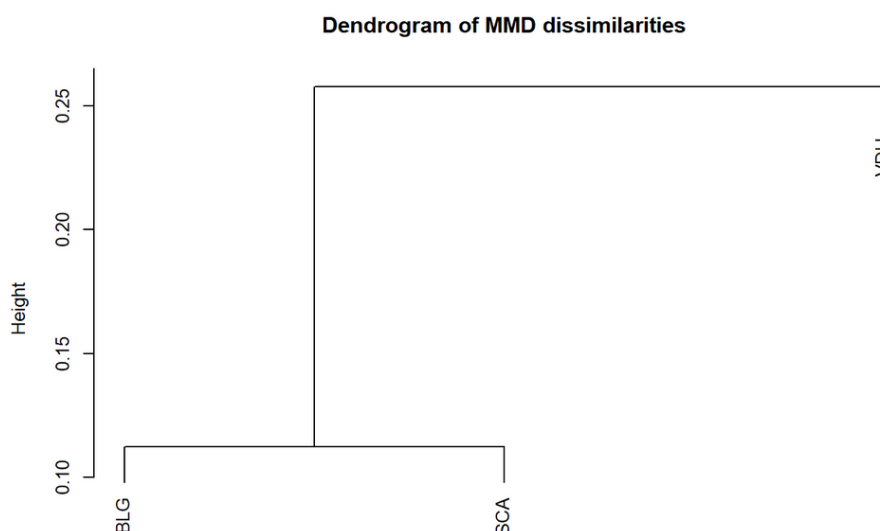


Figura 86. Dendrograma en el que se muestra gráficamente la posición y relación de las poblaciones estudiadas en función de su coeficiente MMD calculado solamente a partir de los rasgos poscraneales.

Por lo tanto, los resultados sugieren que la población de Santa Coloma d'Àger puede tener una ascendencia común con las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó, mientras que las poblaciones de Vall d'Uixó y Balaguer se muestran más distantes entre sí (Figura 86) (Hawkey 1998). Sin embargo, solo se han empleado tres rasgos poscraneales en estos cálculos, por lo que los resultados obtenidos pueden estar bastante influenciados por el factor de corrección de la propia fórmula (Harris y Sjøvold 2004). Además, es posible que el coeficiente 0 obtenido entre las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Balaguer se relacione con la falta de variabilidad en las frecuencias de rasgos craneales (Tabla 100, la Tabla 101 y la Tabla 102). Esta puede haber creado una falta de discriminación, provocando que la contribución de los rasgos al coeficiente MMD resulte negativa debido al factor de corrección (Harris y Sjøvold 2004). El bajo número de muestra de rasgos poscraneales en las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger ($n < 100$) también puede contribuir a este coeficiente, ya que un número de muestra bajo puede conllevar que el factor de ajuste sea igual o mayor que la diferencia fenética que se mide, lo que provoca un coeficiente MMD cero o negativo sin que este coeficiente sea informativo a nivel biológico (Tabla 108) (Harris y Sjøvold 2004). Por todas estas razones, se recomienda precaución en la interpretación de estos resultados, que pueden estar sesgados por las características de las muestras que se acaban de plantear.

Tabla 108. Número de observaciones realizadas en cada población para cada grupo de rasgos.

	Balaguer	Santa Coloma d'Àger	Vall d'Uixó
Cráneo	110	307	274
Dientes	138	272	271
Postcráneo	40	79	139

Mediante estas observaciones y comparaciones se puede concluir que, tal como muestra el primer coeficiente MMD obtenido, las tres poblaciones tienen una ascendencia común (Tabla 103). Sin embargo, la población de Santa Coloma d'Àger se distingue por ser la más distante (sin que la distancia geográfica sea un factor a tener en cuenta) y por presentar los únicos coeficientes con un valor de p estadísticamente significativo. Además, no se han encontrado evidencias que indiquen que los coeficientes obtenidos en este primer cálculo estén afectados por aspectos intrínsecos del cálculo estadístico, ya que los coeficientes obtenidos teniendo en cuenta solamente los rasgos dentales llevan a una misma interpretación de los resultados. Aunque los coeficientes obtenidos teniendo en cuenta solamente rasgos poscraneales o craneales llevan a una interpretación diferente, estos sí parecen estar muy condicionados por la afectación tafonómica de cada población, la cual afecta el número de observaciones realizadas y altera la validez del coeficiente obtenido. Esta interpretación, además, concuerda con los conocimientos historiográficos, bioarqueológicos y genéticos que se tienen acerca de la composición poblacional y la ascendencia de las tres poblaciones estudiadas, aspecto que se discute a continuación.

En primer lugar, en el apartado anterior se ha visto que las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó se distinguen de la población de Santa Coloma d'Àger por presentar una mayor variabilidad en la expresión de sus rasgos no-métricos y también por presentar frecuencias de ciertos rasgos no-métricos dentales que son propias de poblaciones no-europeas. Concretamente, por un lado la población de Vall d'Uixó presenta características propias de los perfiles africano y asiático y la población de Balaguer un perfil mixto con características del perfil europeo y posiblemente de los perfiles asiático y/o africano. Por el otro, la población de Santa Coloma d'Àger muestra unas frecuencias más cercanas al perfil europeo. Además, se ha detectado que tanto las poblaciones peninsulares anteriores a la conquista islámica como las poblaciones cristianas contemporáneas de al-Andalus tienden a presentar frecuencias más bajas de los rasgos no-métricos dentales en cuestión.

Aunque no se cuenta con referencias directas al origen del poblamiento de Balaguer procedentes de otros estudios o disciplinas, sí que se tiene información sobre el origen del poblamiento islámico en la Frontera Superior. Se han detectado topónimos que aluden a la presencia de grupos bereberes y árabes. A modo de ejemplo, en la comarca del Penedès, A. Barceló identifica los topónimos Gelida y Mediona con los grupos bereberes *Banū Gellidasen* y *Banū Madyūna* respectivamente, mientras que el topónimo Lavit se puede relacionar con los árabes *Banū Labīd* (Barceló 1991a; Barceló 1991b; Barceló et al. 1991). A orillas del río Ebro también se detectan asentamientos con

topónimos bereberes (Esco et al. 1988; Sénac 2012). Según B. Sarr (2015), que basa sus estudios en fuentes escritas, la presencia de grupos bereberes en la Frontera Superior pudo haber sido mayor de lo que se pensaba inicialmente. Sin embargo, diversos historiadores han propuesto que la población de la Frontera Superior tenía un grueso poblacional de origen autóctono, parte de la cual se convirtió al islam y formó vínculos con una minoría poblacional de árabes yemeníes (Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012).

Por otro lado, los estudios de carácter bioarqueológico realizados en poblaciones de la Frontera Superior demuestran la presencia de grupos alóctonos de origen bereber. En la *maqbara* de la plaza del Castillo (Pamplona) se detectan modificaciones dentales típicas de poblaciones norteafricanas; además, los análisis de isótopos estables de $^{86/87}\text{Sr}$ y ^{18}O en dos de los individuos excavados sugieren que ambos tenían un origen alóctono, posiblemente del norte de África, y que migraron hacia Pamplona durante su infancia (Prevedorou et al. 2010). Los análisis genéticos que se han realizado en esta población, además, detecta haplotipos tanto locales como propios del norte de África y el Próximo Oriente como haplogrupos europeos y africanos (Fontecha 2013).

Respecto a la población cristiana de Santa Coloma d'Àger, la caracterización que se ha hecho es coherente con las evidencias de carácter histórico. A. Benet i Clarà (1983) realiza un estudio antroponímico a partir de dos documentos feudales fechados tentativamente en 894-895 y 903 que mencionan los nombres de la población de *Aguilanium*, que se ha relacionado con Àger. En este estudio identifica nombres de origen germánico podría hacer referencia a este substrato hispano-visigodo. No obstante, la datación de los documentos es muy hipotética y la asociación de *Aguilanium* con Àger no es clara. Aun así, de manera general diversos autores sugieren (a partir de fuentes documentales) que la Frontera Superior tenía una población mayoritariamente autóctona (Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012).

La caracterización que se ha hecho, además, puede ser indicativa de que las poblaciones andalusíes cristianas no se vieron genéticamente influenciadas por los nuevos elementos alóctonos de origen bereber y árabe mediante el matrimonio y la reproducción biológica. Al respecto, M. Estévez (2012: 10-11) concluye mediante el análisis de la jurisprudencia andalusí que los matrimonios entre un hombre cristiano y una mujer musulmana estaban sujetos a prohibiciones y en ocasiones castigos. La situación inversa, es decir el matrimonio entre un hombre musulmán y una mujer cristiana, aunque permitida, no era recomendada y producía, de todos modos, una descendencia que era considerada musulmana (Cabrera 2011). Por lo tanto, lo más

probable es que la población de Santa Coloma d'Àger tuviera origen en el sustrato poblacional peninsular anterior a la llegada de los grupos árabes y bereberes.

Por otro lado, la toponimia del *šarq* al-Andalus refleja un mayor número de elementos alóctonos en su poblamiento respecto al poblamiento de la Frontera Superior (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al.1988; Guichard 2016). Aunque también se puede detectar el establecimiento de grupos árabes, su número pudo ser menor respecto al de los bereberes (Torró 2012). Precisamente, P. Guichard (2016) relaciona el poblamiento de seis de las alquerías de Vall d'Uixó con el asentamiento de tribus árabes y bereberes. El hecho que las fuentes andalusíes describan el *šarq* al-Andalus como un territorio poblado por bereberes que se resistían a la imposición del poder cordobés refuerza esta interpretación (Torró 2012).

Los estudios basados en arqueología molecular aportan datos muy similares. En su tesis doctoral, G. Oteo-García (2020) realiza un estudio genético en 10 individuos de Vall d'Uixó, dos de ellos incluidos en este estudio y otro más también procedente de la *maqbara* de Benizahat. Aunque no se ha podido acceder a los datos de la mencionada tesis, se ha podido confirmar, mediante una comunicación personal con G. Oteo-García, que los resultados obtenidos indican que parte de la población tenía ascendencia norteafricana. De modo similar, un estudio de ADN llevado a cabo en un individuo de Segorbe (Castelló) inhumado con el ritual islámico y fechado en el siglo XI concluye que su composición genómica es el resultado de la mezcla de aportaciones peninsulares y bereberes (Silva et al. 2021). Este mismo estudio aplica análisis de isótopos estables de oxígeno en restos óseos de este individuo y de otros individuos del mismo. Estos análisis muestran que, aunque este individuo presenta valores compatibles con una residencia local durante la infancia, otro de los individuos estudiados pudo haber pasado su infancia en el continente africano o el Oriente Próximo. Otros estudios genéticos de carácter más general y que incluyen varias poblaciones islámicas del *šarq* al-Andalus identifican una nueva afluencia genética procedente del norte de África. Todos ellos indican que, aunque el flujo de genes aportados por individuos de esta región se detecta de manera interrumpida durante la Antigüedad Tardía y el período andalusí, en los individuos de este periodo también se detecta una ascendencia subsahariana que antes estaba ausente y nuevos marcadores uniparentales típicos de poblaciones norteafricanas (Regueiro et al. 2015; Olalde et al. 2019).

De manera también más general, en su tesis doctoral Al-Oumaoui (2009) estudió los rasgos no-métricos dentales de poblaciones peninsulares de diferentes períodos, incluyendo poblaciones andalusíes del sur de la península, y concluyó que las poblaciones islámicas parecían reflejar una migración norteafricana intensiva y una

mezcla con las poblaciones locales durante el período andalusí (Al-Oumaoui 2009:456). Algunas publicaciones posteriores, también basadas en rasgos no-métricos, parecen confirmar esta tendencia en poblaciones andalusíes del *šarq* al-Andalus y de las islas orientales de al-Andalus (Laguillo et al. 2009; Girdwood et al. 2015). Del mismo modo, en la población islámica de Écija se han detectado rasgos morfológicos, principalmente dentales, compatibles con poblaciones africanas (Zakrzewski 2011).

Por lo tanto, la mayor distancia biológica que los coeficientes MMD detectan entre Santa Coloma d'Àger y las dos otras poblaciones estudiadas se puede deber al origen mayoritariamente autóctono de la población de Santa Coloma d'Àger, mientras que las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó tienen una mayor aportación fenética alóctona procedente de Oriente Medio y el norte de África. Los datos procedentes de diferentes estudios historiográficos, bioarqueológicos y genéticos no solo apoyan esta interpretación, sino que concuerdan, además, con la distribución y análisis de los rasgos no-métricos discutidos en el apartado anterior. Sin embargo, solamente los análisis de ADN genómico de las tres poblaciones estudiadas podrán proporcionar una visión más precisa de su ascendencia y similitud.

5.4. Higiene y salud bucodental

La presencia de caries dental, pérdidas dentales *ante mortem*, cálculo dental, cavidades periapicales o periodontitis pueden ser altamente informativas sobre el estado de salud bucodental de una población (Watson et al. 2010; Willis y Oxenham 2013; Pilloud y Fancher 2019). Además, estas deficiencias en la salud bucodental no solo repercuten en el estado de salud general y la calidad de vida, puesto que pueden causar infecciones graves o dificultar la ingesta de alimentos, sino que también permiten conocer aspectos de la dieta de la población. A continuación se comparan las frecuencias observadas en cada una de las tres poblaciones estudiadas entre sí y con las de otras poblaciones seleccionadas según los criterios establecidos en el apartado *Características funerarias y perfil demográfico y de mortalidad* (Figura 87). Finalmente, se presenta una valoración de la higiene, la salud bucodental y el papel de los carbohidratos en la dieta de las tres poblaciones estudiadas a partir de los datos discutidos.

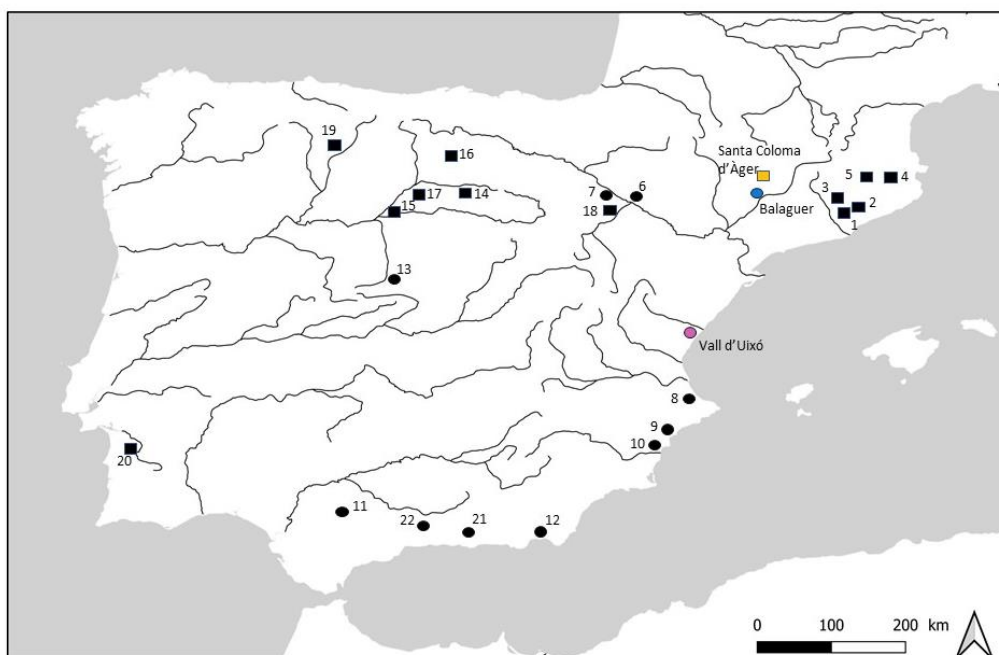


Figura 87. Localización de las poblaciones utilizadas para la comparación de las frecuencias de las diferentes patologías bucodentales estudiadas. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); 2. Granollers (ss. IX-XIII); 3. Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. Les Goges (ss. VII-IX); 5. L'Esquerda (Medieval); 6. Tauste (ss. VIII-X); 7. Pamplona (ss. VIII); 8. Xàtiva (s. X); 9. Tossal de les Basses (ss. VIII-IX); 10. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 11. El Fontanar (s. X); 12. Xarea (ss. XII-XIV); 13. San Nicolás de Ávila (ss. X-XIV); 14. San Nicolás de Bari (ss. XIV-XV); 15. San Benito y Santo Tomé (ss. XII-XV); 16. San Andrés de Arroyo (ss. XII-XIV); 17. Santa María la Real (ss. XI-XV); 18. Alto de la Ermita (s. XVIII); 19. Guardo y San Miquel de Escalda (ss. XV-XVIII); 20. Santiago Maior (ss. XVI-XIX); 21. Sahl ben Malik (ss. XI-XV); 22. La Torrecilla (ss. IX-XIV).

La población de Balaguer presenta las frecuencias de pérdida de dentición *ante mortem* y de periodontitis más bajas, aunque con valores parecidos a los de la población de Santa Coloma d'Àger, y de cálculo dental (Tabla 109). La población de Santa Coloma d'Àger destaca por presentar las frecuencias de cálculo dental más elevadas y las menores frecuencias de caries dental. Por último, la población de Vall d'Uixó muestra las frecuencias más altas de caries dental, pérdida dental *ante mortem* y periodontitis y la segunda frecuencia más alta de cálculo dental de entre las tres poblaciones estudiadas.

Tabla 109. Resumen de las patologías bucodentales observadas en las tres poblaciones estudiadas. La escala de grises indica la mayor o menor afectación de cada patología bucodental en las poblaciones. *El asterisco indica que solamente se han tenido en cuenta individuos adultos.

Caries dental									
Población	Rito funerario	Total Permanente		Hombres		Mujeres		Decidua	
		n/N	%	n/N	%	n/N	%	n/N	%
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Islámico	150/851	17,6	65/281	23,1	39/171	22,8	7/160	4,4
Balaguer (VIII-XI)	Islámico	52/526	9,9	25/245	10,2	18/219	8,2	0/37	0
Santa Coloma d'Àger (VII-XI)	Cristiano	64/1128	5,7	47/524	9,0	12/366	3,3	1/265	0,4
Pérdida de dentición ante mortem									
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Islámico	340/1010	33,7	190/508	37,4	131/326	40,2	N/A	N/A
Santa Coloma d'Àger (VII-XI)	Cristiano	148/1333	11,1	73/672	10,9	59/467	12,6	N/A	N/A
Balaguer (VIII-XI)	Islámico	74/714	10,4	40/327	12,2	27/262	10,3	N/A	N/A
Cálculo dental									
Santa Coloma d'Àger (VII-XI)	Cristiano	502/1119	44,9	263/542	48,5	196/353	55,5	N/A	N/A
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Islámico	275/817	33,7	122/284	43,0	61/169	36,1	N/A	N/A
Balaguer (VIII-XI)	Islámico	152/590	25,8	72/257	28,0	67/231	29,0	N/A	N/A
Cavidad periapical*									
Santa Coloma d'Àger (VII-XI)	Cristiano	12/965	1,2	6/515	1,2	6/353	1,7	N/A	N/A
Balaguer (VIII-XI)	Islámico	4/381	1,0	1/207	0,5	3/153	2,0	N/A	N/A
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Islámico	6/594	1,0	5/281	1,8	1/212	0,5	N/A	N/A
Periodontitis*									
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Islámico	95/197	48,2	77/118	65,3	12/55	22	N/A	N/A
Santa Coloma d'Àger (VII-XI)	Cristiano	84/321	26,2	51/146	34,9	32/150	21,3	N/A	N/A
Balaguer (VIII-XI)	Islámico	37/153	24,2	20/51	39	13/66	20	N/A	N/A

La población de Balaguer presenta frecuencias de caries dental similares a la población también andalusí de El Fontanar (Córdoba) y a las poblaciones cristianas y geográficamente próximas de Granollers (Barcelona) y Terrassa (Barcelona) (en especial respecto a la población de época carolingia de Terrassa). Las poblaciones islámicas de Vall d'Uixó, Xàtiva (València) y Xarea (Vélez de Rubio, Almería) tienen frecuencias un 11% superiores de media, mientras que las poblaciones también islámicas de San Nicolás de Ávila (Ávila) y Tossal de les Basses (Alacant) presentan frecuencias ligeramente inferiores (~3,2% de media) (Figura 88). En las poblaciones de Sahl ben Malik (38,6%; Granada) y La Torrecilla (43,2%; Arenas del Rey, Granada), que presentan las frecuencias de caries dental por individuo, se observan frecuencias

inferiores a las observadas en Balaguer si se contabilizan de la misma forma (68% o 21/31).⁷²

Exceptuando las poblaciones cristianas de Terrassa y Granollers, el resto de poblaciones cristianas geográficamente cercanas a Balaguer presentan frecuencias de caries dental más bajas (Figura 88). Respecto a las poblaciones islámicas de Tauste (Zaragoza) y Pamplona (Navarra), también cercanas a Balaguer, la frecuencia por individuo observada en Balaguer (68% o 21/31; 77% o 10/13 en hombres y 80% 8/10 en mujeres) es semejante a la registrada en Tauste y superior a los datos que se presentan para la *maqbara* de Pamplona. Por lo tanto, parece adecuado concluir que las frecuencias de caries dental medias de la población andalusí de Balaguer son semejantes a las de otras poblaciones islámicas de la península, pero ligeramente elevadas si se tienen en relación a las poblaciones medievales que tienen un contexto geográfico próximo.

Por su parte, la población de Santa Coloma d'Àger presenta frecuencias de caries dental parecidas o ligeramente inferiores a las observadas en las poblaciones cristianas de su entorno, con la excepción de las poblaciones de Terrassa que muestran frecuencias más altas (Figura 88). Respecto a la población islámica de Balaguer, presenta frecuencias inferiores. Esta tendencia se mantiene si se observan las frecuencias observadas en la población de Tauste, también situada en la Frontera Superior, ya que Santa Coloma d'Àger tiene una frecuencia por individuo del ~35% (29/84; 17/29 o 59% en hombres y 9/17 o 53% en mujeres). En cambio, en la población de Pamplona se observan frecuencias parecidas en el caso de la población de sexo femenino, pero marcadamente más bajas en la población de sexo masculino. Con todo, las frecuencias de caries dental observadas en la población de Santa Coloma d'Àger son más bajas respecto a la tendencia observada en la Frontera Superior y se asemejan a las observadas en otras poblaciones cristianas del noreste peninsular.

⁷² La población de la *maqbara* de Sahl ben Malik (Granada) es referida en la literatura bioarqueológica como población de Sahl ben Malik. Por este motivo se mantiene esta nomenclatura.

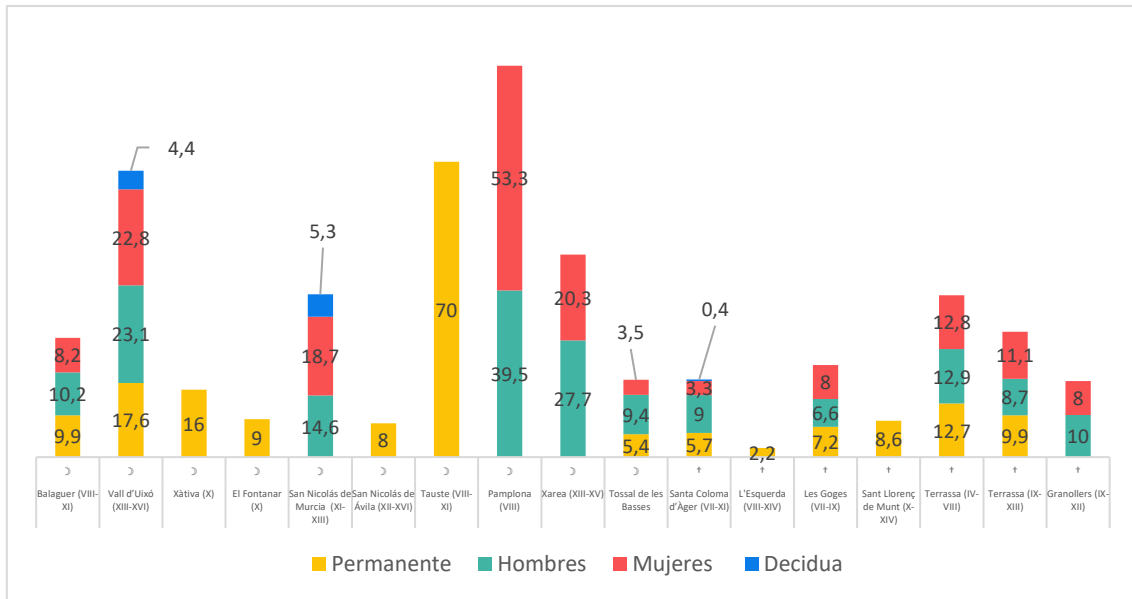


Figura 88. Comparación de las frecuencias de caries dental obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☉) de la Península Ibérica. En Sahl ben Malik, La Torrecilla, Pamplona y Tauste se presentan por individuo y no por diente observado. (Vives 1982; Brandi 1992; Mestre et al. 1996; Pujol y Campillo 1996; Robledo 1998: 207; Negre et al. 2003; Fadrique et al. 2005; Lacalle y Guijo 2006; Jordana 2007: 220; Laguillo et al. 2009; Montiano 2010; de Miguel 2016: 315-316; Gutiérrez et al. 2016; López-Morango 2020).

Por último, las frecuencias de caries observadas en Vall d'Uixó son parecidas, aunque ligeramente más elevadas que las de las poblaciones de Xàtiva y San Nicolás de Murcia (Murcia), y marcadamente más elevadas que las frecuencias observadas en Tossal de les Basses (Figura 88). La población de San Nicolás de Murcia es, además, la única población peninsular que también presenta caries dental en la dentición decidua con una frecuencia superior al 1%. La población mudéjar de San Nicolás de Ávila (Ávila) presenta frecuencias de caries dental marcadamente más bajas. De hecho, la única población que presenta frecuencias de caries dental superiores a las de Vall d'Uixó es la población de Xarea cuyas de frecuencias son, de media, un ~4% superiores. Por lo tanto, si se tienen en cuenta las frecuencias de caries dental observadas en diferentes poblaciones islámicas de la península, las de Vall d'Uixó pueden calificarse de elevadas (Figura 88).

Dado que la cronología de los individuos estudiados de Vall d'Uixó sobrepasa la conquista feudal del *šarq al-Andalus*, también es oportuno compararlos con poblaciones cristianas de una cronología similar. Se observa que sus frecuencias de caries dental son similares o más bajas (Tabla 110).

Tabla 110. Frecuencias de caries dental observadas en la población de Vall d'Uixó en comparación con poblaciones cristianas peninsulares de cronología similar.

Población	Provincia	Cronología	%	Autores
Vall d'Uixó	Castelló	XIII-XVI	17,6	En este estudio
San Nicolás de Bari	Burgos	XIV-XV	21	Martínez Baraja 2016:209
San Andrés de Arroyo	Palencia	XII-XIV	15	Martínez Baraja 2016:209
Santiago Maior	Portugal	XVI-XIX	13	Peralta y Santos 2007
Alto de la Ermita	Álava	XVIII	13,1	Pérez et al. 1996
Santa María la Real	Palencia	XI-XV	17,1	Grueso et al. 2011
San Benito y Santo Tomé	Valladolid	XII-XV	4,9	López et al. 2011
Guardo y San Miguel de Escalada	Palencia	XV-XVIII	12,1	López et al. 2011

En cuanto a las pérdidas dentales *ante mortem*, la población de Vall d'Uixó presenta las frecuencias más altas en comparación con las poblaciones medievales cuyos datos están disponibles, aunque para esta patología bucodental (y las siguientes que se discutirán) hay menos estudios (Figura 89). Las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger, por su parte, presentan frecuencias similares a las observadas en las poblaciones de época visigoda y carolingia de Terrassa y a la población medieval de Granollers, y ligeramente inferiores a las observadas en las poblaciones islámicas de Xarea y San Nicolás de Murcia.

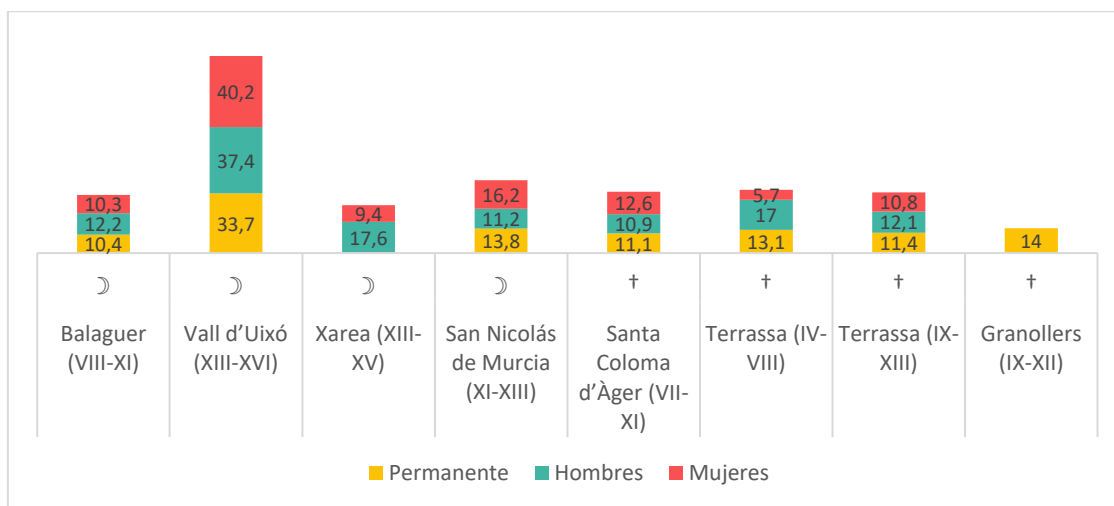


Figura 89. Comparación de las frecuencias de pérdidas dentales ante mortem obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (⌣) de la Península Ibérica. (Brandi 1992: 231; Robledo 1998: 206; Fadrique et al. 2005⁷³; Jordana 2007:222).

⁷³ Los valores de la población de Granollers se han calculado de manera aproximada a partir de los gráficos de frecuencia por grupo de edad que lo investigadores presentan en su publicación (Fadrique et al. 2005).

En cambio, las frecuencias de cálculo dental de la población de Val d'Uixó son marcadamente más bajas que las observadas en la población de la *maqbara* de San Nicolás de Murcia (Figura 90). La población de Balaguer también presenta frecuencias notablemente más bajas, tanto en comparación con estas dos poblaciones como con las poblaciones cercanas de Santa Coloma d'Àger y Terrassa. Las poblaciones de Sahl ben Malik (64,9%) y La Torrecilla (59,2%), que presentan sus frecuencias por individuo, cuentan con frecuencias superiores a las observadas en Balaguer (45,7 o 16/35), e inferiores a las observadas en Vall d'Uixó (67,3% o 35/52) (López-Morango 2020). Por su parte, la población de Santa Coloma d'Àger tiene frecuencias parecidas a las observadas en la población de época visigoda de Terrassa, pero inferiores a las identificadas en su población carolingia. Las frecuencias presentadas en la población de Granollers resultan de una media aproximada a partir de los gráficos presentados por Fadrique y colegas (2005). Por este motivo no se puede evaluar con claridad, aunque parecen ser más elevados que los observados en la población de Santa Coloma d'Àger.

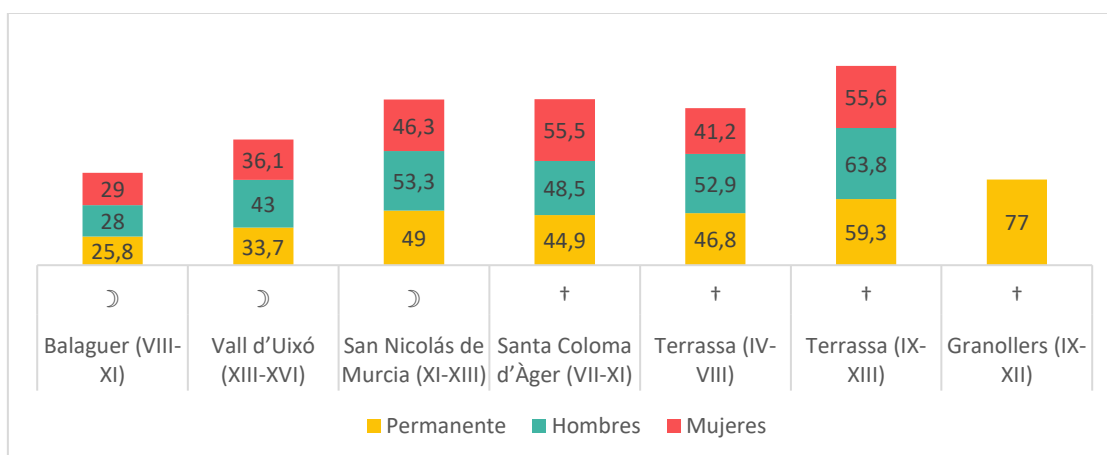


Figura 90. Comparación de las frecuencias de cálculo dental obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☽) de la Península Ibérica. (Brandí 1992: 152; Fadrique et al. 2005; Jordana 2007:222).⁶

Las frecuencias de cavidades periapicales observadas en la población de Vall d'Uixó son similares a las observadas en la población también islámica de San Nicolás de Murcia, pero inferiores a la población andalusí de Xarea (~3%) (Figura 91). La frecuencia total observada en la población de Balaguer es la misma, y la observada en Santa Coloma d'Àger es solamente un 0,2% superior. En comparación, las poblaciones de época visigoda y carolingia de Terrassa muestran frecuencias ligeramente superiores (~2%~3%). Por lo tanto, las tres poblaciones estudiadas presentan valores parecidos a estas otras poblaciones medievales peninsulares. Sin embargo, si los resultados por individuo obtenidos en Balaguer (13,6% o 3/22) y Vall d'Uixó (21,7% o 5/23) se

comparan con los de las poblaciones islámicas de Sahl ben Malik (13,6%) y La Torrecilla (2,5%), las frecuencias observadas en Vall d'Uixó son superiores mientras que las encontradas en Balaguer concuerdan con las registradas en estas dos poblaciones.

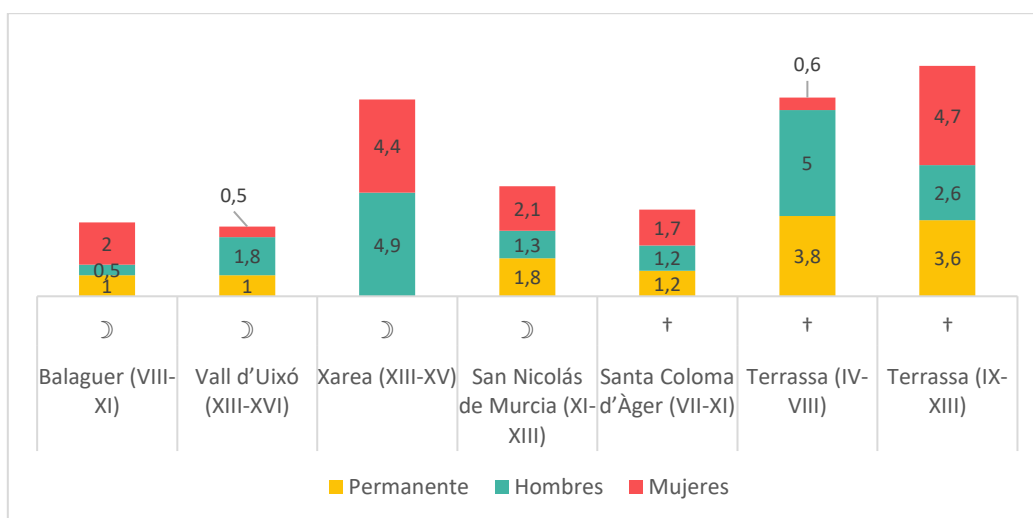


Figura 91. Comparación de las frecuencias de cavidades periapicales obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☽) de la Península Ibérica. (Brandi 1992: 219; Robledo 1998: 206; Jordana 2007:223).

Las frecuencias de periodontitis observadas en la población de Vall d'Uixó se pueden calificar como altas, ya que son superadas solamente por las poblaciones de época visigoda y carolingia de Terrassa (~7%- y ~20% respectivamente) y son, de media, un 21% superiores a las frecuencias observadas en las otras poblaciones (Figura 92). Respecto a las poblaciones de Sahl ben Malik (23,9%) y La Torrecilla (28,4%), tanto las frecuencias por individuo observadas en Balaguer (45,5%) como las observadas en Vall d'Uixó (60,9%) pueden calificarse como elevadas (López-Morango 2020). En consecuencia, las frecuencias de periodontitis observadas en las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger son parecidas entre sí y relativamente parecidas a la población medieval de Sant Llorenç de Munt (Barcelona), mientras que el resto de poblaciones presentan frecuencias superiores salvo en el caso de las poblaciones andalusíes de Sahl ben Malik y La Torrecilla. En estas dos poblaciones la afectación de esta patología se presenta por individuo afectado, por lo que puede haber un sesgo relacionado con la afectación tafonómica de cada población.

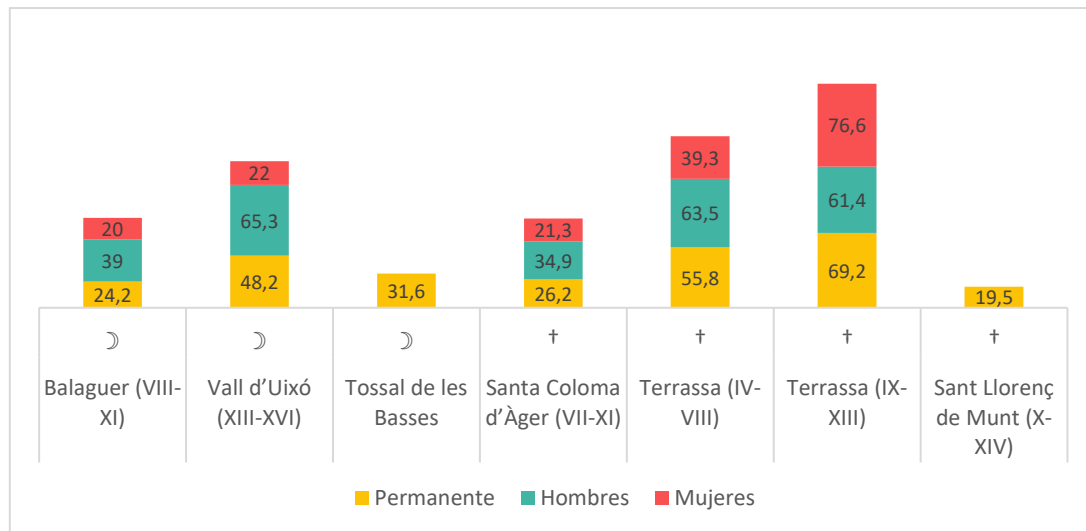


Figura 92. Comparación de las frecuencias de periodontitis obtenidas en diferentes poblaciones medievales cristianas (†) e islámicas (☽) de la Península Ibérica. (Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007:221; Laguillo et al. 2009).

Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Balaguer

Si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en cada patología bucodental, la población de Balaguer presenta frecuencias de caries dental similares o ligeramente superiores a las observadas en su contexto, mientras que sus frecuencias de cálculo dental y cavidades periapicales son más bajas y las frecuencias observadas de pérdidas dentales *ante mortem*, y periodontitis son similares. 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 (Keenleyside 2008; Liu et al. 2008; Raner et al. 2014; Xiao et al. 2016; He et al. 2018; Hillson 2019).

Las frecuencias de caries dental, similares a las observadas en otras poblaciones de su mismo contexto, pueden indicar que, aunque los carbohidratos estaban presentes en la dieta de esta población, no había una dependencia excesiva de ellos que distinguiera esta población frente a las otras (Pitts et al. 2017; Hillson 2019). Existen diversos indicios del desarrollo de una agricultura variada en relación con *madīna* Balaghí. La creación de una huerta vinculada a la ciudad islámica está bien documentada (Baraut 1994-1995: 170-171; Batet 2006:207). Además, la documentación referente a las donaciones feudales previas a la conquista de Balaguer mencionan la presencia de viñedos, almunias, olivos y huertas en los alrededores de la ciudad (Font Rius 1969: 66-67; Bach 1986-87: 224-226; Baraut: 1994-95: 186-187; Chesé 2011: 435-436, 1025-1027). Finalmente, un estudio arqueobotánico realizado en los restos procedentes de pozos

negros y silos del yacimiento de Pla d'Almatà identifica principalmente semillas de cereales, pero también semillas de leguminosas y varias frutas, tales como uvas, ciruelas y manzanas (Alonso et al. 2014). Aunque, indudablemente, los habitantes de *madīna* Balaghí se alimentaban de las frutas y cereales a los que estos estudios hacen referencia, el estudio de las frecuencias de caries pueden indicar que tenían otras fuentes de alimentos menos ricos en carbohidratos, como podrían ser los vegetales de las huertas o alimentos más ricos en proteína.

Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Santa Coloma d'Àger

La población de Santa Coloma d'Àger destaca por presentar frecuencias de caries dental que pueden ser consideradas bajas dentro del contexto de la Frontera Superior y de al-Andalus y parecidas (aunque ligeramente más bajas) a las observadas en poblaciones cristianas más o menos coetáneas del noreste peninsular. Aunque se dispone de pocas poblaciones de comparación, las frecuencias de cálculo dental en esta población son relativamente altas. Por último, las frecuencias de pérdidas dentales *ante mortem*, periodontitis y cavidades periapicales son similares a las observadas en las otras poblaciones. Por lo tanto, no parece que la salud bucodental de esta población se distinguiera en exceso de la que indican los datos procedentes de otras poblaciones de contexto similar. Sin embargo, las frecuencias relativamente altas de cálculo dental pueden relacionarse con una peor higiene bucodental (Liu et al. 2008; Raner et al. 2014; Xiao et al. 2016; He et al. 2018).

Las frecuencias de caries dental relativamente bajas pueden relacionarse, sin excluir otros factores contributivos, con una dieta menos dependiente de alimentos con altos contenidos en carbohidratos, tales como los cereales o la fruta (Keenleyside 2008; Cucina et al. 2011). Aunque se dispone de poca información acerca de las estrategias económicas de la sociedad enterrada en Santa Coloma d'Àger, los documentos feudales redactados poco después de la conquista del Valle de Àger muestran que no había un predominio en el cultivo de los cereales, que son ricos en carbohidratos, mientras que la caza y la recolección eran actividades económicas secundarias (Chesé 2011: 209-210, 217, 227). Además, A. Porcheddu (2017: 308-309) considera la posibilidad que las comunidades de este valle practicaran la horticultura, con lo que los habitantes del Valle de Àger pudieron haber cumplimentado su alimentación con hortalizas y leguminosas.

Interpretación de la higiene y salud bucodental de la población de Vall d'Uixó

La población de Vall d'Uixó destaca por presentar unas frecuencias de caries dental relativamente altas si se comparan con poblaciones procedentes de un contexto cronológico y/o geográfico parecido. Estas frecuencias son, además, notablemente más altas que las observadas en la población también mudéjar de San Nicolás de Ávila. Las poblaciones cristianas de una cronología similar presentan frecuencias similares o más bajas. Del mismo modo, las frecuencias de pérdidas dentales *ante mortem* observadas en esta población también se pueden caracterizar como altas. Aunque se cuenta con pocas poblaciones de comparación, las frecuencias de cálculo dental y cavidades periapicales no se desmarcan de los valores medios observados en otras poblaciones, mientras que las frecuencias de periodontitis son un poco elevadas. Por lo tanto, la salud bucodental de esta población, sin ser muy diferente de las otras poblaciones estudiadas, ofrece unas frecuencias relativamente altas de caries dental y periodontitis que pueden indicar una peor higiene bucodental.

Las frecuencias de caries dental también pueden relacionarse con una alimentación más dependiente de los hidratos de carbono, como serían las frutas y las verduras que aparecen reflejados en los testimonios documentales de Vall d'Uixó (Guichard 2001b:307, 638). Aunque la multifactoriedad de esta patología debe tenerse presente, el contexto biocultural de la población mudéjar de Vall d'Uixó pudo contribuir a una mayor afección de esta patología bucodental. Por este motivo, se contrastan las frecuencias observadas en la población de Vall d'Uixó con las registradas en poblaciones de otros ámbitos geográficos y cronológicos para las que se sugiere un alto consumo de carbohidratos. En comparación, la población de Vall d'Uixó sigue la misma dinámica, por lo que se confirma que presenta frecuencias que pueden calificarse como elevadas (Keenleyside 2008; Cucina et al. 2011; Šlaus et al. 2018).⁷⁴ Los datos históricos referentes a la dieta andalusí de esta región, permiten pensar en un protagonismo de los cereales en los cultivos (Bolens 1990; Guichard 2001b:307; García Sánchez 2011). Recientemente, los estudios carpológicos centrados en ámbitos urbanos y rurales del este peninsular confirman una mayor representación de los cereales en el registro arqueobotánico y también documentan la presencia de árboles frutales durante el periodo andalusí (Alonso et al. 2014; Kirchner et al. 2014; Carrión et

⁷⁴ Se trata de la población clásica y helenística de Apolonia (7,7%), poblaciones pre-otomanas croatas (17,1%) o la población maya de Xcambó (13,1% hombres, 26,4% mujeres) (Keenleyside 2008; Cucina et al. 2011; Šlaus et al. 2018).

al. 2019; Peña-Chocarro et al. 2019).⁷⁵ Algunos documentos del siglo XIII también hacen referencia al cultivo de árboles frutales como higueras y algarrobos en Vall d'Uixó (Guichard 2001b:307, 638). Dado que las frutas contienen fructosa, es posible que su consumo también contribuyera a la aparición de caries dental en esta población (Scheinin et al. 1976; Ahmadi-Motamayel 2013). Además, P. Guichard (2001b: 638) indica que la población de Vall d'Uixó sufrió una mayor depredación fiscal a partir del siglo XIV. A partir de este momento, es posible que se iniciara una dinámica de decrecimiento y empobrecimiento de la comunidad, tal y como se observa en otras aljamas coetáneas del Reino de Valencia (Guinot 1993; Torró 2007; Guichard 2016). Este posible empeoramiento en la calidad de vida pudo repercutir en la alimentación de la población de Vall d'Uixó, forzando a un mayor consumo de alimentos de subsistencia más asequibles y más ricos en moléculas de hidratos de carbono, como los cereales y las frutas (de Castro 1993:286; García Marsilla,1993: 77, 259; Rubiera 1994; García Sánchez 2011).

5.5. Estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento

Varios estudios han demostrado que, pese a estar regida por factores genéticos, la estatura de un individuo está influenciada por los cambios en la calidad de su alimentación y con los factores de estrés fisiológico a los que está expuesto durante su crecimiento (Gunnell et al. 1998; Gustafsson et al. 2007; Shin et al. 2012; Brzobohatá et al. 2016; Bogin et al. 2017). Por otro lado, pese a tener etiologías multifactoriales, la hipoplasia lineal del esmalte y la criba orbitaria son utilizadas en los estudios bioarqueológicos para interpretar el nivel de estrés fisiológico en una población durante la etapa de crecimiento de los individuos que la componen (Reitsema y McIlvaine 2014; Pilloud y Schwitalla 2020). A continuación, se contrastan los resultados obtenidos en estos tres marcadores de estrés fisiológico en las poblaciones estudiadas con los publicados en poblaciones adecuadas para la comparación según los criterios establecidos en el apartado *Características funerarias y perfil demográfico y de mortalidad* (Figura 93). Seguidamente, se expone la interpretación derivada para cada población estudiada.

⁷⁵ La mayor representación de los cereales respecto al resto de vegetales puede estar influenciada por un sesgo en la conservación ya que es mucho más fácil que los granos de cereales se conserven, mientras que los restos de las semillas de determinadas plantas u otros tipos de restos vegetales tienden a conservarse peor (Alonso et a. 2014).

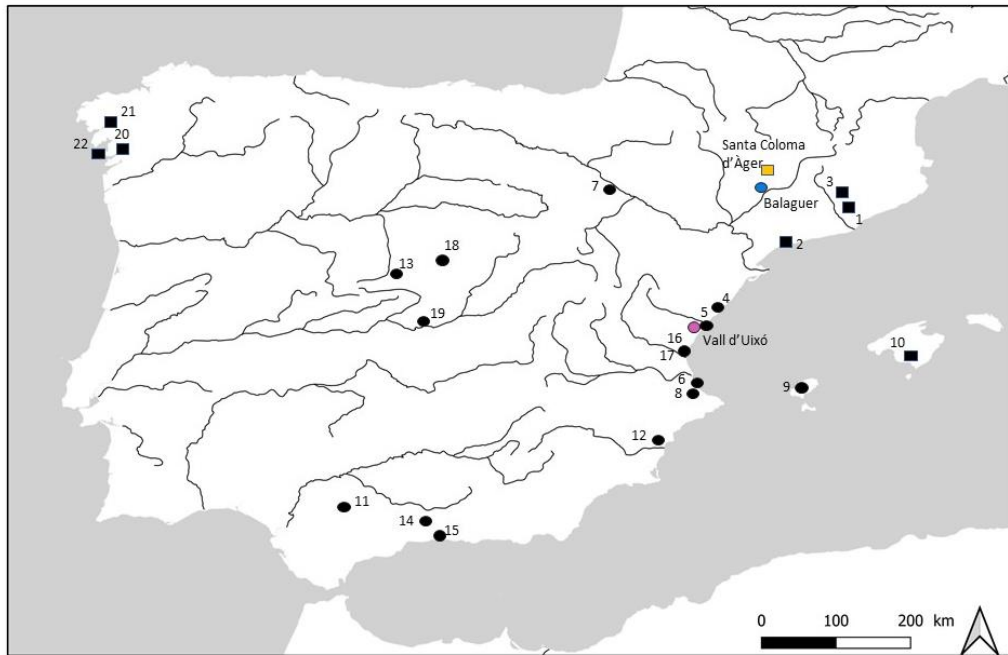


Figura 93. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de las frecuencias de los diferentes marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo estudiados. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); 2. Tarragona (ss. III-VII); 3. Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. partida de Lledó (ss. XI-XIII); 5. Burriana (ss. XI-XIII); 6. Benipeixcar (ss. XV-XVI); 7. Pamplona (s. VIII); 8. Xàtiva (s. X); 9. Can Fonoll (ss. X-XIII); 10. Can Reiners (ss. X-XII); 11. El Fontanar (s. X); 12. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 13. San Nicolás de Ávila (ss. X-XIV); 14. La Torrecilla (ss. IX-XIV); 15. Maro (ss. VIII-XV); 16. La Rauda (ss. XI-XIII); 17. La Almoína (ss. VI-X); 18. Uceda (ss. XV); 19. San Lázaro y Santa Teresa de Toledo (ss. VIII-XI); 20. Pontevedra (ss. XIII-XVIII); 21. Capela do Pilar (ss. X-XII); 22. Adro Vello (ss. XIV-XVI).

La población de Balaguer presenta unas estaturas medias femenina y masculina que pueden calificarse como medias-bajas si se tienen en cuenta las observadas en otras poblaciones andalusíes islámicas medievales de la península (Tabla 114). En comparación con la población andalusí de Pamplona (Navarra), las medias observadas en Balaguer son ligeramente más bajas, mientras que la población de la *maqbara* oriental de Zaragoza (Zaragoza) presenta medias parecidas a las observadas en la población de Balaguer.⁷⁶ Las medias de las estaturas estimadas en las poblaciones medievales cristianas que le son geográficamente próximas son más elevadas, aunque el tamaño de la muestra de la población de Balaguer es menor (Tabla 111).

⁷⁶ Se lamenta la ausencia de la estimación de las estaturas medias en la tesis doctoral de M. Gracia (2021) sobre la población de la *maqbara* oriental de Zaragoza. Se han podido calcular las posibles medias según la fórmula propuesta por N. Mendonça (2000) a través de los resultados que M. Gracia (2021: 251) proporciona. Estas serían de 160,7 cm en la población de sexo masculino (n=11) y de 152,1cm en la población de sexo femenino (n=9). Son, por lo tanto, medias parecidas a las observadas en la población de Balaguer.

Las estaturas medias ligeramente más bajas de Balaguer permiten sugerir un mayor estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en esta población. Sin embargo, se tiene en cuenta que 1) este posible estrés fisiológico no repercutió en la expresión de dimorfismo sexual en la estatura de esta población 2) la expresión de la estatura también está regida por factores genéticos (Silventoinen et al. 2000; Macgregor et al. 2006).

Tabla 111. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Balaguer (BLG) y la media obtenida de las poblaciones cristianas de comparación (†).

	\bar{X}_{BLG} Pearson	\bar{X}_{BLG} Mendonça	$\bar{X}_{†}$ Pearson	$\bar{X}_{†}$ Mendonça ⁷⁷	$\bar{X}_{BLG} - \bar{X}_{†}$ Pearson
♂	163,5±3,5 cm	161,9±4,4 cm	165,6±1,6 cm	N/A	2,1 cm
♀	151,9±0,5 cm	153,5 cm	154,4±1,8 cm	N/A	2,5 cm

En Santa Coloma d'Àger se observan unas estaturas medias femenina y masculina muy parecidas, aunque ligeramente inferiores, a las observadas en otras poblaciones cristianas de su entorno (Tabla 112). Las diferencias medias observadas, sin embargo, no superan los dos centímetros ni en la población de sexo femenino ni en la población de sexo masculino. Estos valores son de interés, ya que, aunque el número de muestra de la población femenina es marcadamente inferior tanto en la población de Santa Coloma d'Àger como en las demás poblaciones cristianas empleadas en esta comparación, diversos estudios han sugerido que la estatura de los individuos de sexo masculino se ve mayormente afectada por periodos de estrés fisiológico durante el crecimiento (Cámara 2015; Sohn 2016; Bogin et al. 2017; Catellucci et al. 2020).

Por lo tanto, aunque en la muestra de Santa Coloma d'Àger se ha detectado un dimorfismo sexual en la estatura significativo, el hecho que este sea ligeramente menor que el observado en otras poblaciones cristianas del noreste puede relacionarse con un estrés fisiológico durante el crecimiento ligeramente superior en la población de Santa Coloma d'Àger. Respecto a las poblaciones islámicas situadas también en la Frontera Superior (Balaguer, Zaragoza y Pamplona) la población de Santa Coloma d'Àger presenta unas estaturas medias muy similares, aunque ligeramente superiores (Tabla 114). El dimorfismo sexual en Santa Coloma d'Àger y en las poblaciones de Balaguer y Pamplona es parecido, de entre los 11,6cm y los 11,9 cm, mientras que en la población de Zaragoza es inferior. En este sentido, pues, la población de Santa Coloma d'Àger no se distingue de las otras poblaciones situadas en la Frontera Superior.

⁷⁷ No se ha calculado la estatura media de las poblaciones cristianas empleadas en comparación según las fórmulas de N. Mendonça (2000) ya que solamente se contaba con dos poblaciones que emplearan este método.

Tabla 112. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Santa Coloma d'Àger (SCA) y la media obtenida de las poblaciones cristianas de comparación (†).

	\bar{X}_{SCA} Pearson	\bar{X}_{SCA} Mendonça	\bar{X}_{\dagger} Pearson	\bar{X}_{\dagger} Mendonça ⁷⁸	$\bar{X}_{SCA} - \bar{X}_{\dagger}$ Pearson
♂	165,2±4,9 cm	163,4±4,4 cm	166,9±1,6cm	N/A	1,7cm
♀	153,4±3,9 cm	154,4±4,5 cm	154,6±1,9cm	N/A	1,2 cm

Por último, las estaturas medias observadas en la población de Vall d'Uixó pueden calificarse como medias-elevadas en comparación a las observadas en las poblaciones andalusíes islámicas empleadas en la comparación (Tabla 113). Son ~5cm inferiores a las observadas en la población de Maro (Nerja, Málaga), las más elevadas a nivel peninsular, y ~6cm superiores a las observadas en la población balear de Can Fonoll (Eivissa), que es la población que presenta las medias más bajas.⁷⁹ Respecto a las poblaciones mudéjares, las diferencias entre San Nicolás de Ávila (Ávila) y Vall d'Uixó son inferiores a 1cm, por lo que sus estaturas deben considerarse como muy similares. La población mudéjar de Uceda (Guadalajara) presenta unas estaturas medias similares a las observadas en la población estudiada, aunque en esta las estaturas medias son ligeramente superiores, especialmente en el caso de la población femenina ($\bar{X}_{VDU} - \bar{X}_{Uceda} = 3,6$ cm; $\hat{\sigma} \bar{X}_{VDU} - \bar{X}_{Uceda} = 1,2$). Con todo, tanto la estatura como el dimorfismo sexual indican que la población de Vall d'Uixó pudo no haber estado sometida a un mayor estrés fisiológico en comparación con otras poblaciones andalusíes o mudéjares.

Tabla 113. Comparación de las estaturas medias y el dimorfismo sexual observados en la población de Vall d'Uixó (VDU) y la media obtenida de las poblaciones islámicas andalusíes de comparación (☺).

	\bar{X}_{VDU} Pearson	\bar{X}_{VDU} Mendonça	$\bar{X}_{\text{☺}}$ Pearson	$\bar{X}_{\text{☺}}$ Mendonça	$\bar{X}_{VDU} - \bar{X}_{\text{☺}}$ Pearson	$\bar{X}_{VDU} - \bar{X}_{\text{☺}}$ Mendonça ⁸⁰
♂	165,2±3,9 cm	165,5±4,9 cm	162,6±5,4 cm	165,6±53,2 cm	1,6 cm	-0,1 cm
♀	156,4±6,7 cm	156,5±7,6 cm	151,8±2,1 cm	156,8±2,8 cm	4,6 cm	-0,3 cm

⁷⁸ No se ha calculado la estatura media de las poblaciones cristianas empleadas en comparación según las fórmulas de N. Mendonça (2000) ya que solamente se contaba con una población que empleara este método.

⁷⁹ En referencia a las medias más elevadas, exceptuamos la población de la Rauda, que presenta la media más elevada solamente en la población de sexo masculino.

⁸⁰ Es posible que, en los cálculos que emplean las fórmulas propuestas por N. Mendonça (2000), las estaturas medias de la necrópolis de Maro (Nerja, Málaga) resulten en los valores negativos observados.

Tabla 114. Estaturas medias por población y sexo estimadas en diferentes poblaciones peninsulares de cronología medieval.⁸¹

	Población	Provincia	Cronología	Pearson				Mendonça				Autores
				Media	SD	P	N	Media	SD	P	N	
Islámica	Balaguer♂	Lleida	VIII-XII	163,5	3,5	<0,01	6	161,9	4,4	N/A	5	En este estudio
	Balaguer♀	Lleida	VIII-XII	151,9	0,5		3	153,5	N/A	N/A	1	
	Vall d'Uixó ♂	Castelló	XIII-XVI	165,2	3,9	<0,01	16	165,5	4,9	<0,01	16	En este estudio
	Vall d'Uixó ♀	Castelló	XIII-XVI	156,4	6,7		12	156,5	7,6		12	
	Pamplona ♂	Pamplona	VIII	164,7	N/A	N/A	N/A	165,3	N/A	N/A	N/A	de Miguel: 2016: 238-240
	Pamplona♀	Pamplona	VIII	152,8	N/A	N/A	N/A	155,6	N/A	N/A	N/A	
	Maro ♂	Málaga	VIII-XV	N/A	N/A	N/A	N/A	170,5	6,8	<0,01	N/A	Sánchez-Aparcero <i>et al.</i> 2020
	Maro ♀	Málaga	VIII-XV	N/A	N/A	N/A	N/A	161,1	5,8		N/A	
	Can Fonoll ♂	Baleares	X-XIII	159,4	N/A	N/A	4	N/A	N/A	N/A	N/A	Kyriakou <i>et al.</i> 2012
	Can Fonoll ♀	Baleares	X-XIII	150,5	N/A	N/A	6	N/A	N/A	N/A	N/A	
	La Torrecilla ♂	Granada	IX-XIV	164,9	9	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Souich 1974
	La Torrecilla ♀	Granada	IX-XIV	151,8	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	Molero 2017: 117-118
	San Lázaro ♀	Toledo	X-XI	N/A	N/A	N/A	N/A	157,6	6	N/A	N/A	
	Santa Teresa ♂	Toledo	VIII-X	N/A	N/A	N/A	N/A	163,8	7	N/A	N/A	
	Santa Teresa ♀	Toledo	VIII-X	N/A	N/A	N/A	N/A	156,3	6	N/A	N/A	
	La Rauda♂	Valencia	XI-XIII	174	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9	N/A	Djilali 2018
	La Rauda♀	Valencia	XI-XIII	156	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9	N/A	
	San Nicolás de Ávila ♂	Ávila	X-XIV	164,4	5,5	<0,01	13	N/A	N/A	N/A	N/A	Barrio y Trancho 2017
	San Nicolás de Ávila ♀	Ávila	X-XIV	156,9	5,3		21	N/A	N/A	N/A	N/A	
Uceda ♂	Guadalajara	XV	N/A	N/A	N/A	N/A	164,3	7,49	N/A	30	Dorado <i>et al.</i> 2022	
Uceda ♀	Guadalajara	XV	N/A	N/A	N/A	N/A	152,9	5,23	N/A	41		
Cristiana	Santa Coloma d'Áger ♂	Lleida	VII-XI	165,2	4,9	<0,01	18	163,4	4,4	<0,01	18	En este estudio
	Santa Coloma d'Áger ♀	Lleida	VII-XI	153,4	3,9		6	154,4	4,5		6	
	Can Reiners ♂	Baleares	VII-X	165,2	3,1	<0,01	24	166,5	4,9	<0,01	24	Fiorin <i>et al.</i> 2017
	Can Reiners ♀	Baleares	VII-X	152,5	4,4		12	158,8	5,5		12	
	Terrassa ♂	Barcelona	IV-VIII	167,2	5,1	N/A	22	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	
	Terrassa ♂	Barcelona	IX-XIII	166,2	5,5	N/A	20	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	
	La Almoína♂	Valencia	VI-X	169	N/A	N/A	7	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	

La multifactoriedad de las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte como marcador de estrés fisiológico hace recomendable realizar una valoración teniendo en cuenta los otros marcadores estudiados. Las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte

⁸¹ Se han obviado las estaturas calculadas según las fórmulas propuestas por Trotter y Gleser ya que la mayoría de los estudios de las poblaciones de comparación no las emplean.

observadas en la población de Balaguer se pueden caracterizar como bajas en comparación a las observadas en otras poblaciones peninsulares islámicas. Sin embargo, si se consideran dentro de su entorno geográfico más próximo, son marcadamente más elevadas que las observadas en las poblaciones medievales cristianas (Figura 94).

En la población de Santa Coloma d'Àger las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte son parecidas a las observadas en otras poblaciones cristianas de su entorno, mientras que las frecuencias observadas en la población de Balaguer son superiores (Figura 94). Por último, la población de Vall d'Uixó presenta frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte superiores a las observadas en las poblaciones islámicas andalusíes de la península. Este marcador de estrés fisiológico afecta un 67,1% de la población mudéjar de Ávila; la afectación por individuo es similar, del 69% (53/60 individuos con dentición permanente y 1/18 individuos con dentición decidua) en la población de Vall d'Uixó (Montiano 2010).

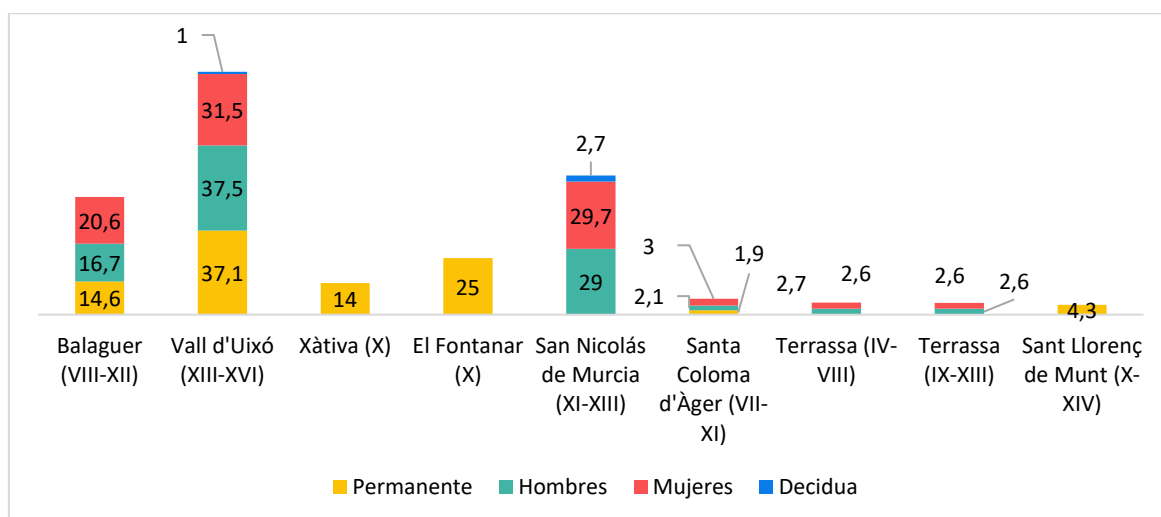


Figura 94. Frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte observadas en otras poblaciones peninsulares de cronología medieval (Brandi 1992; Pujol y Campillo 1996; Negre et al. 2003; Lacalle y Guijo 2006; Jordana 2007; López-Morango 2020).⁸²

Las frecuencias de criba orbitaria también deben ser evaluadas teniendo en cuenta los otros marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo. Las frecuencias de este marcador en la población de Balaguer pueden caracterizarse como medianas-

⁸² Aunque en otras poblaciones medievales se ha estudiado la presencia de este marcador de estrés fisiológico, tales como las poblaciones del País Vasco estudiadas por A. Mendizabal Gorostizu-Orkaiztegi (2019), la población islámica de Pamplona estudiada por P. de Miguel (2016), las poblaciones islámicas estudiadas por C. López-Morango (2020), o la población de la *maqbara* oriental de Zaragoza estudiada por M. Gracia (2021) en sus respectivas tesis doctorales, la forma en que se expresa su aparición (por individuo sin ofrecer un total de individuos observados) no permite aproximar su frecuencia de aparición.

bajas respecto a las observadas en otras poblaciones islámicas peninsulares y se muestran similares a las observadas en las poblaciones cristianas de Santa Coloma d'Àger y Tarragona (Figura 95). En Santa Coloma d'Àger, las frecuencias de criba orbitaria en los individuos no adultos se muestran similares o inferiores a las observadas en las poblaciones islámicas también fronterizas de Pamplona y Balaguer. En los individuos adultos, las frecuencias observadas en Santa Coloma d'Àger son muy parecidas a las que se registran en Balaguer (islámica) y Tarragona (cristiana), pero superiores a las observadas en la población del cementerio cristiano de Sant Llorenç de Munt (Barcelona) (Figura 95). Las frecuencias de criba orbitaria en la población no adulta de Vall d'Uixó son similares a las observadas en otras poblaciones islámicas, tanto mudéjares como andalusíes, y las frecuencias de este marcador de estrés fisiológico en la población adulta pueden caracterizarse como bajas respecto a las poblaciones andalusíes islámicas observadas (Figura 95). Las poblaciones cristianas de cronologías similares presentan frecuencias marcadamente superiores.

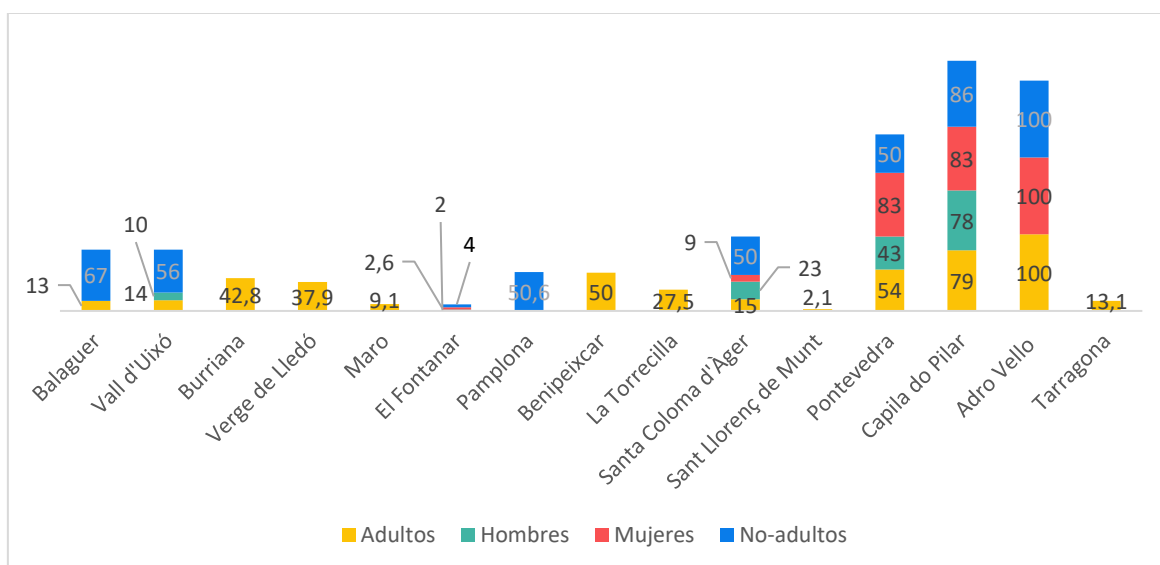


Figura 95. Frecuencias de criba orbitaria observadas en otras poblaciones peninsulares de cronología medieval (Souich 1979; Lalueza et al. 1993; Pujol y Campillo 1996; Lacalle y Guijo 2006; Polo et al. 2008; Polo et al. 2013; Puchalt 2017; de Miguel 2020b; Sánchez-Aparcero et al. 2020; Mangas-Carrasco y López Costas 2021).⁸³

⁸³ En las poblaciones de Adro Vello, Capela do Pilar, Pontevedra, Tarragona, Pamplona y Benipeixcar las frecuencias se expresan por individuo. Sin embargo, dado que la criba orbitaria acostumbra a expresarse de manera bilateral, las frecuencias por órbita observada deberían ser muy similares.

Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Balaguer

En la población de Balaguer se ha detectado una concurrencia entre las frecuencias de criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte, no obstante, no se identifica la misma dinámica cuando los resultados obtenidos son comparados con los de otras poblaciones. Aunque dentro de su contexto geográfico más inmediato las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte observadas en la población de Balaguer pueden indicar un estrés fisiológico mayor al del resto de poblaciones, las frecuencias de criba orbitaria indican lo contrario.

Tomando también en consideración la discusión realizada en torno las estaturas medias obtenidas en la población de Balaguer, se detectan posibles indicios de que esta población estaba sometida a un mayor estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo respecto al resto de poblaciones de su entorno inmediato. Sin embargo, tanto la comparación de frecuencias de criba orbitaria como el hecho que la población muestre un dimorfismo sexual significativo no permiten concluir con seguridad que esta población sufrió un estrés fisiológico superior. Además, los factores genéticos que rigen la expresión de la estatura también pudieron contribuir a una menor estatura en la población de Balaguer, así como factores ambientales como el parto prematuro o la falta de vitamina D durante el embarazo, que pueden haber contribuido a mayores frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en esta población y que no están directamente relacionados con la acción de un mayor estrés fisiológico (Goodman et al. 1988; Silventoinen et al. 2000; Lukacs et al. 2001; Psoter et al. 2005; Macgregor et al. 2006).

Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Santa Coloma d'Àger

La comparación establecida en las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte y criba orbitaria no permite afirmar que la población de Santa Coloma d'Àger estuviera sometida a factores de estrés fisiológico superiores a los que otras poblaciones, tanto cristianas como islámicas, de su entorno geográfico más próximo padecían. Las comparaciones realizadas de las estaturas medias de esta población coinciden parcialmente con este razonamiento, ya que son similares a las observadas en las otras poblaciones islámicas y cristianas de su entorno geográfico. Sin embargo, se ha observado como su dimorfismo sexual es menor respecto al observado en las otras poblaciones cristianas no situadas en la Frontera Superior. Aunque este hecho puede indicar que la población de Santa Coloma d'Àger estaba sometida a un estrés fisiológico durante el crecimiento

ligeramente superior, se recuerda que 1) en la población de Santa Coloma d'Àger se ha detectado un dimorfismo sexual en la estatura significativo, 2) factores de orden genético pueden haber influenciado estos resultados, 3) solamente se observa esta diferencia en el dimorfismo sexual respecto a las poblaciones cristianas (Silventoinen et al. 2000; Macgregor et al. 2006; Bogin et al. 2017).

Valoración de los indicadores de estrés fisiológico durante la etapa de crecimiento en la población de Vall d'Uixó

De un modo similar a la interpretación que sugieren las frecuencias de criba orbitaria, las estaturas medias observadas en la población de Vall d'Uixó indican que esta no estaba sometida a un estrés fisiológico destacable ni respecto a las poblaciones andaluzas ni en comparación a las otras poblaciones mudéjares. Por lo tanto, aunque las frecuencias más elevadas de hipoplasia lineal del esmalte constituyen un indicio de un mayor estrés fisiológico en esta población, este no se puede caracterizar como marcadamente superior respecto a las poblaciones empleadas en la comparación.

Esta valoración es de gran interés, ya que, como se ha discutido en el apartado anterior, es posible que la población mudéjar de Vall d'Uixó experimentara una situación de mayor depredación fiscal a partir del siglo XIV (Guinot 1993; Además, Guichard 2001b: 638; Torró 2007; Guichard 2016). Aunque la interpretación obtenida en este estudio no entra en conflicto con esta propuesta, sí que puntualiza que, como mínimo a partir de los marcadores y la población estudiada, no parece que la comunidad mudéjar de Vall d'Uixó estuviera sometida a un estrés fisiológico mayor que el que las poblaciones de comparación, de cronología similar o con el mismo credo, padecían. En este sentido, se considera la propuesta de P. Viciano (2012: 59-60), que plantea que las aljamas del interior del Reino de Valencia, como Vall d'Uixó, pudieron conservar una mayor autonomía en comparación a las pequeñas aljamas situadas en los llanos, puesto que mantuvieron sus derechos sobre la tierra y una fuerte cohesión comunitaria. No obstante, las consecuencias del mayor dominio sobre la población de Vall d'Uixó se pudieron haber manifestado de un modo no detectable mediante los métodos empleados.

5.6. Modo de vida y actividad física

Las frecuencias de observación de artrosis, traumatismos y nódulos de Schmörl pueden resultar informativas respecto del modo de vida y la actividad física de una población, ya que, pese a tener una etiología multifactorial, se relacionan con la realización de acciones y posturas repetitivas y tareas de carga (Resnick y Niwayama 1987; Adams et al. 1993; Argoff y Wheeler 1998; Üstündağ 2009; Anderson y Loeser 2010; Loeser 2010;

Lovell y Grauer 2019).⁸⁴ A continuación, se comparan los resultados obtenidos en las patologías mencionadas entre cada población estudiada y con los de las poblaciones de comparación, establecidas según los criterios establecidos en el apartado *Características funerarias y perfil demográfico y de mortalidad* (Figura 96). Finalmente, se propone una valoración del modo de vida y la actividad física de cada población estudiada a partir de los datos discutidos.

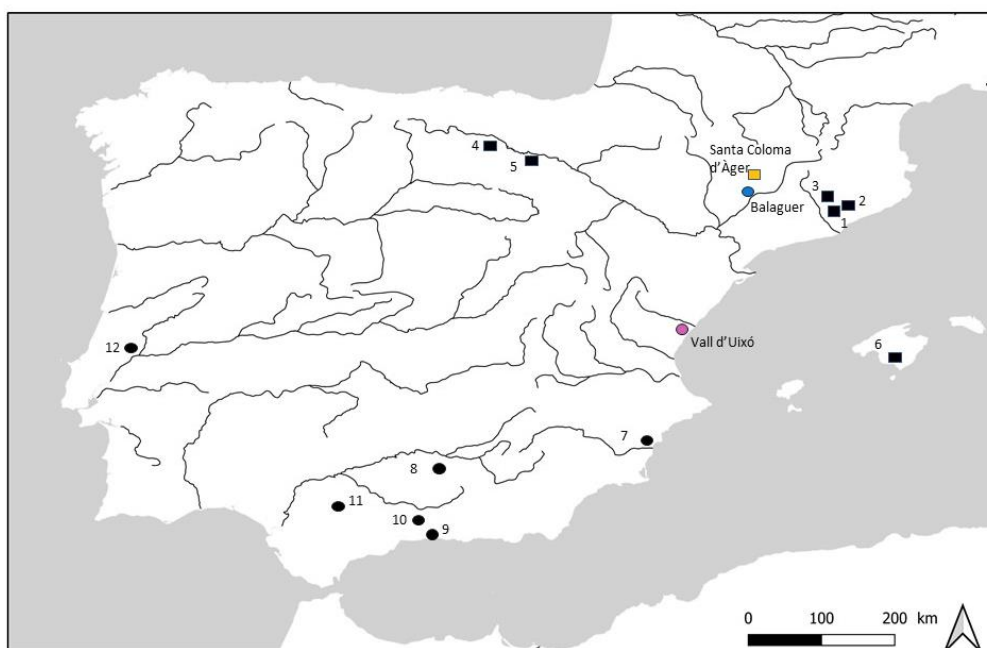


Figura 96. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de las frecuencias de los diferentes marcadores relacionados con la actividad física y el modo de vida estudiados. 1. Terrassa (visigoda ss. IV-VIII, carolingia ss. IX-XIII); (ss. IX-XIII); 3. Sant Llorenç de Munt (ss. X-XIV); 4. Villanueva de Soportilla (ss. IX-XIII); 5. Logroño (ss. XI-XII); 6. Can Reiners (ss. X-XII); 7. San Nicolás de Murcia (ss. XI-XIII); 8. Marroquíes Bajos (ss. IX-XIII); 9. Maro (ss. VIII-XV); 10. La Torrecilla (ss. IX-XIV); 11. El Fontanar (s. X); 12. Santarem (ss. VIII-XII).

De las tres poblaciones estudiadas, Balaguer presenta las frecuencias más bajas de artrosis en las extremidades superiores, mientras que las otras dos poblaciones presentan frecuencias similares (Tabla 115). Sin embargo, la afectación tafonómica en las epífisis de los huesos largos de los esqueletos procedentes de Balaguer puede haber influido en la capacidad de observación de esta patología en la población. La población de Santa Coloma d'Àger por su parte, presenta las frecuencias de artrosis en las extremidades inferiores y en las vértebras torácicas y lumbares más altas, mientras que

⁸⁴ Por estilo o modo de vida se entienden las actividades que una persona o grupo suelen hacer, incluida su dieta, orientaciones conductuales y perfil de acción (e.g. tareas ocupacionales) (Sniehotta et al. 2005; Haenfler et al. 2012).

en la población de Vall d'Uixó se observan las frecuencias más altas de artrosis en las vértebras cervicales y las extremidades superiores.

Tabla 115. Resumen de las frecuencias de artrosis observadas en las tres poblaciones estudiadas.

		Total	Hombres	Mujeres
Balaguer (VIII-XII)	Extremidad superior	3	4,8	0
	Extremidad inferior	1,5	2	0
	Vértebras cervicales	9,9	13	8
	Vértebras torácicas	6,5	11,1	0,8
	Vértebras lumbares	13,6	19	0
S. Coloma d'Àger (VII-XI)	Extremidad superior	7,6	7,9	9,6
	Extremidad inferior	4	4,9	2,2
	Vértebras cervicales	11,7	10,7	12,4
	Vértebras torácicas	17,2	18,1	17,8
	Vértebras lumbares	26,9	27,7	28
Vall d'Uixó (XIII-XVI)	Extremidad superior	7,7	8,9	5,1
	Extremidad inferior	1,7	1,2	2,8
	Vértebras cervicales	13,4	16,4	8
	Vértebras torácicas	13,3	15,8	1,1
	Vértebras lumbares	12,4	17,2	0

Tanto las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó como la población de Santa Coloma d'Àger muestran unas frecuencias de fracturas similares a las observadas en otras poblaciones similares de su mismo contexto (Tabla 116). Por lo tanto, no parece que ninguna de las tres poblaciones estudiadas estuviera expuesta a actividades o a una intensidad de estas que supusieran un mayor riesgo de sufrir fracturas. Es interesante señalar que, tal como sucede en las poblaciones estudiadas, en las poblaciones de Terrassa (Barcelona) y Sant Llorenç de Munt (Barcelona) la caja torácica, las extremidades superiores y la cintura escapular están más afectadas (Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007: 178-179). En la población de Pamplona (Navarra), aunque no se especifica, parece que las extremidades superiores presentan prevalencias más altas (de Miguel 2016). El hecho que la afectación relativamente más usual de estas regiones anatómicas sea común en diferentes poblaciones arqueológicas de contextos parecidos puede indicar que las actividades que las poblaciones estudiadas realizaban no eran muy diferentes, aunque distintas acciones y actividades pueden provocar una misma fractura (Lovell y Grauer 2019).

También es interesante considerar que en poblaciones modernas se identifica una correlación entre la actividad física de alta intensidad y un mayor riesgo de fractura, aunque también se ha detectado un mayor riesgo de fracturas pélvicas en individuos

que realizan poca actividad física y diversos estudios clínicos indican que una actividad física moderada y constante no implica un mayor riesgo de fracturas sino que lo atenúa (Nordström et al. 2005; Cosman et al. 2013; Stattin et al. 2021). Por este motivo, el hecho que las frecuencias y localizaciones de fracturas encontradas en las tres poblaciones estudiadas no destaque respecto a las presentadas en poblaciones con un contexto similar puede indicar que realizaban una actividad física moderada y no de alta intensidad.

En ninguna de las poblaciones estudiadas se han detectado traumatismos que se puedan vincular de manera clara a episodios de violencia.⁸⁵ Por el contrario, en otras poblaciones, tales como la *maqbara* de la plaza del Castillo en Pamplona (Navarra) o la *maqbara* de la calle Herrerías de Tudela (Navarra), se han encontrado signos de traumatismos *peri mortem* producidos por objetos afilados que se relacionan con actos de violencia (de Miguel 2016: 360-393; de Miguel 2020a:37). Durante la excavación de la *maqbara* de la Suda en Tortosa (Tarragona) se encontró una punta de flecha asociada a un esqueleto adulto que se puede interpretar como un posible indicio de traumatismo peri-mortem. No obstante, el posterior estudio antropológico, realizado por N. Armentano y A. Nociarová (2016, no encontró signos de este en el esqueleto, aunque la herida podría haber afectado solamente los tejidos blandos (Curtó et al. 1984-85).

⁸⁵ En el Museu de la Noguera se exponen fragmentos de costillas de un individuo, uno de los cuales está atravesado por una punta de lanza. Aunque este fragmento solo se ha podido examinar visualmente a través del cristal de la vitrina, se considera que se trata de un traumatismo *peri mortem*. Este individuo fue hallado en una fosa individual durante la intervención de 1993 y se ha relacionado con los episodios de violencia y asedio que Balaguer vivió entre finales del siglo XI e inicios del siglo XII (Giralt et al. 1995). Dado su contexto de excavación, es posible que los fragmentos de costilla pertenezcan a uno de los individuos estudiados. Sin embargo, no se ha podido realizar ninguna asociación con seguridad, dado que Giralt y colegas no identifican el individuo, y debe tenerse en cuenta que no se ha tenido acceso a todos los individuos excavados durante el año 1993. Giralt y colegas también informan de otro individuo (no identificado) que en una de sus vértebras torácicas presentaba alojada una punta de flecha. Ninguno de los individuos analizados presentaba estas características.

Tabla 116. Resumen de las frecuencias de fracturas y nódulos de Schmörl observadas en las tres poblaciones estudiadas junto a las frecuencias obtenidas en otras poblaciones de comparación. * El asterisco corresponde a frecuencias expresadas por individuo.

	Población	Provincia	Cronología	Contexto	Total	Hombres	Mujeres	Autores
Fracturas								
Islámica	Balaguer	Lleida	VIII-XII	Urbano	11	N/A	N/A	En este estudio
	Vall d'Uixó	Castelló	XIII-XVI	Rural	9	N/A	N/A	En este estudio
	Marroquíes Bajos	Jaén	IX-XIII	Rural	8,6	N/A	N/A	Aran 2012
	El Fontanar	Córdoba	X	Urbano	~15	~10	~20	Lacalle y Guijo 2006
	Maro	Málaga	VIII-XV	Rural	~5	N/A	N/A	Sánchez- Aparcero et al. 2020
Cristiana	Santa Coloma d'Àger	Lleida	V-XII	Rural	4,7	N/A	N/A	En este estudio
	Granollers	Barcelona	IX-XIII	Rural	29,2 ⁸⁶	N/A	N/A	Fadrique et al. 2005
	Terrassa	Barcelona	IV-VIII	Rural	N/A	~2	~1	Jordana et al. 2010
	Terrassa	Barcelona	IX-XIII	Rural	N/A	~2	~3	Jordana et al. 2010
	Sant Llorenç de Munt	Barcelona	X-XIV	Rural	4	N/A	N/A	Pujol and Campillo 1996
Nódulos de Schmörl								
Islámica	Balaguer	Lleida	VIII-XII	Urbano	4,9	8,8	0	En este estudio
	Vall d'Uixó	Castelló	XIII-XVI	Rural	12,2	24,8	6,5	En este estudio
	Santarém	Portugal	VIII-XII	Urbano	9	N/A	N/A	Rodrigues 2013
	Marroquíes Bajos	Jaén	IX-XIII	Rural	61*	39,9*	41,7*	Aran 2012
	San Nicolás de Múrcia	Murcia	XI-XIII	Urbano	12,1	23,3	19	Campo 2015:149-151
	La Torrecilla	Granada	X-XIV	Rural	N/A	8,1	0,6	Jimenez-Brobeil et al. 2012
	Maro	Málaga	VIII-XV	Rural	12,8	N/A	N/A	Sánchez- Aparcero et al. 2021: 207
Cristiana	Santa Coloma d'Àger	Lleida	VII-XI	Rural	6,9	8,1	6,5	En este estudio
	Sant Llorenç de Munt	Barcelona	X-XIV	Rural	41*	N/A	N/A	Pujol and Campillo 1996
	Terrassa	Barcelona	IV-VIII	Rural	N/A	14,6	4,3	Jordana et al. 2010
	Terrassa	Barcelona	IX-XIII	Rural	N/A	15,4	20	Jordana et al. 2010
	Villanueva de Soportilla	Burgos	IX-XIII	Rural	N/A	9	2	Jimenez-Brobeil et al. 2012
	Calle Portales de Logroño	Logroño	XI-XII	Urbano	~58*	N/A	N/A	Palomo Díez et al. 2011
	Can Reiners	Baleares	VII-X	Rural	18	N/A	N/A	Fiorin et al. 2017

⁸⁶ Solamente incluye la población adulta.

La población de Balaguer presenta frecuencias de nódulos de Schmörl que pueden calificarse como bajas en comparación a las observadas en las poblaciones de comparación (Tabla 116). Las únicas poblaciones que presentan frecuencias similares, aunque ligeramente más bajas, son la población andalusí de La Torrecilla (Granada) y la población cristiana de Villanueva de Soportilla (Burgos). Sin embargo, todas las poblaciones de su entorno presentan frecuencias más elevadas. En Santa Coloma d'Àger también se observan frecuencias de nódulos de Schmörl que pueden calificarse como bajas, aunque son ligeramente más elevadas que las presentadas por las poblaciones anteriormente mencionadas. Esta población presenta frecuencias notablemente inferiores a las observadas en las poblaciones vecinas de Terrassa y Sant Llorenç de Munt.⁸⁷ Finalmente, en la población de Vall d'Uixó se observan frecuencias que pueden calificarse como medias o elevadas en comparación con otras poblaciones islámicas y cristianas peninsulares (Figura 97). Su frecuencia total es, de hecho, muy parecida a la observada en la población islámica de San Nicolás de Murcia (Murcia) y, entre las poblaciones islámicas, es superada solamente por la frecuencia observada en la población de Marroquíes Bajos (Jaén).⁸⁸ Entre las poblaciones cristianas, tanto la población de Can Reiners (Mallorca) como la población de época carolingia de Terrassa y la población medieval de Logroño (calle Portales; La Rioja) presentan frecuencias más altas.

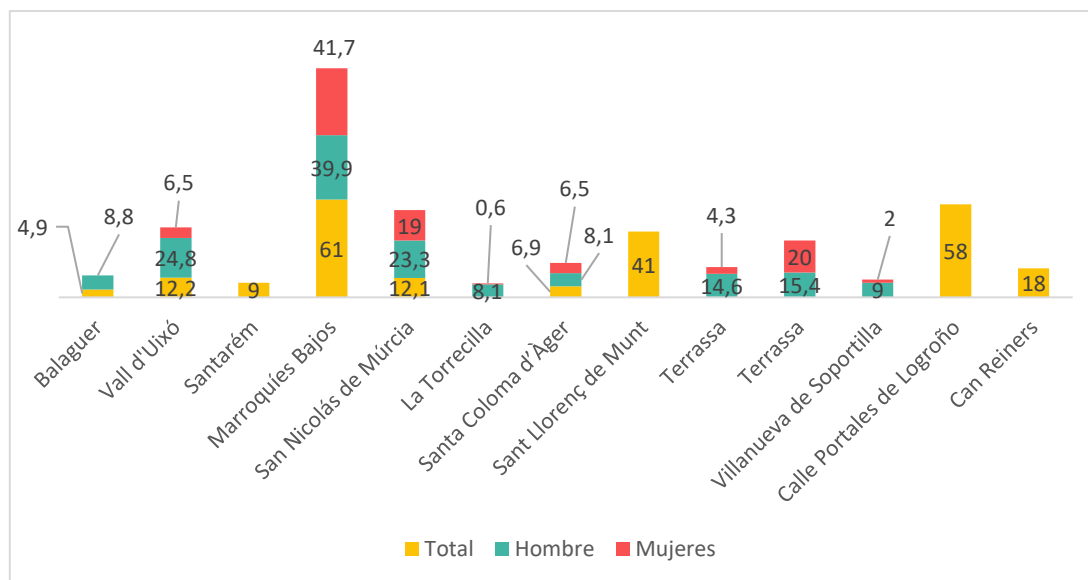


Figura 97. Frecuencias de nódulos de Schmörl observadas en poblaciones peninsulares medievales.

⁸⁷ En Santa Coloma d'Àger la afectación por individuo es del 33% (17/51 individuos afectados).

⁸⁸ En Vall d'Uixó la afectación por individuo es del 51% (20/39 individuos afectados).

Se tiene presente la multifactoriedad de la etiología de esta patología, ya que es posible que ciertos factores genéticos predispongan a ciertos individuos de alguna de las poblaciones a desarrollar esta patología con más facilidad (Resnick y Niwayama 1987; Faccia y Williams 2008; Dar et al. 2010; Burke 2012). Además, tal como indican diversos estudios clínicos, el esqueleto es más capaz de desarrollar adaptaciones durante la etapa de crecimiento (Huang et al. 2003). Por este motivo, es posible que aquellos individuos que se inicien en tareas de alta intensidad en etapas más jóvenes desarrollen una mayor robustez y masa ósea que, a su vez, propicien una menor tasa de aparición de estas patologías (Knüsel 1993).

Es oportuno, por último, hacer referencia a la diferencia sexual identificada en las frecuencias de nódulos de Schmörl de la población de Vall d'Uixó, donde la muestra de sexo masculino presenta una afectación significativamente más elevada. En comparación, las poblaciones militares modernas, que realizan actividades de carga intensas, presentan frecuencias ligeramente superiores a las observadas en la población masculina de Vall d'Uixó, mientras que poblaciones esclavas norteamericanas muestran frecuencias un ~3% superiores (Owsley et al. 1987; Bar-Dayyan et al. 2003; Burke 2011). Este patrón se observa también en las frecuencias de nódulos de Schmörl observadas en la población islámica de La Torrecilla y en las poblaciones cristianas de Terrassa (visigoda) y Villanueva de Soportilla y puede interpretarse como una mayor exposición por parte de la población de sexo masculino a aquellas tareas y acciones que resultaran en la formación de nódulos de Schmörl (Figura 97).

Sin embargo, esta posible división sexual del trabajo no se observa en las otras poblaciones islámicas empleadas en la comparación, incluyendo la población de Balaguer, y no parece repercutir en las frecuencias observadas en otras patologías que se relacionan con el modo de vida y la actividad física.⁸⁹ Además, estas diferencias en la distribución de patologías vinculadas a las actividades físicas no son exclusivas de ciertas poblaciones islámicas, ya que también se identifican en algunas poblaciones cristianas. Dado que esta es una cuestión de gran interés, más teniendo en cuenta que la posible división del trabajo en la vida urbana de al-Andalus que supone la vinculación de la mujer al ámbito doméstico y la falta de información acerca de la distribución de las tareas en el contexto rural andalusí según el sexo de los individuos, sería oportuno realizar en el futuro un estudio que englobe los resultados de esta patología, u otras, en

⁸⁹ Como se ha dicho en el capítulo anterior (ver *Nódulos de Schmörl*), aunque en la población de Balaguer también se observa una mayor afectación por nódulos de Schmörl en la muestra de sexo masculino que resulta significativa, es muy posible que tamaño de muestra más reducido de esta población condicione los resultados.

diferentes poblaciones islámicas y que emplee una muestra suficientemente representativa por edades (Álvarez 2006; Sayyah 2007:211, 216; Boloix 2021).

Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Balaguer

Durante este estudio, no se han identificado traumatismos que puedan vincularse de manera evidente a episodios de violencia, que sí aparecen en las poblaciones de Pamplona y Tudela (de Miguel 2016: 360-393; de Miguel 2020a:37). Debe tenerse en cuenta, no obstante, el hallazgo que Giralt y colegas (1995) hicieron de dos esqueletos de sexo masculino afectados por traumatismos *peri mortem* debidos a objetos punzantes.

Aunque hay fuentes directas que hacen referencia a episodios de violencia y asedio en la *madīna* entre finales del siglo XI e inicios del siglo XII, son pocas las fuentes coetáneas al periodo andalusí de Balaguer que proporcionen un contexto sobre ella más allá de mencionarla (Giralt et al. 1995). Además, la información arqueológica que se ha obtenido hasta el momento detecta un claro periodo de crecimiento a partir del siglo X, un aspecto que no concuerda con una población constantemente bajo amenaza (Giralt 1994; Alòs et al. 2007; Camats et al. 2015). Por este motivo, la falta de traumatismos claramente vinculados a actos violentos que se detecta en el registro coincide con la información de carácter histórico y arqueológico de la que se dispone, aunque no se pueden evaluar los posibles episodios violentos que se pudieran producir dentro de la propia comunidad y, además, se cuenta solamente con una muestra de la población de la *madīna*.

Las frecuencias bajas de artrosis observadas en la población de Balaguer pueden entenderse en relación a su contexto urbano. A nivel clínico, diversos estudios determinan que las poblaciones rurales presentan una mayor afectación de artrosis y patologías de la columna vertebral que las poblaciones urbanas, un hecho que coincide con las frecuencias de artrosis y nódulos de Schmörl más bajas observadas en la población de Balaguer respecto a las dos otras poblaciones estudiadas (Lawrence 1976; Usenobo et al. 2015; Ichinohe et al. 2021). Como se ha visto en el capítulo 2. Introducción (*Balaguer*), la población de Balaguer era plenamente urbana y, aunque documentalmente se detecta la existencia de almunias y otros tipos de explotaciones de carácter agrícola, es posible que, tal como se observa en otras ciudades andalusíes, hubiera una mayor variedad de ocupaciones que, pese a requerir un esfuerzo físico considerable, no comportaran la misma intensidad que las tareas agrícolas (Font Rius 1969: 66-67; Bach 1986-87: 224-226; Baraut: 1994-95: 186-187; Saladrigas 1996). Por

el momento, en el yacimiento de Pla d'Almatà se ha identificado un taller alfarero que conservaba tres hornos, las dependencias del taller, un almacén y un testar (Monjo 2010:26). En la documentación feudal redactada después de la conquista se encuentran referencias a comercios (Baraut 1988:30- 32; Chesé 2011: 465-467).

Las frecuencias de nódulos de Schmörl permiten plantear que la población de Balaguer estaba sometida a tareas físicamente menos exigentes que las practicadas en las dos otras poblaciones estudiadas. 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 incidentes u otros eventos que provocaran fracturas.

Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Santa Coloma d'Àger

En la población de Santa Coloma d'Àger no se han encontrado traumatismos que puedan vincularse de manera evidente a episodios de violencia. La falta de menciones textuales coetáneas sobre esta comunidad, o de un registro arqueológico de carácter doméstico claramente asociado a esta población dificultan la contextualización de estos datos. No obstante, de manera más general se sabe que la aristocracia muladí de la Frontera Superior inició algunas rebeliones internas, aunque con la creación de una frontera relativamente estable durante la primera mitad del siglo IX, el emirato omeya pudo recuperar el control de la región (García Biosca 1998). A partir de este momento, se interpreta que el desarrollo de las comunidades urbanas y rurales en la Frontera Superior indica un periodo de estabilidad, que fue interrumpido por el inicio de la conquista feudal (García Biosca 1998; Ballestín 1999c; Kirchner *en prensa*). Como se ha visto, esta conquista ocurrió en un periodo dilatado, y no afectó el entorno de Àger hasta el año 1048 (Mestre y Sabaté 1998:32-33). Por este motivo, la ausencia de traumatismos que se puedan relacionar con episodios de violencia en la población de Santa Coloma d'Àger puede ser coherente con la información histórica que se tiene por el momento sobre su región. No obstante, no se pueden evaluar los posibles episodios violentos que se pudieran dar dentro de la propia comunidad. Del mismo modo que en las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó, la epidemiología de las fracturas observadas en esta población tampoco se puede caracterizar como anormal.

Es posible que las frecuencias altas de artrosis en la población de Santa Coloma d'Àger se puedan vincular a su economía principalmente rural. La documentación inmediatamente posterior a la conquista feudal indica que esta incluía la agricultura, la

caza y la recolección (Chesé 2011: 209-210, 217, 227). Algunos estudios basados en poblaciones esqueléticas que también incorporan información etnográfica concluyen que los individuos dedicados a actividades de caza presentan un mayor desarrollo y desgaste de las extremidades superiores, especialmente en el hombro y la cintura escapular, unas características que se han observado en parte de la población de Santa Coloma d'Àger, ya que la articulación del hombro (24%) se encuentra mucho más afectada que la articulación de la muñeca (7%) y el codo (4%) (Merbs 1983; Hawkey y Merbs 1995). Asimismo, este tipo de estudios también identifican una mayor afectación degenerativa y traumática de la columna vertebral en poblaciones rurales que se relacionan principalmente con actividades de carga (Sofaer Deverenski 2000). No obstante, la población de Santa Coloma d'Àger pudo estar sometida a factores de carga mecánica de más intensidad en comparación a la población de Balaguer pero de menos intensidad respecto a sus poblaciones cristianas vecinas. Los patrones observados pueden ser, pues, compatibles con las actividades agrícolas y ganaderas que se describen en la documentación feudal (Chesé 2011: 209-210, 217, 227).

Valoración de las patologías indicativas del modo de vida y la actividad física en la población de Vall d'Uixó

En esta población no se han encontrado traumatismos que puedan vincularse de manera evidente a episodios de violencia. La información histórica de la que se dispone sobre la población mudéjar de Vall d'Uixó no indica que se dieran episodios de violencia de manera usual. A modo de ejemplo, en el momento de la conquista cristiana se estableció un pacto de rendición con Jaume I que, según indican las fuentes, se desarrolló de manera pacífica; asimismo, las fuentes que mencionan las alquerías de Uixó ya como parte del Reino de Valencia no aluden a periodos de inestabilidad con la excepción de la revueltas mudéjares producidas en la década de 1240 (Guichard 2001b:306; 581). Se desconoce, no obstante, si dentro de la misma comunidad se produjeron episodios de conflictividad.

La población de Vall d'Uixó era, tal y como se ha visto en el capítulo 2. Introducción (*Vall d'Uixó*), rural. La documentación de cronología mudéjar relativa a las alquerías y su población permite identificar una actividad principalmente agrícola junto al pastoreo (Casabó 1997). Sin embargo, en el siglo XVI se identifican pobladores moriscos de Vall d'Uixó que tenían hornos de alfarería en propiedad, por lo que, tal como se observa en las poblaciones vecinas de Burriana y Segorbe, es posible que parte de la población mudéjar y morisca se hubiera dedicado a la alfarería como actividad principal (Aparici 1998: 296). Aunque no se conocen menciones directas a los habitantes de Vall d'Uixó,

entre los siglos XV y XVI, en la zona de la *Plana de Burriana* se ha constatado una industria textil en la que participan diversos individuos mudéjares y moriscos (Rufaza 1988; Aparici 1998). Por lo tanto, es posible que junto al desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas un sector de la población se dedicara a la artesanía.

En este sentido, diversos estudios que combinan métodos etnográficos y bioarqueológicos identifican un mayor desgaste de las articulaciones de las extremidades superiores, así como un mayor desarrollo de las inserciones musculares de esta región en poblaciones dedicadas a la confección de textiles (Merbs 1983; Hawkey y Merbs 1995; Havelková et al. 2011). Así mismo, diversos estudios realizados en esqueletos arqueológicos y poblaciones modernas han asociado una mayor prevalencia de artrosis y desarrollo musculo-esqueléticos en las extremidades superiores de los individuos con su dedicación en vida, parcial o completa, a la alfarería entre otras actividades (Cope et al. 2005; García Briceño 2016; Gabelmann 2017).⁹⁰ Es precisamente en las extremidades superiores donde la población de Vall d'Uixó presenta una mayor afectación por artrosis. Por lo tanto, tanto las actividades agrarias como las relacionadas con la industria pueden explicar las frecuencias de artrosis observadas en la población, que son similares, pero más bajas a las observadas en la población de Santa Coloma d'Àger y superiores a las observadas en la población de Balaguer.

Las frecuencias de nódulos de Schmörl observadas en la población de Vall d'Uixó parecen compatibles con actividades de mayor carga mecánica, tanto en comparación con las dos otras poblaciones estudiadas como con la mayoría de las poblaciones empleadas en la comparación. Dado que la aparición de nódulos de Schmörl puede ser indicativa de patrones de actividad y posturas, es posible proponer que la población de Vall d'Uixó, o parte de ella, realizaba estas actividades con más frecuencia o intensidad que las otras dos poblaciones estudiadas. Las frecuencias observadas, sin embargo, no indican que se realizaran tareas excepcionalmente más intensas que las que reflejan las frecuencias de nódulos de Schmörl observadas en las poblaciones de comparación.

⁹⁰ Tal como Molnar y colegas (2011) concluyen, es difícil relacionar la presencia de artrosis con una actividad concreta; además, tal asociación se ve complicada por la multifactoriedad de la artrosis (Weiss y Jurmain 2007; Jurmain et al. 2012).

6. Resultados del análisis de isótopos estables y discusión intrapoblacional

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en los análisis de isótopos estables. En el primer apartado se valora la calidad de las mediciones realizadas con tal de comprobar que los resultados obtenidos son válidos y se han realizado sobre muestras de colágeno no contaminadas. Las dos secciones que siguen se dedican a los resultados obtenidos en la fauna analizada. Primeramente, se presentan las muestras seleccionadas y después se interpretan los resultados obtenidos sobre ellas relativos a su dieta y movilidad. El último apartado se dedica a los individuos humanos. Los resultados y su valoración se presentan por población estudiada y se discuten la dieta y la movilidad que dichos resultados indican junto a la presencia o ausencia de diferencias relacionadas con el sexo o la edad de los individuos. Dado que los resultados obtenidos en cada población deben tratarse de manera exhaustiva con tal de ofrecer una interpretación adecuada de los mismos, la comparación con los datos publicados sobre otras poblaciones ibéricas de cronología medieval se reserva para el siguiente capítulo.

6.1. Indicadores de calidad

Todas las muestras incluidas en este estudio cumplen con los criterios requeridos para la conservación del colágeno y de los porcentajes de carbono, nitrógeno y azufre (i.a. Van Klinken 1999; Nehlich y Richards 2009; Nehlich 2015; Martínez-Cortizas y López-Costas 2020; Guiry y Szpak 2020). Cumplen con los criterios de ratio de C:N requeridos para considerar que el colágeno obtenido está bien conservado (3,0-3,4 de mínimo y máximo respectivamente en la presente muestra) y presentan unos contenidos de nitrógeno y carbono por encima del 4% y 13% respectivamente, por lo puede considerarse que las muestras obtenidas no están gravemente contaminadas o alteradas (Tabla 117). Por su parte, el contenido de azufre es superior al 0,2% en todas las muestras salvo en la muestra VUF8, donde es ligeramente inferior (0,19%) y en la muestra BG0027 (0,13%) (Tabla 117).

Tabla 117. Contenido elemental del colágeno en los individuos analizados de cada población.

	Contenido de carbono (%)			Contenido de nitrógeno (%)			Contenido de azufre (%)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
Balaguer	41,19	45,33	43,2±1,4	14,85	16,87	15,9±0,6	0,13	0,41	0,3±0,1
Santa Coloma d'Àger	42,60	46,05	44,3±0,9	15,51	16,93	16,2±0,4	0,21	0,27	0,2±0,0
Vall d'Uixó	28,97	45,68	42,9±2,1	16,07	16,83	15,7±0,8	0,19	0,35	0,27±0,05

A nivel de preservación del colágeno, las tres poblaciones presentan valores medios de composición elemental que no difieren en más del ~2%, por lo que no se aprecian diferencias considerables (Tabla 118). Los individuos de Balaguer son los que presentan los resultados menos óptimos, un aspecto que se puede relacionar con el uso del terreno en el que se encuentra la *maqbara* como campo de cultivo, que pudo contribuir a una mayor acidez del terreno. En general, es posible que la acidez del pH en los suelos de Balaguer y Santa Coloma d'Àger y la aridez de los tres yacimientos hayan perjudicado la preservación del colágeno obtenido, aunque todas las muestras cumplen los criterios de calidad requeridos y por lo tanto conservan bien su estructura y composición (tal y como se refleja para colágeno arqueológico en Martínez-Cortizas y López-Costas 2020).

No se ha podido extraer colágeno de las muestras VUF5, VUF6 y VUF7. Esto se debe probablemente a las condiciones de aridez y exposición al sol, que pudieron causar alteraciones graves en el colágeno permitiendo solo la conservación de la parte mineral del hueso. A nivel macroscópico, las muestras presentaban una alteración considerable, con una gran abrasión en superficie y un color blanquecino. Por otro lado, los dos individuos de Vall d'Uixó con un rendimiento de colágeno bajo, del 0,3%, presentan una ratio C:N que está dentro de los parámetros de calidad.

Tabla 118. Indicadores de calidad del colágeno en los individuos analizados de cada población.

	C:N			Rendimiento de colágeno (%)		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
Balaguer	3,13	3,30	3,2±0,1	3,1	15,7	11,1±5,9
Santa Coloma d'Àger	3,14	3,37	3,2±0,1	2,5	20,2	10,0±4,6
Vall d'Uixó	3,11	3,45	3,2±0,0	0,3	16,9	9,16±4,0

La ratio de C:N media es la misma en las tres poblaciones, 3,2, y la desviación estándar no presenta mucha variabilidad (entre 0,0 y 0,1). Por lo tanto, se puede asumir que las moléculas extraídas son colágeno y que estas han conservado su integridad. Como puede verse en la Tabla 118, el porcentaje medio de cada elemento en cada población se encuentra dentro de los rangos recomendados, ya que el contenido medio de carbono está muy por encima del 4%, el contenido medio de nitrógeno supera el 13% y el contenido de azufre es por lo general igual o ligeramente superior al 0,2% (Van Klinken 1999; Nehlich 2015). Dado que las ratios de C:N son tan parecidas, es difícil observar la correlación inversa entre la ratio de C:N y el contenido en nitrógeno y carbono descrita por A. Martínez-Cortizas y O. López-Costas (2020). Por lo tanto, las moléculas analizadas no presentan sustancias exógenas ni están desestructuradas o gravemente alteradas en su composición.

6.2. Identificación de los animales

Los 11 restos óseos de fauna empleados en este estudio (3 procedentes de Balaguer y 8 procedentes de Vall d'Uixó) se han identificado mediante los atlas anatómicos de Pales y Lambert (1971) y Schmid (1972) en el Laboratorio EcoPast de la Universidad de Santiago de Compostela. Se han elegido estos restos de fauna porque estaban asociados a los niveles funerarios y porque su número cumple con las ratios fauna/humanos propuestas por O. López-Costas y M. Alexander (2019). Todos los restos pertenecen a animales adultos, herbívoros y terrestres, y se han identificado mayoritariamente ovicápridos, junto a un conejo.⁹¹ No se han identificado ni animales terrestres omnívoros o carnívoros ni restos de animales acuáticos. En concreto, se cuenta con una diáfisis de conejo, un astrágalo de ovicáprido y nueve diáfisis de ovicáprido (Tabla 119).

*Tabla 119. Relación de las muestras de fauna empleadas en este estudio. * Debido al estado de conservación del colágeno, estas muestras no se pudieron analizar.*

Identificador	Yacimiento	Hueso	Especie	Edad
BGF1	Balaguer	Diáfisis	Conejo	Adulto
BGF2	Balaguer	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
BGF3	Balaguer	Astrágalo	Ovicáprido	Adulto
VUF1	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF2	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF3	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF4	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF5*	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF6*	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF7*	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto
VUF8	Vall d'Uixó	Diáfisis	Ovicáprido	Adulto

6.3. Resultados y discusión de los valores isotópicos de la fauna

Los ovicápridos de Vall d'Uixó tienen un valor medio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-20,0 \pm 0,4\text{‰}$ y un valor medio de $\delta^{15}\text{N}$ de $5,4 \pm 1,3\text{‰}$ (Tabla 120). Cabe señalar que mientras que el valor mínimo ($-20,4\text{‰}$) y el valor máximo ($-19,5\text{‰}$) de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ son similares con una horquilla de valores de $0,9\text{‰}$, los valores mínimo ($3,5\text{‰}$) y máximo ($6,3\text{‰}$) de $\delta^{15}\text{N}$ muestran una diferencia ligeramente mayor al 3‰ . El conejo analizado en Balaguer tiene un valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-18,8\text{‰}$ y un valor de $\delta^{15}\text{N}$ de $10,4\text{‰}$. Uno de los dos ovicápridos de Balaguer presenta un valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-19,7\text{‰}$ y un valor de $\delta^{15}\text{N}$ de $6,2\text{‰}$. El segundo muestra un valor

⁹¹ Somos conscientes que el termino correcto para denominar ovejas y cabras es caprino ya que alude a la subfamilia Caprinae e incluye a una serie de géneros y especies de *Capra* y *Ovis*. Sin embargo, se ha decidido emplear el término ovicáprido ya que este es de uso más habitual en la literatura arqueológica consultada.

de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-19,8\text{‰}$ y un valor de $\delta^{15}\text{N}$ de $5,3\text{‰}$. Respecto a los valores de $\delta^{34}\text{S}$ dentro las poblaciones estudiadas, la muestra de Balaguer presenta un valor de $8,8\text{‰}$ en el caso del conejo y de $11,9\text{‰}$ y $11,1\text{‰}$ en los dos ovicápridos. En la población de Vall d'Uixó la media es de $11,2\pm 1,0\text{‰}$, y la diferencia entre los valores mínimo y máximo es del $2,8\text{‰}$.

Tabla 120. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras de fauna procedentes de Vall d'Uixó.

Vall d'Uixó n=5					
$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰) n=5		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰) n=5		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰) n=5	
\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.	
$-20,0\pm 0,4$		$5,4\pm 1,3$		$11,2\pm 1,0$	
Min	Max	Min	Max	Min	Max
-20,4	-19,5	3,5	6,3	9,8	12,6

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ sugieren que tanto los ovicápridos de ambos yacimientos como el conejo de Balaguer tenían una alimentación basada principalmente en plantas C_3 , ya que se encuentran dentro del rango esperado en individuos que consumen este tipo de plantas de manera habitual (DeNiro y Epstein 1978; Kellner y Schoeninger 2007). No obstante, el ligero enriquecimiento que el conejo muestra en su valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ ($-18,8\text{‰}$) puede indicar la ingesta ocasional o suplementaria de plantas del tipo C_4 (Figura 98). Esta dieta es compatible con el consumo de alimentos tanto en un contexto estabular como de pastoreo. Además, la homogeneidad entre los valores sugiere unas prácticas similares en torno al tipo de plantas que formaban parte de la alimentación. Sin embargo, dado que se tienen pocos conocimientos acerca del paleoambiente y las estrategias de alimentación de los animales de ambas poblaciones, es difícil profundizar más en esta cuestión.

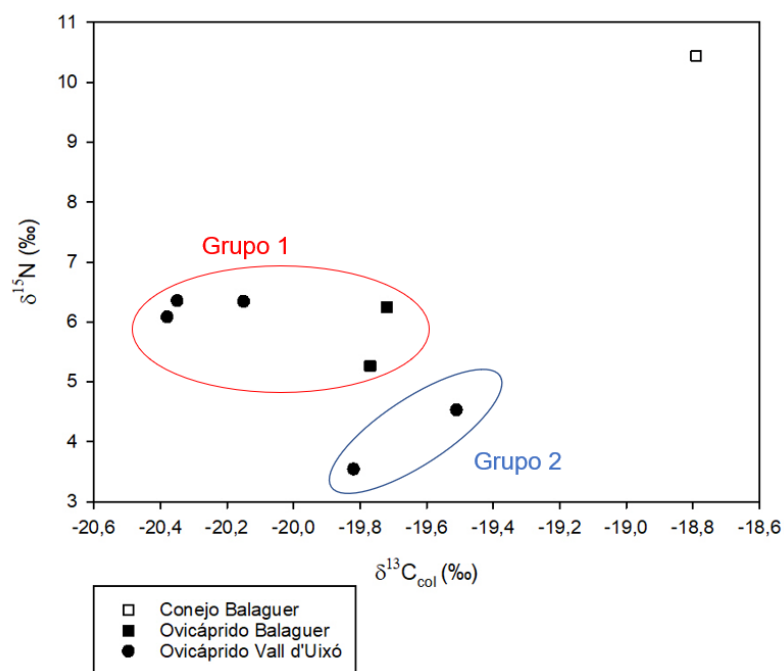


Figura 98. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las muestras de fauna.

No se tiene información precisa acerca de los cultivos concretos que se encontraban alrededor de Vall d'Uixó y Balaguer ni datos paleo palinológicos relativos a ambos yacimientos durante los periodos estudiados que puedan resultar informativos acerca de las posibles especies destinadas al consumo animal. Se conoce, no obstante, una mención documental al cultivo del trigo (C_3) y la cebada (C_3 , *Hordeum vulgare* L.) en el siglo XIII en Vall d'Uixó, aunque se desconoce si esta mención refiere al consumo animal (Guichard 2001b:307, 638). En Balaguer, por otro lado, un estudio carpológico indica que el trigo y cebada eran los cereales más representados (Alonso et al. 2014). Del mismo modo que sucede en Vall d'Uixó, se desconoce si se destinaban al consumo animal, aunque es posible que, si bien el grano era consumido por humanos, la paja lo fuese por los animales.

Aun así, se pueden realizar inferencias generales a partir de los conocimientos de los que se dispone acerca de la gestión de la alimentación del ganado en al-Andalus. Los tratados agrónomos de Abū I-Jayr y al-Ṭignarī mencionan más de 100 especies de gramíneas, la mayoría de las cuales son del tipo C_3 , empleadas tanto para el consumo animal como humano (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008; García García y Moreno García 2018). Por lo tanto, las gramíneas eran esenciales en la alimentación del ganado, sobre todo en forma de paja (García García y Moreno García 2018). La grama común (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), una gramínea del tipo C_4 , es específicamente mencionada por Ibn al-'Awwām para la alimentación de caballos y otros cuadrúpedos, mientras que los mijos (C_4) se destinaban a las aves (Hernández Bermejo

y García Sánchez 2008). Varios tratados, incluyendo el tratado de agricultura de Ibn al-‘Awwām, recomiendan la entrada del ganado ovino, ovicáprido y bovino a las rastrojeras de campos de cereales de secano, tales como el *Triticum durum* L. (C₃), y también el cultivo intensivo de forrajes verdes irrigados, tales como la alfalfa (C₃, *Medicago sativa* L.), el trébol de Alejandría (C₃, *Trifolium alexandrinum* L.) o el guisante gris (C₃, *Pisum sativum* L.), que son altamente nutritivos y podían ser suministrados a los animales en pequeñas cantidades (Malpica 2012b: 225; García García y Moreno García 2018). Por otro lado, los espacios no cultivados eran también aprovechados como zonas de pasto y de cría para el ganado (Malpica 2012b: 222; García García y Moreno García 2018).

Por lo tanto, la dieta basada mayoritariamente en la ingesta de plantas C₃ que reflejan los valores isótopos obtenidos es compatible con la información que las fuentes históricas proporcionan acerca de la alimentación del ganado en al-Andalus y con la información concreta que se tiene a cerca de las especies presentes en cada yacimiento. Del mismo modo, las pequeñas aportaciones de plantas C₄ propuestas para el conejo quedan también sustentadas por los datos históricos.

Tanto el valor medio de $\delta^{15}\text{N}$ observado en los ovicápridos de Vall d’Uixó como los valores $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos para los ovicápridos de Balaguer son compatibles con los valores típicamente observados en animales terrestres y herbívoros (Schoeninger y DeNiro 1984; Itahashi et al. 2014). Sin embargo, hay una diferencia cercana al 3‰ entre los valores máximo y mínimo de los ovicápridos analizados, ambos de Vall d’Uixó, y, de hecho, los valores se distribuyen en dos grupos, uno (n=5) en torno a ~6‰ y otro (n=2) en torno a ~4‰ (Figura 98). Para explicar esta diferencia en el enriquecimiento de ^{15}N , se barajan diversas opciones, que se exponen a continuación.

En primer lugar, dado que no ha sido posible identificar la especie a la que pertenecen los ovicápridos analizados, los dos grupos identificados se pueden deber a diferencias en el manejo de ovejas y cabras, ya que diversos estudios detectan que las ovejas tienden a presentar valores más elevados de $\delta^{15}\text{N}$ respecto a las cabras, que suelen ramonear plantas más alejadas de áreas manejadas respecto a las ovejas (Khon et al. 2005; Van Strydonk et al. 2005). Algunos investigadores han sugerido que el tejido óseo procedente de las cabras, que presentan un menor enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ que las ovejas, tiende a mostrar valores más elevados de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ en comparación, posiblemente porque su alimentación incluye el ramoneo de ecosistemas basados en plantas C₃ sin pasto de plantas C₄. No obstante, no se han podido encontrar referencias claras a este enriquecimiento en la literatura.

En segundo lugar, dado que las leguminosas tienen valores $\delta^{15}\text{N}$ más cercanos a los valores atmosféricos, los herbívoros que las consumen en mayor cantidad pueden presentar valores $\delta^{15}\text{N}$ inferiores a aquellos que no lo hacen (Virginia y Delwiche 1982; Lösch et al. 2006; Craig et al. 2009; Fiori et al. 2014). Por lo tanto, puede ser que el segundo grupo tuviese un mayor consumo de leguminosas.

En tercer lugar, el uso de fertilizantes, incluido el estiércol, en los cultivos también enriquece los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Commisso y Nelson 2006; Bogaard et al. 2007). Varios tratados de agricultura y agronomía, tales como los de Ibn al-'Awwām, Ibn Luyun o Ibn Baṣṣāl, recomiendan explícitamente el uso de fertilizantes en los campos de cultivo mediante el pasto del ganado, mayor o menor, con el objetivo de estercolar la tierra (García García y Moreno García 2018). Ibn Luyun añade que para evitar la sobre fertilización del campo el ganado debe permanecer en él un máximo de dos o tres noches (García García y Moreno García 2018). Sin embargo, los estudios en plantas y fertilizantes modernos sugieren que un enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ debido a la fertilización del suelo puede enriquecer también los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y esta relación no se da en los individuos analizados, por lo que esta interpretación debe tratarse con cuidado (Figura 98) (Senbayram et al. 2008).

En cuarto y último lugar, la fijación de una mayor cantidad de ^{15}N en el colágeno se puede ver afectada por el ambiente, y tiende a enriquecerse en circunstancias de aridez por lo que, en el caso de Vall d'Uixó, los dos individuos con valores más bajos pudieron frecuentar ecosistemas con una aridez diferente al resto. Dado que los individuos proceden de una misma población, esto parece poco probable. Además, el enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ de los individuos analizados no se correlaciona con un enriquecimiento sistemático en el $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, hecho que cupiera esperar si el enriquecimiento en ^{15}N se relacionara con la aridez (Van Klinken et al. 2002).

En resumen, las diferencias observadas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de los ovicápridos se pueden deber a 1) diferentes especies (cabras vs. ovejas), 2) el tipo de alimentos vegetales que cada individuo consumía (mayor o menor presencia de leguminosas), y , de manera menos probable, 3) su régimen de cultivo (mayor o menor uso de fertilizantes) o 4) diversas áreas geográficas de pastoreo, así como a una combinación de las anteriores. También es posible que los dos individuos del grupo con valores $\delta^{15}\text{N}$ más bajos procedieran de un área alóctona y fueran consumidos en Vall de Uxó a través del comercio, un aspecto que se discutirá seguidamente en base a los valores de ^{34}S .

Por otro lado, el valor $\delta^{15}\text{N}$ del conejo analizado es de 10,4‰ (Figura 98). Este valor entra dentro del rango observado en colágeno óseo de conejos y liebres procedentes

tanto de poblaciones modernas como arqueológicas, que se sitúa entre $4,9 \pm 2,4\text{‰}$ y $9,3 \pm 5,2\text{‰}$ y es por lo tanto compatible con una alimentación terrestre y herbívora (Somerville et al. 2017; Somerville et al. 2018).

Respecto a los valores $\delta^{34}\text{S}$, los ovicápridos de Vall d'Uixó presentan una media de $11,2 \pm 1,0\text{‰}$, con un valor mínimo de $9,8\text{‰}$ y un valor máximo de $12,6\text{‰}$ (Tabla 120). Los ovicápridos de Balaguer tienen un valor $\delta^{34}\text{S}$ de $11,9\text{‰}$ y $11,1\text{‰}$, mientras que el valor del conejo es inferior, de $8,8\text{‰}$. Por lo tanto, en ambos yacimientos encontramos variaciones intrapoblacionales que pueden llegar al 3‰ (Figura 99). Según el mapa de isoclimas de ^{34}S publicado por Bataille y colegas (2021), que también tiene en cuenta el efecto sea-spray, los valores esperados en la región en la que se encuentran Balaguer y Santa Coloma d'Àger se sitúan entre el 4‰ y el 6‰ , mientras que en Vall d'Uixó el rango de valores esperados está entre el 6‰ y el 8‰ . Los valores obtenidos en las muestras de fauna estudiadas quedan, sin embargo, ligeramente por encima. En el caso de los dos valores más bajos, un ovicáprido procedente de Vall d'Uixó ($\delta^{34}\text{S} = 9,77\text{‰}$) y el conejo analizado en Balaguer ($\delta^{34}\text{S} = 8,8\text{‰}$), el incremento observado puede entenderse dentro del incremento en ^{34}S debido al el cambio trófico, que para el azufre se propone entre el $0,5\text{‰}$ y el $2,4\text{‰}$ (Nehlich 2015).⁹² Por lo tanto, es plausible que estos dos individuos sean locales.

En el resto de los individuos, se barajan diversas opciones. En primer lugar, dado que McCutchan y colegas (2003) demuestran que $\Delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor-dieta}}$ se relaciona positivamente con $\Delta^{34}\text{S}_{\text{consumidor-dieta}}$ y varios estudios basados en especies vegetales modernas han mostrado que el uso de fertilizantes, incluyendo aquellos hechos a base de excrementos de animales, afecta los valores de $\delta^{34}\text{S}$ de los vegetales, los valores de $\delta^{34}\text{S}$ más elevados se pueden relacionar con el uso de fertilizantes comentado anteriormente (Trust y Fry 1992; Négrel y Pauwels 2004; Sanborn et al. 2011). Si se comparan los valores de $\delta^{34}\text{S}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en los individuos analizados se observa una correlación positiva en el aumento de $\delta^{34}\text{S}$ y $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 99b). No obstante, el coeficiente de correlación no es significativo, posiblemente porque el número de pares es bajo ($n=7$). Por lo tanto, se puede considerar que los valores elevados en $\delta^{34}\text{S}$ se pueden relacionar con el uso de fertilizante en las plantas consumidas por estos individuos, aunque la relación entre los valores de ^{15}N más elevados y la ingesta de plantas fertilizadas no es clara en los individuos analizados si se tiene en cuenta su falta de correlación con los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$.

⁹² Este rango se ha calculado en poblaciones modernas. En poblaciones arqueológicas también se propone un rango de $+0,8 \pm 2,5\text{‰}$ evaluar el cambio trófico entre los humanos y su dieta procedente de fauna terrestre (Neilich 2015).

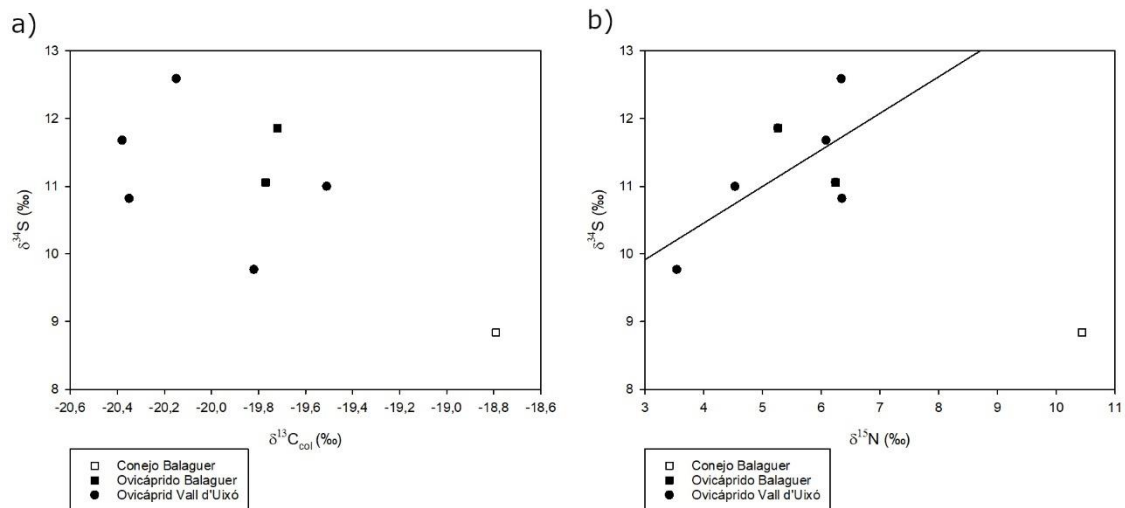


Figura 99. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras de fauna. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras de fauna (Shapiro-Wilk= 0,83; t de Student $p < 0,01$; Wilcoxon $p < 0,01$; Correlación de Spearman $r = 0,39$ $p = 0,29$; Correlación de Pearson $r = 0,64$ $p = 0,09$).⁹³

Nehlich (2015) también menciona diferentes factores de movilidad, climáticos y ambientales que pueden influenciar el análisis de $\delta^{34}S$ en el colágeno óseo de origen arqueológico. En este sentido, los valores de $\delta^{34}S$ obtenidos en la muestra estudiada también se pueden vincular a la movilidad de los individuos.

Dado que Vall d'Uixó se encuentra a unos 10km de la costa y valores de $\delta^{34}S$ superiores al 10‰ se interpretan como propios de individuos que habitaban una zona marina o muy próxima al mar, los valores de $\delta^{34}S$ observados pueden deberse a esta cercanía (Nriagu et al.1991; Nehlich et al. 2012). Esta interpretación coincide con los datos de carácter histórico que se tienen acerca de la movilidad del ganado vinculada a la alimentación y el comercio. Recientemente, F. Esquilache (2021) propone que el movimiento del ganado en el *balad Balansiya* se limitaba principalmente dentro de los términos de cada alquería, aunque es posible que existieran acuerdos entre diferentes aljamas que permitieran el pasto en las alquerías de aljamas vecinas y que hubiese trashumancia que conectara las zonas costeras, como Vall d'Uixó, con el interior (Esquilache 2021: 184). De hecho, en el acuerdo de rendición del año 1250 Jaime I confirma el derecho de la aljama de Uixó a llevar su ganado a pastar por sus términos y por los de aquellas aljamas vecinas con las que ya tenían acuerdos previos (Esquilache 2021: 169). Si se considera la movilidad vinculada al comercio, durante el periodo mudéjar, S. Lozano

⁹³ El test de Sappiro-Wilk indica que la distribución de los datos es normal ($p > 0,05$). Sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño. Por este motivo se presentan los resultados obtenidos en el test t de Student y la prueba de suma de rangos Wilcoxon y los valores r y p según las pruebas de correlación de Spearman y Pearson.

(2004), junto a M.A. Melón (2004), constatan el comercio de ganado entre el Reino de Aragón y el Reino de Valencia. No obstante, el mismo acuerdo de rendición establecido entre Jaime I y los representantes de la aljama de Vall d'Uixó establece que la aljama contaba con ganado ya desde época andalusí y que la cría se efectuaba en las alquerías (Esquilache 2021: 169). Por lo tanto, aunque no se puede descartar la adquisición de ganado mediante la intervención de rutas comerciales de larga distancia, parece más probable que la propia cría del ganado se efectuara dentro del territorio de la misma aljama. En consecuencia, los datos con los que se cuenta relativos a la movilidad del ganado en Vall d'Uixó sugirieron que, en el caso de los individuos analizados, su movilidad estaba posiblemente reducida al entorno de la alquería o a ecosistema similar cercano a la costa.

Balaguer, por otro lado, está a unos 140km de la costa, por lo que los valores obtenidos en los dos ovicápridos pueden relacionarse con su movilidad desde una zona costera o, como se ha comentado, al uso de fertilizantes. No se puede descartar, sin embargo, la intervención del efecto sea-spray, ya que su influencia en la zona no ha sido estudiada en detalle. Aunque no se tiene información directa, es probable que las estrategias de movilidad del ganado relacionadas con su alimentación fueran parecidas a las descritas en Vall d'Uixó, ya que este parece ser el modelo más extendido en al-Andalus (García García y Moreno García 2018; Esquilache 2021). Se dispone de pocos datos en relación a las rutas trashumantes existentes durante el periodo andalusí. J. Brufal (2013: 234-235; 277) propone que en el Llano de Lleida, conocido como *fahs Maskijān* o Llano de Mascançà durante el periodo andalusí, se articulaban rutas ganaderas para trasladar el ganado a escala local. Sales y Salazar (2013: 41) proponen que la conquista arabo-bereber del territorio que incluía Balaguer supuso una discontinuidad en las rutas de trashumancia que durante los siglos VI y VIII conectaban el área de Balaguer con los Pirineos de Lleida, que también quedan alejados de la costa. Se desconoce qué otras rutas pudieron tomarse y por el momento no existe una investigación desarrollada al respecto, aunque los mismos autores indican que durante el periodo feudal las rutas que unían Balaguer con los Pirineos de Lleida se retomaron.

Si se considera la movilidad de los dos ovicápridos vinculada al comercio, G. Turienzo (2004: 140-142) menciona las rutas comerciales establecidas entre al-Andalus y zonas costeras del norte de África para el comercio del oro, que, según este investigador, pudieron haber transportado no solamente objetos sino también ganado. Esto hace posible plantear que durante sus últimos años de vida los dos ovicápridos analizados se trasladaron mediante el comercio desde su lugar de origen a Balaguer. No obstante, tampoco se tiene información específica acerca del papel de Balaguer en las rutas

comerciales de ganado y los dos ovicápridos analizados no son representativos de toda la fauna del yacimiento. En todo caso, la comparación de los valores de $\delta^{34}\text{S}$ de la fauna abre un nuevo camino en la investigación de las rutas de comercio y al manejo de los animales que esperamos que en el futuro se complementen con nuevos análisis.

6.4. Resultados y discusión de los valores isotópicos de humanos

Balaguer

En Balaguer se han analizado los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno óseo humano de 13 individuos (Tabla 121). Se extrajo suficiente muestra de colágeno para realizar análisis de $\delta^{34}\text{S}$ en todos ellos.

Tabla 121. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Balaguer.

Identificador	Sexo	Edad (Años)
BG0021	Hombre	30-50
BG0025	Indeterminado	>18
BG0026	Mujer	30-50
BG0027	Indeterminado	15-18 ⁹⁴
BG0028	Hombre	18-30
BG0029	Mujer	30-50
BG0210	Hombre	18-30
BG0031	Indeterminado	>18
BG0428	Hombre	18-30
BG0431	Mujer	18-30
BG0489	Indeterminado	15-18 ⁹³
BG4101	Hombre	30-50
BG4107	Mujer	>18

De media, los individuos de Balaguer presentan un valor $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-18,8 \pm 0,2\text{‰}$, un valor $\delta^{15}\text{N}$ de $11,4 \pm 0,8\text{‰}$ y un valor $\delta^{34}\text{S}$ de $8,6 \pm 0,6\text{‰}$ (Tabla 122).

Tabla 122. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Balaguer.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	
\bar{X} y S.D. n=13		\bar{X} y S.D. n=13		\bar{X} y S.D. n=13	
$-18,8 \pm 0,2\text{‰}$		$11,4 \pm 0,8\text{‰}$		$8,6 \pm 0,6\text{‰}$	
Min	Max	Min	Max	Min	Max
-19,1	-18,5	10,2	12,8	7,7	9,6

⁹⁴ Estos dos individuos se han clasificado como adultos ya que se estima que su edad de muerte es más cercana a los 18 años.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ obtenidos en los individuos de Balaguer indican que probablemente tenían una dieta homogénea y, por lo general, terrestre basada en el consumo plantas C_3 o animales alimentados con dichas plantas (Figura 100). El patrón de consumo de proteína de origen vegetal, basado en plantas C_3 , es coherente con los valores obtenidos para la fauna de este yacimiento. La media muy ligeramente enriquecida en isótopos de ^{13}C (-18,8‰, que llega a valores máximos de -18,5‰) y la distribución homogénea de la muestra, en la que no se observan grupos claros con respecto al $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, sugieren pequeñas diferencias entre individuos en las aportaciones de plantas C_4 a la dieta.

Los datos de carácter histórico indican que la población andalusí tenía los cereales como base de su alimentación (de Castro 1993: 286; García Marsilla 1993: 77, 259; Rubiera 1994; García Sánchez 2011). La mayoría de publicaciones hacen referencia a su consumo en forma de pan (Martínez Enamorado 2009; García Sánchez 2011). El trigo (C_3) y la cebada (C_3 , *Hordeum vulgare* L.) se mencionan como los cereales preferidos para el consumo humano y más consumidos por las clases altas y la población urbana. Mientras los cereales secundarios, como los mijos (C_4) o los sorgos (C_4), eran consumidos de manera más habitual en las zonas rurales y por los habitantes de las ciudades cuando los precios del trigo y la cebada subían (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 240). Estas descripciones concuerdan con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ observados en el contexto urbano de Balaguer. Las posibles aportaciones menores de plantas C_4 que se identifican en algunos de los individuos de esta *madīna* pueden deberse al consumo de sorgos y mijos, que también aparecen mencionados de manera relativamente usual como cereales presentes en las mesas andalusíes (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 241). Aparte del consumo de cereales, la población andalusí también consumía leguminosas; eran especialmente populares las habas (C_3 , *Vicia faba* L.), las lentejas (C_3 , *Lens culinaris* Medik.), los guisantes (C_3 , *Pisum sativum* L.) y los garbanzos (C_3 , *Cicer arietinum* L.), aunque no a nivel de los cereales (García Sánchez 1988; García Sánchez 1996).

Los estudios arqueobotánicos coinciden con las fuentes textuales, ya que identifican una mayor representación de cereales en las muestras obtenidas de los yacimientos arqueológicos andalusíes con respecto a otros vegetales.⁹⁵ De estos, el trigo y la cebada son los más representados, mientras que el centeno (C_3 , *Secale cereale* (L.) M. Bieb.), la avena (C_3) y los mijos tienen una menor representación en el registro (Peña-Chocarro

⁹⁵ La mayor representación de los cereales respecto al resto de vegetales puede estar influenciada por un sesgo en la conservación ya que es mucho más fácil que los granos de cereales se conserven, mientras que los restos de las semillas de determinadas plantas u otros tipos de restos vegetales tienden a conservarse peor (Alonso et al. 2014).

y Pérez Jordà 2019; Peña-Chocarro et al. 2019). Respecto a las legumbres, estas también se identifican, aunque con menor frecuencia, y se constata la presencia de habas, lentejas, guisantes, garbanzos, y vicia (Peña-Chocarro y Pérez Jordà 2019; Peña-Chocarro et al. 2019). Se ha tenido en especial consideración el trabajo publicado por Alonso y colegas (2014) que investiga los macrorestos vegetales encontrados en silos y pozos negros del yacimiento de Pla d'Almatà (núcleo de *madīna* Balaghí). Este estudio 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 (C_3 , *Triticum dicoccum* L.), la avena y el mijo menor (*Setaria italica* L.) P. Beauv.) 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 (*Cucumis melo* L.) o pepino (*Cucumis sativus* L.), que, igual que la mayoría de las hortalizas y frutas que se pudieron haber cultivado en las huertas que rodeaban *madīna* Balaghí, son plantas C_3 (sobre las huertas ver Batet 2006: 207).

Los granos identificados en este estudio coinciden, por lo tanto, con la alimentación vegetal basada en plantas C_3 que los valores de $\delta^{13}C_{col}$ sugieren para los individuos estudiados. Se identifican, además, restos de plantas C_4 , el consumo de las cuales también puede aparecer reflejado en los valores isotópicos sin ser un elemento principal de la dieta. El estudio arqueobotánico realizado en restos procedentes de Lleida y Tortosa (Tarragona) confirma esta tendencia en el consumo de plantas C_3 en las *mudûn* de la Frontera Superior (Alonso et al. 2014). En estas tres *mudûn*, junto a la ciudad de Zaragoza y sus inmediaciones, se detecta también el cultivo de árboles frutales tales como higueras, ciruelos y nogales (Alonso et al. 2014; Alcolea et al. 2016).

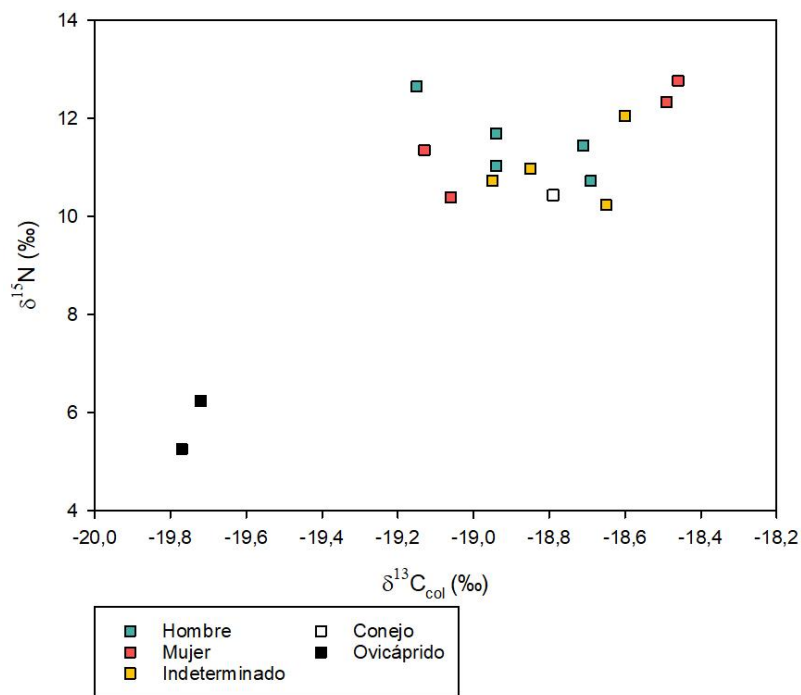


Figura 100. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento.

Los valores de $\delta^{13}C_{col}$ no indican que los individuos analizados consumieran pescado o recursos marinos, ya que son más compatibles con una señal fruto del consumo de recursos terrestres y no muestran una correlación positiva con el enriquecimiento en ^{15}N (Figura 100). No obstante, la variabilidad en $\delta^{15}N$ es ligeramente elevada y alcanza una horquilla de 2,6‰ (max-min). Entre los individuos con los valores $\delta^{15}N$ más altos hay dos mujeres que presentan los valores $\delta^{13}C_{col}$ más elevados de la muestra ($\delta^{13}C_{col}$ -18,5‰ y $\delta^{15}N$ 12,3‰ y 12,8‰), y un hombre con un valor $\delta^{13}C_{col}$ ligeramente más bajo ($\delta^{13}C_{col}$ -19,1‰ y $\delta^{15}N$ 12,6‰). Este enriquecimiento en ^{15}N en los tres individuos puede vincularse con un mayor aporte de proteína animal (carne, huevos o leche) o con la ingesta de pequeñas cantidades de pescado de agua dulce. En una publicación reciente, E. Guiry (2019) demuestra que el pescado de agua dulce puede presentar una gran variabilidad en sus valores de $\delta^{13}C_{col}$, sobre todo en los peces procedentes de ríos (entre -25‰ y -8‰), por lo que por lo general es difícil observar este enriquecimiento en ^{13}C , pero resulta más fácil en ^{15}N al tratarse de alimentos con gran cantidad de proteína animal. Además, la ictiofauna moderna del río Segre presenta algunas especies, como la anguila o la trucha, cuyos valores de $\delta^{13}C_{col}$ en hueso no son especialmente altos (Baraut 2009; Guiry 2019). No obstante, se desconoce en detalle la variabilidad isotópica de la fauna de los ríos cercanos a Balaguer, tales como el Segre.

Hasta el momento no se han encontrado restos de ictiofauna o malacofauna en Pla d'Almatà. En su estudio de los restos de fauna encontrados en los silos y pozos negros

de Pla d'Almatà, M. García García (2022) identifica un claro predominio de los ovicápridos, seguidos de conejos, gallinas y ciervos, que están bien representados. Se encuentran en menor medida restos de bóvidos y se destaca la ausencia de suidos. Dado que los ovicápridos 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-Andalus (García Sánchez 2011).

En la muestra el valor medio de $\delta^{15}\text{N}$ es de $11,4\pm 0,8\text{‰}$, lo que indica una homogeneidad intrapoblacional. Respecto al valor obtenido en el conejo, el enriquecimiento es del 1‰ , pero respecto a los dos ovicápridos los valores difieren en un $5,2\text{‰}$ y un $6,1\text{‰}$. El salto trófico entre la fauna local terrestre y los humanos se suele considerar entre el 3‰ y el 5‰ , aunque O'Connell y colegas (2012) indican que puede llegar hasta el 6‰ (DeNiro y Epstein 1981; Ambrose 2000; Jenkins et al. 2001; Bocherens y Drucker 2003; McCutchan et al. 2003; Robbins et al. 2005; Hedges y Reynard 2007; O'Connell et al. 2012). Este ligero enriquecimiento de los humanos de Balaguer con respecto a los dos ovicápridos puede deberse principalmente a dos factores, sin descartar el posible consumo de ictiofauna planteada en los individuos mencionados anteriormente.

La primera opción es una dieta con un consumo medio-alto de proteína animal (carne, huevos y lácteos), ya que una mayor ingesta de proteína animal puede conllevar un mayor enriquecimiento en ^{15}N (Pearson et al. 2003, Sponheimer et al. 2003a, Sponheimer et al. 2003b). En este sentido, M. García García (2022) plantea que los restos de gallinácea identificados en Pla d'Almatà pueden indicar la explotación de gallinas para la producción de huevos y que el consumo de conejo puede reflejar el aprovechamiento intenso de carne posiblemente salvaje adquirida mediante canales comerciales locales orientados al abastecimiento de la *madīna*.

Como segunda opción, puesto que el tamaño de la muestra de la fauna analizada es pequeño, es posible que los individuos humanos de Balaguer consumieran otros animales no representados en la muestra que, igual que el conejo, contaran con valores $\delta^{15}\text{N}$ ligeramente más elevados que los observados en el ovicáprido. Como tercera opción se plantea un enriquecimiento en ^{15}N causado por el uso de fertilizantes. No obstante, la presencia en la cadena trófica de plantas fertilizadas no se identifica de manera clara en la fauna por lo que parece una explicación menos probable. Dado que la homogeneidad de los datos de $\delta^{15}\text{N}$ apunta más a un efecto poblacional homogéneo, es también poco probable que el enriquecimiento en ^{15}N , que además es muy ligero, se deba a episodios prolongados de estrés fisiológico debido a un consumo insuficiente de proteína o a un periodo de escasez de agua prolongado (Ambrose y DeNiro 1986; Hobson et al. 1993; Schwarcz et al. 1999; Ambrose 2002; McCutchan et al. 2003:384).

El valor medio de $\delta^{34}\text{S}$ observado en los individuos de Balaguer es de $8,6\pm 0,6\text{‰}$ y se detecta cierta variabilidad, con un valor máximo de $9,6\text{‰}$ y un valor mínimo de $7,7\text{‰}$. Los ovicápridos analizados presentan valores de $\delta^{34}\text{S}$ que son un $3,3\text{‰}$ y $2,5\text{‰}$ más elevados que la media observada en los humanos. Mientras, el valor del conejo se localiza dentro de la nube de puntos de los valores humanos, con una mayoría de datos de humanos más bajos que este (Figura 101). Según Nehlich (2015) el enriquecimiento en azufre debido al cambio trófico suele situarse entre el $0,5\text{‰}$ y el $2,4\text{‰}$.⁹⁶ Este rango es compatible con la diferencia observada entre el conejo y la mayoría de humanos mientras que la posible no localidad o trashumancia de dos ovicápridos (o la ingesta de plantas fertilizadas) puede explicar sus valores más elevados respecto a los humanos. En el caso de los humanos, no se detecta una correlación entre los valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ indicativa del consumo de plantas fertilizadas, de modo que parece menos probable que esta se diera en la fauna analizada (Figura 101).

Por otro lado, teniendo en cuenta tanto este enriquecimiento trófico como el mapa de isoclimas de ^{34}S publicado por Bataille y colegas (2021), que sitúa los valores esperados en la región en la que se encuentra Balaguer entre el 4‰ y el 6‰ , no se detectan valores de $\delta^{34}\text{S}$ claramente atípicos en los individuos humanos que indiquen una no localidad (Figura 101). Es decir que, según los valores de $\delta^{34}\text{S}$, los humanos de Balaguer vivieron sus últimos años de vida en Balaguer o en un área con una distancia similar al mar.

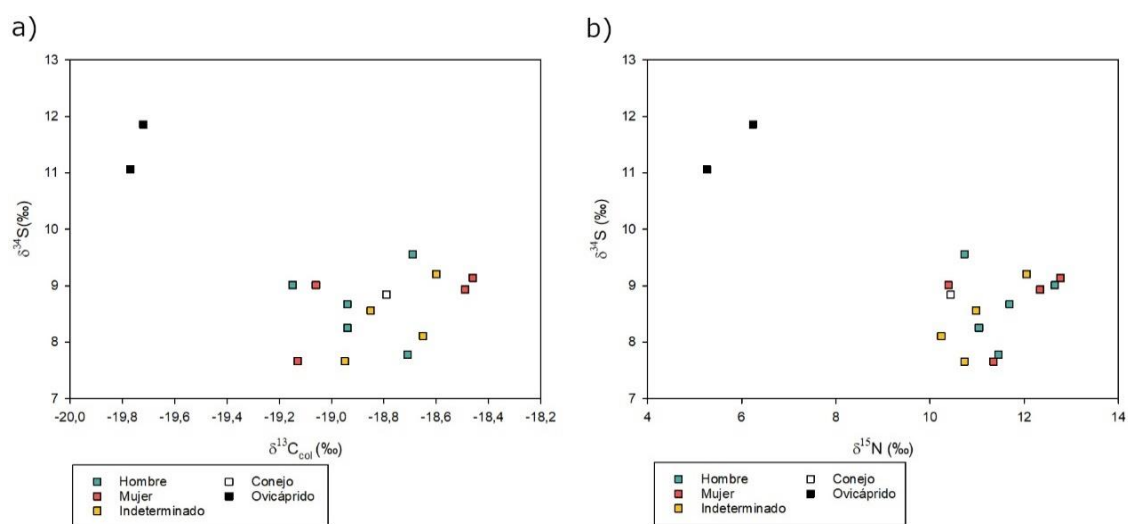


Figura 101. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de Balaguer y comparación con la fauna del yacimiento.

⁹⁶ Este rango se ha calculado en poblaciones modernas. En poblaciones arqueológicas también se propone un rango de $+0,8\pm 2,5\text{‰}$ evaluar el cambio trófico entre los humanos y su dieta procedente de fauna terrestre (Neilich 2015).

Los individuos de sexo femenino y los individuos de sexo masculino presentan valores medios muy parecidos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$, con diferencias inferiores al 0,2‰ en sus medias (Tabla 123). Del mismo modo, la comparación estadística de ambas muestras indica que las diferencias no son significativas. Nótese que esta metodología no refleja la cantidad, sino el tipo de alimentos y su proporción en la dieta.

Aunque se cuenta con dos individuos que se encuentran dentro del rango de edad de entre 15 y 18 años, no se realiza una comparación de la dieta y movilidad entre individuos adultos y no adultos, ya que estos dos han sido considerados como adultos, dado que se valora que su edad es más cercana a los 18 años. En el caso de Santa Coloma d'Àger se ha procedido del mismo modo.

Tabla 123. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Balaguer.

Hombres						Mujeres					
$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	
\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.	
-18,9±0,2		11,5±0,7		8,7±0,7		-18,8±0,4		11,7±1,1		8,7±0,7	
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
-19,1	-18,7	10,7	12,6	7,8	9,6	-19,1	-18,5	10,4	12,8	7,7	9,1
Test		$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)					
Saphiro-Wilk ⁹⁷		0,25		0,84		0,44					
t de Student		0,64		0,75		0,95					
Wilcoxon		0,73		0,90		0,90					

Santa Coloma d'Àger

En Santa Coloma d'Àger se han analizado los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno óseo humano de 18 individuos (Tabla 124). Se extrajo suficiente muestra de colágeno para realizar análisis de $\delta^{34}\text{S}$ en 16 de estos (Tabla 124).

⁹⁷ El test de Sappiro-Wilk indica que la distribución de los datos es normal ($p>0,05$), sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño. Por este motivo se presentan los resultados obtenidos en el test t de Student y la prueba de suma de rangos Wilcoxon.

Tabla 124. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Santa Coloma d'Àger analizados. ^a Estos individuos, menores de 5 años, se han excluido de los cálculos con tal de evitar representar la señal de amamantamiento o destete.

Identificador	Sexo	Edad (Años)
SC0031	Mujer	30-50
SC0032	Hombre	30-50
SC0112	Hombre	18-30
SC0128	Hombre	50+
SC0157	Hombre	18-30
SC0012 ^a	Indeterminado	1-5
SC0014	Mujer	50+
SC0021	Hombre	30-50
SC0033 ^a	Indeterminado	1-5
SC0119	Hombre	30-50
SC0120	Hombre	18-30
SC0123	Mujer	50+
SC0139	Mujer	30-50
SC0146	Mujer	30-50
SC0160	Hombre	30-50
SC0163	Indeterminado	15-18 ⁹⁸
SC0172	Mujer	50+
SC0180	Mujer	30-50

De media, los individuos de Santa Coloma d'Àger presentan un valor medio $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-18,9 \pm 0,3\text{‰}$, un valor medio $\delta^{15}\text{N}$ de $9,1 \pm 0,5\text{‰}$ y un valor medio $\delta^{34}\text{S}$ de $6,8 \pm 0,7\text{‰}$ (Tabla 125).

Tabla 125. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Santa Coloma d'Àger. En los valores medios, máximo y mínimo no se han incluido los individuos menores de 5 años para evitar incluir señales isotópicas procedentes del destete y el amamantamiento.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	
\bar{X} y S.D. n= 16		\bar{X} y S.D. n= 16		\bar{X} y S.D. n= 16	
$-18,9 \pm 0,3$		$9,1 \pm 0,5$		$6,8 \pm 0,7$	
Min	Max	Min	Max	Min	Max
-19,7	-18,5	8,3	10,0	5,8	8,4

⁹⁸ Este individuo se ha clasificado como adulto ya que se estima que su edad de muerte es más cercana a los 18 años.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ indican que su dieta era terrestre y se basaba en las plantas C_3 con posibles aportaciones menores de plantas C_4 directas o a través de consumo de animales alimentados con ellas. Destaca un individuo de sexo indeterminado que presenta un valor de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ que puede sugerir una alimentación exclusiva de plantas C_3 (Figura 102).

Como se ha comentado, los estudios arqueobotánicos realizados en los restos vegetales de Balaguer y Lleida identifican principalmente cereales y otras plantas del tipo C_3 (Alonso et al. 2014). De un modo similar, los estudios arqueobotánicos llevados a cabo en poblaciones cristianas relativamente próximas a Santa Coloma d'Àger identifican una mayor abundancia de cereales en el registro, concretamente de cebada (C_3 , *Hordeum vulgare* L.) y trigo (C_3) seguidos del mijo común (C_4 , *Panicum miliaceum* L.) y el mijo menor (C_4 , *Setaria italica* (L.) P. Beauv.) (Ros et al. 2020). Se identifican, además, habas (C_3 , *Vicia faba* L.), lentejas (C_3 , *Lens culinaris* Medik.) y guisantes (C_3 , *Pisum sativum* L.) como representación de las leguminosas. De manera más general, en el registro arqueobotánico de las poblaciones cristianas medievales de la Península Ibérica se identifican restos de cebada y trigo con más frecuencia, y parece que el mijo menor se consume con más abundancia en el noreste y noroeste de la península (Peña-Chocarro et al. 2019). Por lo tanto, tanto los restos arqueobotánicos de las poblaciones más cercanas a Santa Coloma d'Àger como los de las poblaciones medievales cristianas, principalmente del norte peninsular, sugieren un mayor consumo de las plantas del tipo C_3 mientras que las plantas del tipo C_4 son secundarias. Esta tendencia coincide con la dieta sugerida por los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ observados en los individuos de Santa Coloma d'Àger. A nivel documental, también se tiene constancia del cultivo de trigo por parte de las poblaciones mozárabes del sur peninsular, y ya se ha visto que su consumo también era usual en el conjunto de al-Andalus (Gil 2010: 13).

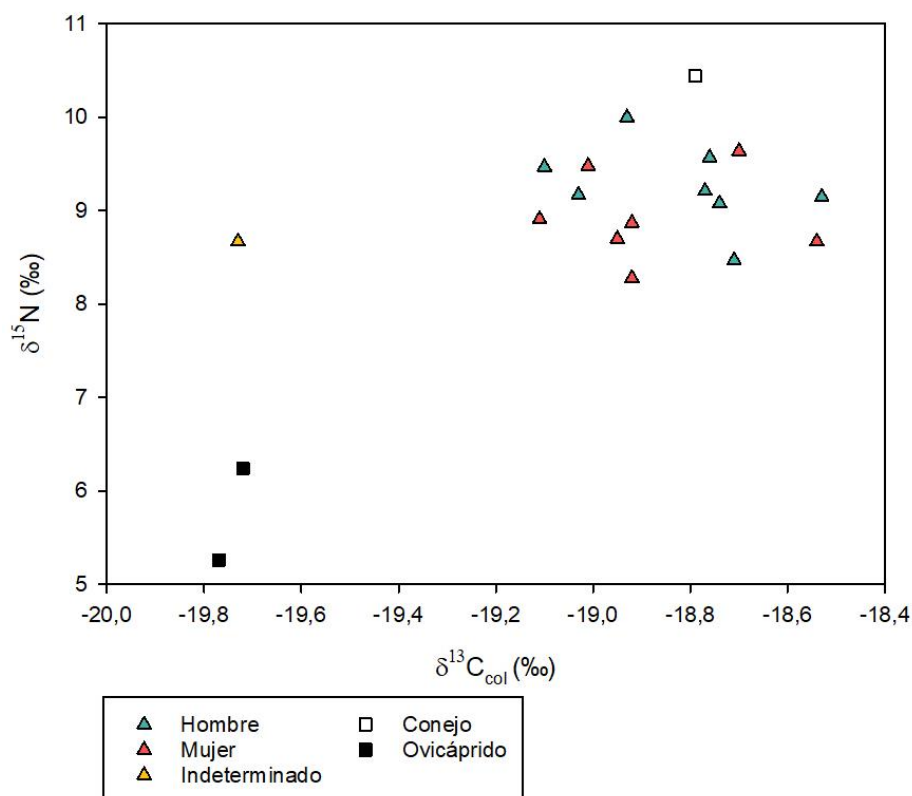


Figura 102. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer.

Dado que no se han podido identificar restos de la fauna consumida por los individuos inhumados en Santa Coloma d'Àger, los datos isotópicos obtenidos de los humanos de este yacimiento se comparan con los de los animales analizados en Balaguer. Mediante esta comparación se interpreta que la dieta de los individuos de Santa Coloma d'Àger contaba con un aporte bajo-medio de proteína animal, ya que en algunos casos el enriquecimiento de los humanos respecto a los animales no llega al 3‰ y ninguno supera el 5‰ (DeNiro y Epstein 1981; Ambrose 2000; Jenkins et al. 2001; Bocherens y Drucker 2003; McCutchan et al. 2003; Robbins et al. 2005; Hedges y Reynard 2007; O'Connell et al. 2012). El hecho que la media de humanos tenga un decrecimiento del -1,3‰ con respecto al valor del conejo apoya la idea de un bajo aporte de proteína animal en la dieta de los primeros, aunque se ha visto que los valores de los conejos suelen mostrar una gran variación (Somerville et al. 2017; Somerville et al. 2018).

La señal de $\delta^{13}C_{col}$, que indica claramente un consumo terrestre, junto los valores de $\delta^{15}N$ en los humanos analizados que se acaban de discutir, no permiten identificar el consumo de recursos acuáticos en los individuos analizados. Algunos estudios isotópicos en comunidades medievales cristianas peninsulares detectan el consumo de recursos acuáticos como parte del aporte proteico a la dieta de los individuos, y lo

vinculan a las restricciones dietéticas del consumo de carne en determinadas fechas relevantes para el cristianismo (Mundee 2009; Quirós 2013; MacKinnon et al. 2019). El consumo de pescado marino no se identifica, sin embargo, en otras poblaciones medievales cristianas peninsulares por medios isotópicos (Quirós 2013; Jordana et al. 2019). Además, su consumo durante estos periodos de restricciones podía ser substituido por el consumo de legumbres, huevos y leche (Morros Mestre 2012). Aunque el consumo de leguminosas puede derivar en valores $\delta^{15}\text{N}$ inferiores a aquellos individuos que no las consumen, el consumo de huevos y leche resultaría en valores similares a los obtenidos debido al consumo de animales terrestres (Virginia y Delwiche 1982; Lösch et al. 2006; Craig et al. 2009; Huelsemann et al. 2013). Respecto al consumo cárnico, el registro arqueofaunístico de las comunidades cristianas del norte peninsular refleja una mayor frecuencia de aparición de ovicápridos y bóvidos (Grau 2009; Quirós 2013). No se dispone, sin embargo, de datos referentes al Valle de Àger.

El valor medio de $\delta^{34}\text{S}$ observado en el colágeno óseo de los individuos estudiados es de $6,8 \pm 0,9\text{‰}$. Según Nehlich (2015) el enriquecimiento en azufre debido al cambio trófico suele situarse entre el $0,5\text{‰}$ y el $2,4\text{‰}$.⁹⁹ Respecto a la fauna procedente de Balaguer, los individuos analizados de Santa Coloma d'Àger presentan una reducción de su valor de $\delta^{34}\text{S}$. Esta reducción es mayor respecto a los ovicápridos que respecto al conejo (Figura 103). Dado que es posible que los ovicápridos procedentes de Balaguer sean individuos no locales y no se cuenta con fauna del propio yacimiento en el que habitaban los individuos de Santa Coloma d'Àger, es difícil relacionar los datos procedentes de la fauna con los datos extraídos de los humanos.

Los valores que los individuos humanos muestran entran dentro de los rangos propuestos por el mapa de isoclimas de ^{34}S publicado por Bataille y colegas (2021), que asigna unos valores de $\delta^{34}\text{S}$ de entre 4‰ y 6‰ a la región en la que se encuentra Santa Coloma d'Àger, teniendo también en cuenta el enriquecimiento debido al cambio trófico. Por lo tanto, y, dado que no se identifican valores atípicos en los individuos analizados, no se encuentran indicios claros de no-localidad.

⁹⁹ Este rango se ha calculado en poblaciones modernas. En poblaciones arqueológicas también se propone un rango de $+0,8 \pm 2,5\text{‰}$ evaluar el cambio trófico entre los humanos y su dieta procedente de fauna terrestre (Neilich 2015).

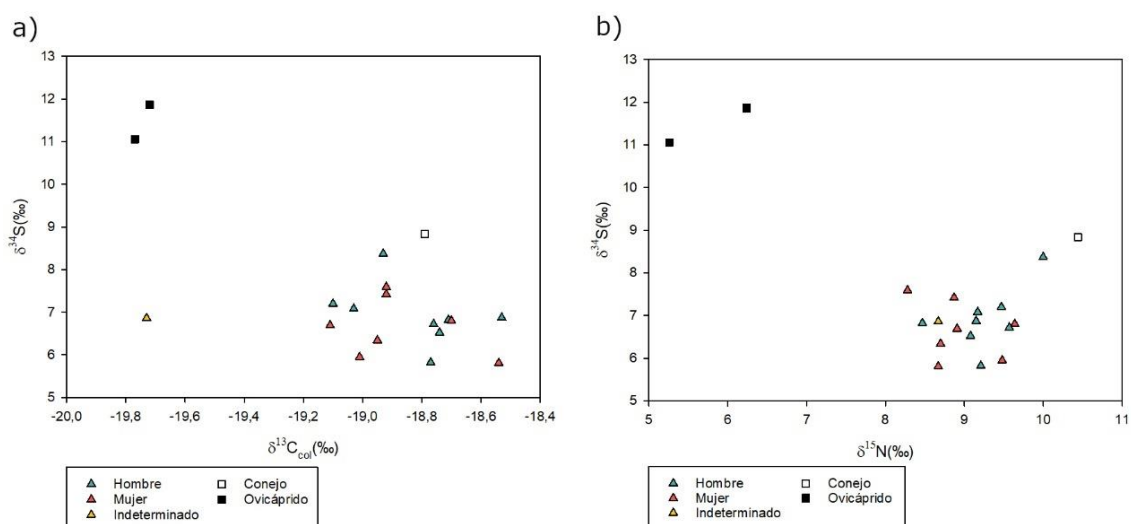


Figura 103. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras Santa Coloma d'Àger y comparación con la fauna de Balaguer.

Las muestras masculina y femenina presentan valores muy parecidos de $\delta^{13}C_{col}$, $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$ y no se identifican diferencias significativas entre las dos (Tabla 126). Por lo tanto, se puede inferir un acceso similar al mismo tipo de recursos cárnicos y derivados en ambos sexos, un tipo de consumo vegetal parecido y se mantiene la interpretación de localidad en todos los individuos estudiados. Nótese que esta metodología no refleja la cantidad, sino el tipo de alimentos y su proporción en la dieta.

Tabla 126. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Santa Coloma d'Àger.

Hombres						Mujeres					
$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)		$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)	
\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.	
-18,8±0,2		9,3±0,4		6,9±0,7		-18,9±0,2		8,9±0,5		6,7±0,7	
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
-19,1	-18,5	8,5	10,0	5,8	8,4	-19,1	-18,5	8,3	9,6	5,8	7,6
Test		$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)					
Saphiro-Wilk ¹⁰⁰		0,85		0,45		0,87					
t de Student		0,57		0,19		0,47					
Wilcoxon		0,69		0,23		0,46					

La población adulta presenta un valor medio de $\delta^{13}C_{col}$ de $-18,9\pm 0,3\text{‰}$, un valor medio $\delta^{15}N$ de $9,1\pm 0,5\text{‰}$ y un valor medio $\delta^{34}S$ de $6,8\pm 0,7\text{‰}$. La población no adulta, por su

¹⁰⁰ El test de Sappiro-Wilk indica que la distribución de los datos es normal ($p > 0,05$), sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño. Por este motivo se presentan los resultados obtenidos en el test t de Student y la prueba de suma de rangos Wilcoxon.

parte, está representada por dos individuos que presentan valores similares en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ pero ligeramente más bajos en $\delta^{15}\text{N}$ (Tabla 127). Dado que solamente se cuenta con dos individuos no adultos, no ha sido posible comprobar de manera estadística si esta diferencia en los valores de ^{15}N es significativa. Sin embargo, no se puede descartar que se deba al tamaño reducido de la muestra, sobre todo en los individuos no adultos.

Tabla 127. Resumen de los valores isotópicos de dos individuos no adultos analizados en Santa Coloma d'Àger.

Identificador	$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)	Edad (años)
SC 012	-19,48	7,92	6,3	2-3
SC 033	-19,07	8,43	6,3	4-5

Teniendo en cuenta las edades estimadas de los individuos no adultos, podría identificarse aun una señal de lactancia que resultaría en valores de $\delta^{15}\text{N}$ más elevados respecto a la muestra adulta, especialmente en el individuo que tiene una edad de muerte estimada entre 2 y 3 años.¹⁰¹ Richards y colegas (2002) identifican, igual que ocurre en la muestra estudiada, valores de $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno procedente de hueso costal, en este caso de individuos que ya habían sido destetados, que son bajos respecto a los observados en los individuos adultos de un mismo yacimiento. Sugieren que esto se puede deber a un desequilibrio fisiológico de nitrógeno durante este período de rápido crecimiento o, con más probabilidad, a una dieta infantil isotópicamente diferente de la dieta adulta, posiblemente compuesta por una mayor proporción de alimentos vegetales empleados como substitutivos durante el destete. Estudios posteriores confirman esta tendencia (Fuller et al. 2006; Jay 2009). En todo caso, los valores similares de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ indican una alimentación similar a la de los adultos basada en la ingesta de plantas C_3 , y los valores de $\delta^{34}\text{S}$ no pueden interpretarse como atípicos (Figura 104).

¹⁰¹ Un Trabajo de Fin de Máster codirigido por Júlia Olivé Busom y realizado por Huhongyan Tian (2022: 58) sitúa el final del destete en siete individuos de Santa Coloma d'Àger, entre los cuales no hay ninguno de los dos analizados, en una edad de $2,82 \pm 0,42$ años.

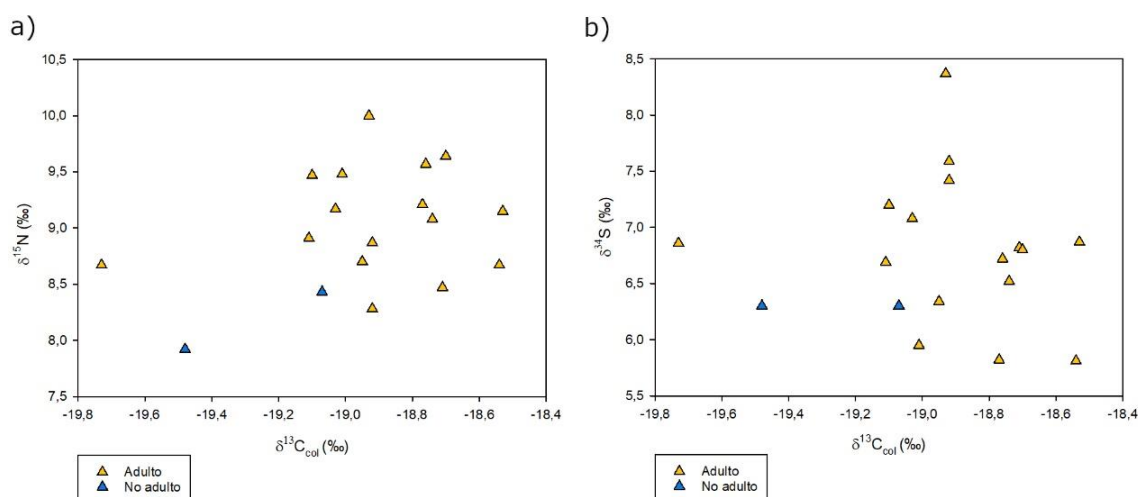


Figura 104. a) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Santa Coloma d'Àger. b) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Santa Coloma d'Àger.

Vall d'Uixó

En Vall d'Uixó se han analizado los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en colágeno óseo humano de 27 individuos (Tabla 128). Se extrajo suficiente muestra de colágeno para realizar análisis de $\delta^{34}\text{S}$ en 25 de estos (Tabla 128).

Tabla 128. Identificador de muestra e información biológica (sexo y edad) de los individuos de Vall d'Uixó analizados. *No se han podido realizar análisis de $\delta^{34}\text{S}$. ^a Estos individuos, menores de 5 años, se han excluido de los cálculos con tal de evitar representar la señal de amamantamiento o destete.

Identificador	Sexo	Edad (Años)
VU014*	Indeterminado	18-30
VU015*	Mujer	18-30
VU031	Mujer	>18
VU032 ^a	Indeterminado	1-5
VU041	Indeterminado	10-15
VU044	Hombre	30-50
VU046	Mujer	30-50
Identificador	Sexo	Edad (Años)
VU047	Hombre	30-50
VU048	Indeterminado	15-18
VU053	Indeterminado	>18
VU211	Hombre	18-30
VU212	Indeterminado	10-15
VU214	Mujer	Adulta
VU215 ^a	Indeterminado	1-5
VU217	Hombre	50+
VU221	Hombre	18-30
VU224	Mujer	>18

Identificador	Sexo	Edad (Años)
VU236	Mujer	18-30
VU 416	Indeterminado	10-15
VU41B	Hombre	>18
VU417	Indeterminado	18-30
VU418	Hombre	18-30
VU421	Indeterminado	30-50
VU425	Mujer	18-30
VU426	Indeterminado	10-15
VU428	Hombre	30-50
VU432	Hombre	30-50

De media, los individuos de Vall d'Uixó presentan un valor medio de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de $-15,1 \pm 1,0\text{‰}$, un valor medio de $\delta^{15}\text{N}$ de $11,7 \pm 0,6\text{‰}$, y un valor medio de $\delta^{34}\text{S}$ de $11,5 \pm 0,7\text{‰}$ (Tabla 129).

Tabla 129. Resumen de los valores isotópicos obtenidos en el colágeno óseo de las muestras humanas procedentes de Vall d'Uixó. En los valores medios, máximo y mínimo no se han incluido los individuos menores de 5 años para evitar incluir señales isotópicas procedentes del destete y el amamantamiento.

$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	
\bar{X} y S.D. n=27		\bar{X} y S.D. n=27		\bar{X} y S.D. n=25	
$-15,2 \pm 1,0$		$11,7 \pm 0,6$		$11,5 \pm 0,7$	
Min	Max	Min	Max	Min	Max
-17,9	-13,9	10,2	12,7	10,2	13,1

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos muestran una mayor variabilidad en el primero con respecto del segundo, lo que permite hacer ciertas inferencias respecto a la dieta de los individuos analizados. Respecto al tipo de dieta que los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ indican, el enriquecimiento en ^{13}C que muestran los humanos respecto a la fauna local sugiere una dieta terrestre basada en una combinación de plantas C_3 y C_4 , con un aporte elevado de las segundas. Dos de los individuos, ambos de sexo masculino, presentan valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ que se pueden cualificar como atípicos, $-17,9\text{‰}$ y $-17,6\text{‰}$, ya que son notablemente inferiores a la media de la población. Tales valores son compatibles con una dieta con mayores aportaciones de plantas C_3 . No se identifican valores atípicos de $\delta^{15}\text{N}$ en estos dos individuos (Figura 105). Los humanos de Vall d'Uixó consumían, pues, plantas C_3 y C_4 , mientras que la fauna analizada consumía casi exclusivamente plantas C_3 .

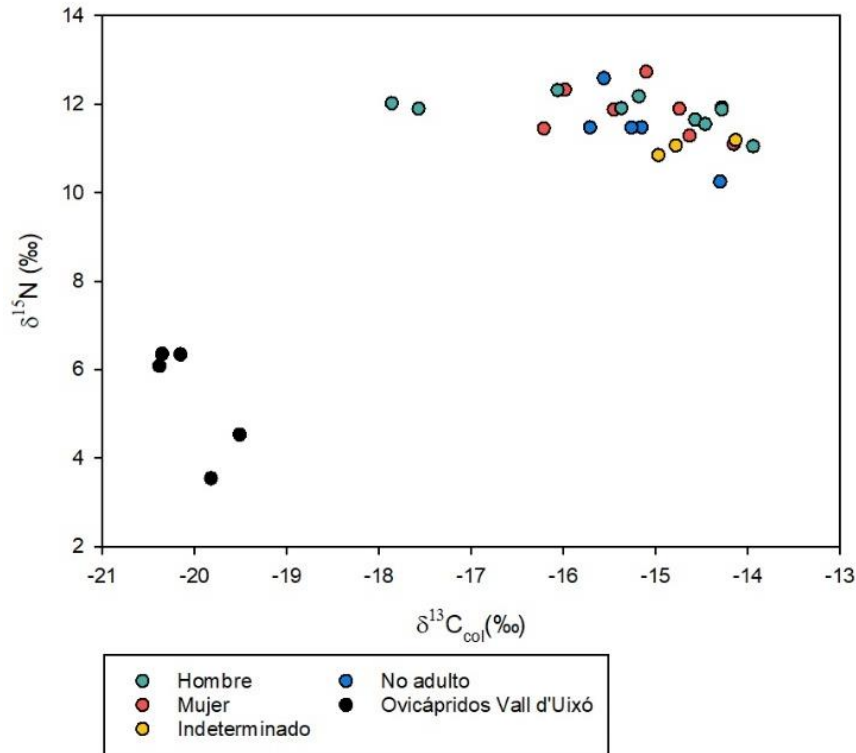


Figura 105. Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ obtenidos en las muestras de Vall d'Uixó y comparación con la fauna del yacimiento.

La mayoría de las publicaciones relativas al estudio de la alimentación de la población andalusí mediante las fuentes textuales tienden a presentar los granos de cereales como el alimento básico para la subsistencia de la población (Rubiera 1994; García Sánchez 2011). Según las mismas, el trigo (C_3) y la cebada (C_3 , *Hordeum vulgare* L.) eran los cereales preferibles y más consumidos, mientras que los cereales considerados secundarios, tales como los sorgos (C_4), el centeno (C_3 , *Secale cereale* (L.) M. Bieb.) y los mijos (C_4), eran consumidos de manera habitual en las zonas rurales (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 240). Aun así, estos también aparecen mencionados de manera relativamente usual como cereales presentes en las mesas andalusíes y panificables, aunque eran menos preferibles. Ibn al-Jaṭīb menciona los sorgos como cereales secundarios que, según él, eran consumidos por los habitantes de las zonas rurales, los pobres o durante el invierno (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 241). De manera más general, varios autores vinculan el consumo de centeno, mijos o sorgos, tanto en variedades roja como blanca, a individuos de bajo poder socioeconómico y coinciden en categorizar el trigo como el cereal preferible para el consumo humano (de Castro 1993: 286; García Marsilla 1993: 77, 259; García Sánchez 2011). La documentación feudal sobre Vall d'Uixó también alude a la existencia de

cultivos de trigo y cebada, y a la existencia de huertas en las que mayoritariamente pudieron conrear plantas C₃ (Guichard 2001b:307, 638).

Los estudios arqueobotánicos, basados en poblaciones islámicas del periodo andalusí coinciden con las publicaciones mencionadas, ya que identifican un mayor porcentaje de cereales en las muestras. De estos, el trigo y la cebada son los más representados, mientras que el centeno, la avena y los mijos tienen una menor presencia en el registro (Peña-Chocarro y Pérez Jordà 2019; Peña-Chocarro et al. 2019). Las legumbres también aparecen, aunque con menor frecuencia, y se constata la presencia de habas (C₃, *Vicia faba* L.), lentejas (C₃, *Lens culinaris* Medik.), guisantes (C₃, *Pisum sativum* L.) y garbanzos (C₃, *Cicer arietinum* L.) (Peña-Chocarro y Pérez Jordà 2019; Peña-Chocarro et al. 2019). En estos estudios los contextos urbanos están más representados que los rurales, lo que puede suponer un sesgo en la información. No obstante, el estudio de los restos carpológicos de una comunidad andalusí rural situada en Tirieza (Fontanales, Murcia; siglos XIII-XV) presenta datos similares, ya que en el registro se identifican la cebada, junto a las leguminosas y frutas como la uva (*Vitis vinifera* L.) y los higos (*Ficus carica* L.).¹⁰² Los investigadores relacionan la presencia de cebada en este yacimiento con la mayor resistencia de este cereal a las temperaturas altas y la aridez, e indican que posiblemente las especies identificadas pueden reflejar la existencia de pequeñas explotaciones agrícolas intensivas irrigadas en un contexto de secano (Eiroa 2010).

La sociedad cristiana de época mudéjar consideraba las plantas de tipo C₄ como no deseables para la alimentación humana (Glick 1982: 82; Sarasa 1995: 195). Los estudios documentales centrados en la población mudéjar de la península consideran que esta seguía los mismos hábitos de alimentación que la población cristiana, aunque J. R. Hinojosa (2004: 342) indica que la población mudéjar del Reino de Valencia pudo haber conservado su cultura culinaria andalusí en mayor medida (Roy Marín 1999; Hinojosa 2004). Esta, a su vez, pudo estar más influenciada por la tradición culinaria bereber, que incluye el uso de plantas de este tipo, dado que en esta zona había una presencia abundante de poblaciones bereberes (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al. 1988; Roy Marín 1999; Hinojosa 2004; Torró 2012; Guichard 2016). En su estudio documental, P. Viciano (2012: 169) concluye que los musulmanes del Reino de Valencia cultivaban plantas del tipo C₄, *panís* (*Setaria italica*) y *dacsa* (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de manera preferente mientras que el trigo se cultivaba en proporciones

¹⁰² En su publicación, J.A. Eiroa hace referencia al estudio arqueobotánico que L. Peña-Chocarro (2009) realizó de las muestras. Dicho estudio está contenido en el informe inédito "Informe inédito de los restos vegetales del castillo de Tirieza", al que no se ha tenido acceso.

variables.¹⁰³ Con todo, el mayor consumo de plantas C₄ detectado en los individuos de Vall d'Uixó coincide con los conocimientos históricos que se tienen acerca de las poblaciones rurales andaluzas y también con la información de carácter histórico disponible acerca de las poblaciones mudéjares del Reino de Valencia.

Teniendo todos los datos expuestos en cuenta, es posible concluir que los individuos de Vall d'Uixó consumían en abundancia plantas del tipo C₄, aunque con cierta heterogeneidad.¹⁰⁴ Esto se puede deber al mantenimiento de una tradición culinaria heredada del periodo andalusí, vinculada a la presencia de poblamiento bereber en la zona, hecho que es plausible, ya que las alquerías de Uixó conservaron su población andalusí (Guichard 2001b: 345-359, 655; Viciano 2012:56-57). Del mismo modo, este mayor consumo de plantas C₄ se puede vincular a un posible estatus inferior de esta comunidad mudéjar relacionado con la mayor depredación fiscal que esta población posiblemente sufrió a partir del siglo XIV (Guichard 2001b: 638). La comparación de los resultados obtenidos en esta población con los publicados en otras poblaciones de contexto similar, que se presenta en el siguiente capítulo, permite una visión conjunta de esta interpretación en el contexto regional y cronológico de Vall d'Uixó. Por otro lado, los valores más bajos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ identificados en los dos individuos de sexo masculino mencionados pueden deberse a mayor acceso a plantas C₃ o a un origen no-local/urbano, un hecho sobre el que el estudio de sus valores $\delta^{34}\text{S}$ puede ayudar.

El valor medio de $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos humanos presenta un enriquecimiento respecto al de los ovicápridos del 6,15‰. El salto trófico entre la fauna local y los humanos se suele considerar entre el 3‰ y el 5‰, un valor ligeramente inferior al observado en los individuos estudiados, aunque O'Connell y colegas (2012) sugieren que puede llegar hasta el 6‰ (DeNiro y Epstein 1981; Ambrose 2000; Jenkins et al. 2001; Bocherens y Drucker 2003; McCutchan et al. 2003; Robbins et al. 2005; Hedges y Reynard 2007; O'Connell et al. 2012). Por lo tanto, el enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ observado puede entenderse dentro del salto trófico entre humanos y animales e indicar un consumo medio-alto de proteína animal (Pearson et al. 2003, Sponheimer et al. 2003a, Sponheimer et al. 2003b).

¹⁰³ De hecho, como se verá en el siguiente capítulo, se detectan tendencias regionales en el consumo de plantas C₄, así como variaciones de carácter cronológico.

¹⁰⁴ Aunque este aspecto no se desarrolla en la presente tesis doctoral, en un futuro también se deberá considerar el papel que el consumo de la caña de azúcar (C₄) pudo tener en los resultados obtenidos. Presentemente, no se ha considerado de manera específica en esta población debido a su baja proporción de proteína, que haría que su influencia en la señal isotópica del colágeno sea baja. No obstante, su consumo se ha sugerido en la población de Écija (Inskip et al. 2019).

Además, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones. En primer lugar, es posible que el valor obtenido en los ovicápridos no sea representativo del conjunto de la fauna de la que la población de Vall d'Uixó se alimentaba, y que, por lo tanto, los individuos humanos de Vall d'Uixó consumieran otros animales con valores $\delta^{15}\text{N}$ elevados no representados en esta muestra. En segundo lugar, dado que la cadena trófica de los sistemas marinos tiene más niveles y esto a su vez implica un mayor enriquecimiento en ^{15}N para ciertas especies, si hubiera una aportación de recursos marinos en la dieta de los individuos, esta también se vería reflejada en una mayor variación de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ (Guiry 2019). En consecuencia, es poco probable que los valores enriquecidos en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ se deban a una mayor aportación de recursos acuáticos, marinos o de agua dulce, a la dieta, ya que la variabilidad se observa en los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y no de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 105).

En tercer lugar, el enriquecimiento en $\delta^{15}\text{N}$ relacionado con el consumo directo o indirecto de plantas fertilizadas parece poco probable, ya que este mismo consumo no se identifica de manera clara en la fauna (Figura 99). La relación entre los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ observados en los mismos individuos humanos, que se discute seguidamente, ofrece más información al respecto. La heterogeneidad de los datos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (max-min 4,0‰) y la menor heterogeneidad de datos de $\delta^{15}\text{N}$ (max-min 2,5‰) indican que también es menos probable que el enriquecimiento en ^{15}N se deba episodios prolongados de estrés fisiológico debido a un consumo insuficiente de proteína o a un periodo de escasez de agua prolongado (Ambrose y DeNiro 1986; Hobson et al. 1993; Schwarcz et al. 1999; Ambrose 2002; McCutchan et al. 2003:384).

Respecto al consumo cárnico de las poblaciones islámicas de la Península Ibérica, se tiene constancia del consumo de carne bovina, gallinácea y ovicaprina en el registro arqueofaunístico de al-Andalus, mientras que a nivel documental en el Reino de Valencia se identifican tanto carniceros musulmanes, que serían capaces de realizar el tratamiento adecuado de la carne, como la compra por parte de estos de ganado cabrío y corderos, durante el siglo XV (Rufaza 2003: 26; Vaquerizo Gil 2017; García García y Moreno García 2018). E. García Sánchez (1996) indica que las poblaciones rurales consumían productos derivados como leche y huevos con más frecuencia que la carne, ya que la mayor parte de la población disponía de ellos de manera más regular y en régimen de autoabastecimiento.

El valor medio de $\delta^{34}\text{S}$ observado en el colágeno óseo de los individuos estudiados es de $11,5 \pm 0,7$ ‰. La distribución de los valores de $\delta^{34}\text{S}$ de los humanos es la esperada en individuos locales teniendo en cuenta el enriquecimiento debido al cambio trófico propuesto por Nehlich (2015) y el valor medio observado en la fauna del yacimiento,

11,2±1,0‰ (Figura 106).¹⁰⁵ También se ha considerado la corta distancia respecto a la costa de las alquerías de Vall d'Uixó (~10 km). Esta pudo haber contribuido al enriquecimiento y variabilidad de los valores observados, ya que Norman y colegas (2006) determinan que el efecto sea-spray afecta a todos los individuos que viven a menos de 30km de la costa. Dado que los valores observados en los humanos se muestran compatibles con los observados en la fauna, también afectada por este efecto, no se detectan individuos con valores claramente atípicos que puedan atribuirse a una procedencia no local (Figura 106). Esto incluye a los dos individuos que muestran valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ menos enriquecidos, que no presentan valores de $\delta^{34}\text{S}$ que los distinguan del resto.

El valor máximo de la muestra humana es de 13,1‰ y el valor mínimo es de 10,2‰, por lo que dentro de la misma muestra humana hay una variabilidad del ~3‰. Esta variabilidad, y los mismos valores de $\delta^{34}\text{S}$ observado en el colágeno óseo de los individuos estudiados, se pueden deber al consumo de ganado con valores de $\delta^{34}\text{S}$ diferentes, ya que en el apartado 6.3 se ha visto que en Vall d'Uixó se identifica bastante variabilidad en los valores del ganado (ver *Resultados y discusión de los valores isotópicos de la fauna*). Se cree adecuado descartar un enriquecimiento en $\delta^{34}\text{S}$ debido al consumo de productos marinos, ya que ni los resultados obtenidos en el análisis de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ ni en el análisis de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ indican un consumo de recursos acuáticos. Tampoco se detecta una correlación entre los valores $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ indicativa del consumo de plantas fertilizadas, de modo que es menos probable que esta se diera en la fauna analizada (Figura 106).

¹⁰⁵ El rango situado entre el 0,5‰ y el 2,4‰ se ha calculado en poblaciones modernas. En poblaciones arqueológicas se emplea un rango de +0,8±2,5‰, pero solamente se considera para evaluar el cambio trófico entre los humanos y su dieta procedente de fauna terrestre (Neilich 2015).

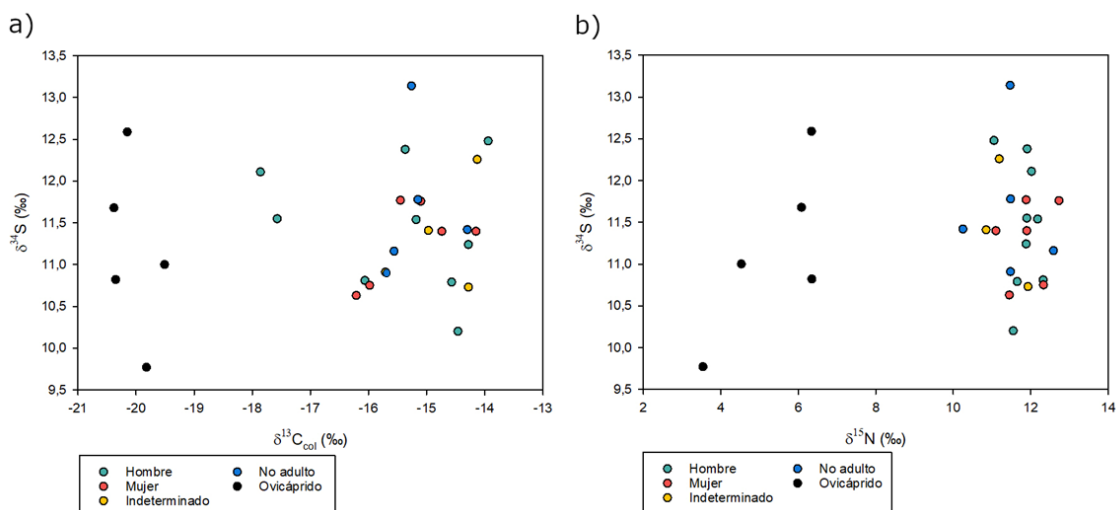


Figura 106. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras de Vall d’Uixó y comparación con la fauna del yacimiento. b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$ obtenidos en las muestras de Vall d’Uixó y comparación con la fauna del yacimiento.

No se identifican diferencias significativas entre los valores $\delta^{13}C_{col}$, $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$ observados en los individuos de sexo masculino y los observados en los individuos de sexo femenino (Tabla 130). Aunque los individuos de sexo femenino muestran un menor enriquecimiento en $\delta^{34}S$ y un mayor enriquecimiento en $\delta^{13}C_{col}$, la Figura 105 y la Figura 106 tampoco indican que estas dos muestras presenten tendencias diferentes. Por lo tanto, en los individuos analizados no se identifican indicios de un consumo de tipos de alimentos diferentes en función del sexo.

Tabla 130. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos de sexo masculino y de sexo femenino procedentes de Vall d’Uixó.

Hombres						Mujeres					
$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)		$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)	
\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.	
-15,5±1,4		11,8±0,4		11,4±0,8		-15,2±0,7		11,8±0,6		11,3±0,5	
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
-17,9	-13,9	11,5	12,3	10,2	12,5	-16,2	-14,1	11,1	12,7	10,6	11,8
Test		$\delta^{13}C_{col}$ (‰)		$\delta^{15}N_{AIR}$ (‰)		$\delta^{34}S_{V-CDT}$ (‰)					
Saphiro-Wilk ¹⁰⁶		0,25		0,85		0,68					
t de Student		0,63		0,94		0,64					
Wilcoxon		1,00		0,83		0,60					

¹⁰⁶ El test de Saphiro-Wilk indica que la distribución de los datos es normal ($p > 0,05$). Sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño. Por este motivo se presentan los resultados obtenidos en el test t de Student y la prueba de suma de rangos Wilcoxon.

No se identifican diferencias significativas entre los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ observados en los individuos adultos y los observados en los individuos no adultos (Tabla 131). Aunque los individuos no adultos muestran una menor variabilidad en los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, es posible que esto se deba al menor número de individuos de este grupo (n=7) respecto al grupo adulto (n=20). En todo caso, en ambos se constata un consumo elevado de plantas C_4 (Figura 107a). El grupo no adulto también muestra un ligero enriquecimiento en $\delta^{34}\text{S}$ y una valor de $\delta^{15}\text{N}$ medio ligeramente inferior al observado en el grupo adulto. No obstante, la Figura 107 tampoco indica que estas dos muestras presenten tendencias diferentes, por lo que no parece que el consumo de proteína animal fuera diferente entre los dos grupos. Por otro lado, los dos individuos de edad inferior a los 10 años, es decir, aquellos en los que aún se podría identificar una señal de destete, no presentan valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ distintivos (Figura 107).

Tabla 131. Comparación de los valores isotópicos en colágeno óseo humano obtenidos en individuos adultos y no adultos procedentes de Vall d'Uixó. Se incluyen los dos individuos de edad inferior a 5 años.

Adultos						No adultos					
$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)		$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)	
\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.		\bar{X} y S.D.	
-15,2±1,1		11,7±0,5		11,4±0,7		-15,3±0,5		11,5±0,7		11,6±0,7	
Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
-17,6	-13,9	10,8	12,7	10,2	12,5	-15,9	-14,3	10,2	12,6	11,0	13,1
Test		$\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)		$\delta^{15}\text{N}_{\text{AIR}}$ (‰)		$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$ (‰)					
Sapiro-Wilk ¹⁰⁷		<0,05		0,91		0,49					
t de Student		N/A		0,49		0,50					
Wilcoxon		0,28		0,66		0,29					

Diversos tratados de medicina y dietética islámicos recomendaban que tanto niños como ancianos consumieran alimentos nutritivos que ayudaran a la digestión, como carne de oveja y pollo, huevos, frutas y verduras, y redujeran o evitaran el consumo de alimentos duros o de difícil masticación como la carne bovina (Salas-Salvadó et al. 2006). Además, había recomendaciones explícitas de no alimentar a los niños con bebidas alcohólicas y de suministrar alimentos substitutivos durante el destete hechos a base de plantas C_4 (Vidal-Castro 2016). Estas recomendaciones, sin embargo, o bien afectan a alimentos específicos o bien expresan la misma tendencia en el consumo de plantas C_4 observada en el resto de la población de Vall d'Uixó, por lo que de seguirse en estas alquerías no son identificables mediante los análisis realizados.

¹⁰⁷ El test de Sapiro-Wilk indica que la distribución de los datos es normal ($p>0,05$) en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$. Sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño. Por este motivo se presentan los resultados obtenidos en el test t de Student y la prueba de suma de rangos Wilcoxon.

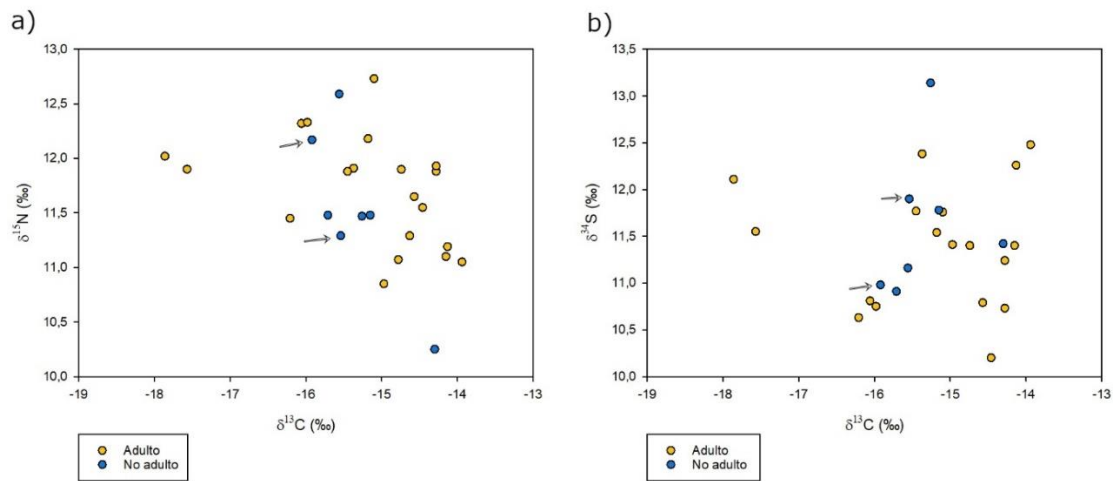


Figura 107. a) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Vall d'Uixó. b) Comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en los individuos adultos y no adultos de Vall d'Uixó. En ambos gráficos los individuos de edad inferior a los 10 años se señalan con flechas.

7. Discusión interpoblacional de isótopos estables

En este capítulo los resultados isotópicos obtenidos en cada población estudiada se comparan en primer lugar entre sí con tal de reconstruir el tipo de dieta y la movilidad de cada población. Seguidamente, se contrastan con los que muestran otras poblaciones cuyo contexto geográfico, cronológico y/o cultural se asemeja al de las poblaciones estudiadas con tal de determinar si se detectan diferencias o similitudes en la dieta. Por último, los valores de $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y la interpretación derivada de estas con respecto a la movilidad individual se contrastan con los resultados de otras poblaciones.

7.1. Comparación de la dieta y la movilidad en Balaguer, Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó

La Figura 108 muestra una clara distinción entre los tres grupos poblacionales, que tienen una mayor variabilidad intergrupala que intragrupal por lo que son perfectamente diferenciables entre sí a partir de sus valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Los individuos de Vall d'Uixó presentan un claro enriquecimiento en ^{13}C que los distingue respecto a los individuos de las otras dos poblaciones. De este modo, las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger se caracterizan por presentar un mayor consumo de plantas C_3 , aunque algunos de los individuos pudieron haber consumido pequeñas aportaciones de plantas C_4 . Mientras, en los individuos de Vall d'Uixó se detecta una mayor aportación de plantas C_4 (Figura 108). De hecho, los valores obtenidos en los individuos de Vall d'Uixó son significativamente distintos de los valores obtenidos de los individuos de Balaguer (Shapiro-Wilk > 0,05; Mann-Whitney $p < 0,01$) y de Santa Coloma d'Àger (Shapiro-Wilk < 0,05; Mann-Whitney $p < 0,01$).

Se identifican dos individuos de Vall d'Uixó, ambos de sexo masculino, que presentan valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ más cercanos a los valores de las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger que a los del resto de individuos de Vall d'Uixó, aunque siguen estando ligeramente enriquecidos en ^{13}C respecto a estas dos poblaciones. Posiblemente, ambos contaban con una mayor contribución de plantas C_3 en su dieta, aunque, igual que el resto de individuos analizados de Vall d'Uixó, consumían plantas C_4 , pero en una menor proporción. El análisis de los resultados de $\delta^{34}\text{S}$ no sugiere, sin embargo, que estos dos individuos tuvieran una procedencia alóctona.

Respecto al consumo de proteína animal, la aportación importante de recursos marinos en la dieta de las tres poblaciones se considera poco probable, ya que todas presentan

una mayor variabilidad en sus valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ que en sus valores $\delta^{15}\text{N}$, sin correlación entre ambos. Esta menor variabilidad es especialmente evidente en el caso de Balaguer y Santa Coloma d'Àger.

En el capítulo anterior se ha mencionado, no obstante, la posibilidad que dos de los individuos de Balaguer, ambos de sexo femenino, combinaran un consumo animal de carácter terrestre con aportaciones de fauna acuática fluvial, ya que presentan valores $\delta^{15}\text{N}$ ligeramente superiores en comparación a su muestra poblacional y un cierto enriquecimiento en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$. Hay un tercer individuo menos enriquecido en $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ pero con valores igualmente elevados en $\delta^{15}\text{N}$ para el que se plantea una interpretación similar. En la población de Vall d'Uixó también se identifican dos individuos de sexo masculino con valores similares a los obtenidos en estos tres, aunque ligeramente menos enriquecidos en $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 108). Por este motivo, una comparación con otras poblaciones para las que también se sugiere un consumo de pescado fluvial ofrecerá una mejor interpretación. En resumen, los resultados obtenidos indican que, fuera de casos puntuales, los individuos estudiados tuvieron una dieta plenamente terrestre.

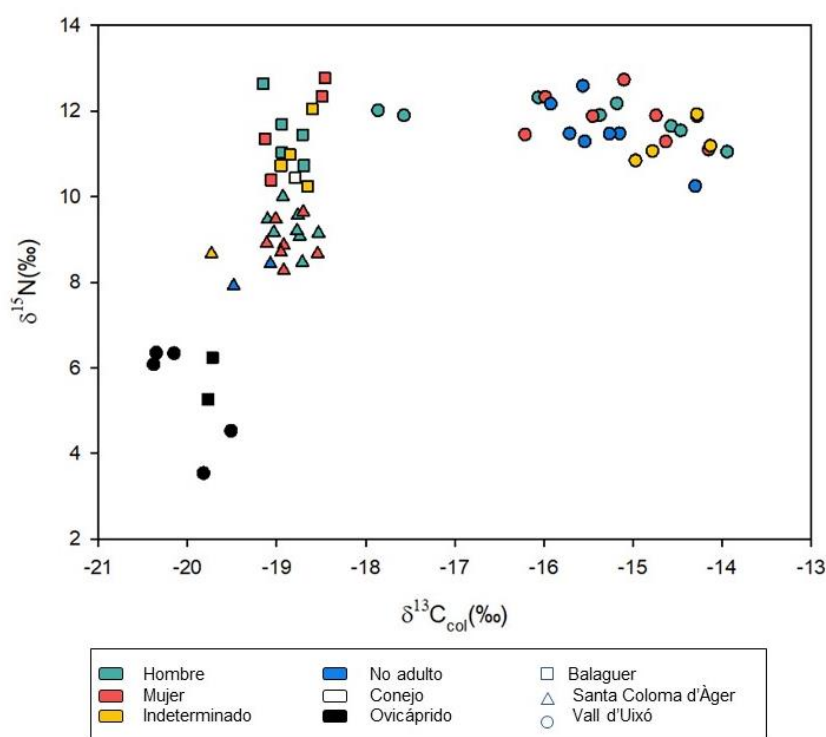


Figura 108. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de las tres poblaciones estudiadas y la fauna de Balaguer y Vall d'Uixó. Se incluyen los individuos menores de 5 años en muerte.

Balaguer y Vall d'Uixó presentan, de media, un enriquecimiento del 2,4‰ y 2,7‰ en $\delta^{15}\text{N}$ respecto a la población de Santa Coloma d'Àger. Además, los valores obtenidos en los individuos de Santa Coloma d'Àger son significativamente más bajos en $\delta^{15}\text{N}$ que

los valores obtenidos en los individuos de Balaguer (Shapiro-Wilk $p=0,88$; t Student $p<0,01$) y de Vall d'Uixó (Shapiro-Wilk $p=0,93$; t Student $p<0,01$). Como se ha visto en el capítulo anterior, las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó también presentan un enriquecimiento respecto a su fauna que es ligeramente superior a un salto en la cadena trófica. Este dato, junto al claro enriquecimiento que presentan respecto a la población de Santa Coloma d'Àger, parece indicativo de una dieta con mayor consumo de proteína animal (carne, huevos lácteos), ya que esta deriva en un mayor enriquecimiento en ^{15}N (Pearson et al. 2003, Sponheimer et al. 2003a, Sponheimer et al. 2003b). En contraposición, los individuos de Santa Coloma d'Àger consumían estos productos con menos frecuencia que las otras dos poblaciones, por lo que, en comparación, están empobrecidos en ^{15}N .

En ninguna de las tres poblaciones se identifican diferencias sexuales en el tipo de dieta. Respecto a la dieta de los individuos no adultos, dos individuos menores de 5 años de Santa Coloma d'Àger presentan valores bajos de $\delta^{15}\text{N}$ que pueden relacionarse con aspectos ligados a un destete prolongado (i.e. lactancia breve), tales como una dieta infantil isotópicamente diferente a la dieta adulta y compuesta por una mayor proporción de alimentos vegetales empleados como substitutivos durante el destete (Richards et al. 2002). Este decrecimiento en los valores $\delta^{15}\text{N}$ no se identifica en los individuos de edad inferior a 5 años de Vall d'Uixó. En todo caso, los individuos no adultos de Santa Coloma d'Àger mantienen una dieta con más contenido de plantas C_3 igual que la población adulta y, del mismo modo, los individuos no adultos de Vall d'Uixó muestran valores característicos de una dieta con una mayor aportación de plantas C_4 , igual que la muestra adulta de esta población.

La comparación de los valores $\delta^{34}\text{S}$ de cada población también muestra una clara diferenciación entre las tres poblaciones (Figura 109). Debido a su cercanía respecto al mar (~10km), los individuos de Vall d'Uixó presentan los valores más elevados, mientras que Balaguer tiene valores medios y en Santa Coloma son más bajos. La posición de estas dos últimas respecto a los individuos de Vall d'Uixó puede entenderse fácilmente, puesto que se encuentran a más de 100 km de la costa.

Es posible, además, que los humanos de Balaguer presenten valores más altos que los de Santa Coloma d'Àger debido a la fauna que consumían. Los dos ovicápridos de Balaguer se posicionan de manera parecida a los ovicápridos de Vall d'Uixó, por lo que pueden no ser locales y proceder de un lugar más cercano a la costa (Figura 109). Aunque solamente se han analizado estos dos ovicápridos procedentes de Balaguer y no se dispone de la fauna consumida por los individuos procedentes de Santa Coloma

d'Àger, el hecho que los dos ovicápridos de Balaguer presenten valores de $\delta^{34}\text{S}$ compatibles con un origen costero permite plantear que parte de la fauna de Balaguer pudo proceder de lugares más cercanos a la costa, ya sea debido a rutas de trashumancia o a comerciales, mientras que los individuos de Santa Coloma d'Àger pudieron haber consumido productos animales mayoritariamente locales. Esto explica tanto la señal claramente más elevada y cercana a los ovicápridos de Vall d'Uixó de los dos ovicápridos de Balaguer como los valores más elevados de los humanos del mismo yacimiento respecto a los de Santa Coloma d'Àger pese a su cercanía geográfica y la aparente localidad de todos ellos. No obstante, esto solo puede ser corroborado si en el futuro se aumentan las muestras de fauna analizada en ambos yacimientos.

Un individuo de sexo masculino de Santa Coloma d'Àger presenta un valor $\delta^{34}\text{S}$ más cercano a los valores observados en los individuos de Balaguer (Figura 109). Aunque la ausencia de fauna cuyo consumo sea atribuible a los individuos de Santa Coloma d'Àger dificulta la interpretación, se puede sugerir que este individuo pudo haber consumido productos no locales procedentes de una zona costera, como sería la carne de los dos ovicápridos de Balaguer, o haber vivido en una zona más próxima a la costa. Del mismo modo, hay tres individuos de Balaguer cuyos valores $\delta^{34}\text{S}$ son ligeramente más bajos que los observados en el resto de esta población y que se asemejan a los valores más elevados de la población de Santa Coloma d'Àger. Es posible que estos individuos consumieran una mayor cantidad de productos de origen local en comparación al resto de individuos de Balaguer.

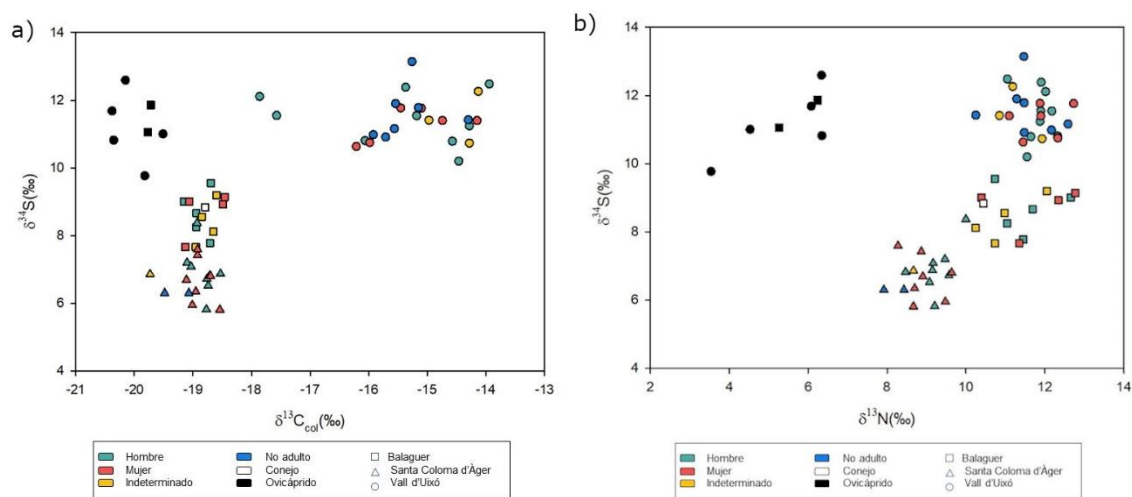


Figura 109. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de las tres poblaciones estudiadas y comparación con la fauna de cada yacimiento b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ obtenidos en las muestras de las tres poblaciones estudiadas y comparación con la fauna de cada yacimiento. Se incluyen los individuos menores de 5 años en muerte.

7.2. Dieta de las poblaciones estudiadas en el contexto de los estudios isotópicos de poblaciones medievales peninsulares

A continuación, se contrastan los resultados obtenidos referentes a la dieta de cada población estudiada con los resultados procedentes de otras poblaciones de cronología y contexto similares. En el caso de Balaguer, se han empleado poblaciones del noreste peninsular, islámicas y cristianas, con una cronología similar y poblaciones andalusíes islámicas. Los resultados obtenidos en Santa Coloma d'Àger se comparan con los publicados en poblaciones cristianas e islámicas del norte peninsular con una cronología similar y los de Vall d'Uixó con poblaciones andalusíes islámicas, poblaciones mudéjares y poblaciones cristianas con una cronología similar. Los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ medios de todas las poblaciones se resumen en la Tabla 132, y su localización se muestra en la Figura 110.

Tabla 132. Valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las tres poblaciones estudiadas en comparación a los grupos poblacionales empleados en la comparación. *Estas poblaciones son de cronología mudéjar.

	Yacimiento	Provincia	Contexto	Cronología	N	$\bar{X} \delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ (‰)	$\bar{X} \delta^{15}\text{N}$ (‰)	Autora/es
Cristiana	Santa Coloma d'Àger, Àger	Lleida	Rural	VII-XI	18	-18,9±0,3	9,1±0,5	N/A
	Dulantzi	Álava	Rural	VI-XI	59	-18,8±1,4	9,1±1,2	Lubrito et al. 2017
	Las Gobas, Laño	Burgos	Rural	VII-XI	40	-18,9±0,6	8,7±0,5	Guede et al. 2017b
	Aistra, Araya	Álava	Rural	VIII-IX	44	-19,9±1,0	7,9±1,0	Lubrito et al. 2017
	Zaballa, Villalba de Losa	Burgos	Rural	X-XV	14	-19,9±0,9	9,4±1,3	Lubrito et al. 2017
	Palacios de la Sierra	Burgos	Rural	XI-XIII	5	-18,8±0,8	9,4±1,5	Jiménez-Brobeil et al. 2016
	Treviño	Burgos	Rural	XII-XIV	19	-19,5±0,7	9,7±1,1	Lubrito et al. 2017
	Zornoztegi, Salvatierra	Álava	Rural	XII-XIV	9	-18,2±0,8	8,0±0,6	Lubrito et al. 2017
	Terrassa	Barcelona	Rural	IV-VIII	36	-18,6±0,3	9,8±0,7	Jordana et al. 2019
	Terrassa	Barcelona	Rural	IX-XIII	31	-18,8±0,3	9,2±0,8	Jordana et al. 2019
	Asturias	N/A	N/A	Medieval	61	-18,3±1,8	10,3±1,2	Mackinnon et al. 2019
	Capela do Pilar, Lugo	Lugo	Urbana	XIV-XV	15	-18,6 ± 0,4	13,4 ± 1,2	López-Costas et al. 2021
	Pontevedra	Pontevedra	Urbana	XIII-XVII	63	-16,3± 1,8	12,6±1,2	López-Costas y Müldner 2019
	A Lanzada	Pontevedra	Rural	I-VIII	59	-19,2±0,7	7,3±1,5	López-Costas y Müldner 2016
	Boadilla	Toledo	Rural	V-VIII	73	-18,6±0,6	10,1±1,0	García-Collado et al. 2019
	Zaragoza mozárabes	Zaragoza	Urbana	VIII-IX	3	-18,2±0,4	10,7±1,2	Mundee 2010
	Valencia Visigodos	Valencia	Urbana	V-VII	10	-18,4±0,3	10,8±0,6	Alexander 2019
	Gandia	Valencia	Urbana	XIII-XVI	24	-17,2±1,0	10,3±0,8	Alexander et al. 2015
	Valencia Feudales	Valencia	Urbana	XIV-XVI	19	-18,4±0,6	10,9±1,9	Alexander 2019

		<i>Media cristianas</i> ¹⁰⁸				-18,6±0,9	9,6±1,3	N/A
Islámica	Yacimiento	Provincia	Contexto	Cronología	N	$\bar{X} \delta^{13}C_{col}$ (‰)	$\bar{X} \delta^{15}N$ (‰)	Autora/es
	Balaguer	Lleida	Urbana	VIII-XII	13	-18,8±0,2	11,4±0,8	N/A
	Zaragoza islámicos	Zaragoza	Urbana	IX-XII	36	-19,0±0,3	10,9±1,4	Mundee 2010
	Valencia Islámicos	Valencia	Urbana	XI-XIII	38	-17,7±1,3	11,5±1,4	Alexander 2019
	Tossal de les Basses, Alacant	Alacant	Rural	VIII-IX	14	-18,3±0,3	11,4±0,9	Salazar García et al. 2016
	Tauste	Zaragoza	Rural	VIII-X	31	-17,7±1,3	15,0±1,4	Guede et al. 2017a
	Écija	Sevilla	Rural	IX-XIII	68	-19,1±0,3	10,0±1,0	Inskip et al. 2019
	Es Soto, Eivissa	Baleares	Rural	X-XIII	22	-18,1±1,3	10,9±1,0	Fuler et al. 2010
	33 Bartomeu Vicent Ramon, Eivissa	Baleares	Rural	X-XII	46	-18,6±0,8	10,8±0,8	Dury et al. 2019
	Can Fonoll, Eivissa	Baleares	Rural	X-XIII	112	-19,0±1,3	10,3±0,8	Pickard et al. 2017
	La Torrecilla, Arenas del Rey	Granada	Rural	XIII-XVI	5	-14,4±2,1	10,2±0,9	Jiménez-Brobeil et al. 2016
	La Torrecilla, Arenas del Rey	Granada	Rural	XIII-XVI	74	-15,1±1,3	10,0±0,7	Jiménez-Brobeil et al. 2021
	Vall d'Uixó*	Castelló	Rural	XIII-XVI	27	-15,2±1,0	11,7±0,6	N/A
	Benipeixcar, Gandia*	Valencia	Rural	XV-XVI	20	-16,4±1,0	10,7±0,6	Alexander et al. 2015
	El Raval, Alacant*	Alacant	Urbana	XIV-XVI	35	-16,4±0,6	12,1±0,3	Salazar García et al. 2014
	Lisboa*	Lisboa	Urbana	Bajo Medieval	34	-18,2±1,0	10,8±1,1	Toso et al. 2021
			<i>Media islámicas</i> ¹⁰⁷				-17,3±1,7	11,1±1,3

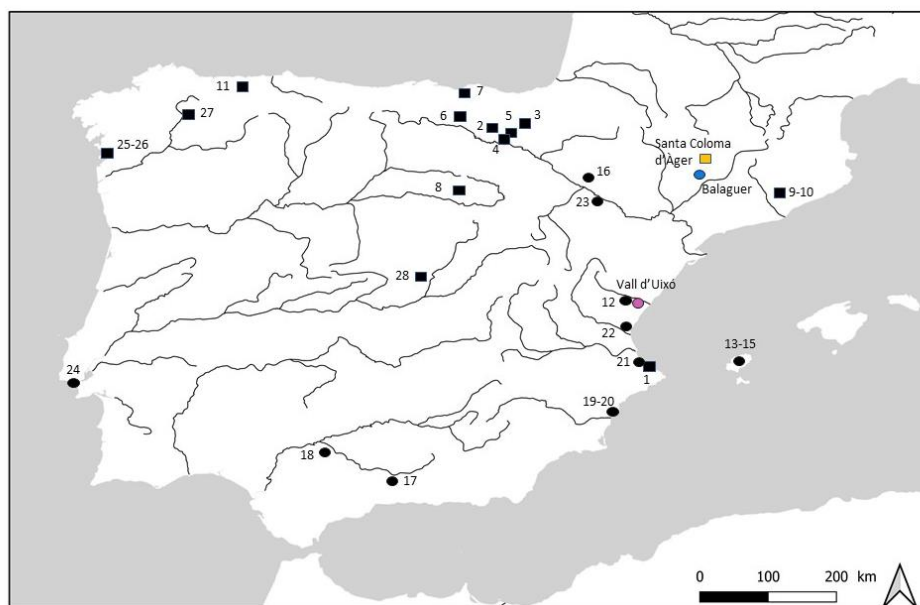


Figura 110. Localización de las poblaciones empleadas para la comparación de los valores isotópicos de $\delta^{13}C_{col}$, $\delta^{15}N$ y $\delta^{34}S$. 1) Gandía; 2) Las Gobas; 3) Aistra; 4) Treviño; 5) Dulantzi; 6) Zaballa; 7) Zornoztegi; 8) Palacios de la Sierra; 9) Terrassa visigoda; 10) Terrassa feudal; 11) Asturias; 12) Segorbe; 13) 33 Bartomeu Vicent Ramon; 14) Es Soto; 15) Can Fonoll; 16) Tauste; 17) La Torrecilla; 18) Écija; 19) Tossal de les Basses; 20) El Raval; 21) Benipeixar; 22) Valencia; 23) Zaragoza; 24) Lisboa; 25) Pontevedra; 26) A Lanzada; 27) Capela do Pilar; 28) Boadilla.

¹⁰⁸ No se incluyen las poblaciones estudiadas.

La población de Balaguer presenta un rango de valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ muy parecido al observado en otras poblaciones del noreste peninsular para las que también se propone una alimentación basada principalmente en plantas C_3 (Tabla 132; Figura 111). En el caso de Dulantzi (Álava), que se muestra en la Figura 111, se identifican algunos individuos con valores claramente atípicos que los investigadores relacionan con un mayor acceso a plantas C_3 gracias a un estatus socioeconómico más elevado en aquellos individuos que presentan los valores menos enriquecidos y una mayor dependencia hacia las plantas C_4 debido a un bajo estatus social en aquellos individuos que presentan valores más enriquecidos (Lubritto et al. 2017). Esta dinámica no se identifica por el momento en Balaguer, aunque debe reconocerse que el tamaño de la muestra es más reducido (49 individuos con respecto a 13 individuos).

En relación al nivel trófico de cada población, los individuos de Balaguer tienden a presentar un ligero enriquecimiento respecto a las poblaciones cristianas, principalmente rurales, empleadas en la comparación, que en la Figura 111 están representadas por Dulantzi y Terrassa (Barcelona) (Tabla 132) (Lubritto et al. 2017; Jordana et al. 2019). Esto puede responder a un mayor acceso a productos de origen animal por parte de la población de Balaguer respecto a estas dos. La población islámica de Zaragoza, también urbana, presenta un valor medio ($10,9 \pm 1,4\text{‰}$) muy similar al de Balaguer (Tabla 132) (Mundee 2010). La mayor diferencia a nivel interpoblacional se identifica respecto a la población de Tauste (Zaragoza), que presenta valores excepcionalmente altos. Para esta población, Guede y colegas (2017a) proponen un consumo de pescado fluvial elevado, por lo que es interesante comprobar que los tres individuos de Balaguer para los cuales se ha propuesto una posible alimentación proteica animal complementada con pescado fluvial presentan valores $\delta^{15}\text{N}$ cercanos, aunque ligeramente inferiores, a los observados en algunos individuos de Tauste.

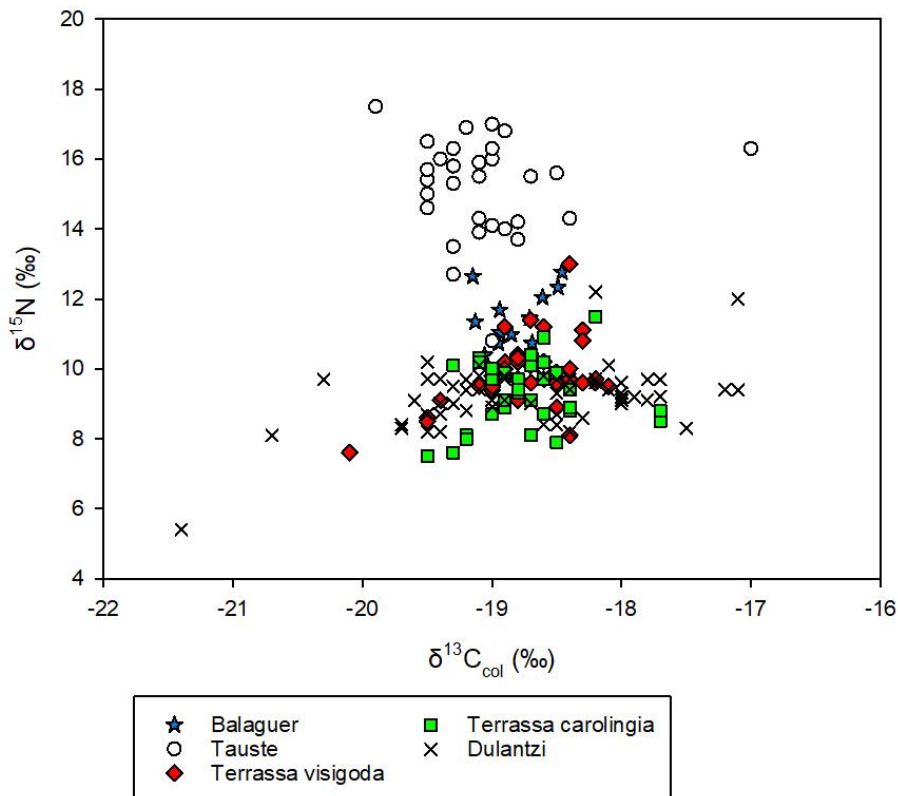


Figura 111. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de Balaguer con poblaciones cercanas.

Con todo, los valores obtenidos en Balaguer se inscriben dentro de la misma dinámica de consumo mayoritario de plantas C_3 que se identifica en las otras poblaciones de su mismo contexto cronológico y geográfico (Tabla 132). Como se ha mencionado, tanto la información paleocarpológica como la de carácter histórico del noreste de la Península Ibérica durante el periodo comprendido entre los siglos VIII-XII demuestran un consumo de plantas C_3 (Alonso et al. 2014; Alcolea et al. 2016; Peña-Chocarro et al. 2019; Ros et al. 2020). Esta interpretación es también aplicable a Santa Coloma d'Àger. Respecto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ observados, se ha detectado un ligero enriquecimiento respecto a las poblaciones cristianas (rurales) empleadas en la comparación; por este motivo, se ofrece una comparación más amplia con poblaciones de su mismo contexto, área geográfica y/o credo. Antes, sin embargo, se contextualiza las poblaciones de Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó.

Los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ de los individuos de Santa Coloma d'Àger coinciden con los de las poblaciones de comparación que se sitúan próximas a su área geográfica y comparten cronología y contexto parecidos, y se identifica, por lo tanto, una misma tendencia hacia el consumo principal de plantas C_3 (Tabla 132; Figura 112). Tal como ocurre en la ya mencionada población de Dulantzi, en Aistra (Araya, Álava) también se identifican algunos individuos con valores claramente atípicos que los investigadores vinculan con

el estatus socioeconómico de los mismos y que por el momento no se encuentran en Santa Coloma d'Àger, aunque el tamaño de la muestra de esta población es más bajo (44 individuos con respecto a 18 individuos) (Lubritto et al. 2017).

Por otro lado, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ son muy similares a los observados en las poblaciones de Terrassa y Aistra, para las que también se propone una alimentación animal de origen principalmente terrestre (Lubritto et al. 2017; Jordana et al. 2019). La población de Tauste, que posiblemente consumía con más frecuencia pescado fluvial, presenta valores notablemente más elevados de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 112) (Guede et al. 2017a). Otras poblaciones rurales situadas en el noreste, como Las Gobas (Laño, Burgos), muestran una media similar ($8,7\pm 0,5\text{‰}$) a la de Santa Coloma d'Àger (Guede et al. 2017b). Mientras, las poblaciones urbanas del noreste, Balaguer y Zaragoza, que son islámicas con la excepción de la población mozárabe de Zaragoza, presentan medias más elevadas que superan el $10,5\text{‰}$ (Tabla 132) (Mundee 2010). Por lo tanto, es posible que el menor enriquecimiento de Santa Coloma respecto a estas poblaciones urbanas y principalmente islámicas se relacione con un menor acceso a la proteína de origen animal (carne, huevos y lácteos) por parte de la primera.

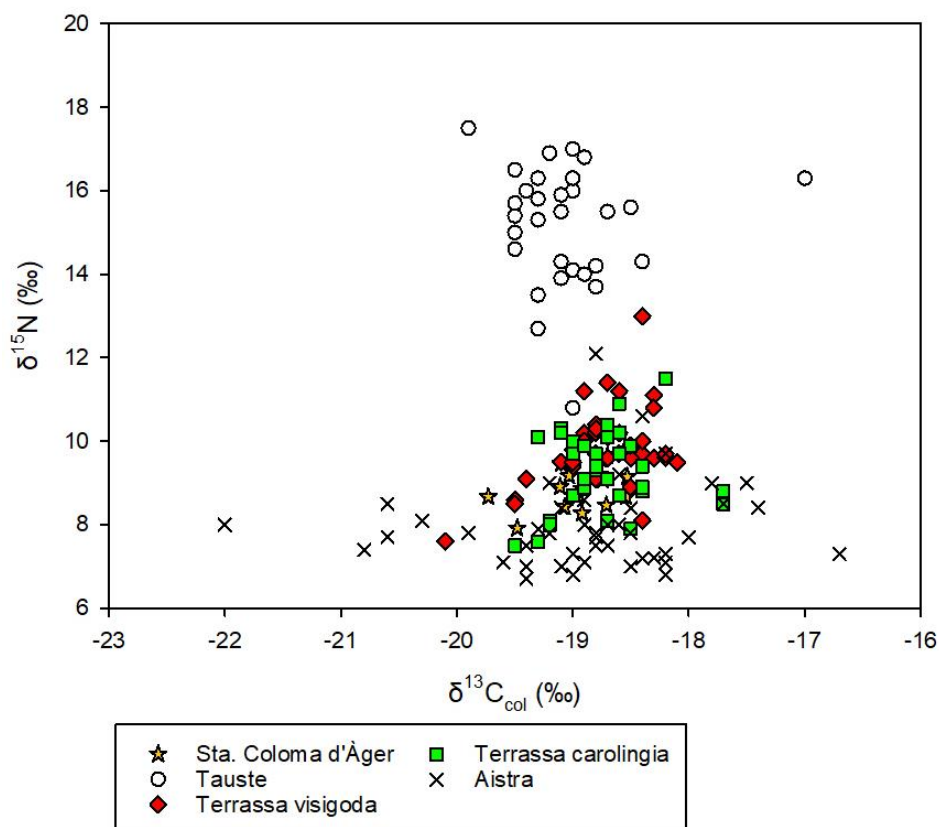


Figura 112. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los individuos de Santa Coloma d'Àger con poblaciones cercanas.

Por su parte, la población de Vall d'Uixó presenta una variabilidad de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ similar a la que se identifica en poblaciones cercanas con estudios de isótopos estables, que en la Figura 113 se componen por poblaciones tanto rurales como urbanas y de credo y cronologías diversas (Tabla 132). En todos los casos, la variabilidad de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y el mayor enriquecimiento por parte de algunos individuos se asocia con el mayor consumo de plantas C_4 (Salazar García et al. 2014 ; Alexander et al. 2019; Jiménez-Brobeil et al. 2020). En estas poblaciones los valores $\delta^{15}\text{N}$ tienden a presentar una mayor homogeneidad interpoblacional que la observada en los individuos de Vall d'Uixó (Figura 113). En esta, los valores pueden cualificarse como relativamente elevados sin la presencia de grupos. Tanto la población urbana andalusí de Valencia ($11,5 \pm 1,4\text{‰}$) como la población andalusí rural de Tossal de les Basses (Alacant, Alacant) ($11,4 \pm 0,9\text{‰}$) muestran una media de $\delta^{15}\text{N}$ similar pero menos dispersa a la obtenida en Vall d'Uixó (Mundee 2010: 156; Salazar García et al. 2016). Las poblaciones mudéjares de Benipeixcar (Gandía, Alacant) y El Raval de Alacant también muestran una distribución similar, mientras que la población rural de La Torrecilla (Arenas del Rey, Granada) muestra valores ligeramente inferiores y la población cristiana de Gandía (Valencia) tiene una mayor variabilidad (Figura 113) (Salazar García et al. 2014; Jiménez-Brobeil et al. 2016; Alexander et al. 2015; Alexander et al. 2019; Jiménez-Brobeil et al. 2021).

Por lo tanto, en Vall d'Uixó se observan valores de $\delta^{15}\text{N}$ similares no solo al resto de poblaciones mudéjares sino a las poblaciones andalusíes islámicas de la Península Ibérica (Tabla 132; Figura 113). Esto puede interpretarse como un acceso y consumo de productos cárnicos, huevos y/o lácteos similares entre Vall d'Uixó y las poblaciones islámicas peninsulares con análisis de isótopos estables. Este hecho puede indicar una situación socioeconómica de los habitantes de Vall d'Uixó que, como mínimo, no limitaba el consumo de productos de origen animal. Al respecto, la documentación indica que, en el Reino de Valencia, durante el siglo XV, había carniceros musulmanes capaces de realizar el tratamiento adecuado de la carne (Rufaza 2003: 26). Los estudios isotópicos sobre la población mudéjar de Lisboa tampoco muestran un menor acceso al consumo de proteína animal respecto a las poblaciones cronológicamente anteriores, pero sí un mayor consumo de productos marinos (Toso et al. 2021). De un modo similar, M. Alexander y colegas (2015) indican que la población mudéjar de Benipeixcar no se diferencia de la población cristiana de Gandía en el acceso a productos de origen animal, y sugieren que pudo haber consumido lácteos, huevos y pollo en mayor cantidad que carne de cuadrúpedos.

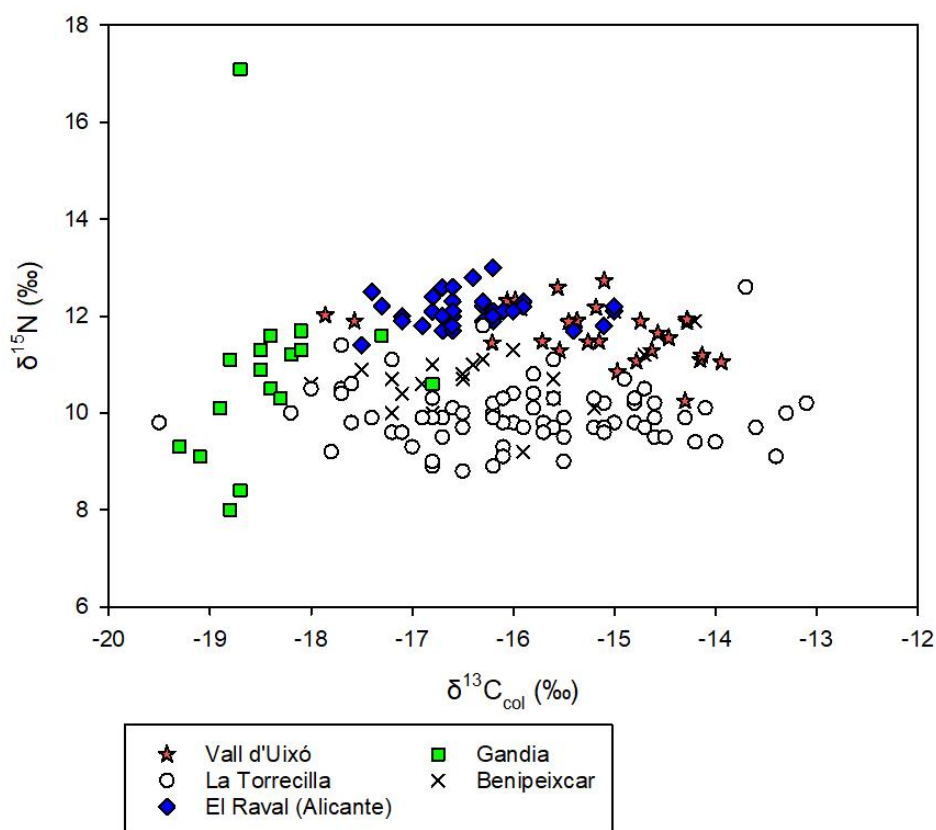


Figura 113. Comparación de los valores $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ en los individuos de Vall d'Uixó con poblaciones cercanas.

Mediante esta comparación, y en el apartado anterior, se han identificado posibles diferencias en las características de la dieta de las poblaciones estudiadas. Estas se concretan en 1) la posible variación en la proporción de proteína animal consumida entre algunas de las poblaciones cercanas a Balaguer, entre las cuales se incluye Santa Coloma d'Àger, 2) en consecuencia, una posible diferencia en la proporción de carne, huevos y lácteos consumidos entre poblaciones islámicas (mayoritariamente urbanas) y cristianas (mayoritariamente rurales), y 3) un mayor consumo de plantas C_4 identificado en Vall d'Uixó y algunas de sus poblaciones cercanas respecto a otras más alejadas, tales como Balaguer y Santa Coloma d'Àger. Con tal de abordar estas cuestiones, a continuación se establecen una serie de comparaciones.

Santa Coloma y Balaguer. ¿A qué se deben sus diferencias en $\delta^{15}N$?

Tanto Balaguer como Santa Coloma d'Àger comparten con las poblaciones cercanas un consumo de plantas principalmente del tipo C_3 o animales alimentados con ellas. En referencia a la diferenciación trófica que se identifica entre Balaguer y Santa Coloma d'Àger, las poblaciones del noreste peninsular tienen una media de $9,7 \pm 1,9\text{‰}$, muy similar a la media obtenida en Santa Coloma d'Àger y un $\sim 2\text{‰}$ inferior a la obtenida en

Balaguer (Tabla 132). Estas poblaciones son, sin embargo, mayoritariamente cristianas y rurales. Por este motivo, se plantean dos hipótesis: una diferenciación trófica en la dieta de poblaciones cristianas en comparación a las poblaciones islámicas o una diferenciación debida al contexto urbano o rural de cada población.

Las poblaciones islámicas de la Península Ibérica muestran valores similares a los de Balaguer, entre el 10‰ y el 12‰ (Tabla 132). Los valores más elevados son atribuidos al consumo de recursos acuáticos; tal es el caso de Tauste, que presenta un valor medio de $15,0 \pm 1,4$ ‰, e individuos concretos de Zaragoza, Valencia, Tossal de les Basses, y, posiblemente, la propia Balaguer (Mundee 2010:142, 157; Salazar García et al. 2016; Guede et al. 2017a). En consecuencia, los valores obtenidos en Balaguer son compatibles con los observados en otros contextos islámicos relativamente cercanos y por lo general no se presentan como atípicos dentro de las poblaciones islámicas empleadas en la comparación (Figura 114).

Por su parte, las poblaciones cristianas, que se sitúan principalmente en el norte peninsular, presentan una media ($9,6 \pm 1,3$ ‰) muy semejante a la observada en Santa Coloma d'Àger ($9,1 \pm 0,5$ ‰).¹⁰⁹ En la mayoría de ellas, tales como las poblaciones de Terrassa, Palacios de la Sierra (Burgos), la población mozárabe de Zaragoza o las poblaciones del norte peninsular estudiadas por Lubritto y colegas (2017), se identifica un consumo de proteína animal principalmente terrestre (Mundee 2010: 143; Jiménez-Brobeil et al. 2016; Jordana et al. 2019) Se exceptúan las poblaciones de Las Gobas, varias en Asturias y A Lanzada (fase medieval) donde los investigadores indican que sí que se consumían recursos acuáticos (López-Costas & Müldner 2016; Guede et al. 2017b; MacKinnon et al. 2019). En Zaballa (Villalba de Losa, Burgos) y Treviño (Burgos) los investigadores sugieren un mayor consumo de recursos animales debido al mayor estatus socioeconómico de ambos yacimientos (Lubritto et al. 2017). Si los valores obtenidos en estos dos yacimientos se comparan con los obtenidos en Santa Coloma d'Àger, los primeros son ligeramente superiores. Sin embargo, al no contar con fauna local no se puede realizar una comparación completa.

Las poblaciones islámicas tienden a mostrar valores medios $\delta^{15}\text{N}$ claramente superiores, con una diferencia que resulta significativa (Figura 114; Shapiro-Wilk $p < 0,05$; Mann-Whitney $p < < 0,001$). A nivel individual, tanto la diferencia entre los valores medios de Santa Coloma d'Àger y Balaguer (Shapiro-Wilk $p > 0,05$; t-test $p < 0,01$) como la diferencia entre los valores medios de Santa Coloma d'Àger y Zaragoza (Shapiro-Wilk $p > 0,05$; t-

¹⁰⁹ Si solamente se consideran aquellas poblaciones medievales anteriores al siglo XII, la media es de $9,3 \pm 1,1$ ‰.

test $p < 0,01$), las dos *mudûn* con datos isotópicos más cercanas a esta comunidad cristiana, son significativas. Por lo tanto, se puede entender que, pese a tener una dieta proteica vegetal común basada en plantas C_3 , las poblaciones islámicas, tales como Balaguer tienden a presentar valores de $\delta^{15}N$ más elevados y, por lo tanto, un mayor enriquecimiento trófico significativo, respecto a las poblaciones cristianas del noreste peninsular, como Santa Coloma d'Àger. Esto se puede deber a un menor acceso a proteínas de origen animal por parte de la población de Santa Coloma d'Àger respecto a los asentamientos islámicos de su alrededor, un hecho no necesariamente extensible al resto de poblaciones cristianas.

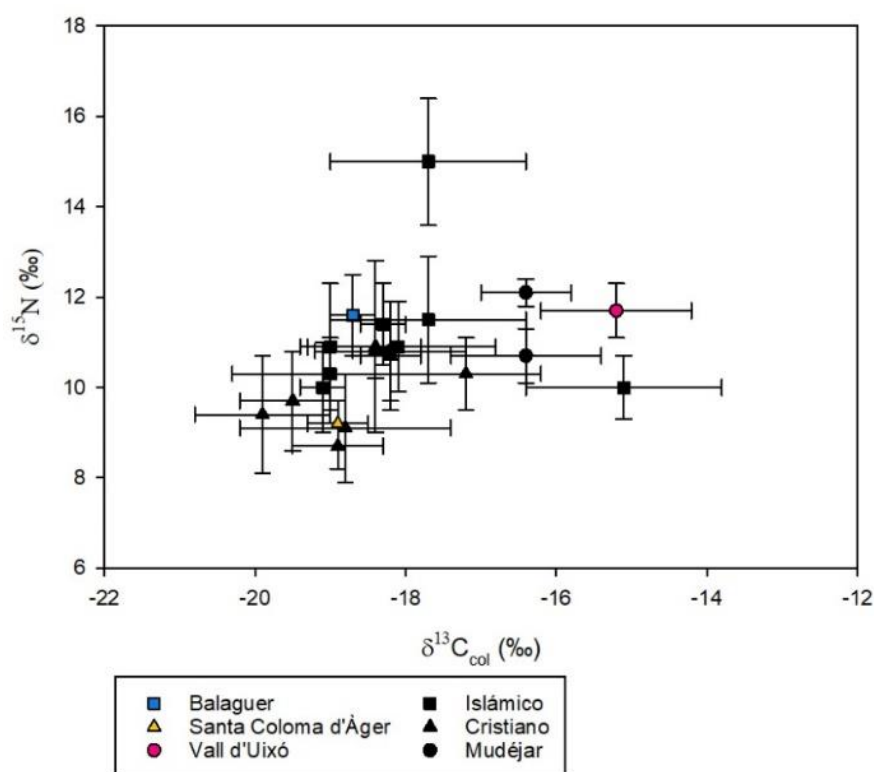


Figura 114. Comparación de los valores medios de $\delta^{13}C_{col}$ y $\delta^{15}N$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y en las poblaciones de comparación en función de su credo.¹¹⁰

M. Alexander (2016:250) también identifica este menor enriquecimiento en ^{15}N en las poblaciones de Zaballa, Zornoztegi y Treviño respecto a las poblaciones del sur peninsular y sugiere que se podrían deber a un menor consumo de proteínas de origen animal. Advierte, sin embargo, que los valores de $\delta^{15}N$ están regidos por una

¹¹⁰ Con tal de presentar un gráfico comprensible, se realiza una selección de las poblaciones representadas. Estas son Santa Coloma d'Àger, Las Gobas, Dulzanti, Zaballa, Treviño, Valencia (visigodos), Valencia (feudales), Gandia y Zaragoza (mozárabe) para las poblaciones cristianas y Balaguer, Tauste, La Torrecilla, Es Soto, Tossal de les Basses, Valencia (islámicos), Écija, Can Fonoll y Zaragoza (islámica) para las poblaciones islámicas.

multiplicidad de factores ambientales y socioculturales y propone que los valores $\delta^{15}\text{N}$ de los animales que la población consumía deben tomarse también en consideración.

La fauna de los yacimientos islámicos empleados en la comparación tiende a presentar valores de $\delta^{15}\text{N}$ más dispersos, mientras que en los yacimientos cristianos tiende a concentrarse entre los rangos de 4‰ y 6‰ (Figura 115). Sin embargo, no se identifican unas diferencias significativas que, por otro lado, merecen un estudio mucho más extenso que el que la presente discusión puede abarcar. Por otro lado, el hecho de no contar con fauna hallada en el contexto arqueológico de la población de Santa Coloma d'Àger, y presumiblemente consumida por esta población, limita nuestra capacidad para valorar con más profundidad estos resultados.

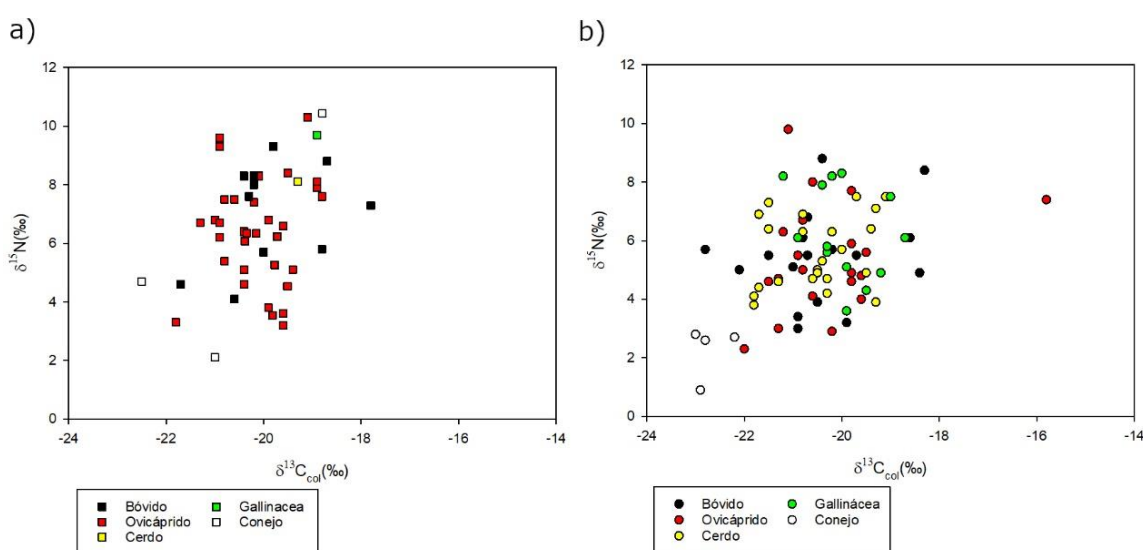


Figura 115. Comparación de los valores $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos de la fauna de los asentamientos estudiados y empleados en la comparación. a) Fauna procedente de asentamientos islámicos b) Fauna procedente de asentamientos cristianos.

Tal como indica la Tabla 132, la mayoría de poblaciones cristianas, salvo unas pocas como la población mozárabe de Zaragoza ($10,7 \pm 1,2\text{‰}$), las poblaciones de Valencia (visigodos $10,8 \pm 0,6\text{‰}$; feudales $10,9 \pm 1,9\text{‰}$) y la población de Gandía ($10,3 \pm 0,8\text{‰}$), son rurales y se detecta una diferencia considerable en el enriquecimiento de $\delta^{15}\text{N}$ entre las propias poblaciones cristianas en función de su contexto rural o urbano. Cuando se comprueba si este contexto podría influenciar los valores $\delta^{15}\text{N}$, se observa que las poblaciones rurales forman un clúster en los valores más bajos, aunque se identifican algunas en los valores medios-altos que corresponden siempre a poblaciones islámicas (Figura 116). Este clúster de valores bajos se corresponde con poblaciones del noreste peninsular, todas ellas cristianas. Las poblaciones urbanas, por su parte, no se

encuentran dentro de la franja de valores más bajos independientemente de su credo (Figura 116).

Se constata, por lo tanto, que en Santa Coloma d'Àger se observan valores menos enriquecidos en $\delta^{15}\text{N}$ respecto a la población de Balaguer y a otras poblaciones urbanas cercanas y similares a los de las otras poblaciones rurales de la zona (con la notable excepción de Tauste posiblemente por su consumo de pescado), mientras que la población de Balaguer se incorpora perfectamente con los valores obtenidos en otras *mudún*.

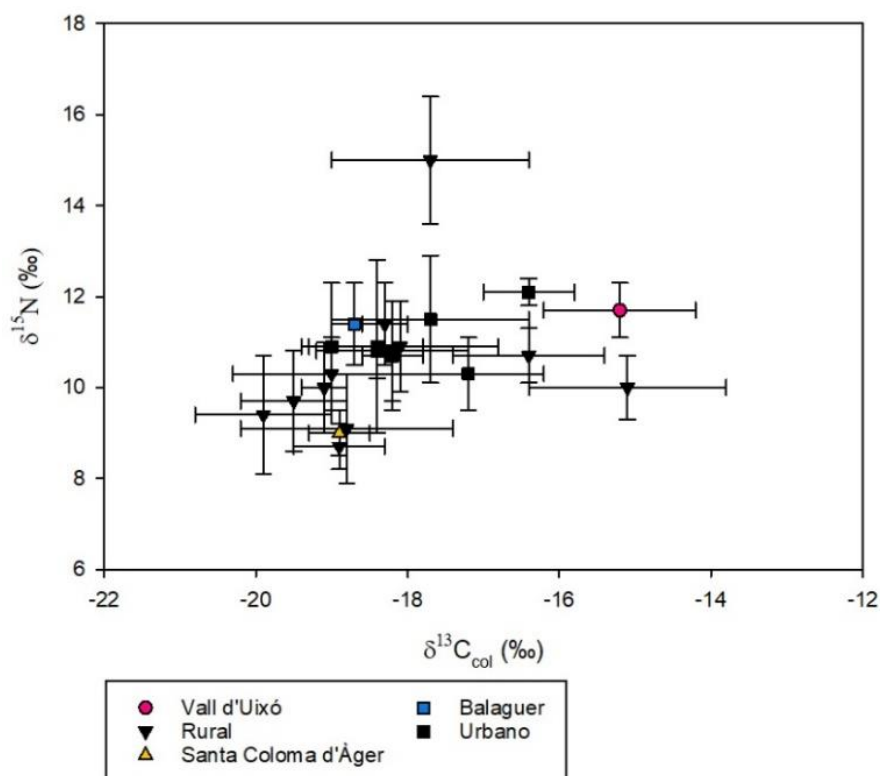


Figura 116. Comparación de los valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{15}\text{N}$ obtenidos en las tres poblaciones estudiadas y en las poblaciones de comparación en función de su contexto rural o urbano.¹¹¹

Por este motivo, es posible plantear que el contexto urbano o rural de las poblaciones puede estar actuando como un sesgo que se sobrepone al credo de las mismas. Entonces, el mayor enriquecimiento trófico observado en las poblaciones islámicas por encima de las poblaciones cristianas puede estar reflejando una menor capacidad de acceso a la proteína animal en estas últimas debido a su condición mayoritariamente

¹¹¹ Con tal de presentar un gráfico comprensible, se realiza una selección de las poblaciones representadas. Estas son Santa Coloma d'Àger, Vall d'Uixó, Tauste, La Torrecilla, Ecija, Can Fonoll, Benipeixcar, Las Gobas, Es Soto, Dulzanti, Zaballa y Treviño para las poblaciones rurales, y Balaguer, Valencia (visigodos), Valencia (feudales), Zaragoza (islámica), Zaragoza (mozárabe), Valencia (islámicos), El Raval de Alacant, Gandia y Lisboa para las poblaciones urbanas.

rural. En los casos estudiados en la presente tesis doctoral, la información procedente de otros estudios puede ayudar a determinar si se trata de una diferencia ligada al credo o al contexto urbano o rural del asentamiento.

La información relativa a la economía del Valle de Àger es escasa, aunque la documentación redactada inmediatamente después de la conquista feudal puede indicar el acceso a productos cárnicos mediante la caza (Chesé 2011: 315). Existían rutas de trashumancia que se articulaban en un área local (Brufal 2012: 234-235, 277). En la población mozárabe de la Cercadilla, de características similares a Santa Coloma d'Àger no se ha identificado un menor acceso a los productos cárnicos mediante el estudio de su fauna (García García 2017; García García 2021). Por lo tanto, no se cuenta con indicios que indiquen que otras poblaciones mozárabes tenían una menor oportunidad de acceso a proteínas de origen animal respecto a las poblaciones andaluzíes, aunque debe reconocerse que los mismos tampoco son abundantes. No obstante, los estudios arqueozoológicos no pueden precisar la proporción consumida por los individuos, sino el acceso de la población a los recursos.

Respecto al acceso que los asentamientos tenían a los recursos de origen animal en función de su contexto rural o urbano, se puede aportar la siguiente información. E. García-Sánchez (1996) propone que las poblaciones andaluzíes rurales se alimentaban principalmente de derivados, leche y huevos, más que de carne, mientras que en el contexto urbano el consumo de carne pudo haber sido mayor. Los estudios isotópicos en alimentos modernos no identifican, sin embargo, diferencias claras en el valor isotópico de $\delta^{15}\text{N}$ entre la carne animal y otros derivados de animales como lácteos o huevos (Nardoto et al. 2006). Aun así, es posible que el contexto urbano de Balaguer, que contaba con comercios especializados, permitiera un acceso más habitual a productos de origen animal (referencias sobre los comercios en Baraut 1988:30- 32; Chesé 2011: 465-467). En este sentido, el valor $\delta^{15}\text{N}$ medio ($10,7\pm 1,2\text{‰}$) identificado en la población mozárabe de Zaragoza es de gran relevancia, ya que puede indicar un acceso a productos de origen animal parecido al que la población islámica ($10,9\pm 1,4\text{‰}$) de esta misma ciudad tenía. ¹¹²

Fuera de un contexto andalusí, P. Pérez-Ramallo y colegas (2022) han identificado diferencias en el enriquecimiento ^{15}N en entre las poblaciones urbanas cristianas de la plaza San José (Pamplona, siglos XII-XIII) y Portales 67 (Logroño, siglo XIII) y la población cristiana rural de Lobera de Onsella (Zaragoza, siglos X-XI), que atribuyen a

¹¹² Se identifican posibles diferencias entra la dieta de la comunidad mozárabe de Zaragoza y la dieta de la población islámica de la misma ciudad que se concretan en un mayor consumo de plantas C_4 por parte de la primera (Mundee 2010: 143-144).

la presencia de individuos pertenecientes a la élite urbana y al acceso a una mayor cantidad de productos de origen animal (con orígenes también diversos) en las poblaciones urbanas.

De este modo, el contexto rural de Santa Coloma d'Àger, que comparte con el resto de poblaciones cristianas del noreste salvo el caso ya mencionado y con la población islámica de Tauste, puede relacionarse con una menor oportunidad de acceso a productos cárnicos.¹¹³ Sin embargo, esta tendencia parece estar también ligada al ámbito del noreste peninsular, donde se dispone de poblaciones principalmente cristianas. Mientras, fuera de esta zona hay poblaciones cristianas también rurales, como Boadilla ($10,1 \pm 1,0\text{‰}$), que presentan valores ligeramente más elevados (Tabla 132). Por lo tanto, es de gran interés realizar análisis en poblaciones rurales islámicas del noreste peninsular, así como aumentar los estudios isotópicos en fauna.

Vall d'Uixó. ¿Cómo se puede interpretar el consumo diferencial de plantas C₄?

La Figura 114 y la Figura 116 muestran que la población de Vall d'Uixó no se diferencia del resto de poblaciones islámicas en sus valores $\delta^{15}\text{N}$ sino que presenta un valor medio que se puede considerarse elevado entre las poblaciones rurales empleadas en la comparación. Las poblaciones del sureste peninsular, entre las que se incluye Vall d'Uixó, tienden a presentar también valores más elevados en comparación a las del noreste (Figura 117). Además, la población de Vall d'Uixó se distingue por su mayor consumo de plantas C₄ respecto a la mayoría de poblaciones islámicas peninsulares con datos isotópicos, que muestran una mayor tendencia a unos valores bajos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ que se relacionan con un mayor consumo de plantas C₃ (Figura 117, Tabla 132).

La población de Vall d'Uixó no es, sin embargo, la única población medieval peninsular que tiende al consumo de este tipo de plantas. Entre las poblaciones islámicas se identifican dos poblaciones mudéjares y dos poblaciones andalusíes que presentan valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ inferiores a $-17,0\text{‰}$.¹¹⁴ Se trata de las poblaciones de Benipeixcar ($-16,4 \pm 1,0\text{‰}$), Raval de Alacant ($-16,4 \pm 0,6\text{‰}$), y los dos muestreos realizados en la Torrecilla (Figura 117) (Salazar García et al. 2014; Jiménez-Brobeil et al. 2016; Alexander et al. 2019; Jiménez-Brobeil et al. 2021). La población cristiana de Gandía presenta un valor medio cercano, de $-17,2 \pm 1,0\text{‰}$, que los investigadores

¹¹³ En el caso de la población islámica rural de Tauste se identifica un enriquecimiento considerablemente alto en $\delta^{15}\text{N}$ que se relaciona, entre otros, con un consumo de recursos de origen fluvial (Guede et al. 2017a).

¹¹⁴ También se puede mencionar la población de Segorbe ($-14,1 \pm 2,3\text{‰}$), aunque los investigadores no especifican si los análisis realizados en esta población se han hecho sobre tejido óseo o dental (Silva et al. 2021).

consideran indicativo del consumo de plantas C_4 de manera directa o indirecta, aunque en menor cantidad que la población mudéjar de Benipeixcar (Alexander et al. 2015). Dado que todas estas poblaciones del este de la Península Ibérica se encuentran en la mitad sur, es posible plantear que en esta región las poblaciones medievales pueden mostrar una mayor tendencia a alimentarse con mayor frecuencia de plantas C_4 .

Sin embargo, las poblaciones andalusíes de Valencia y Tossal de les Basses, que también se encuentran en esta zona, no presentan esta misma tendencia (Figura 117) (Mundee 2010; Salazar García et al. 2016). En ellas se identifican valores medios de $\delta^{13}C_{col}$ de $-17,7\pm 1,3\text{‰}$ y $-18,3\pm 0,3\text{‰}$ respectivamente. Los investigadores de estas poblaciones asocian estos valores con un consumo mayoritario de plantas C_3 y menor de plantas C_4 (Salazar García et al. 2016; Alexander 2019).

En todo caso, en conjunto las poblaciones del sureste peninsular presentan una media de valores $\delta^{13}C_{col}$ de $-16,5\pm 1,6\text{‰}$, que refleja esta tendencia regional hacia el consumo de plantas C_4 . También se ha sugerido que las temperaturas más altas que se dan en el sur peninsular podrían contribuir a un mayor enriquecimiento en $\delta^{13}C_{col}$, ya que los valores de $\delta^{13}C_{col}$ tienden a enriquecerse con una mayor temperatura ambiental (Van Klinken et al. 2002; Alexander 2016:250). Sin embargo, otras poblaciones situadas en el sur pero no en el sureste peninsular, como Écija, presentan valores de $\delta^{13}C_{col}$ menos enriquecidos pese a contar con temperaturas también elevadas (Inskip et al. 2019).

Las poblaciones peninsulares de época tardo antigua muestran una tendencia hacia un mayor consumo de plantas C_3 , con pequeñas aportaciones de plantas C_4 . Este menor consumo de plantas C_4 , es, sin embargo, mayor que el observado en poblaciones próximas de Italia, Francia o el Reino Unido (García-Moreno et al. 2022). La excepción a este consumo mayoritario de C_3 es Galicia, donde se observa una alimentación fuertemente influenciada por los mijos en la población de A Lanzada (Pontevedra) y la población medieval y moderna de Pontevedra (López-Cóstas y Müldner 2016; López-Cóstas y Müldner 2019). Varios autores han vinculado el mayor consumo de plantas C_4 en Galicia no solamente a razones socioeconómicas (ej. el mantenimiento de la tradición prerromana en el caso de A Lanzada) sino también a la climatología de la región (López-Cóstas y Müldner 2016; López-Cóstas y Müldner 2019; García-Moreno et al. 2022). En las poblaciones asturianas de San Miguel de Lillo, San Pedro de Plecín y San Pedro de Nora estudiadas por MacKinnon et al. (2019) se observó una tendencia similar al consumo de plantas C_4 , mientras que la mayoría de los yacimientos asturianos presentan, por el contrario, un mayor consumo de plantas C_3 , como también lo hace la población de Boadilla (Toledo), situada en el interior de la península (García-Collado et

(Bolens: 1996: 189). Este mayor consumo de plantas C₄ identificado en algunas poblaciones del sureste peninsular puede deberse no solamente a factores climáticos sino aspectos de carácter socioeconómico y cultural que convergen en Vall d'Uixó: su carácter rural, su posible poblamiento de origen bereber y su estatus mudéjar.

En el capítulo anterior se ha visto como varias publicaciones basadas en fuentes documentales vinculan el consumo de este tipo de plantas con la población rural (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 241). En este sentido, la poblaciones rurales andaluzas de la Torrecilla y Segorbe presentan este mismo consumo, aunque la población también rural de Tossal de les Basses, junto a los demás núcleos rurales andaluzas con estudios isotópicos publicados, presentan valores compatibles con un consumo principal de plantas C₃.

Es posible que el mayor consumo de plantas C₄ detectado en esta zona se relacione con la presencia abundante de poblaciones bereberes en este territorio, ya que su tradición culinaria incluía el uso de plantas de este tipo (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al.1988; Roy Marín 1999; Hinojosa 2004; Torró 2012; Guichard 2016).

Por otro lado, varios autores han vinculado las poblaciones mudéjares a un estatus socioeconómico inferior y, de hecho, se ha visto como posiblemente a partir del siglo XIV la población de Vall d'Uixó sufrió una mayor depredación fiscal (Guichard 2001b: 638). A su vez, tanto un menor estatus socioeconómico como la escasez de cereales tradicionalmente más deseables para el consumo humano, tales como el trigo o la cebada, se han vinculado también al consumo de plantas C₄ (Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 240-241). P. Viciano (2012: 169) vincula el consumo de ese tipo de plantas directamente con las poblaciones mudéjares del Reino de Valencia, pero añade que estas comunidades tenían una preferencia por el cultivo de estos cereales. Esto no se da en la población mudéjar de Lisboa (Toso et al. 2021).

Estos datos de carácter histórico, junto al hecho que tres de las cuatro poblaciones mudéjares empleadas en la comparación presenten esta tendencia, con la excepción de la población de Lisboa, hacen posible plantear que las poblaciones mudéjares del sureste peninsular consumiesen más mijos y sorgos. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que en esta región esta tendencia también se identifica de manera más general, ya que tanto las poblaciones de cronología andalusí como feudal presentan valores isotópicos compatibles con el consumo de plantas C₄ tanto como granos principales como de aportación secundaria menos habitual (Figura 117). Además, solamente se han realizado estudios de isótopos estables en tres poblaciones mudéjares del sureste peninsular y en una población fuera de esta región (Lisboa). Por

lo tanto, es difícil discernir hasta qué punto esta tendencia se debe al estatus mudéjar de la población y hasta qué punto está influenciada por las dinámicas ecológicas, culturales y económicas de la región.

Con todo, se concluye que las tres poblaciones estudiadas se diferencian perfectamente entre sí en lo que refiere al tipo y proporción de alimentos que consumían (Figura 114). Balaguer y Vall d'Uixó comparten valores parecidos de $\delta^{15}\text{N}$, que posiblemente se pueden asociar a un acceso similar a recursos proteicos de origen animal (carnes, huevos y lácteos). Mientras, Santa Coloma d'Àger presenta unos valores inferiores de $\delta^{15}\text{N}$ que se pueden relacionar, dentro de su contexto inmediato en el noreste peninsular, con una menor oportunidad de acceso a este tipo de recursos debido a su contexto rural y quizás a su condición de asentamiento cristiano en al-Andalus. Por otro lado, los valores medios de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ observados en Santa Coloma d'Àger y Balaguer son compatibles con un consumo mayoritario de plantas C_3 , mientras que en Vall d'Uixó se identifica un mayor consumo de plantas C_4 que parece insertarse en la misma dinámica que las poblaciones vecinas del sureste peninsular siguen, especialmente en contexto rural y/o mudéjar.

7.3. Movilidad de las poblaciones estudiadas en el contexto de los estudios isotópicos de poblaciones medievales peninsulares

A continuación, los datos isotópicos relativos a la movilidad individual de las tres poblaciones estudiadas se contrastan con los publicados sobre otras poblaciones medievales de la Península Ibérica. En el apartado 7.1 se ha visto como ninguna de las poblaciones estudiadas presenta individuos humanos a los que se pueda atribuir una clara no localidad en base a los valores de $\delta^{34}\text{S}$ (ver *Comparación de la dieta y la movilidad en Balaguer, Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó*). También se ha propuesto que los valores más elevados de $\delta^{34}\text{S}$ observados en Balaguer ($8,8\pm 0,7\text{‰}$) en comparación a los obtenidos en Santa Coloma d'Àger ($6,8\pm 0,9\text{‰}$) se pueden relacionar con el origen no local de parte de la fauna de Balaguer, ya que los dos ovicápridos analizados de este yacimiento presentan valores cercanos a los observados en Vall d'Uixó, lo que indica una corta distancia respecto a la costa. De manera similar, Nehlich y colegas (2012) identifican animales con valores de $\delta^{34}\text{S}$ no locales durante el periodo islámico en Ibiza y vinculan su presencia a la importación comercial desde el Norte de África y el Mediterráneo Central.

No se han encontrado poblaciones cercanas a las estudiadas que tengan datos de $\delta^{34}\text{S}$. Sin embargo, hay datos publicados que emplean otras relaciones isotópicas. En

Segorbe (Castelló), una población vecina a Vall d'Uixó, se han realizado análisis de $\delta^{18}\text{O}$ en bioapatita dental. Estos concluyen que uno de los nueve individuos analizados posiblemente pasó su infancia y/o adolescencia en una región con un clima más cálido, con valores compatibles con los esperados en zonas de África y el Próximo Oriente, mientras que el resto mantuvieron su localidad (Silva et al. 2021). En la población de Tauste (Zaragoza), relativamente cercana a Balaguer y Santa Coloma d'Àger, se identifica una mayoría de individuos locales mediante el análisis de isótopos de ^{18}O y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en hueso y esmalte dental (Guede et al. 2017a). Sin embargo, tres individuos de sexo femenino y dos individuos de sexo masculino pueden ser no locales, aunque los investigadores indican que, aun así, estos individuos procedían con mayor probabilidad del Valle del Ebro. En la *maqbara* de la plaza del Castillo (Pamplona) se identifican dos individuos con valores $^{86/87}\text{Sr}$ y $\delta^{18}\text{O}$ atípicos que posiblemente crecieron en el norte de África y migraron hacia Pamplona durante su infancia (Prevedorou et al. 2010). Los investigadores, además, ponen este hallazgo en relación con la presencia de modificaciones dentales típicas de poblaciones norteafricanas en la dentición de uno de los individuos analizados. Se advierte que estos estudios analizan los dientes por lo que la movilidad obtenida resulta entre la infancia y vida adulta, mientras que el $\delta^{34}\text{S}$ realizado en este estudio indica la movilidad en los últimos años de vida.

En yacimientos más alejados, tales como Las Gobas (Laño, Burgos, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) y la *maqbara* conocida en la literatura como 33 Bartomeu Vicent Ramon (Ibiza, ^{18}O), se identifica esta misma tendencia hacia la localidad de la mayoría de los individuos. En Las Gobas, ocho de los 41 individuos analizados presentan valores que pueden ser no locales, mientras que tres de los 13 animales analizados (un ovicáprido, un bóvido y un caballo) muestran valores claramente no locales que se han relacionado con el comercio o la trashumancia (Guede et al. 2017b). En Ibiza, Dury y colegas (2019) identifican una minoría de individuos alóctonos (migrantes tanto en la infancia como en la edad adulta) en la *maqbara* de 33 Bartomeu Vicent Ramon, y sugieren que su procedencia puede encontrarse en la costa del actual País Valenciano debido a su asociación con el consumo de plantas C_4 .

López-Costas y colegas (2021) indican que cuatro de un total de 15 individuos inhumados en Capela do Pilar (Catedral de Lugo) pasaron parte de su vida cerca de la costa o que consumieron alimentos (en especial vino) procedentes de la costa, por lo que su señal parece alóctona según muestran los análisis de $\delta^{18}\text{O}$. Por otro lado, interpretan dos resultados atípicos en isótopos de $\delta^{34}\text{S}$ y $\delta^{18}\text{O}$ como indicativos del consumo de pequeñas cantidades de alimentos de origen marino. Al comparar los valores $\delta^{34}\text{S}$ (\bar{X} $13,7 \pm 0,7\%$) de estos individuos con los obtenidos en las poblaciones

estudiadas se observa que los individuos de Capela do Pilar presentan valores más altos (Figura 118). El mapa de isoclimas propuesto por Bataille y colegas (2021) indica que en la costa de Galicia se esperan valores $\delta^{34}\text{S}$ cercanos al 16‰-18‰ y en el interior de la región estos pueden situarse entre 12‰ y 16‰, mientras que en las poblaciones estudiadas estos se encuentran por debajo del 8‰, valores a los que cabe añadir el salto trófico. Por lo tanto, esta comparación es coherente con la localización de los humanos estudiados y refuerza la posible procedencia costera de los dos ovicápridos de Balaguer, ya que aunque los valores $\delta^{34}\text{S}$ de estos son más bajos que los de la fauna de Capela do Pilar, esta diferencia es inferior al 2‰ mientras que al comparar los humanos de ambas poblaciones esta sobrepasa el 4‰.

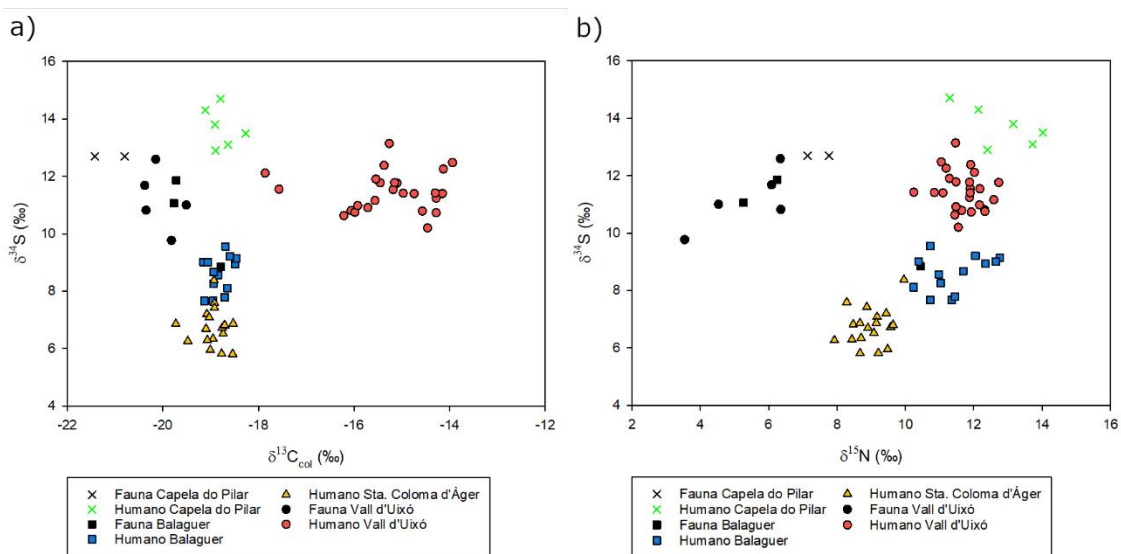


Figura 118. Comparación de la movilidad humana y animal entre las tres poblaciones estudiadas y la población islámica ibicenca de Capela do Pilar. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$.

Nehlich y colegas (2012) identifican una mayoría de individuos no locales en el yacimiento islámico de Es Soto (Ibiza) mediante el análisis de isótopos de $\delta^{34}\text{S}$ (\bar{X} 9,1±2,7). Los investigadores proponen que los individuos no locales (20 individuos frente a dos que presentan valores locales) pudieron tener un origen en diversos puntos del Mediterráneo o, alternativamente, vinculan los valores obtenidos a un consumo mayoritario de alimentos importados, lo cual daría una señal también no local a los humanos que los consumían. En comparación a las tres poblaciones estudiadas, esta población tiene una mayor variabilidad en sus valores de $\delta^{34}\text{S}$ que refuerza tanto el origen no local o el consumo de alimentos no locales en la población ibicenca como el origen local de los individuos analizados en el presente trabajo (Figura 119). Es igualmente interesante observar que algunos de los individuos de Vall d'Uixó tienen valores similares a los obtenidos en Es Soto, lo que se podría relacionar con la cercanía

respecto a la costa de ambas poblaciones, mientras que otros parecen asemejarse más a los valores obtenidos en Balaguer y Santa Coloma d'Àger. Los análisis de la fauna estudiada resultaron en valores similares de $\delta^{15}\text{N}$ pero bastante diferentes en $\delta^{34}\text{S}$.

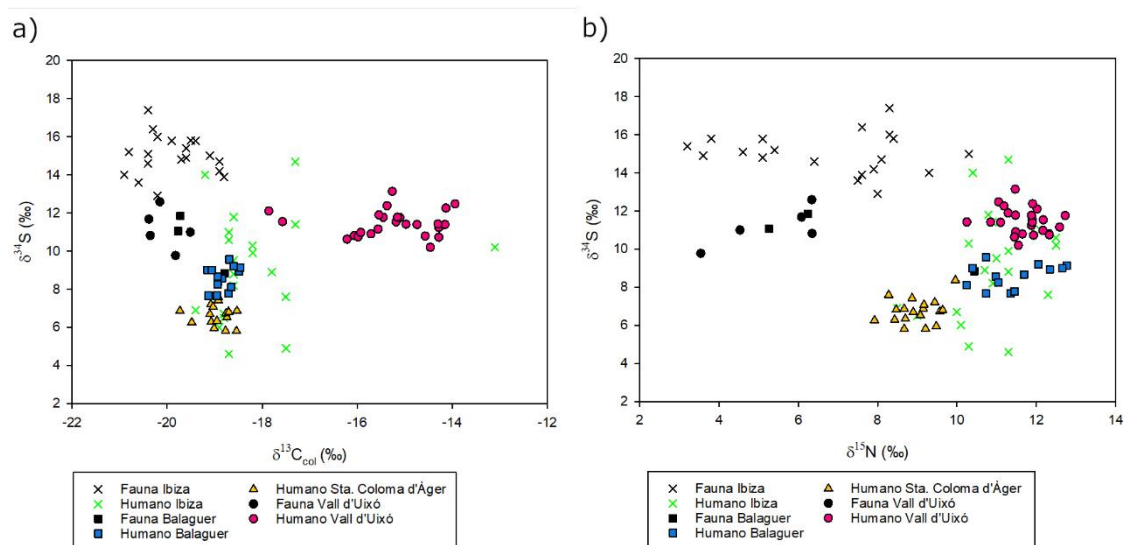


Figura 119. Comparación de la movilidad humana y animal entre las tres poblaciones estudiadas y la población islámica ibicenca de Es Soto. a) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{coll}}$ y $\delta^{34}\text{S}$ b) Gráfico de dispersión con los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$.

Con todo, la comparación realizada permite concluir que los humanos estudiados no presentan indicios de haber pasado los últimos años de sus vidas en un ambiente muy diferente al de los tres yacimientos estudiados con respecto a la distancia de la costa. También, que los resultados obtenidos se mantienen coherentes con una movilidad local en todos ellos. Esta movilidad principalmente local se identifica, además, en la mayoría de los individuos estudiados por las otras publicaciones. Se han encontrado, además, más indicios que indican que los dos ovicápridos de Balaguer pudieron proceder de una localización más cercana a la costa.

8. Consideraciones finales y conclusiones

En este capítulo se presenta una síntesis de todos los datos producidos durante esta investigación con tal de proporcionar una visión general de la información que se ha tratado en capítulos distintos. Para esto, se contrastan y combinan los datos de carácter antropológico e isotópico que se han obtenido para cada población, así como el contexto histórico y arqueológico de estas. Seguidamente, se dedican dos apartados a integrar las características de las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger en el contexto de la Frontera Superior y las características de la población de Vall d'Uixó en el contexto del *šarq* al-Andalus y el Reino de Valencia. Finalmente, se realiza una comparación sintética de las tres poblaciones estudiadas.

De este modo, se responde a los objetivos definidos en el inicio de esta tesis doctoral, que, de manera resumida, consistían en caracterizar a nivel funerario y bioarqueológico las tres poblaciones estudiadas mediante la producción de nuevos datos antropológicos e isotópicos, realizar una revisión de los datos arqueológicos funerarios y, en el caso de Balaguer, iniciar una nueva intervención arqueológica en la *maqbara*. Con ello, se buscaba ampliar y actualizar el conocimiento que se tiene acerca de las dos áreas de estudio (la Frontera Superior y el *šarq* al-Andalus y posterior Reino de Valencia) y contrastar hasta qué punto los factores antrópicos y ecológicos, tales como las diferencias en la religión, el contexto socioeconómico, el modo de vida y la disponibilidad de recursos, influenciaron las condiciones de vida de cada población.

Finalmente, se discuten las limitaciones que han condicionado este estudio y se sugieren aspectos a abordar en futuras investigaciones.

8.1. Síntesis poblacional de Balaguer

Las inhumaciones de Balaguer se sitúan a intramuros de la *madīna*, un hecho que, pese a identificarse en otros yacimientos, no es usual, ya que las *maqābir* tienden a situarse fuera del espacio habitado. Su localización dentro del recinto amurallado implica, pues, la existencia de un área de la *madīna* dedicada exclusivamente a la *maqbara*, la *maqbara* sureste, además de algún otro sector con enterramientos aparentemente de menor extensión, como los localizados cerca de la muralla oeste.

Los enterramientos estudiados consistían en fosas con una orientación noreste-suroeste. En la mayoría de los casos se identifican fosas simples, pero en el sector de inhumaciones cercano a la muralla oeste también se identifican dos fosas cuyas paredes están construidas con adobe (Camats s.f.). Este tipo de construcción no entra en

conflicto con los preceptos del rito de inhumación islámico, puesto que el material empleado en las paredes de la tumba es perecedero y el cuerpo está en contacto con la tierra (Fierro 2000). Además, algunos de los enterramientos de otras *maqābir* peninsulares, como en *madīna Ṭurṭûša*, presentan soluciones similares (Martínez 2000). Todos los esqueletos estaban desprovistos de ajuar y mayoritariamente se encontraban en posición de decúbito lateral derecho. Por lo tanto, la mayoría de las inhumaciones de Balaguer cumplen con las prescripciones del ritual de inhumación islámico. Se identifican, no obstante, tres tipos de variaciones *ex norma*: la superposición de tumbas, la presencia de tumbas no individuales y de esqueletos en decúbito supino. El mismo tipo de variaciones se han observado en otras *maqābir* peninsulares por lo que no constituyen hallazgos singulares y es posible plantear que se deben a necesidades de gestión del espacio de la *maqbara* o a procesos tafonómicos.

Las dataciones por radiocarbono realizadas en los esqueletos procedentes de los enterramientos descritos han permitido fechar el uso de la *maqbara* sureste entre los siglos VIII y XII, mientras que la datación realizada en uno de los esqueletos procedentes de la muralla oeste fecha el conjunto entre los siglos XI y XII. En la *maqbara* sureste, pues, se ha detectado una inhumación posiblemente realizada entre los siglos VIII y IX. De este modo, se ha podido obtener una evidencia clara de la ocupación de Pla d'Almatà antes del siglo X, un hecho relevante, puesto que de manera previa se contaba con pocos indicios de dicha ocupación. Estos indicios se concretan en dos menciones documentales fechadas en la segunda mitad del siglo IX que hacen referencia la fortificación y la población organizada a su alrededor (Martínez Antuña 1937: 126; Giralt et al. 1995; Bramon 2000:240; Alòs 2015) y en restos de muros, canalizaciones y recortes en el suelo natural del yacimiento que son cortados por estructuras fechadas en los siglos X y XI y que, por lo tanto, necesariamente deben ser anteriores (Alòs et al. 2007; Alòs 2015).

Los esqueletos estudiados, pues, tienen una cronología amplia (VIII-XII) que incluye la totalidad del periodo andalusí de Balaguer. Durante este periodo, el perfil paleodemográfico de la muestra estudiada se asemeja al esperado en una población estable sin grandes episodios de mortalidad debidos a situaciones de guerra o epidemia. En consonancia, su perfil de mortalidad puede ser el resultado de la mortalidad por desgaste (aquella que afecta en mayor medida a la población de más y menos edad), ya que se identifican un buen número de individuos no adultos. Aunque en este perfil los individuos seniles están poco representados, esto también ocurre en otras poblaciones andalusíes de la península y es usual en poblaciones preindustriales (como ejemplos de otras poblaciones ver i.a. Jiménez et al. 2012; de Miguel 2016: 219; Molero-

Rodrigo 2019). La mayor representación de individuos adultos jóvenes respecto a los otros grupos de edad de la población adulta es inusual en un perfil de mortalidad por desgaste. Sin embargo, este grupo de edad también es el más representado en otros cementerios medievales peninsulares (e.g. Jordana 2007:63) y ello puede deberse a varios factores, tanto metodológicos como relacionados con la excavación y el número de muestra, y no necesariamente debe relacionarse con una mortalidad catastrófica.

En el registro osteológico de Balaguer se identifican dos individuos de sexo masculino con una punta de flecha y de lanza clavadas en una de sus vértebras torácicas y costillas respectivamente, que algunos investigadores vinculan con uno de los episodios de violencia y asedio que Balaguer vivió entre finales del siglo XI e inicios del siglo XII (Giralt et al. 1995). Los restos, no obstante, no se han podido incluir en el presente estudio. Aparte de estos dos casos, en la muestra estudiada no se han identificado casos claros de violencia en el esqueleto, aunque de por sí estos son difíciles de identificar y se ha estudiado una pequeña parte de la población de la *madīna*.

Aunque el hallazgo descrito por Giralt y colegas (1995) evidencia la mortalidad que los mencionados episodios de violencia interpersonal pudieron ocasionar en la población de *madīna* Balaghí, los perfiles paleodemográfico y de mortalidad de la colección estudiada no reflejan una mortalidad catastrófica que se pueda vincular a un episodio de violencia interpersonal como el descrito (teniendo siempre en cuenta que la muestra estudiada es diacrónica y que no todos los esqueletos corresponden a personas que vivieron de forma sincrónica). Aunque se tienen pocas referencias a eventos concretos ocurridos en Balaguer antes del asedio y posterior conquista feudal, la información arqueológica con la que se cuenta indica que a partir del siglo X la *madīna* inicia una etapa de crecimiento, un aspecto que no concuerda con una población constantemente bajo amenaza (Giralt 1994; Giralt 1995; Alòs et al. 2007; Camats et al. 2015). Es igualmente importante indicar que el perfil de mortalidad no denota una mortalidad catastrófica que se pudiera vincular con hambrunas o epidemias.

Los datos relativos al estudio de los rasgos no-métricos observados en los esqueletos de Balaguer muestran frecuencias de rasgos no-métricos dentales (incisivos en pala, canino de Bushman y cúspide de Carabelli) parecidas a las de varias poblaciones de ascendencia norteafricana y del Próximo Oriente, aunque, por lo general, esta colección presenta una variabilidad en los rasgos no-métricos dentales relativamente baja. Esta característica es más propia del perfil dental europeo definido por Hanihara (1967). Gracias a estos datos, se puede proponer que la muestra estudiada presenta un perfil fenético que, posiblemente, refleja una ascendencia hispano-visigoda en la mayoría de

los individuos, con pequeñas aportaciones norteafricanas y del Próximo Oriente que se pueden relacionar con las migraciones de población arabo-bereber que se produjeron a raíz de la conquista del año 711. Se desconoce, no obstante, hasta qué punto la muestra estudiada es representativa de la población de *madīna* Balaghí y es necesario obtener datos genéticos que aporten información más detallada acerca de la ascendencia de la población.

Pese a no contar con otros datos específicos sobre la ascendencia de la población de *madīna* Balaghí, el conocimiento previo que se tiene acerca del origen del poblamiento en la Frontera Superior coincide con la interpretación de los rasgos no-métricos. Los historiadores han identificado grupos bereberes y árabes en la toponimia y en las fuentes escritas andalusíes. Sin embargo, ambos registros permiten establecer que la mayoría de la población era de origen autóctono (Esco et al. 1988; Barceló 1991a; Barceló 1991b; Barceló et al. 1991; Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012; Sarr 2015).

Los resultados obtenidos en los isótopos de ^{34}S sugieren que, independientemente de su ascendencia, ninguno de los individuos humanos analizados se había desplazado fuera del área de Balaguer, o de una zona con un valor de $\delta^{34}\text{S}$ similar, durante sus últimos años de vida. Sin embargo, los dos ovicápridos analizados presentan valores que no son compatibles con los esperados en la fauna local, pero sí con los de la fauna de yacimientos más cercanos a la costa. Por este motivo, es posible que estos dos ovicápridos se desplazaran mediante rutas comerciales o de trashumancia desde un lugar costero hasta *madīna* Balaghí. La posible existencia de dichas rutas es difícil de contextualizar, ya que no se dispone de información histórica o arqueológica respecto a las rutas comerciales en las que participaba *madīna* Balaghí. Por otro lado, se han realizado pocos estudios sobre la trashumancia de la zona. Estos indican que el ganado se desplazaba a escala más bien local (Brufal 2013: 234-235; 277). Por lo tanto, aunque estos dos ovicápridos no son representativos del total de la fauna consumida en *madīna* Balaghí, aportan información novedosa sobre el origen del ganado del yacimiento que, sin duda, se deberá explorar mediante el análisis de un mayor número de muestras de fauna.

De manera previa a esta tesis doctoral, ya se disponía de datos sobre la agricultura en *madīna* Balaghí. La creación de una zona de huerta, alimentada por una acequia captada en el río Segre (la Secla del Cup), jalonada por algunos molinos hidráulicos, al sur de la *madīna* y en época andalusí está atestiguada por alguna mención documental pocos años antes de la conquista. La documentación que generaron la conquista y

colonización feudal de Balaguer ha permitido reconstruir al menos dos áreas de huerta, la que alimentaba la Secla del Cup en la misma orilla del río que *madīna* Balaghí, y la que alimentaba la acequia captada en la orilla izquierda, la acequia de El Sió, probablemente de creación posterior a la conquista (Batet 2006:207-208). Los cultivos de huerta se encuentran representados en el registro arqueobotánico de la *madīna*, en el que se identifican semillas de frutas como el melón y también de diversos cereales como el trigo, la cebada o el trigo farro (Alonso et al. 2014). Respecto al consumo de alimentos de origen animal, M. García García (2022) ha realizado recientemente un estudio de la paleofauna del yacimiento de Pla d'Almatà en el que identifica un claro predominio de los ovicápridos, seguidos de conejos, gallinas y ciervos, que están bien representados. Dado que los ovicápridos 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-Andalus (García Sánchez 2011).

En la presente tesis doctoral, dos métodos han permitido abordar el tipo de dieta que caracterizaba la población de *madīna* Balaghí, el análisis de las patologías bucodentales, que a su vez son indicativas de la salud y la higiene bucodental de la población, y el análisis de isótopos estables de ^{13}C y ^{15}N . Las frecuencias de patologías bucodentales observadas en la colección de Balaguer indican una buena higiene y salud oral, parecida a la de otras poblaciones medievales (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Mestre et al. 1996; Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007; de Miguel 2016; Gutiérrez et al. 2016). Dado que las frecuencias de caries dental son similares a las observadas en las poblaciones de su mismo contexto geográfico y cronológico, se puede interpretar que, aunque los carbohidratos estaban presentes en la dieta de esta población, no había una dependencia distintiva de estos. Esto puede indicar que, los habitantes de *madīna* Balaghí no tenían una dieta muy dependiente de los cereales y que tenían otras fuentes de alimentos menos ricas en carbohidratos, como podrían ser los vegetales de las huertas o las proteínas de origen animal.

Los análisis de isótopos estables de ^{13}C y ^{15}N ofrecen información más específica al respecto. Por un lado, los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ indican que la población consumía de manera preferente plantas del tipo C_3 . Entre estas plantas se encuentran la cebada y el trigo, cuyos granos predominan frente a los granos de plantas del tipo C_4 en el registro arqueobotánico ya mencionado. Otras plantas del tipo C_3 que podrían crecer en la huerta de Balaguer, algunas de las cuales se han encontrado en el registro arqueobotánico de la *madīna*, son la mayoría de las hortalizas y frutas que se pueden encontrar en una huerta. Por su parte, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ sugieren que los individuos analizados

consumían proteína animal de manera habitual, ya que su enriquecimiento es ligeramente mayor que el esperado debido al cambio trófico. Esto concuerda con la menor dependencia de los carbohidratos que las frecuencias de caries dental sugieren. Además, se detectan posibles aportaciones de proteína animal de origen acuático en tres individuos.

A pesar de haber identificado un consumo habitual de carne, lácteos y huevos, en algunos de los individuos se han detectado marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo (criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte) que sugieren que parte de la población sufrió problemas nutricionales en esa etapa. Sin embargo, no se ha identificado un patrón de aparición de estos marcadores que permita inferir, de manera conclusiva, un estrés fisiológico en la población de Balaguer más elevado que el observado en las poblaciones vecinas (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007; de Miguel 2020; Sánchez-Aparcero et al. 2021). En concreto, las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte son más altas respecto al resto de poblaciones, mientras que las frecuencias de criba orbitaria están dentro de los rangos observados en el resto de las poblaciones y se identifica un dimorfismo sexual en las estaturas estimadas. Por lo tanto, aunque estos marcadores indican que algunos individuos de *madīna* Balaghí experimentaron periodos de hambruna o enfermedades que provocaron un estrés fisiológico en su organismo, la frecuencia de estos no parece ser inusual en comparación a las poblaciones de su entorno. Este aspecto coincide pues, con los perfiles paleodemográficos y de mortalidad descritos más arriba.

Gracias al estudio de la frecuencia de observación y de la localización de la artrosis, los traumatismos (del esqueleto, tejidos musculares y del cartílago) y los nódulos de Schmörl se han podido conocer nuevos aspectos sobre la actividad física de la población de *madīna* Balaghí. Este análisis sugiere que esta población realizaba tareas de menor intensidad en comparación a las poblaciones rurales, lo que se puede relacionar con el contexto urbano de los individuos inhumados (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Pujol y Campillo 1996; Fadrique et al. 2005; Aran 2012). Diversos estudios clínicos y etnográficos confirman esta interpretación, ya que muestran que en las poblaciones urbanas se da una menor incidencia de patologías degenerativas y traumáticas asociadas a la actividad física diaria, así como menos hiperdesarrollos musculares (Lawrence 1976; Usenobo et al. 2015; Ichinohe et al. 2021). La población de *madīna* Balaghí, no obstante, muy probablemente trabajaba en las huertas que se encuentran alrededor de la *madīna*.

8.2. Síntesis poblacional de Santa Coloma d'Àger

Los enterramientos estudiados en Santa Coloma d'Àger se organizaban alrededor de una iglesia identificada como la basílica de Santa Coloma, los restos de la cual se excavaron durante la primera intervención arqueológica en el yacimiento (Bertran y Fité 1986; Brufal y Porcheddu 2018; Brufal y Porcheddu s.f.). Los esqueletos estudiados corresponden, por lo tanto, a una necrópolis rural. Sin embargo, no se conoce la ubicación ni las características del asentamiento asociado.

Se ha logrado reconstruir parte de la información funeraria sobre la necrópolis de Santa Coloma d'Àger mediante el análisis del número de individuos encontrados por tumba, la estimación del sexo y edad de estos, y la recuperación de una planimetría de la intervención del año 1997. De este modo, se ha logrado compensar, aunque no suplir, la falta de la memoria de excavación de la intervención del año 1997. Se ha podido establecer que todas las inhumaciones seguían el ritual cristiano, aunque se utilizaron diferentes tipos de sepultura. En referencia a los tipos de sepultura, se ha detectado el uso de sarcófagos, tumbas de cista, fosas simples cubiertas por losas y fosas antropomorfas cubiertas por losas (Bertran y Fité 1986; Brufal y Porcheddu 2018; Brufal y Porcheddu s.f.). Los esqueletos estudiados procedían de dos sarcófagos, uno de ellos fechado radiocarbónicamente en el siglo V y el otro (reutilizado) entre los siglos VII y VIII, dos fosas cubiertas por losas, siete tumbas antropomorfas cubiertas por losas y 89 tumbas que posiblemente consistían en tumbas de cista o fosas cubiertas por losas. El uso de las fosas antropomorfas se sitúa claramente entre los inicios del siglo IX y el siglo X. Por último, las inhumaciones procedentes de las tumbas cuyo tipo no se ha podido especificar se sitúan entre el último cuarto del siglo VII y la primera mitad del siglo XI mediante las dataciones radiocarbónicas que se han realizado en los esqueletos que contenían.

Gracias a la revisión de las dataciones radiocarbónicas realizadas de manera previa a esta tesis doctoral y la datación (también por ^{14}C) de otros esqueletos de la necrópolis durante el transcurso de esta, se ha podido establecer que la necrópolis se mantuvo en uso desde el siglo V hasta la primera mitad del siglo XI. No obstante, las dataciones por radiocarbono indican que, por el momento, solo un individuo encontrado en un sarcófago no espoliado se fecha en el siglo V. El resto de los esqueletos analizados se fechan a partir de la segunda mitad del siglo VII y ninguna de las dataciones realizadas muestra una continuidad en el uso de la necrópolis después de la primera mitad del siglo XI. El aparente abandono de la necrópolis en este momento también parece detectarse documentalmente, ya que a partir del año 1066 aparecen ventas de tierras,

principalmente viñedos, que se sitúan en *Sancta Cholumba* (Benet i Clarà 1983; Chesé 2011: 303, 455-456, 501). Este abandono se ha puesto en relación con la conquista feudal del valle de Àger, que conllevó la reorganización de la red de iglesias y la mayor importancia de la iglesia de Sant Pere d'Àger, fundada entre la década de 1030 y la década de 1040, y su cementerio parroquial (Benet i Clarà 1983; Porcheddu 2017: 296-298).

Por lo tanto, es probable que la mayoría de los esqueletos estudiados correspondan a personas que habitaron el valle de Àger durante el periodo andalusí. Tanto la presencia de cerámica andalusí en el castillo de Àger, muy cercano a la necrópolis, como la mención en la documentación feudal de la conquista del propio castillo y su territorio durante la primera mitad del siglo XI indican claramente que la población inhumada en la necrópolis estaba bajo dominio andalusí (Mestre y Sabaté 1998:10; Chesé 2011:16, 227-229; Coberó s.f.; Vila s.f.)

El perfil de mortalidad de esta población puede indicar una mortalidad por desgaste, ya que la muestra no adulta se encuentra muy bien representada, especialmente los individuos de entre 1 y 5 años, y en el grupo adulto las probabilidades de muerte aumentan junto a la edad. Aunque se han identificado relativamente pocos individuos adultos seniles, ya se ha mencionado que la mayoría poblaciones medievales de la península presentan también este déficit, que es usual en las poblaciones preindustriales. Por otro lado, la distribución paleodemográfica de los esqueletos analizados en Santa Coloma d'Àger no es inusual respecto la observada en otras poblaciones de cronología y contexto similares (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Fadrique et al. 2005; Jordana 2007; de Miguel 2016; Jiménez-Brobeil y Benavides 2020; Gracia 2021).

Así, pues, los perfiles paleodemográfico y de mortalidad de la colección estudiada no indican episodios de mortalidad anormal o catastrófica, como podrían ser periodos de hambruna, violencia interpersonal, o epidemias. La ausencia de traumatismos que puedan vincularse de manera evidente a episodios de violencia en los esqueletos de Santa Coloma d'Àger puede indicar que no fueron un factor condicionante de la mortalidad. De hecho, los traumatismos claramente relacionados con actos violentos se encuentran en unos pocos de los muchos individuos de la Frontera Superior analizados antropológicamente, como se ha mostrado en el apartado anterior.

Aunque se debe tener en cuenta que la muestra estudiada está compuesta por esqueletos de cronologías diversas (siglos V-XI), la ausencia de evidencias de violencia es de interés si se tiene en cuenta que posiblemente parte de la población que

representan vivió la conquista arabo-bereber (primer cuarto del siglo VIII) o la conquista feudal (primera mitad del siglo XI). Fuera de estos dos periodos de conquista, sin embargo, la información histórica de la que se dispone (que es escasa) no indica una conflictividad sino una cierta estabilidad a partir de la primera mitad del siglo IX, cuando el emirato omeya estableció su autoridad en la región (García Biosca 1998; Mestre y Sabaté 1998:32-33).

Diversos estudios documentales y toponímicos indican que los habitantes de la Frontera Superior eran de origen principalmente hispano-visigodo (Esco et al. 1988; Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012). El estudio antroponímico que Benet i Clarà (1983) realiza sobre dos documentos feudales fechados tentativamente en los años 894-895 y 903, permite identificar los nombres de algunos habitantes de *Aguilanium*, que se ha relacionado con Àger. El hecho que los nombres que se mencionan sean mayoritariamente de origen germánico se puede relacionar con un substrato hispano-visigodo. Sin embargo, la datación de los documentos es muy hipotética y la asociación de *Aguilanium* con Àger no es clara.

En la presente tesis doctoral se ha realizado un estudio preliminar de la posible ascendencia de la población de Santa Coloma d'Àger mediante el estudio de los rasgos no-métricos observados en los esqueletos. Los rasgos no-métricos dentales muestran poca variabilidad en sus frecuencias de expresión, un hecho que coincide con las características de las poblaciones europeas y que, por lo tanto, puede sugerir que la población estudiada tenía una ascendencia principalmente caucásica. Esta información coincide con la proporcionada por las fuentes históricas y es indicativa de que la población de Santa Coloma d'Àger recibió pocas aportaciones poblacionales de origen árabe o bereber. No obstante, será necesario obtener datos genéticos que aporten más información acerca de la ascendencia de la población.

Por otra parte, los análisis de isótopos de ^{34}S indican que todos los individuos analizados habitaron las inmediaciones de Santa Coloma d'Àger, o un área con un valor isotópico similar, durante sus últimos años de vida. Esto podría indicar que la población, o cuanto menos los individuos analizados, tenía poca movilidad a larga distancia. No obstante, para confirmar esta tendencia se deberá aumentar el número de individuos analizados y también convendría emplear otros análisis de isótopos ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y ^{18}O) que aporten más información sobre la movilidad individual.

De manera anterior a esta tesis doctoral no se disponía de mucha información relativa a la dieta de esta comunidad. La documentación feudal redactada poco después de la conquista del valle de Àger sugiere que había un predominio de la vid frente a los

cereales, que también se cultivaban olivos y que la caza y la recolección eran actividades económicas secundarias (Chesé 2011: 209-210, 217, 227). Por otro lado, los estudios arqueológicos permiten saber que las comunidades del valle de Àger practicaban la horticultura, que pudo organizarse en torno el río Fred (Porcheddu 2017: 308-309). A diferencia de otras poblaciones de la zona, como la de *madīna* Balaghí, en el caso de Santa Coloma d'Àger no se cuenta con un estudio arqueobotánico que haga referencia específicamente a los vegetales consumidos por esta población, principalmente porque, por el momento, no se ha localizado el asentamiento del que proceden los esqueletos.

El estudio bioarqueológico de los esqueletos de Santa Coloma d'Àger permite añadir los siguientes datos sobre la dieta. La colección presenta frecuencias relativamente bajas de caries dental, pérdidas dentales *ante mortem*, cavidades periapicales y periodontitis, pero frecuencias altas de cálculo dental. Por este motivo, se concluye que su salud bucodental no se distingue en exceso de la de las otras poblaciones de contexto y cronología similares (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Vives 1982; Mestre et al. 1996; Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007; de Miguel 2016; Gutiérrez et al. 2016). Sin embargo, las frecuencias relativamente altas de cálculo dental pueden relacionarse con una peor higiene bucodental respecto a las otras poblaciones empleadas en la comparación. Las frecuencias de caries dental, relativamente bajas, pueden deberse, sin excluir otros factores contributivos, a una dieta menos dependiente de alimentos con altos contenidos en carbohidratos, tales como los cereales o la fruta. Esto puede coincidir con la documentación feudal, que parece mostrar que, además de los cereales, que son ricos en carbohidratos, esta población cultivaba otros productos. Asimismo, la existencia de huertas haría posible que los habitantes del valle de Àger completaran su alimentación con hortalizas y leguminosas.

Los análisis isotópicos de ^{13}C permiten saber que la población consumía de manera preferente plantas del tipo C_3 . Tanto los cereales como el trigo o la cebada como la uva y la amplia mayoría de plantas de huerta y del bosque mediterráneo que se pueden obtener mediante la recolección pertenecen a este tipo de plantas. Por lo tanto, los datos que se han generado respecto a la alimentación vegetal de los individuos analizados mantienen una coherencia con la información documental previa. También coinciden con los conjuntos arqueobotánicos estudiados de poblaciones de la misma zona.

Por otro lado, los valores de $\delta^{15}\text{N}$ indican que la proteína animal consumida por los individuos analizados era de origen terrestre y no se encuentran indicios de aportaciones de origen acuático (fluvial o marino). Diversos estudios han relacionado el consumo de

pescado en las poblaciones cristianas con la restricción en el consumo de carne en determinados días de la semana y del año. Sin embargo, los huevos y la leche se podían emplear como substitutos que a nivel isotópico no se podrían distinguir del consumo de carne (Quirós 2013; Alexander 2016). En un futuro, sería de gran interés identificar el yacimiento que la población inhumada en Santa Coloma d'Àger habitaba con tal de contrastar los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de la fauna que los individuos consumían con los de los propios individuos.

La información relativa a la dieta puede indicar, pues, que la población de Santa Coloma d'Àger tenía acceso a una variedad considerable de recursos. No obstante, algunos de los individuos analizados presentan marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo (criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte) que sugieren que parte de la población sufrió problemas nutricionales en esa etapa. Aun así, las frecuencias de aparición de la hipoplasia lineal del esmalte y la criba orbitaria no indican que esta población estuviera sometida a factores de estrés fisiológico superiores a los que otras poblaciones de su entorno geográfico más próximo padecían, puesto que se trata siempre de frecuencias similares o más bajas que las observadas en estas poblaciones (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a Pujol y Campillo 1996; Jordana 2007; de Miguel 2020). Las estaturas medias de la colección estudiada y su dimorfismo sexual apoyan esta interpretación. Aunque no se dispone de datos arqueológicos o históricos sobre la población de Santa Coloma d'Àger con los que relacionar esta información, esta concuerda con los perfiles paleodemográfico y de mortalidad que se han identificado en la muestra estudiada, ya que ambos pueden indicar que la población no sufrió de manera generalizada periodos de carestía o epidemias.

Los escasos testimonios documentales y arqueológicos que se tienen sobre la vida de la comunidad inhumada en Santa Coloma d'Àger durante el periodo andalusí hacen difícil aproximar cómo era su modo de vida y actividad física. No obstante, las frecuencias altas de artrosis indican que esta población practicaba tareas repetitivas con una mayor intensidad y frecuencia que la población de Balaguer. Por otro lado, las frecuencias bajas de nódulos de Schmörl pueden indicar que estas actividades no conllevaban una carga mecánica elevada en comparación a otras poblaciones de su entorno (v.g. Jordana et al. 2010). Estas características se pueden deber a la economía rural de la población, ya que de manera inmediatamente posterior a la conquista feudal, los documentos que hacen referencia la población de Àger muestran que se dedicaba a la agricultura, la caza y la recolección (Chesé 2011: 209-210, 217, 227). Como se ha visto, los estudios arqueológicos identifican una posible zona de huerta que esta población también podría trabajar (Porcheddu 2017: 308-309). Además, diversos

estudios clínicos y etnográficos sugieren que las poblaciones rurales tienden a presentar un mayor desgaste y desarrollo del esqueleto debido a las tareas que realizaban respecto a las poblaciones urbanas (Merbs 1983; Hawkey y Merbs 1995; Sofaer Deverenski 2000).

8.3. Síntesis poblacional de Vall d'Uixó

La población estudiada en Vall d'Uixó habitó las alquerías de Zeneta y Benizahat. La superposición de la trama urbana de la localidad moderna impide conocer exactamente la relación entre cada *maqbara* y su respectiva zona habitada y solo se puede suponer que la zona de enterramiento quedaba fuera de los límites de la zona residencial. La falta de memorias arqueológicas ha limitado la posibilidad de describir con detalle las condiciones de enterramiento. Aun así, se ha podido obtener información funeraria parcial de las inhumaciones estudiadas a través del cálculo del número de individuos encontrados por tumba, la estimación del sexo y edad de estos y la observación de fotografías tomadas durante las excavaciones arqueológicas. Las inhumaciones se realizaban en fosas simples que mayoritariamente cumplían las características del rito islámico, ya que presentaban una orientación noreste-suroeste y los esqueletos se encontraban en posición de decúbito lateral derecho. Se han identificado siete casos de tumbas no individuales en la *maqbara* de la alquería de la Zeneta de Vall d'Uixó, un hecho que debe considerarse *ex norma*. Esta desviación del rito se ha detectado también en otras *maqābir* (Barrachina 2004-05; Duarte et al. 2010).

Las dataciones por radiocarbono realizadas durante el curso de la presente tesis doctoral han permitido atribuir a la colección estudiada una cronología entre los siglos XIII y XVI. Se enmarca perfectamente, por lo tanto, en el periodo mudéjar, que en la aljama de Vall d'Uixó se inició en 1238 con la rendición ante Jaume I. Es interesante apuntar que ninguna de las dataciones realizadas va más allá del primer cuarto del siglo XVI, momento en el que se promulgó el decreto de conversión de los mudéjares del Reino de Valencia.

Dado que la población vivió en una aljama real del Reino de Valencia, se dispone de más información documental sobre las alquerías de Uixó en comparación a las dos otras poblaciones estudiadas. Las aljamas de estas alquerías se rindieron a Jaume I sin ofrecer resistencia, hecho que propició que la población conservara su *status quo* a nivel fiscal como mínimo hasta el siglo XIV (Guichard 2001b: 292-293, 638; Viciano 2012: 64). Además, después de la expulsión de muchas de las comunidades mudéjares del Reino de Valencia como consecuencia de las revueltas de la década de 1240, la aljama de Uixó se convirtió en uno de los escasos asentamientos rurales habitados

exclusivamente por musulmanes (Guichard 2001b: 345- 359, 655; Viciano 2012:56-57). El perfil paleodemográfico de la colección refleja esta estabilidad de la comunidad, ya que presenta una mortalidad por desgaste; la muestra no adulta se encuentra bien representada y las probabilidades de muerte en el grupo adulto aumentan conforme lo hace la edad. Este perfil paleodemográfico, además, presenta una distribución similar a la encontrada en otras poblaciones islámicas peninsulares, por lo que se puede concluir que no se identifican patrones de mortalidad anómalos (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Barrio y Trancho 2014; Sánchez-Aparcero 2021). La ausencia de traumatismos que se puedan relacionar con episodios de violencia en los esqueletos analizados es coherente con esta estabilidad, aunque se tiene presente que es difícil identificar signos claros de violencia en el esqueleto.

Los topónimos de Zeneta y de Benizahat han sido relacionados con los *Sanhāġa* y los *Banū Sa'd*, respectivamente (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al.1988; Guichard 2016). Por otro lado, es su tesis doctoral G. Oteo-García (2020), que ha estudiado 10 individuos de Vall d'Uixó inhumados mediante el rito islámico, muestra que parte de la población de Uixó tenía ascendencia norteafricana. De manera más general, diversos estudios históricos indican que gran parte de la población del *šarq* al-Andalus era de origen bereber, y en menor medida árabe (Bazzana y Guichard 1981; Bazzana et al.1988; Torró 2012; Guichard 2016).

El estudio de los rasgos no-métricos observados en los esqueletos de Vall d'Uixó es congruente con estos datos, ya que ciertos rasgos no-métricos dentales (incisivos en pala, extensiones del esmalte, canino de Bushman y cúspide de Carabelli) se presentan en frecuencias parecidas a las observadas en poblaciones de ascendencia norteafricana y del Próximo Oriente. En consecuencia, el perfil dental de los esqueletos de Vall d'Uixó muestra rasgos propios de los perfiles asiático y africano y, a su vez, esto podría reflejar una ascendencia árabe y/o bereber de parte de la población.

Por otro lado, el análisis de los isótopos de ^{34}S sugiere que ninguno de los individuos estudiados, humanos u ovicápridos, se desplazó lejos del área de Vall d'Uixó, o de una zona con un valor de $\delta^{34}\text{S}$ similar, durante sus últimos años de vida. Esto podría indicar que la movilidad de la población de las alquerías de Uixó, o cuanto menos de los individuos analizados, no era usualmente de larga distancia. No obstante, para confirmar esta tendencia se deberá aumentar el número de individuos analizados y también convendría emplear otros análisis de isótopos ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y ^{18}O) que aporten más información sobre la movilidad individual.

También se cuenta con menciones documentales que se pueden relacionar con la dieta de la comunidad estudiada. En Vall d'Uixó había tierras irrigadas, tanto durante el periodo andalusí como en el momento de la conquista cristiana, que se organizaban en torno al río Bellcaire (Bazzana y Guichard 1981; Guichard 2001b: 638). F. Esquilache (2018: 323) añade que los espacios de huerta se complementaban con un espacio de secano junto al río. Tras la conquista feudal, la documentación sobre Vall d'Uixó del siglo XIII muestra que había cultivos de trigo y cebada junto a frutales como higueras y algarrobos (Guichard 2001b:307, 638). De manera más general, P. Viciano (2012: 163-170) constata que la población mudéjar del Reino de Valencia, especialmente la de las grandes aljamas del interior como la de la Vall d'Uixó, cultivaba mijo menor y sorgo bicolor de manera preferente, mientras que el trigo se cultivaba en proporciones variables sin llegar a predominar como cultivo. Por otro lado, J. R. Hinojosa (2004: 342) indica que la población mudéjar del Reino de Valencia pudo haber conservado su cultura culinaria andalusí, que estaba más influenciada por la tradición culinaria bereber y, por lo tanto, incluye el uso de cereales como los sorgos.

El análisis de las patologías bucodentales proporciona información sobre la salud y la higiene bucodental de la población. En esta colección las frecuencias de caries dental y pérdida de piezas dentales *ante mortem* son altas, lo que puede indicar una peor higiene bucodental respecto a las poblaciones peninsulares de un contexto y/o cronología parecidos (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Lacalle y Guijo 2006; Laguillo et al. 2009; Martínez Baraja 2016). Además, las frecuencias altas de caries dental se pueden relacionar, entre muchos otros factores, con un consumo más elevado de carbohidratos como serían los cereales y las frutas, que aparecen reflejados en los testimonios documentales de Vall d'Uixó. En el caso de las alquerías mudéjares de Vall d'Uixó, esta mayor dependencia de los carbohidratos se puede entender en el contexto de la posible depredación fiscal de la comunidad mudéjar a partir del siglo XIV que forzaría a una mayor dependencia de alimentos de subsistencia, como los cereales (sobre el cambio en las condiciones fiscales ver Guichard 2001b: 638).

Los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ permiten especificar que los individuos analizados consumían plantas C_4 , como los sorgos y los mijos, en mayor proporción que plantas C_3 , como serían el trigo o la cebada mencionados en los documentos de época feudal o la mayoría de las hortalizas de huerta. Esto se puede poner en relación con diversos factores. En primer lugar, se ha mencionado que las frecuencias más elevadas de caries dental se pueden relacionar con un mayor consumo de alimentos de subsistencia en un contexto de depredación fiscal. Los sorgos y los mijos eran considerados como alimentos poco deseables para el consumo humano y eran más empleados en las poblaciones de

menos recursos económicos en un contexto andalusí, una percepción que se mantiene en los siglos XIV y XV (Roy Marín 1999; Hinojosa 2004; Hernández Bermejo y García Sánchez 2008).

En segundo lugar, las poblaciones rurales andalusíes también consumían este tipo de cereales de manera habitual, no necesariamente debido a un estatus socioeconómico inferior, y se ha mencionado que la tradición culinaria bereber (muy posiblemente presente en las alquerías mudéjares de Vall d'Uixó) también los empleaba de manera frecuente (Hinojosa 2004; Hernández Bermejo y García Sánchez 2008). También se ha visto que la población mudéjar del Reino de Valencia, especialmente de las aljamas de interior como Vall d'Uixó, parece tener una preferencia por el cultivo de estos cereales frente al trigo, un cereal C_3 (Viciano 2012: 163-170). En este sentido, el hecho que los datos isotópicos no concuerden con la documentación feudal sobre Vall d'Uixó, que menciona el cultivo de cebada y trigo pero no de plantas C_4 , se puede relacionar con el mayor interés que la sociedad feudal tenía en los *granos mayores* (trigo y cebada) frente a los *granos menores* (mijos y sorgos) (Viciano 2012: 167).

En consecuencia, se realiza la siguiente valoración. Tanto la etiología multifactorial de la caries dental, no solamente relacionada con un mayor consumo de carbohidratos, como el hecho que el consumo de plantas C_4 se relaciona estrechamente con las poblaciones rurales andalusíes, los cultivos mudéjares, y la tradición culinaria norteafricana indican que los valores de $\delta^{13}C$ pueden entenderse dentro del contexto rural y/o de ascendencia bereber de las alquerías de Vall d'Uixó y guardar, por lo tanto, menos relación con una situación económicamente desventajosa.

Los valores de $\delta^{15}N$ indican que la población de Vall d'Uixó tenía un acceso medio-alto al consumo de proteína animal, ya que su enriquecimiento es ligeramente más elevado al esperado debido únicamente al cambio trófico. Este aspecto, pues, no concuerda con una situación de desventaja económica. No se encuentran indicios de consumo de recursos marinos, y los resultados obtenidos indican que los individuos analizados consumían proteína animal de origen terrestre. Aunque no se tienen referencias directas a las alquerías de Vall d'Uixó, la información documental sobre los mudéjares del Reino de Valencia indica que tenían acceso a carne preparada por carniceros musulmanes después de la conquista cristiana (Rufaza 2003).

Aunque los valores de $\delta^{15}N$ obtenidos en los individuos analizados en Vall d'Uixó sugieren que la población no tenía problemas en acceder al consumo de carne, lácteos y huevos, en algunos de los esqueletos se han detectado marcadores de estrés fisiológico durante la etapa de desarrollo (criba orbitaria e hipoplasia lineal del esmalte)

que sugieren que parte de la población sufrió problemas nutricionales en ese momento. En comparación con las poblaciones andalusíes, las otras poblaciones mudéjares y las poblaciones cristianas coetáneas, las frecuencias de hipoplasia lineal del esmalte en los esqueletos de Vall d'Uixó son altas, mientras que las frecuencias de criba orbitaria y las estaturas medias de la muestra (junto a su dimorfismo sexual) no son singulares. Por este motivo, los marcadores analizados muestran que posiblemente la población de Vall d'Uixó sufrió estrés fisiológico. Este, no obstante, no era superior al que se identifica en las poblaciones mencionadas en la comparación (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Brandi 1992; Lacalle y Guijo 2006; Polo et al. 2008; Polo et al. 2013; Puchalt 2017; Dorado et al. 2022).

El hecho que se identifique un estrés fisiológico que puede considerarse moderado dentro del contexto biocultural de la población concuerda con los perfiles paleodemográfico y de mortalidad que se han identificado en la muestra estudiada, ya que ambos pueden indicar que la población no sufrió de manera generalizada periodos de carestía o epidemias. Permite, además, contextualizar mejor los resultados que se han discutido sobre la dieta de la población puesto que, muy posiblemente, una mayor situación de depredación fiscal y desventaja económica habrían conllevado un mayor riesgo de carencias nutricionales en parte de la población.

La presencia de artrosis y las frecuencias relativamente elevadas de nódulos de Schmörl pueden indicar que esta población realizaba actividades de carga y de repetición con más frecuencia e intensidad que otras poblaciones medievales peninsulares (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Rodrigues 2013; Campo 2015; Sánchez- Aparcero et al. 2021). Esta información es coherente con los conocimientos que se tienen acerca de las actividades económicas de las alquerías de Vall d'Uixó, que eran principalmente agrícolas y ganaderas, quizás con parte de la población dedicada a la artesanía, más concretamente a la alfarería y la producción de textiles (Rufaza 1988; Casabó 1997; Aparici 1998). Además, diversos estudios clínicos y etnográficos indican que las poblaciones dedicadas a actividades artesanas, tales como la industria textil, y agrícolas presentan patrones de distribución de estas patologías parecidos (i.a. Merbs 1983; Hawkey y Merbs 1995; Usenobo et al. 2015; Ichinohe et al. 2021). Se han identificado, además, posibles diferencias sexuales en algunas de las frecuencias de las patologías empleadas como marcadores, que sugieren que la población de sexo masculino realizaba tareas más intensas y con mayor carga mecánica. Sin embargo, no todas las patologías que pueden ser indicativas del modo de vida y actividad física presentan estas diferencias. Además, aunque en contextos urbanos varios investigadores proponen que la mujer estaba más vinculada al ámbito doméstico, se tiene muy poca

información sobre la distribución de las tareas en el contexto rural andalusí según el sexo del individuo (Álvarez 2006; Sayyah 2007:211, 216; Boloix 2021).

8.4. Balaguer y Santa Coloma d'Àger en el contexto bioarqueológico de la Frontera Superior

Debido a su emplazamiento geográfico y cronología, las poblaciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger se consideran representativas de la sociedad de la Frontera Superior. Se ha visto como ambas poblaciones no se distinguen en exceso del resto de poblaciones de la Frontera Superior en los perfiles paleodemográficos y de mortalidad que presentan, con la excepción de un mayor número de adultos jóvenes en Balaguer. En las poblaciones que se han podido consultar, tales como la población de la *maqbara* de Pamplona o la población de la *maqbara* oriental de Zaragoza, también se identifican perfiles paleodemográficos propios de sociedades preindustriales en las que se produce una mortalidad por desgaste concentrada en los individuos no adultos de menor edad, mientras que en la muestra adulta la probabilidad de muerte aumenta con la edad (de Miguel 2016:638; Gracia 2021:346).

No obstante, hay particularidades en la mortalidad de estas poblaciones que no acaban de ajustarse con la distribución esperada. Un ejemplo es el mayor número de individuos adultos jóvenes de sexo masculino en la muestra de Santa Coloma d'Àger, ya que en este rango de edad se esperaría encontrar un número mayor de mujeres debido a las complicaciones relacionadas con el parto. En la población de la *maqbara* de Pamplona también se ha identificado un mayor número de individuos juveniles de sexo masculino, un hecho que también destaca por las mismas razones. En la población de Santa Coloma d'Àger este resultado se ha interpretado con precaución, dado que se ha detectado un posible sesgo metodológico en la estimación sexual, observado en otros estudios antropológicos, y en la misma colección hay un número considerable de esqueletos adultos cuyo sexo y/o edad no se pudieron estimar. En cambio, en la población de Pamplona se ha relacionado con los signos claros de violencia que presentan los esqueletos y, por lo tanto, con una mortalidad no natural que posiblemente se podría deber a actividades militares u otros conflictos interpersonales (de Miguel 2016: 662-666). En los registros osteológicos de Tudela, de Balaguer y, posiblemente, de Tortosa se identifican indicios de violencia (Curtó et al. 1984-85; Giralt et al. 1995; de Miguel 2020:37). Sin embargo, estas evidencias no parecen generalizadas en el resto de las colecciones estudiadas de la zona.

Aunque muchos individuos sufrían carencias nutricionales durante su etapa de desarrollo, los marcadores de estrés fisiológico de las poblaciones de los yacimientos

de los que se han podido obtener datos (principalmente Balaguer, Santa Coloma d'Àger, Zaragoza y Pamplona) no muestran, en conjunto, grandes disparidades entre sí. A nivel histórico, se tiene poca información sobre las posibles epidemias o periodos de hambrunas que pudieron afectar a las poblaciones de la Frontera Superior. No obstante, en Tudela se han identificado tumbas múltiples en la *maqbara* andalusí que se pueden relacionar con muertes debidas a una epidemia (de Miguel y Bienes 2021).

El estudio de los rasgos no-métricos de las colecciones de Balaguer y Santa Coloma d'Àger ha permitido identificar perfiles dentales que indican que ambas poblaciones tenían una ascendencia principalmente autóctona. Esto coincide con la información histórica sobre el origen de la población de la Frontera Superior, mayoritariamente hispano-visigodo (Souto 2005; Lorenzo 2010; Sénac 2010 y 2012). Además, el perfil dental de la muestra de Balaguer sugiere que la población recibió pequeñas aportaciones fenéticas de poblaciones norteafricanas y/o del Próximo Oriente, hecho que concuerda con la información bioarqueológica sobre otras poblaciones de la Frontera Superior. Esta es especialmente rica en Pamplona, donde algunos individuos presentan modificaciones dentales típicas de poblaciones norteafricanas y valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ y $\delta^{18}\text{O}$ propios del norte de África (Prevedorou et al. 2010). Además, parte de la población de la *maqbara* tiene haplotipos y haplogrupos típicos de poblaciones norteafricanas y del Próximo Oriente, aunque también se detectan haplotipos propios de la población local (Fontecha 2013). A su vez, los estudios toponímicos que se han hecho en la zona relacionan ciertos topónimos con la presencia de grupos árabes y bereberes (Barceló 1991a; Barceló 1991b; Barceló et al. 1991; Sarr 2015).

Las frecuencias de aparición de las patologías bucodentales estudiadas muestran una salud e higiene bucodentales relativamente uniformes. Aunque los datos que se han podido estudiar mejor han sido, lógicamente, los de Balaguer y Santa Coloma d'Àger, en ambos casos se detecta una frecuencia moderada-baja de caries dental, un hecho que también parece encontrarse en Tauste y Pamplona y que podría indicar que ninguna de estas poblaciones dependía excesivamente de la ingesta de carbohidratos (de Miguel 2016: 315-316; Gutiérrez et al. 2016). La comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ ha permitido obtener una mejor aproximación inicial a la dieta de las poblaciones de la Frontera Superior. En ellas, y el conjunto del noreste peninsular en época medieval (es decir, teniendo en cuenta también las poblaciones no andalusíes de la región), se ha identificado una tendencia hacia el consumo plantas de C_3 tales como el trigo, la cebada y la mayoría de las frutas y verduras habitualmente cultivadas en el clima mediterráneo. Esta tendencia es coherente con la que se observa en el resto de al-Andalus, con la excepción de algunas poblaciones del sureste peninsular en las que, como se verá, hay

una mayor tendencia en el consumo de plantas C₄. También con el registro arqueobotánico de las poblaciones del noreste peninsular, que presenta una mayor representación de cereales, leguminosas, frutas y hortalizas de este tipo (Alonso et al. 2014; Peña-Chocarro et al. 2019).

Se han identificado, sin embargo, diferencias en los respectivos enriquecimientos en $\delta^{15}\text{N}$ de las poblaciones del noreste peninsular que indican que algunas, como la de Balaguer, tenían un acceso mayor a productos de origen animal respecto a otras, como la de Santa Coloma d'Àger. Se ha observado que todas las poblaciones urbanas de la Frontera Superior de las que se tienen datos presentan valores de $\delta^{15}\text{N}$ similares a los encontrados en otras poblaciones urbanas de al-Andalus, mientras que las poblaciones rurales del noreste peninsular, mayoritariamente fuera del ámbito político de al-Andalus (salvo en los casos de Santa Coloma d'Àger y Tauste), tienden a presentar valores más bajos (i.a. Munde 2010; Guede et al. 2017; Lubritto et al. 2017; Jordana et al. 2019). Por este motivo, la diferencia observada puede deberse a una mayor oportunidad de acceso a recursos proteicos de origen animal en las poblaciones urbanas de la Frontera Superior respecto a las poblaciones rurales de su entorno.

Las poblaciones rurales donde se da un menor enriquecimiento son cristianas, excepto la de Tauste. Sin embargo, el papel que el credo de la población juega en los valores obtenidos no es claro, ya que la población mozárabe de Zaragoza, urbana, presenta valores de $\delta^{15}\text{N}$ similares a los observados en el resto de las poblaciones urbanas de la Frontera Superior (Munde 2010: 143). Además, I. Pérez-Ramallo y colegas (2022) también identifican diferencias en el enriquecimiento en ^{15}N entre las poblaciones medievales cristianas del noreste peninsular en función de su contexto urbano o rural. No puede, pues, establecerse una relación clara entre el credo y el enriquecimiento en isótopos de ^{15}N . En consecuencia, es menos probable que el menor acceso a proteínas de origen animal de la población de Santa Coloma d'Àger se relacione con las condiciones determinadas por su credo. En todo caso, para entender mejor estas diferencias en el enriquecimiento en ^{15}N es necesario contar con estudios de más poblaciones rurales de la Frontera Superior y, a nivel más general, queda por explicar por qué las poblaciones urbanas tienen un mejor acceso a los alimentos de origen animal.

También se han identificado diferencias en las patologías esqueléticas relacionadas con la actividad física y el modo de vida entre las poblaciones rurales y urbanas de la Frontera Superior, aunque debe reconocerse que se ha tenido un mejor acceso a los datos obtenidos en Balaguer y Santa Coloma d'Àger. En todo caso, se pueden deber a

las diferencias en el modo de vida y la actividad física de ambos contextos, ya que posiblemente las poblaciones rurales realizaban tareas con más carga mecánica y de más intensidad que las urbanas, un hecho que puede reflejarse en las frecuencias más elevadas de estas patologías en Santa Coloma d'Àger respecto a Balaguer. Esta información, además, encuentra apoyo en estudios etnográficos y clínicos, que describen una mayor afectación de aquellas patologías relacionadas con la actividad física en las poblaciones rurales (i.a. Sofaer Deverenski 2000; Usenobo et al. 2015; Ichinohe et al. 2021).

8.5. Vall d'Uixó en el contexto bioarqueológico del *šarq* al-Andalus y el Reino de Valencia

Pese a que cronológicamente la colección de Vall d'Uixó es una población mudéjar del Reino de Valencia, para poder comprender mejor los datos que se han obtenido también deben considerarse las poblaciones del *šarq* al-Andalus que la precedieron.

Ha sido difícil encontrar poblaciones islámicas cuyo número de muestra y perfiles paleodemográficos y de mortalidad fueran representativos de estas regiones. Sin embargo, aunque en el estudio de la *maqbara* andalusí de la plaza del Almudín (Segorbe) no se presenta un perfil de mortalidad de la muestra, sí que se cuenta con algunos datos paleodemográficos sobre ella. Estos indican que la muestra no adulta está menos representada que en Vall d'Uixó pero que, como ocurre en la colección mudéjar, el número de muertes aumenta conforme lo hace la edad (Barrachina 2004-2005). La población de la partida de Lledó (Castelló de la Plana) presenta un perfil paleodemográfico muy parecido al de Vall d'Uixó, ya que la muestra no adulta está compuesta por individuos menores de 6 años y la muestra adulta presenta más individuos de entre 20 y 40 años (Polo et al. 2008). Tomando estos datos en consideración, se identifica una mortalidad propia de una población preindustrial en la que la mayoría de las muertes se producen en los grupos no-adultos de menor edad y la probabilidad de muerte aumenta con la edad en los individuos adultos.

Aunque muchas otras poblaciones del *šarq* al-Andalus (v.g. población andalusí de Burriana, Polo et al. 2013) y el Reino de Valencia (v.g. población mudéjar de Benipeixcar, Pericás et al. 1996) presentan traumatismos, no se identifican signos claros de violencia en ninguna de las poblaciones que se han podido consultar. Los marcadores de estrés fisiológico de los esqueletos de Vall d'Uixó indican que, aunque algunos individuos sufrían carencias nutricionales durante su etapa de desarrollo (nótese el posible caso de escorbuto identificado en un individuo de entre 9 y 18 meses de edad), estos déficits no eran mayores que los que se observan en las poblaciones andalusíes de Burriana,

la partida de Lledó (Castelló de la Plana) y San Nicolás de Murcia (Brandi 1992; Polo et al. 2008; Polo et al. 2013).

Las similitudes en la distribución paleodemográfica de las muestras y las patologías referidas pueden indicar que, mediante los métodos empleados, no hay indicios que muestren que estas poblaciones sufrieron episodios de carestía excepcionales que las distingua respecto las poblaciones de su entorno. Además, aunque la detección de signos de violencia a partir del esqueleto no está exenta de dificultades, no se han constatado evidencias de traumatismos indicativos de violencia interpersonal.

Como ya se ha indicado, el estudio de la documentación escrita ha establecido un aumento en la depredación fiscal de esta población a partir del siglo XIV (Guichard 2001b: 638). De modo similar, diversos autores proponen que la conquista cristiana del *šarq* al-Andalus supuso un empeoramiento en las condiciones de vida de la mayoría de las poblaciones mudéjares, dado que se identifica un proceso de desposesión de sus tierras de manera previa a la expulsión de muchas de las comunidades mudéjares a mediados del siglo XIII (Guichard 2001b: 573, 621). Además, las comunidades mudéjares que permanecieron en el Reino de Valencia vivieron una ruralización no solamente de su poblamiento sino de su trabajo, ya que la inmensa mayoría de la población se dedicaba al trabajo de la tierra (Viciano 2012: 38, 57). El trabajo de esta tierra se producía, además, en un contexto de estricto control por parte de los señores feudales (Viciano 2012: 45). Estas condiciones podrían hacer pensar que estas poblaciones sufrían una situación de vulnerabilidad y dependencia de alimentos de subsistencia.

El hecho que el estrés fisiológico de la muestra estudiada (y en consecuencia la presencia de carencias nutricionales en la población) no sea diferente del que presentan las poblaciones del *šarq* al-Andalus referidas puede indicar que esta mayor depredación fiscal no repercutió en la capacidad que la comunidad mudéjar de Uixó tenía para nutrirse. Además, P. Viciano sostiene que las aljamas del interior del Reino de Valencia, como la de la Vall d'Uixó, pese a estar sometidas a cargas feudales, pudieron conservar una mayor autonomía en comparación a las pequeñas aljamas situadas en los llanos, puesto que mantuvieron sus derechos sobre la tierra y una fuerte cohesión comunitaria (Viciano 2012: 59-60). No obstante, las consecuencias del dominio feudal sobre la población de Vall d'Uixó se pueden haber manifestado en aspectos que no se pueden detectar mediante el estudio de estos marcadores.

La población de Vall d'Uixó muestra indicios de un consumo significativo de alimentos ricos en carbohidratos y cariogénicos, como los cereales y las frutas. Las frecuencias

altas de caries dental de la colección de Vall d'Uixó no difieren de las observadas en las poblaciones andalusíes de Xàtiva (València) y San Nicolás de Murcia (Murcia) (Brandi 1992; Negre et al. 2003). Son, sin embargo, más elevadas que las observadas en la población también andalusí de Tossal de les Basses (Alacant) (Laguillo et al. 2009). Si la comparación se amplía a otras poblaciones mudéjares (San Nicolás de Ávila), las frecuencias de Vall d'Uixó son notablemente más altas, mientras que en poblaciones cristianas de una cronología similar son similares o más bajas. Esto puede indicar que en Vall d'Uixó, junto a algunas poblaciones del *šarq* al-Andalus, había una mayor dependencia hacia el consumo de carbohidratos, que se encuentran en proporciones altas en los cereales y las frutas. Esta dependencia, no obstante, no era singular, puesto que las poblaciones cristianas de cronología similar a Vall d'Uixó muestran frecuencias similares.

La comparación de los valores de $\delta^{13}\text{C}_{\text{col}}$ permite constatar que en otras poblaciones islámicas del sureste peninsular también se identifica una tendencia hacia un mayor consumo de plantas C_4 respecto a las poblaciones del noreste peninsular y poblaciones andalusíes situadas en otras regiones. Este tipo de plantas incluyen cereales como los sorgos y los mijos y plantas como la caña de azúcar. Aunque esto no implica que estas poblaciones no comieran plantas de otro tipo (e.g. cereales como el trigo o la mayoría de las frutas y verduras), sí que es posible que este consumo se produjera en menores cantidades. No obstante, documental y arqueológicamente se detecta la existencia de huertas tanto en las propias alquerías de Vall d'Uixó como en otros puntos del *šarq* al-Andalus, como *madīna* Balansiya y las alquerías de sus alrededores (Esquilache 2018)

En el contexto de Vall d'Uixó, se ha visto que el consumo de plantas C_4 se podría relacionar con una situación económicamente desventajosa que forzaría al consumo de este tipo de plantas. No obstante, el hecho que las otras poblaciones medievales del sureste peninsular (v.g. islámicas: la Torrecilla, Raval d'Alacant; mudéjar: Benipeixcar) presenten esta misma tendencia al consumo de plantas C_4 , independientemente de su cronología, hace posible vincular el consumo de este tipo de plantas a otros factores no relacionados con situaciones de desventaja económica. El consumo de plantas C_4 se vincula en al-Andalus a las poblaciones rurales, mientras que en el contexto del Reino de Valencia la población mudéjar mantuvo su cultura culinaria andalusí, influenciada por la tradición culinaria bereber y que conllevaba la preparación de muchos platos con plantas C_4 (Hinojosa 2004; Hernández Bermejo y García Sánchez 2008: 241). P. Viciano (2012: 169) indica que la población mudéjar del Reino de Valencia cultivaba mijo menor y sorgo bicolor de manera preferente, pese a que la autoridad feudal tenía un mayor interés en el cultivo de trigo. Esto puede mostrar esta preferencia cultural por estos

cereales. También se debe considerar la propia ecología de la región, ya que las especies cultivables están fuertemente condicionadas por esta (sirva de ejemplo el mayor consumo de plantas C₄ en las poblaciones de Galicia; López-Cóstas y Müldner 2016; López-Cóstas y Müldner 2019; García-Moreno et al. 2022).

En todo caso, los factores que influían en este mayor consumo regional de plantas C₄ pueden ser diversos y no parecen vinculados a situaciones desventajosas. Más bien parecen indicar una continuidad en las estrategias de cultivo respecto de poblaciones de algunas regiones del *šarq* al-Andalus. Además, la comparación de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de esta población respecto a los de las otras poblaciones del *šarq* al-Andalus y el Reino de Valencia muestra que tenían la misma capacidad de acceso a los recursos de origen animal. Se detecta, además, que, en conjunto, estas poblaciones tenían una alimentación principalmente de origen terrestre (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Mundeel 2010; Salazar-García 2014; Alexander et al. 2015).

Aunque no se ha podido realizar una comparación directa con las poblaciones islámicas del *šarq* al-Andalus y el Reino de Valencia, las frecuencias de aparición de patologías indicativas del modo de vida y actividad física en esta colección son coherentes con las encontradas en las poblaciones rurales de al-Andalus y en el resto de las poblaciones rurales medievales de la Península Ibérica (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Jiménez-Brobeil et al. 2012; Sánchez- Aparcero et al. 2021). Además, sugieren que la población de Vall d'Uixó pudo realizar actividades de carga y de repetición con más frecuencia e intensidad que algunas poblaciones urbanas (datos de otras poblaciones obtenidos de i.a. Jordana et al. 2010; Jiménez-Brobeil et al. 2012). Gracias a la documentación escrita, se sabe que las poblaciones mudéjares estaban sometidas a condiciones del servidumbre colectiva (Viciano 2012: 45). Por este motivo, convendrá ampliar las comparaciones con otras poblaciones mudéjares que puedan estudiarse en el futuro para determinar si ello influyó en los marcadores de actividad en los esqueletos.

Por último, los resultados del estudio de los rasgos no-métricos de Vall d'Uixó son coherentes con el origen árabe y bereber de la población identificado a partir de la toponimia y la documentación escrita (Guichard 2002: 54-57; Torró 2012; Guichard 2016). Las poblaciones del *šarq* al-Andalus que también han sido estudiadas mediante técnicas bioarqueológicas llegan a conclusiones similares. Concretamente, el estudio genético de parte de la población andalusí de Segorbe (Castellón) permite saber que tenían un componente de ascendencia norteafricana (Silva et al. 2021). Además, uno de los individuos posiblemente pasó su infancia y/o adolescencia en África o el Próximo Oriente. Por otro lado, el perfil fenético de la población de Tossal de les Basses (Alacant),

estudiado mediante rasgos no-métricos, también indica una posible ascendencia africana (Laguillo et al. 2009). De manera general, el estudio genético de I. Olalde et al. (2019), que incluye esqueletos del *šarq* al-Andalus, identifica aportaciones genéticas de poblaciones norte africanas y subsaharianas. Por lo tanto, en este aspecto, la población mudéjar de Vall d'Uixó también representa una continuidad respecto a las poblaciones andalusíes del *šarq* al-Andalus.

8.6. Conclusiones

El análisis bioarqueológico de las tres poblaciones estudiadas ha permitido comprobar que la caracterización que se ha realizado de cada una de ellas encaja con la información histórica, arqueológica y/o bioarqueológica que se tenía previamente sobre sus respectivas regiones y/o asentamientos. El estudio de las tres poblaciones ha permitido no solamente afianzar estos conocimientos previos, sino aportar nueva información respecto a las características de tres comunidades que son representativas del periodo andalusí o del poblamiento mudéjar.

Las tres poblaciones presentan unos perfiles paleodemográfico y de mortalidad que se relacionan con la mortalidad por desgaste propia de las poblaciones preindustriales. Además, en ninguna de ellas se identifican marcadores de estrés fisiológico que reflejen claramente un periodo carencias nutricionales generalizadas o con una mayor intensidad que el resto de las poblaciones. No obstante, en todas las poblaciones se han detectado individuos que sufrieron ciertos déficits nutricionales durante su periodo de crecimiento, un hecho que es común en la mayoría de las poblaciones medievales de la península.

A pesar de que las evidencias de violencia en el esqueleto no son habituales, en la Frontera Superior se identifican en algunos individuos de Pamplona, Tudela (de Miguel 2016: 662-666; de Miguel 2020:37) y en dos individuos de Balaguer descritos por Giralt y colegas (1995). En este último caso, los signos de violencia han sido vinculados a episodios de violencia interpersonal que pudieron tener lugar en el momento de la conquista feudal. Por ahora no se han identificado evidencias claras de violencia interpersonal en los esqueletos del *šarq* al-Andalus y las poblaciones mudéjares del Reino de Valencia, aunque esto no se puede entender como una ausencia de violencia en la sociedad.

Se identifican diferencias entre las tres poblaciones estudiadas que posiblemente son congruentes con el origen del poblamiento en cada una de ellas. Mediante el análisis de la biodistancia entre las tres poblaciones estudiadas se ha podido comprobar que la de Santa Coloma d'Àger es la más diferente respecto a las otras dos, aunque las tres

comparten una ascendencia común. La presencia de frecuencias de rasgos no-métricos dentales (canino de Bushman, cúspide de Carabelli, extensiones del esmalte e incisivos en pala) en las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó se puede relacionar con un componente fenético de origen asiático y/o africano, más significativo en el caso de Vall d'Uixó si se atiende a las características de su perfil dental en comparación al de Balaguer. Como se ha visto, esto se corresponde con la información histórica y bioarqueológica que se tiene sobre el contexto de las poblaciones y posiblemente remite a las migraciones arabo-bereberes que se produjeron en la Península Ibérica a raíz de la conquista islámica, de más intensidad en el *šarq* al-Andalus en comparación a la Frontera Superior.

Por otro lado, ninguno de los valores de $\delta^{34}\text{S}$ indica que alguno de los individuos humanos analizados en las tres colecciones se desplazara hacia una zona con valores de $\delta^{34}\text{S}$ distintos a los locales durante sus últimos años de vida. Estos resultados se pueden asociar a una movilidad a una escala local. No obstante, tanto el número de muestras como de isótopos analizados deberán ampliarse para confirmar esta tendencia.

El estudio de la dieta mediante los análisis de isótopos estables de ^{13}C y ^{15}N permite distinguir perfectamente las tres poblaciones entre sí y se comprueba que el tipo de alimentos que consumían sigue una lógica posiblemente basada en su contexto socioeconómico, cultural y ecológico. En concreto, la población de Vall d'Uixó consumía más plantas C_4 que la población de Balaguer y Santa Coloma d'Àger. El consumo preferente de plantas C_4 parece ser característico de otras poblaciones del sureste peninsular, tanto mudéjares como andalusíes. Dado que tradicionalmente los cereales C_4 se han considerado poco deseables para el consumo humano, se han vinculado a una situación económicamente desventajosa asociada a la condición mudéjar. Sin embargo, el resto de los datos permiten otro tipo de explicación. Teniendo en cuenta la información de carácter histórico sobre la región, es posible que el consumo de plantas C_4 en esta zona guarde relación con el contexto rural de asentamientos, con el origen bereber de parte de la población del *šarq* al-Andalus que luego permaneció en el Reino de Valencia, y/o con la ecología de la zona, que podría favorecer el cultivo de este tipo de plantas.

En Santa Coloma d'Àger se han detectado valores de $\delta^{15}\text{N}$ más bajos que en Balaguer y Vall d'Uixó. Aunque en otras poblaciones rurales cristianas del noreste peninsular se identifican valores similares a los de Santa Coloma d'Àger, el hecho que la población mozárabe de Zaragoza presente valores más elevados y otro estudio isotópico (Pérez-

Ramallo et al. 2022) identifique diferencias entre las poblaciones medievales cristianas rurales y urbanas del noreste peninsular fuera del ámbito andalusí permite considerar que es más posible que estas diferencias se deban al contexto rural de Santa Coloma d'Àger que a su credo.

Tanto Santa Coloma d'Àger como Vall d'Uixó presentan patologías asociadas a la realización de actividades físicas de repetición, intensidad y carga mecánica en frecuencias más elevadas que Balaguer. No obstante, las frecuencias en las que estas patologías se presentan no son inusuales y se podrían vincular con el contexto rural de las dos primeras frente al contexto urbano de la tercera. En relación con estos dos últimos puntos (dieta y actividad física) en las dos poblaciones estudiadas que vivían como minorías, Santa Coloma d'Àger y Vall d'Uixó, no se identifican indicios que esta condición implicara unas condiciones de vida inherentemente peores para los individuos estudiados.

8.7. Limitaciones del estudio y consideraciones futuras

La presente tesis doctoral ha respondido a los objetivos iniciales de ordenar la información funeraria de cada población estudiada y caracterizarla a nivel paleodemográfico, paleopatológico e isotópico. Se ha realizado un estudio integral a nivel bioarqueológico y funerario y una comparación exhaustiva de dos poblaciones de la Frontera Superior, una andalusí y otra cristiana, y de una población mudéjar del Reino de Valencia. Para comprender mejor los datos obtenidos de cada población, estos se han contextualizado mediante su comparación con otras poblaciones medievales peninsulares.

De este modo, se establece un buen punto de partida desde el que reconstruir las condiciones de vida y las características de los individuos, cristianos y musulmanes, que habitaron el este peninsular durante el medievo y estudiar si los cambios de orden político afectaron y condicionaron sus formas de vida. Deben reconocerse, no obstante, ciertas limitaciones que se han encontrado durante el curso de esta investigación.

El estudio de la información funeraria derivada de cada yacimiento estudiado se ha visto limitado por la falta de memorias de excavación disponibles para su consulta en el caso de Vall d'Uixó y algunas de las intervenciones arqueológicas de Santa Coloma d'Àger y Balaguer. No obstante, se ha intentado compensar esta limitación reconstruyendo parte de estos datos funerarios mediante las fotografías y planimetrías procedentes de las intervenciones, los números de fosa visibles en las cajas de almacenaje y comunicaciones personales con el personal del museo encargado de custodiar los

restos, así como con los arqueólogos involucrados en las excavaciones (ver Olivé-Busom et al 2020).

La conservación pobre de algunos de los esqueletos ha impedido o afectado la recogida de información antropológica y paleopatológica. Asimismo, existen limitaciones inherentes al emplear otras poblaciones para la comparación de patologías, ya que los métodos de documentación pueden no realizarse del mismo modo y pueden producirse diferencias de valoración a nivel interobservacional. La interpretación de los resultados también se ve limitada por la multiplicidad de factores que influyen en la aparición de ciertas patologías, en el desarrollo de los atributos estudiados, y en el enriquecimiento o decrecimiento de los valores isotópicos.

En un futuro, sería de interés ampliar el tamaño de la muestra procedente de Balaguer, ya que es la población menos representada a nivel esquelético. Dado que gran parte de la *maqbara* está sin excavar y que se encuentra en un terreno mayoritariamente sin edificar, la recuperación de más esqueletos y la obtención de información funeraria nueva son posibles. La continuación de las intervenciones en la *maqbara* de Balaguer también permitirá su delimitación y una mejor comprensión del proceso de formación de la *maqbara*.

Las únicas poblaciones rurales de la Frontera Superior cuyos datos isotópicos se han podido analizar son Santa Coloma d'Àger, estudiada en la presente tesis doctoral, y Tauste, estudiada por Guede y colegas (2017) y que presentaba unos valores de $\delta^{15}\text{N}$ altos debido, posiblemente, al consumo de pescado fluvial. Por este motivo, es necesario obtener información de carácter isotópico de más poblaciones rurales de la Frontera Superior. De este modo, se podrá evaluar con un mayor número de observaciones si el contexto rural es un factor a tener en cuenta en el menor enriquecimiento en ^{15}N .

En la población de Vall d'Uixó sería interesante profundizar más en la posible relación entre 1) la ascendencia norteafricana de parte de la población, que tanto el estudio de rasgos no métricos como las investigaciones toponímicas y genéticas realizadas por otros investigadores demuestran, 2) su condición mudéjar, y 3) el mayor consumo de plantas C_4 de los individuos, así como el resto de los factores económicos y ecológicos que pueden intervenir. Para realizar este estudio, sería necesario contar con el mismo tipo de datos isotópicos y de ascendencia sobre otras comunidades mudéjares y poblaciones andalusíes y cristianas de cronología feudal del *šarq al-Andalus* y del Reino de Valencia respectivamente. De este modo se tendría una mejor oportunidad de aislar las variables relacionadas con la 1) ascendencia (comparando las poblaciones con

ascendencia norteafricana con las otras), 2) la condición mudéjar (comparando las poblaciones mudéjares con las no mudéjares), 3) la ecología (comparando las poblaciones del *šarq al-Andalus* y del Reino de Valencia con otras poblaciones medievales peninsulares), y 4) los factores socioeconómicos (comparando las poblaciones rurales con las urbanas), y ver cuáles influyen más el consumo de plantas C₄.

Es también recomendable realizar más estudios basados en bioarqueología molecular y elemental para complementar los análisis isotópicos ya realizados en la presente tesis doctoral y entender mejor las dinámicas observadas. Con tal fin, en los laboratorios de EcoPast hemos iniciado análisis de isótopos de ¹⁸O y ¹³C_{ap} en bioapatita de hueso animal y humano, que permitirán explorar mejor la movilidad de los individuos y contrastar el origen dietario de los isótopos de ¹³C.

Asimismo, el estudio genético de las poblaciones de Balaguer y Vall d'Uixó que C. Lalueza y su equipo están realizando será de gran utilidad para contrastar tanto los datos históricos referentes al origen del poblamiento de los yacimientos estudiados como los perfiles fenotípicos obtenidos mediante el análisis de los rasgos no-métricos. Además, permitirá estudiar posibles relaciones de parentesco en aquellas tumbas no individuales y en las agrupaciones de tumbas.

Bibliografía

Abad, L. A., & Gutiérrez, S. (1997). Iyih (El Tolmo de Minateda, Hellín, Albacete). Una civitas en el limes visigodo-bizantino. *Antigüedad y cristianismo*, (14), 591-600.

Abad, C., & González, I. (2008). Los enterramientos reales de Córdoba y el particularismo religioso andalusí en el contexto de la arquitectura funeraria islámica hasta el siglo X. *Anuario del Departamento de Historia y Teoría del Arte*, 20, 7-18.

Abou Neel, E. A., Aljabo, A., Strange, A., Ibrahim, S., Coathup, M., Young, A. M., ... & Mudera, V. (2016). Demineralization–remineralization dynamics in teeth and bone. *International Journal of Nanomedicine*, 11, 4743–4763.

Acsádi, G., Nemeskéri, J. (1970). *History of human life span and mortality*. Akadémiai Kiadó.

Adams, M. A., McNally, D. S., Wagstaff, J., & Goodship, A. E. (1993). Abnormal stress concentrations in lumbar intervertebral discs following damage to the vertebral bodies: a cause of disc failure?. *European Spine Journal*, 1(4), 214-221.

Agarwal, S. C. (2012). The past of sex, gender, and health: Bioarchaeology of the aging skeleton. *American Anthropologist*, 114(2), 322-335.

Agarwal, K. N., Dhar, N., Shah, M. M., & Bhardwaj, O. P. (1970). Roentgenologic changes in iron deficiency anemia. *American Journal of Roentgenology*, 110(3), 635-637.

Agarwal, S. C., & Glencross, B. A. (2011). Building a social bioarchaeology. En S. C. Agarwal y B. A. Glencross (eds.), *Social Bioarchaeology*, 1–11. Wiley-Blackwell.

Aguarod, C., Escudero, F., Galve, M. P., & Mostalac, A. (1991). Nuevas perspectivas de la arqueología urbana del período andalusí: La ciudad de Zaragoza (1984-1991), *Aragón en la Edad Media*. 9, 445-491.

Aguilella, G. (s.f.). Informe preliminar: Intervenció arqueològica en relació al «Proyecto Básico y de Ejecución: Fase II de Recuperación del Palau-Castell de Betxí». Inédito.

Ahmadi-Motamayel, F., Rezaei-Soufi, L., Kiani, L., Alikhani, M. Y., Poorolajal, J., & Moghadam, M. (2013). Effects of honey, glucose, and fructose on the enamel demineralization depth. *Journal of Dental Sciences*, 8(2), 147-150.

Aihara, T., Takahashi, K., Ogasawara, A., Itadera, E., Ono, Y., & Moriya, H. (2005). Intervertebral disc degeneration associated with lumbosacral transitional vertebrae: a

clinical and anatomical study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 87(5), 687-691.

Aillet, C. (2011). Islamisation et évolution du peuplement chrétien en al-Andalus (VIIIe-XIIe siècle). En D. Valérian (ed.), *Islamisation et arabisation de l'Occident musulman médiéval*, 151-192. Éditions de la Sorbonne.

Aktan, A. M., Kara, İ., Şener, İ., Bereket, C., Çelik, S., Kırtay, M., ... & Arıcı, N. (2012). An evaluation of factors associated with persistent primary teeth. *The European Journal of Orthodontics*, 34(2), 208-212.

Al Oumaoui, I. (2009). *Afinidades entre poblaciones antiguas de la Península Ibérica. Antropología dental*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Alapont, L. (2009). El mundo funerario en el limes visigodobizantino: el territorio valenciano. *GAUSAC. Publicació del Grup d'Estudis Locals de Sant Cugat del Vallès*, 34-35, 145-158.

Albo J. (2020). Grañón se despide de sus ancestros. *Noticias de la Rioja*. Accesible en: <https://www.larioja.com/comarcas/granon-despide-ancestros-20200824170307nt.html?ref=https:%2F%2Fwww.larioja.com%2Fcomarcas%2Fgranon-despide-ancestros-20200824170307-nt.html> (Accessed: 10 November 2020).

Alcolea, M., Longares, L.A., Cunill, R., & Royo, M. (2016). Aportaciones de la antracología al conocimiento del marco paleoecológico y paleoeconómico del castillo de Juslibol (Zaragoza) en época medieval. *Zephyrus*, 77, 173-189.

Alemán Aguilera, I., Botella López, M. C., & du Souich Henrici, P. (1997a). Aplicación de las funciones discriminantes en la determinación del sexo. *Estudios de antropología biológica*, 9.

Alemán Aguilera, I., Botella López, M. C., & Ruiz Rodríguez, L. (1997b). Determinación del sexo en el esqueleto postcraneal. Estudio de una población mediterránea actual. *Archivo español de morfología*, 2, 69-79

Alesan, A., Malgosa, A., & Simó, C. (1999). Looking into the demography of an Iron Age population in the Western Mediterranean. I. Mortality. *American Journal of Physical Anthropology*, 110 (3), 285-301.

Alexander, M. (2016). The application of stable isotopes to explore diets in late medieval Spain. En J.A. Quirós (dir.) *Demografía, paleopatologías y desigualdad social en el noroeste peninsular en época medieval*, 245-261. Universidad del País Vasco.

- Alexander, M. M., Gerrard, C. M., Gutiérrez, A., & Millard, A. R. (2015). Diet, society, and economy in late medieval Spain: Stable isotope evidence from Muslims and Christians from Gandía, Valencia. *American Journal of Physical Anthropology*, 156(2), 263-273.
- Alexander, M. M., Gutiérrez, A., Millard, A. R., Richards, M. P., & Gerrard, C. M. (2019). Economic and socio-cultural consequences of changing political rule on human and faunal diets in medieval Valencia (c. fifth–fifteenth century AD) as evidenced by stable isotopes. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3875-3893.
- Alfonso, J. (2003). Memòria excavació arqueològica en carrer Soroller nº5 (Onda, Castelló). Informe inédito.
- Alfonso, J., & Estall, V. (2002). Memòria excavació arqueològica en carrer Soroller nº3 (Onda, Castelló). Informe inédito.
- Alfonso, J., Oller, A., & Hernández, R. (2006). Informe Preliminar excavación arqueológica de urgencia. Pl. El Pla, nº 1. Nova Casa de la Vila (Onda, Castellón). Informe inédito.
- Allareddy, V., Lin, C. Y., Shah, A., Lee, M. K., Nalliah, R., Elangovan, S., ... & Karimbux, N. Y. (2010). Outcomes in patients hospitalized for periapical abscess in the United States. *The Journal of the American Dental Association*, 141(9), 1107-1116.
- Alonso, N., Antolín, F., & Kirchner, H. (2014). Novelties and legacies in crops of the Islamic period in the northeast Iberian Peninsula: The archaeobotanical evidence in Madīna Balagī, Madīna Lârida, and Madīna Turṭûša. *Quaternary International*, 346, 149-161.
- Alonso-Cantabrana, H., & von Caemmerer, S. (2016). Carbon isotope discrimination as a diagnostic tool for C4 photosynthesis in C3-C4 intermediate species. *Journal of Experimental Botany*, 67(10), 3109-3121.
- Alòs, C. (2010) El creixement de madina Balaguer i el seu territori. En C. Alòs y E. Solanes (coord.), *Catàleg de la col.lecció de materials andalusins del Museu de la Noguera*, 41-47. Museu de la Noguera.
- Alòs, C. (2015). Balaguer: urbanisme entre dues cultures. En J.M. Vila (coord.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*, 1, 165-178. Ajuntament de Barcelona.
- Alòs, C., Solanes, E., & Brufal, J. (2001) Catalogació. En J. Giralt, T. Carreras (coords.), *La Noguera antiga. Des dels primers pobladors fins als visigots*, 266. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Museu de la Noguera i Ajuntament de Balaguer.

- Alòs, C., Camats, A., Monjo, M., & Solanes, E. (2007). Les cases andalusines del Pla d'Almatà (Balaguer, La Noguera). En Generalitat de Catalunya (ed.), *Tribuna d'Arqueologia 2006*, 273-290. Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació.
- Álvarez, M. J. N. (2006). Mujeres en Al-Andalus. *Isla de Arriarán: revista cultural y científica*, (28), 159-184.
- Alves, E. Q., Macario, K., Ascough, P., & Bronk Ramsey, C. (2018). The worldwide marine radiocarbon reservoir effect: definitions, mechanisms, and prospects. *Reviews of Geophysics*, 56(1), 278-305.
- Alvrus, A. (1999). Fracture patterns among the Nubians of Semna South, Sudanese Nubia. *International Journal of Osteoarchaeology*, 9(6), 417-429.
- Ambrose, S.H. (2000). Controlled diet and climate experiments on nitrogen isotope ratios of rats. En S.H. Ambrose y A.M. Katzenberg (eds.), *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis*, 243-259. Kluwer Academic/ Plenum.
- Ambrose, S. H. (2002). Controlled diet and climate experiments on nitrogen isotope ratios of rats. En S. H. Ambrose y M. A. Katzenberg (eds.), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, 243-259. Springer..
- Ambrose, S. H., & DeNiro, M. J. (1986). Reconstruction of African human diet using bone collagen carbon and nitrogen isotope ratios. *Nature*, 319(6051), 321-324.
- Ambrose, S. H., & Norr, L. (1993). Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. En J.B. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric human bone*, 1-37. Springer.
- Anderson, J.E. (1968). Skeletal "anomalies" as genetic indicators. En D.R. Brothwell (ed.), *The Skeletal Biology of Earlier Human Populations*, 135-147. Pergamon Press.
- Anderson, A. S., & Loeser, R. F. (2010). Why is osteoarthritis an age-related disease?. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 24(1), 15-26.
- Andrushko, V. A., & Torres, E. C. (2011). Skeletal evidence for Inca warfare from the Cuzco region of Peru. *American Journal of Physical Anthropology*, 146(3), 361-372.
- Angel, J. L. (1966). Porotic hyperostosis, anemias, malarias, and marshes in the prehistoric eastern Mediterranean. *Science*, 153(3737), 760-763.
- Angel, J.L. (1969). The bases of paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(3), 427-437.
- Anscombe, F. J. (1948). The transformation of Poisson, binomial and negative-binomial data. *Biometrika*, 35(3/4), 246-254.

- Antoine, D., FitzGerald, C. M., & Rose, J. C. (2019). Incremental structures in teeth: keys to unlocking and understanding dental growth and development. En M. A. Katzenberg y A. L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 225-256. Wiley-Liss.
- Anyaehe, U. E., Ejimofor, O. C., Akpuaka, F. C., & Nwadinigwe, C. U. (2015). Pattern of femoral fractures and associated injuries in a Nigerian tertiary trauma centre. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18(4), 462-466.
- Aparici, J. (1998). El desarrollo urbano de Segorbe en el siglo XV y la demanda de elementos de alfarería. La aportación musulmana. *Saitibi*, 48, 289-310
- Apazidis, A., Ricart, P. A., Diefenbach, C. M., & Spivak, J. M. (2011). The prevalence of transitional vertebrae in the lumbar spine. *The Spine Journal*, 11(9), 858-862.
- Aran, A. (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, 68-84.
- Arancón, M. R. G. (2011). Los mudéjares de Navarra ante la fiscalidad eclesiástica. *Príncipe de Viana*, 72(253), 387-407.
- Archibeck, M. J., Carothers, J. T., Tripuraneni, K. R., & White Jr, R. E. (2013). Total hip arthroplasty after failed internal fixation of proximal femoral fractures. *The Journal of arthroplasty*, 28(1), 168-171.
- Argoff, C. E., & Wheeler, A. H. (1998). Spinal and radicular pain disorders. *Neurologic clinics*, 16(4), 833-849.
- Arking, R. (1998). *Biology of Aging: Observations and Principles*. Sinauer Association.
- Armelagos, G. J., & Gerven, D. P. V. (2003). A century of skeletal biology and paleopathology: Contrasts, contradictions, and conflicts. *American anthropologist*, 105(1), 53-64.
- Armentano, N., Muñoz, G., & Malgosa, A. (2008). Estudi Antropològic Mas Catxorro. Informe inédito.
- Armentano, N., & Nociarová, D. (2016). Estudi antropològic de les restes de la necròpolis andalusina de la Suda (Baix Ebre). Informe inédito.
- Armentano, N., Bramon, D., Font, L., Malgosa, A., & Rigo, A. (2021). *Taula rodona: el cementiri islàmic del Born*. El Born CCM. Accesible en: <https://elbornculturaimemoria.barcelona.cat/activitat/taula-rodona-el-cementiri-islamic-del-born/>

- Arola, R., & Bea, D. (2002). La vil·la romana de l'hort del Pelat (Riudoms, (Baix Camp)). *Butlletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, 24, 75-95.
- Asón, I., & Carrera, J. C. (2016). Un asentamiento andalusí de producción de ámbito rural en la cora de Balansiya. *Clio Arqueológica*, 31, 1, 26-52.
- Aufderheide, A. C. & Rodríguez-Martín, C. (1998). *The Cambridge encyclopedia of Human Paleopathology* (Vol. 478). Cambridge University Press.
- Austin, A. E. (2017). The cost of a commute: A multidisciplinary approach to osteoarthritis in new kingdom egypt. *International Journal of Osteoarchaeology*, 27(4), 537-550.
- Baccino, E., Ubelaker, D. H., Hayek, L. A., & Zerilli, A. (1999). Evaluation of seven methods of estimating age at death from mature human skeletal remains. *Journal of Forensic Science*, 44(5), 931-936.
- Bach, A. (1986-1987). Els documents del priorat de Santa Maria de Gualter de l'Arxiu Episcopal de Solsona (segles XI-XIII). *Urgellia*, 8, 211-269.
- Bagnall, K.M., Harris, P.F., & Jones, P.R.M. (1977). A radiographic study of the human fetal spine. 2. The sequence of development of ossification centers in the vertebral column. *Journal of Anatomy*, 124(3), 791-802.
- Balcombe, N. R., & Sinclair, A. (2001). Ageing: definitions, mechanisms and the magnitude of the problem. *Best practice & research Clinical gastroenterology*, 15(6), 835-849.
- Ballestín, X. (1999a). Els textos a l'abast. El procés de conquesta. En M. Barceló (coord.), *Musulmans i Catalunya*, 41-46. Empúries.
- Ballestín, X. (1999b). L'anomenada frontera superior d'al-Andalus: at-tagr al-alà i la resistència a la instauració de la dawla dels Banū Marwān. En M. Barceló (coord.), *Musulmans i Catalunya*, 61-76. Empúries.
- Ballestín, X. (1999c). De la instauració de la ḥilāfa dels Banū Marwān als mulūk aṭ-ṭawā'if. En M. Barceló (coord.), *Musulmans i Catalunya*, 79-88. Empúries.
- Banerjee, R., Waterman, B., Padalecki, J., & Robertson, W. (2011). Management of distal clavicle fractures. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 19(7), 392-401.
- Bar-Dayán, Y., Weisbort, M., Bar-Dayán, Y., Velan, G. J., Ravid, M., Hendel, D., & Shemer, J. (2003). Degenerative disease in lumbar spine of military parachuting instructors. *BMJ Military Health*, 149(4), 260-264.

- Baraut, C. (1988). Els documents, desl anys 1101-1150, de l'arxiu Capitular de la Seu d'Urgell. *Urgellia*, (9), 7-312.
- Baraut, C. (1994-195). Diplomatarí del monestir de Sant Sadurní de Tavèrnoles (segles IX-XIII). *Urgellia*, (12), 7-414.
- Baraut, J. (2009). Estudi ecològic de la ictiofauna del riu Segre. Tesis de final de Grado. Universitat de Lleida.
- Barceló, M. (1979). La primerenca organització fiscal d'Al-Andalus, segons la " Crònica del 754". *Faventia*, 1(2), 231-261.
- Barceló, M. (1991a). Assentaments berbers i àrabs a les regions del nord-est d'al-Andalus: el cas de l'Alt Penedès, Barcelona. En P. Sénac (ed.), *La Marche Supérieure d'al-Andalus et l'Occident Chrétien*, 89-97. Casa de Velázquez.
- Barceló, M. (1991b). La cuestión septentrional: la arqueología de los asentamientos andalusíes más antiguos. *Aragón en la Edad Media*, 9, 341-354.
- Barceló, M., Kirchner, H., Martí, R., & Torres, J. M. (1991). L'hins dels madyuna (Mediona, Alt Penedès): La qüestió dels assentaments berbers a Catalunya. En Departament de Cultura (ed.), *Catalunya i França Meridional a l'entorn de l'any Mil: Actes del Col·loqui internacional Hug Capet, 282-282*. Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura.
- Barrachina, A. (2004-05). La necròpolis islàmica de la plaça de l'Almudín. Sogorb (Alt Palància): estudi antropològic i cronològic, *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 24, 281-294.
- Barrio, P.A., & Trancho, G.J. (2014). Estudio paleodemográfico de la población hispano-musulmana de San Nicolás (Ávila). En S. Alonso Alegre, M. Hervella Afonso, N. Izagirre Arribalzaga, J.A. Peña García, E. Rebato Ochoa, & C. de la Rúa Vaca (eds.), *La investigación en antropología física una mirada al futuro*, 73-96. Universidad del País Vasco.
- Barrio, P.A., & Trancho, G.J. (2017). Estudio de la estatura a partir de los huesos de la extremidad superior de la población hispano-musulmana de San Nicolás (Ávila). *Revista Española de Antropología Física*, 38, 29-43.
- Bataille, C. P., Jaouen, K., Milano, S., Trost, M., Steinbrenner, S., Crubézy, É., & Colleter, R. (2021). Triple sulfur-oxygen-strontium isotopes probabilistic geographic assignment of archaeological remains using a novel sulfur isoscape of western Europe. *PLoS One*, 16(5), e0250383.

- Batet, C. (2006). *L'aigua conquerida. Hidraulisme feudal en terres de conquesta*. Universitat Autònoma de Barcelona, Universitat de València.
- Bazzana, A. (1996). Un Hisn valencià: Shûn (Uxó) en la Vall d'Uixó (Castellón) I, *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 17, 445-475.
- Bazzana, A. (1999). Un Hisn valencià: Shûn (Uxó) en la Vall d'Uixó (Castellón) II, *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 20, 317-346.
- Bazzana, A., & Guichard, P. (1978). Les tours de défense de la huerta de Valence au XIIIe siècle. *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 15, 73-105.
- Bazzana, A., & Guichard, P. (1981). Irrigation et société dans l'Espagne orientale au Moyen Age. *MOM Éditions*, 2(1), 115-140.
- Bazzana, A., & Guichard, P. (1984). Archéologie extensive dans la région valencienne (Espagne) En G. Noyé (coord.), *Structures de l'habitat et occupation du sol dans les pays méditerranéens : les méthodes et l'apport de l'archéologie extensive : actes de la rencontre organisée par l'Ecole Française de Rome*, 3-28. Casa Velázquez.
- Bazzana, A., Cressier, P., & Guichard, P. (1988). *Les châteaux ruraux d'al-Andalus: histoire et archéologie des huṣūn du sud-est de l'Espagne*. Casa de Velázquez.
- Beard, B. L., & Johnson, C. M. (2000). Strontium isotope composition of skeletal material can determine the birth place and geographic mobility of humans and animals. *Journal of Forensic Science*, 45(5), 1049-1061.
- Becker, W., Berg, L., & Becker, B. E. (1979). Untreated periodontal disease: a longitudinal study. *Journal of Periodontology*, 50(5), 234-244.
- Becker, S. K., & Goldstein, P. S. (2018). Evidence of osteoarthritis in the Tiwanaku colony, Moquegua, Peru (AD 500–1100). *International Journal of Osteoarchaeology*, 28(1), 54-64.
- Bedić, Ž., & Šlaus, M. (2010). Supernumerary teeth and pseudarthrosis of the mandible in a young male from the mediaeval cemetery in Stenjevec. *Bulletin of the International association for paleodontology*, 4(1), 4-10.
- Bellón, J. (2007). Cambio social y revolución urbana en Lorca durante el siglo XIII. *Verdolay: Revista del Museo Arqueológico de Murcia*, (10), 197-223.
- Beltrán, J. (2013). Barcino, de colònia romana a sede regia visigoda, medina islàmica i ciutat comtal: una urbs en transformació. *Quaderns d'Arqueologia i Història de la ciutat de Barcelona*, 9, 16-118.

- Benedictow, O.J. (1996). *The medieval demographic system of the Nordic countries*, revised edition. Middelalderforlaget
- Benedito, J., Melchor, J. M., & Seguí, J. J. (2007). Nuevas aportaciones a la necrópolis romana del sector meridional de la ciudad de Valentia, junto a la vía Augusta. *Caesaraugusta*, 78, 631-644.
- Benedito, J., Claramonte, M., & Delaporte, S. (2008). Arqueología de la necrópolis andalusí del nuevo hogar "Verge del Lledó"(Castellón). *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, 84, 463-474.
- Benedito, J., & Melchor, J. M. (2018). Las *maqābir* en el entorno rural de Castellón de la Plana: balance de los descubrimientos. *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 36, 185-201.
- Benegas, E., Zoppi Filho, A., Ferreira Filho, A. A., Neto, A. A. F., Negri, J. H., Prada, F. S., & Zumiotti, A. V. (2007). Surgical treatment of varus malunion of the proximal humerus with valgus osteotomy. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 16(1), 55-59.
- Benet i Clarà, A. (1983). Una Comunitat Mossàrab a la Vall d'Àger. Estudi Antroponímic. *Butlletí de la Societat d'Onomàstica*, 13, 3-7
- Benet i Clarà, A. (1994). La comunitat mossàrab d'Àger. En Enciclopèdia Catalana (ed.), *Catalunya Romànica. Vol. XVII (La Noguera)*, 29-30. Generalitat de Catalunya
- Bennett, D. L., Ohashi, K., & El-Khoury, G. Y. (2004). Spondyloarthropathies: ankylosing spondylitis and psoriatic arthritis. *Radiologic Clinics*, 42(1), 121-134.
- Benito, D. (2009). La huella borrosa del islam. En J. Hermsilla (coord.), *La ciudad de Valencia: historia, geografía y arte de la ciudad de Valencia*, 2, 281-289. Universitat de València.
- Bereczki, Z., Reschler-Nicola, M., Marcsik, A., Meinzer, N., & Baten, J. (2019). Growth disruption in children: Linear enamel hypoplasias. In R. Steckel, CS Larsen, C. Roberts and J. Baten, *The Backbone of Europe*, 175-197. Cambridge University Press
- Bernabé, M. (2002). Casas y cementerios islámicos en Murcia: el solar nº 1-3 de la plaza de santa Eulalia. En M, Lechuga y M. B. Sánchez (coords.), *Séptimas Jornadas de Arqueología Regional*, 573-59. Editora Regional de Murcia.
- Berry, A. C. (1975). Factors affecting the incidence of non-metrical skeletal variants. *Journal of Anatomy*, 120 (3), 519-535.
- Berry, A. C., & Berry, R. J. (1967). Epigenetic variation in the human cranium. *Journal of anatomy*, 101(2), 361.

- Bertran, P. (2007). El comtat d'Urgell i la conquesta de Balaguer. En F. Sabaté. (ed.), *Balaguer 1105: cruïlla de civilitzacions*, 161-176. Pagès editors.
- Bertran, P., & Fité, F. (1986). El jaciment arqueològic de Santa Coloma d'Àger (província de Lleida). En Diputación General de Aragón y Departamento de Educación y Cultura (eds.), *I Congreso de Arqueología Medieval Española*, 203-220. Diputación General de Aragón.
- Betsinger, T. K., & DeWitte, S. N. (2021). Toward a bioarchaeology of urbanization: Demography, health, and behavior in cities in the past. *American Journal of Physical Anthropology*.
- Bieber, A., Masala, I. F., Mader, R., & Atzeni, F. (2020). Differences between diffuse idiopathic skeletal hyperostosis and spondyloarthritis. *Immunotherapy*, 12(10), 749-756.
- Bienes, J. J. (2006). La necrópolis islámica de Herrerías. *Revista del Centro de Estudios Merindad de Tudela*, 14, 41-62.
- Birkby, W. H., Fenton, T. W., & Anderson, B. E. (2008). Identifying Southwest Hispanics using nonmetric traits and the cultural profile. *Journal of Forensic Sciences*, 53(1), 29-33.
- Birzle, H., Bergleiter, R., & Kuner, E. H. (1985). *Traumatologische Röntgendiagnostik: Lehrbuch und Atlas*. Stuttgart: Thieme.
- Blalock, B. C., Mosby, E. L., & McKenna, S. J. (1995). Soft tissue and bony enlargement of the mandible in an infant. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 53(10), 1193-1196.
- Blumenbach, J.F. (1775). *De Generis Humani Varietate Nativa Liber*. Vandenhoeck et Ruprecht, Goettingae.
- Bocaege, E., & Hillson, S. (2016). Disturbances and noise: Defining furrow-form enamel hypoplasia. *American Journal of Physical Anthropology*, 161(4), 744-751.
- 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(1-2), 46-53.
- Bocquet-Appel, J.P. (1986). Once upon a time: Palaeodemography. *Mitteilungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte*, 7, 127-133.
- Bocquet-Appel, J.P., Masset, C. (1982). Farewell to paleodemography. *Journal of Human Evolution*, 12, 353-360.

- Bogaard, A., Heaton, T. H., Poulton, P., & Merbach, I. (2007). The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices. *Journal of Archaeological Science*, 34(3), 335-343.
- Bogin, B., Scheffler, C., & Hermanussen, M. (2017). Global effects of income and income inequality on adult height and sexual dimorphism in height. *American Journal of Human Biology*, 29(2), e22980.
- Bolanos, M. V., Manrique, M. C., Bolanos, M. J., & Briones, M. T. (2000). Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic science international*, 110(2), 97-106.
- Boldsen, J. L., & Milner, G. R. (2012). An epidemiological approach to paleopathology. En A. L. Grauer (ed.), *A Companion to Paleopathology*, 114–132. Wiley-Blackwell.
- Boldsen, J.L. (1999). Transition analysis: a new method for estimating age from skeletons. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 73-106. Cambridge University Press.
- Bolens, L. (1990). *L'Andalousie du quotidien au sacré. XI-XII siècles*. Norfolk.
- Bolens, L. (1996). Riquezas de la tierra andaluza y primacía del aceite de oliva en la sociedad y la civilización de al-Andalus (siglos X-XVI). *Agricultura y sociedad*, 80-81, 181-218.
- Boloix, B. (2021). Al-Andalus, una historia también de las mujeres. *Andalucía en la historia*, (70).
- Bosch, J., Faura, J. M., & Villabí, M. (2004). Intervenció arqueològica a l'àrea del Molinàs (Amposta, Montsià): Aproximació a les pràctiques funeràries i al poblament des del neolític fins a l'època andalusina a les terrasses de la zona de la desembocadura de l'Ebre. *Tribuna d'Arqueologia 2000-2001*, 7-31.
- Boskey, A. L., & Robey, P. G. (2013). The composition of bone. En C. J. Rosen (ed.), *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism*, 49-58. Wiley- Blackwell.
- Bourbou, C. (2003). Health patterns of proto-Byzantine populations (6th–7th centuries AD) in south Greece: the cases of Eleutherna (Crete) and Messene (Peloponnese). *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(5), 303-313.
- Bourbou, C. (2014). Evidence of childhood scurvy in a Middle Byzantine Greek population from Crete, Greece (11th–12th centuries AD). *International Journal of Paleopathology*, 5, 86-94.

- Bourbou, C. (2018). Life and death at the “The Land of Three Lakes”: Revisiting the non-adults from Roman Aventicum, Switzerland (1st–3rd century CE), *International Journal of Paleopathology* 22, 121-134.
- Bourbou, C., Arenz, G., Dasen, V., & Lösch, S. (2019). Babes, bones, and isotopes: A stable isotope investigation on nonadults from Aventicum, Roman Switzerland (first–third century CE). *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(6), 974-985.
- Bozzoli, C., Deaton, A., & Quintana-Domeque, C. (2009). *Adult height and childhood disease. Demography*, 46, 647–669
- Bramon, D. (2001). *De quan érem o no musulmans. Textos del 710 al 1010*. Eumo.
- Brandi, A. (1992). *Paleodemografía y paleopatología dental en la población hispanomusulmana de Murcia. s. XI-XIII*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Braun, J., & Sieper, J. (2007). Ankylosing spondylitis. *The Lancet*, 369(9570), 1379-1390.
- Brickley, M. (2006). Rib fractures in the archaeological record: a useful source of sociocultural information?. *International Journal of Osteoarchaeology*, 16(1), 61-75.
- Brickley, M. B. (2018). Cribra orbitalia and porotic hyperostosis: A biological approach to diagnosis. *American Journal of Physical Anthropology*, 167(4), 896-902.
- Brickley, M. B., & Ives, R. (2006). Skeletal manifestations of infantile scurvy, *American Journal of Physical Anthropology* 129(2), 163-172.
- Brickley, M. B., Ives, R., & Mays, S. (2020). *The bioarchaeology of metabolic bone disease*. Academic Press.
- Brooks, S., & Suchey, J.M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human evolution*, 5(3), 227-238.
- Brooks, S., Brooks, R., & France, D. (1990). Alveolar Prognathism Contour, An Aspect of Racial Identification. En G. Gill y S. Rhine (eds.), *Skeletal Attribution of Race*, 41-46. University of New Mexico, Maxwell Museum of Anthropological Papers.
- Brothwell, D.R. (1987). *Desenterrando Huesos. La Excavación, Tratamiento y Estudio de Restos del Esqueleto Humano*. Fondo de Cultura Económica.
- Brues, A.M. (1990). The once and future diagnosis of race. En G. Gill y S. Rhine (eds.), *Skeletal Attribution of Race*, 1-8. University of New Mexico, Maxwell Museum of Anthropological Papers.

- Brufal, J. (2012). *El món rural i urbà en la Lleida islàmica (S. XI-XII): Lleida i l'est del districte: Castellans i el pla del Mascançà*. Pagès Editors.
- Brufal, J., & Porcheddu A. (2018). Memòria de l'excavació arqueològica preventiva a Santa Coloma (Àger, la Noguera) (R/N: 494/K121 1-11461/2014) Memoria inédita.
- Brufal, J., & Porcheddu A. (s.f.). Memòria de l'excavació arqueològica preventiva a Santa Coloma (Àger, la Noguera) (R/N: 494/K121 1-13562/2015). Memoria inédita.
- Brzobohatá, H., Krajíček, V., Horák, Z., Sedlak, P., & Velemínská, J. (2016). Diachronic changes in size and shape of human proximal tibia in Central Europe during the latest 1200 years. *Homo*, 67(6), 433-446.
- Buckberry, J. L., & Chamberlain, A. T. (2002). Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method. *American Journal of Physical Anthropology*, 119(3), 231-239.
- Bugaev, N., Breeze, J. L., Alhazmi, M., Anbari, H. S., Arabian, S. S., & Rabinovici, R. (2016). Displacement patterns of blunt rib fractures and their relationship to thoracic coinjuries: minimal displacements count. *The American Surgeon*, 82(3), 199-206.
- Buikstra, J. E., Frankenberg, S. R., & Konigsberg, L. W. (1990). Skeletal biological distance studies in American physical anthropology: recent trends. *American Journal of Physical Anthropology*, 82(1), 1-7.
- Buikstra, J.E. & Konigsberg, L.W. (1985). Paleodemography: critiques and controversies. *American Anthropologist*, 87(2), 316-333.
- Buikstra, J. E., & Ubelaker, D. H. (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.
- Buikstra, J. E., Cook, D. C., & Bolhofner, K. L. (2017). Introduction: Scientific rigor in paleopathology. *International Journal of Paleopathology*, 19, 80-87.
- Burakoff, R. P. (2003). Preventive dentistry: current concepts in women's oral health. *Primary Care Update for OB/GYNS*, 10(3), 141-146.
- Burke, K. L. (2012). Schmorl's nodes in an American military population: Frequency, Formation, and Etiology. *Journal of Forensic Sciences*, 57(3), 571-577.
- Burton, J., & Katzenberg, M. A. (2019). Strontium isotopes and the chemistry of bones and teeth. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 505-514. Wiley-Liss.

- Buzon, M. R. (2014). Tombos during the Napatan period (~ 750–660 BC): Exploring the consequences of sociopolitical transitions in ancient Nubia. *International Journal of Paleopathology*, 7, 1-7.
- Buzon, M. R., & Judd, M. A. (2008). Investigating health at Kerma: sacrificial versus nonsacrificial individuals. *American Journal of Physical Anthropology*, 136(1), 93-99.
- Cabieses, F. (2014). La mano que cura. *Científica*, 11(2).
- Cabré, D., & Cugat, F. (1986-87). Estela i cementiri sarraïns de Riba-Roja (Ribera d'Ebre), *Butlletí Arqueològic* 8-9, 235-240.
- Cabrera, E. (2011). Musulmanes y cristianos en al-Ándalus. Problemas de convivencia. *Antigüedad y Cristianismo*, (28), 119-133.
- Calce, S. E., Kurki, H. K., Weston, D. A., & Gould, L. (2017). Principal component analysis in the evaluation of osteoarthritis. *American Journal of Physical Anthropology*, 162(3), 476-490.
- Calce, S. E., Kurki, H. K., Weston, D. A., & Gould, L. (2018). The relationship of age, activity, and body size on osteoarthritis in weight-bearing skeletal regions. *International Journal of Paleopathology*, 22, 45-53.
- Camacho, C. (2000). Informe preliminar de la Ronda Oeste de Córdoba. Yacimiento E. Polígono Industrial La Torrecilla, Córdoba. Inédito.
- Cámara, A. D. (2015). A biosocial approach to living conditions: inter-generational changes of stature dimorphism in 20th-century Spain. *Annals of Human Biology*, 42(2), 168-178.
- Camats, A. (s.f.). Memòria de la intervenció arqueològica d'urgència a la muralla del Pla d'Almatà. Memòria inédita. Direcció General del Patrimoni Cultural.
- Camats A., & Mulet, M. (2015). Memòria de la intervenció arqueològica a l'entorn de l'antiga església de Santa Maria d'Almatà del santuari del Sant Crist de Balaguer (Noguera). Memòria inédita. Departament de Cultura. Serveis Territorial de Lleida.
- Camats, A., Monjo, M., Mulet, M., & Solanes, E. (2015). El Pla d'Almatà (Balanguer, la Noguera): de campament militar a medina. En J. M. Vila (coord.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*, 2, 623-634. Ajuntament de Barcelona.
- Campillo, D. (1995). Mortalidad y esperanza de vida en la península ibérica desde la Prehistoria a la Edad Media. En R. Fábregas, F. Pérez, y C. Fernández, (eds.), *Arqueología da mort en a Península Ibérica desde as Orixes ata o Medievo*, 317–340. Concello de Xinzo de Limia.

- Campillo, D. (2001). *Introducción a la paleopatología*. Bellaterra
- Campillo, D., & Fité F. (1996). Estudio paleopatológico de un individuo del siglo VII, exhumado junto a la Iglesia de Santa Coloma (Ager, La Noruega). En A. Pérez-Pérez (ed.), *Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, 79-84. Fundación Uriach.
- Campo, M. (2015). *Paleopatología de la columna vertebral en la población hispanomusulmana de San Nicolás, (Murcia, S. XI-XIII)*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Canger, E. M., Çelenk, P., & Çankaya, S. (2014). Shovel-shaped incisors in the Black Sea region population of Turkey. *Journal of Dental Sciences*, 9(3), 253–257.
- Canterbury, J. A., Beck, C. W., Dozier, C., Hoffmeister, K., Magaro, J., Perrotti, A. G., & Wright, L. E. (2020). Bariatric surgery as a proxy for nutritional stress in stable isotope investigations of archaeological populations. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, 102196.
- Capitaneanu, C., Willems, G., & Thevissen, P. (2017). A systematic review of odontological sex estimation methods. *The Journal of Forensic Odonto-stomatology*, 35(2), 1.
- Cara, L. (1993). *La civilización islámica. Historia de Almería*. Diputación de Almería, Instituto de Estudios, Almeriense.
- Carasusán, D. (2021). La necrópolis islámica de Tudela alcanza ya los 438 enterramientos. *Diario de Navarra*. Accesible en: <https://www.diariodenavarra.es/noticias/navarra/tudelaribera/tudela/2021/07/04/necropolis-islamica-tudela-alcanza-438-enterramientos-492609-1769.html>
- Cares Henriquez, A., & Oxenham, M. F. (2017). An alternative objective microscopic method for the identification of linear enamel hypoplasia (LEH) in the absence of visible perikymata. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 14, 76-84.
- Cares Henriquez, A., & Oxenham, M. F. (2020). A new comprehensive quantitative approach for the objective identification and analysis of linear enamel hypoplasia (LEH) in worn archaeological dental assemblages. *Journal of Archaeological Science*, 113, 105064.
- Carmona, A. (2008). Lorca y la formación de Tudmir. *Clavis*, 4-5.
- Carrión, Y., Pérez-Jordà, G., & Ximénez de Embún, M. T. (2019). La explotación agrícola y forestal en el entorno del Cabezo Pardo (San Isidro-Granja de Rocamora, Alicante): los restos vegetales de los niveles emirales, *MARQ: arqueología y museos*, 10, 67-78.

Carson, E.A. (2006). Maximum-likelihood variance components analysis of heritabilities of cranial nonmetric traits. *Human biology*, 78(4), 383-402.

Casabó, J. (1997). 160 Segles d'història comuna. Aportació a l'estudi de la Vall d'Uixó des de la perspectiva de l'arqueologia. En Diputació de Castelló (ed.), *Honori García: El personatge, l'Època i el Centre*. Diputació de Castelló.

Casal García, M. T. (2001). Los cementerios musulmanes de Qurtuba. *Anales de Arqueología Cordobesa*, 12, 283-313.

Casey, M. M., & Post, D. M. (2011). The problem of isotopic baseline: reconstructing the diet and trophic position of fossil animals. *Earth-Science Reviews*, 106(1-2), 131-148.

Castellucci, H., Viviani, C., Boccardo, G., Arezes, P., Bartsch, Á., Martínez, M., ... & Bragança, S. (2021). Gender inequality and sexual height dimorphism in Chile. *Journal of biosocial science*, 53(1), 38-54.

Castells Navarro, L., & Buckberry, J. (2020). Back to the beginning: Identifying lesions of diffuse idiopathic skeletal hyperostosis prior to vertebral ankylosis. *International Journal of Paleopathology*, 28, 59-68.

Castellvi, A. E., Goldstein, L. A., & Chan, D. P. (1984). Lumbosacral transitional vertebrae and their relationship with lumbar extradural defects. *Spine*, 9(5), 493-495.

Catalano III, L. W., Barron, O. A., & Glickel, S. Z. (2004). Assessment of articular displacement of distal radius fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 423, 79-84.

Cattaneo, C., & Cappella, A. (2017). Distinguishing between Peri-and Post-Mortem Trauma on Bone. En E. M. J. Schotsmans, N. Márquez-Grant y S. L. Forbes (eds.), *Taphonomy of Human Remains: Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*, 352-368. Wiley.

CCMA, Sota Terra (2010). Arnau Mir de Tost: el primer croat. Accesible en: <https://www.ccma.cat/tv3/alicanta/sotaterra/arnau-mir-de-tost-el-primer-croat/video/2948771/>

Cebolla Berlanga, J. L., Melguizo Aísa, S., & Ruiz Ruiz, F. J. (2016). La judería nueva de Calatayud. Visión arqueológica", *Arqueología y Territorio Medieval*, 23, 103-123.

Chamberlain, A. (2000). Problems and prospects in palaeodemography. *Human Osteology in Archaeology and Forensic Science*, 101-115.

Chamberlain, A. T. (2006). *Demography in archaeology*. Cambridge University Press.

- Chávet, M., Sanchez, R., & Padial, J. (2006). Ensayo de ritos de enterramiento islámicos en Al-Andalus, *Anales de Prehistoria y Arqueología*, 22, 149-161.
- Chávet, M., & Sánchez, R. (2013). Los cementerios musulmanes: la huella en la arqueología del Hadiz de los pájaros verdes: El destino de las almas antes del juicio final. El caso de la *maqbara* de la iglesia del Carmen, Lorca. *Estudios sobre Patrimonio, Cultura y Ciencias Medievales*, 15, 61-80.
- Chávet, M., & Sanchez, R. (2022). Simbología y creencias en los ritos de enterramiento en un cementerio islámico de Lorca (Murcia). *Náyades: revista de costumbres, tradiciones e historias de la Región de Murcia*, (11), 31-40.
- Chenery, C. A., Pashley, V., Lamb, A. L., Sloane, H. J., & Evans, J. A. (2012). The oxygen isotope relationship between the phosphate and structural carbonate fractions of human bioapatite. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 26(3), 309-319.
- Chesé, R. (2011). *Col·lecció diplomàtica de Sant Pere d'Àger fins 1198 (1)*. Fundació Noguera.
- Cheverud, J.M., & Buikstra, J.E. (1981). Quantitative genetics of skeletal nonmetric traits in the rhesus macaques on Cayo Santiago. II. Phenotypic, genetic, and environmental correlations between traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 54(1), 51-58.
- Chimenos, E., Safont, S., Alesán, A., Alfonso, J. & Malgosa, A. (2001). Propuesta de protocolo de valoración de parámetros en paleodontología. In D. Campillo, *Introducción a la Paleopatología*, 537-546. Edicions Bellaterra S.L.
- Chisholm, B. S., Nelson, D. E., & Schwarcz, H. P. (1982). Stable-carbon isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets. *Science*, 216(4550), 1131-1132.
- Christensen, A. M., Passalacqua, N. V., & Bartelink, E. J. (2019). *Forensic anthropology: current methods and practice*. Academic Press.
- Cifuentes, L. A., & Salata, G. G. (2001). Significance of carbon isotope discrimination between bulk carbon and extracted phospholipid fatty acids in selected terrestrial and marine environments. *Organic Geochemistry*, 32(4), 613-621.
- Cipriano-Bechtle, A., Grupe, G., & Schroter, P. (1996). Ageing and life expectancy in the early Middle Ages. *Homo*, 46(3), 267-279.
- Claramonte, M., Delaporte, S., & López, F. (2017). *Introducción al poblamiento rural de la Madina Buryena. El cementerio de Calatrava*. Ayuntamiento de Borriana.

- Clarke, P. T., Simpson, R. B., Dorman, J. R., Hunt, W. J., & Edwards, J. G. (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), 1282-1288.
- Coberó, M. (s.f.). Informe Campanya 1998 Del Recinte Fortificat De Sant Pere d'Àger. Precedents, Explendor Baix Medieval I Evolució Posterior. Memoria inédita. Departament de Cultura. Serveis Territorial de Lleida.
- Cohen, M. N. (1994). The osteological paradox reconsidered. *Current Anthropology*, 35(5), 629-637.
- Cole, G., & Waldron, T. (2019). Cribra orbitalia: Dissecting an ill-defined phenomenon. *International Journal of Osteoarchaeology*, 29(4), 613-621.
- Collastro, O., & Nieto, E. (2008). Memoria de la excavación arqueológica realizada en el yacimiento Sant Jaume de Fadrell dentro del proyecto de construcción de la nueva carretera de acceso al puerto de Castellón. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, 84, 399-435.
- Collier, L., & Primeau, C. (2019). A tale of two cities: A comparison of urban and rural trauma in Medieval Denmark. *International Journal of Paleopathology*, 24, 175-184.
- Collins, M. J., & Galley, P. (1998). Towards an optimal method of archaeological collagen extraction: The influence of pH and grinding. *Ancient Biomolecules*, 2, 209– 222.
- Commisso, R. G., & Nelson, D. E. (2006). Modern plant $\delta^{15}\text{N}$ values reflect ancient human activity. *Journal of Archaeological Science*, 33(8), 1167-1176.
- Constandse-Westermann, T.S. (1972). *Coefficients of biological distance*. Oosterhout.
- Cope, J. M., Berryman, A. C., Martin, D. L., & Potts, D. D. (2005). Robusticity and osteoarthritis at the trapeziometacarpal joint in a Bronze Age population from Tell Abraq, United Arab Emirates. *American Journal of Physical Anthropology*, 126(4), 391-400.
- Coqueugniot, H., Dutour, O., Arensburg, B., Duday, H., Vandermeersch, B., & Tillier, A. M. (2014). Earliest cranio-encephalic trauma from the Levantine Middle Palaeolithic: 3D reappraisal of the Qafzeh 11 skull, consequences of pediatric brain damage on individual life condition and social care. *PloS one*, 9(7), e102822.
- Cosman, F., Ruffing, J., Zion, M., Uhorchak, J., Ralston, S., Tendy, S., ... & Nieves, J. (2013). Determinants of stress fracture risk in United States Military Academy cadets. *Bone*, 55(2), 359-366.
- Cosseddu, G.G., Floris, G. & Vona, G. (1979). Sex and side differences in the minor non-metrical cranial variants. *Journal of Human Evolution*, 8(7), 685-692.

Cox, G., & Sealy, J. (1997). Investigating identity and life histories: isotopic analysis and historical documentation of slave skeletons found on the Cape Town foreshore, South Africa. *International Journal of Historical Archaeology*, 1(3), 207-224.

Craig, O. E., Biazzo, M., O'Connell, T. C., Garnsey, P., Martinez-Labarga, C., Lelli, R., ... & Bondioli, L. (2009). Stable isotopic evidence for diet at the Imperial Roman coastal site of Velia (1st and 2nd centuries AD) in Southern Italy. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(4), 572-583.

Cramer, J. N. (2018). *Periostitis: An Indicator of Stress and Health in Past Populations Explored*. Tesis doctoral. University of Nevada.

Cruz, E., & Polo, M. (2009). Entesopatía iliopúbica en un esqueleto de la necrópolis islámica de la Plaza Peral (La Vall d'Uixó, Castellón). En M. Polo y E. García Prósper (eds.), *Investigaciones histórico-médicas sobre salud y enfermedad en el pasado. Actas del IX Congreso Nacional de Paleopatología*, 349-351. Sociedad Española de Paleopatología y Grupo Paleolab.

Cubero, C. (1988). *Aportació de la Paleocarpologia al coneixement de l'explotació agrària del territori*. Tesis doctoral. Universitat de Barcelona.

Cucina, A., Cantillo, C. P., Sosa, T. S., & Tiesler, V. (2011). Carious lesions and maize consumption among the Prehispanic Maya: an analysis of a coastal community in northern Yucatan. *American Journal of Physical Anthropology*, 145(4), 560-567.

Cunha, C. M. S. (2015). *Crossing the river: the dental Morphology of Chalcolithic populations in the Middle Guadiana*. Tesis doctoral. Universidade Federal do Piauí.

Cunha, E., & Ubelaker, D. H. (2020). Evaluation of ancestry from human skeletal remains: a concise review. *Forensic Sciences Research*, 5(2), 89-97.

Cunningham, R. M., Walton, M. A., & Carter, P. M. (2018). The major causes of death in children and adolescents in the United States. *New England Journal of Medicine*, 379(25), 2468-2475.

Curtis, D. R., & Roosen, J. (2017). The sex-selective impact of the Black Death and recurring plagues in the Southern Netherlands, 1349–1450. *American Journal of Physical Anthropology*, 164(2), 246-259.

Curtó, A., Lorient, A., Martínez, M. R., & Ros, E. (1984-85). Resultats de les excavacions arqueològiques portades a terme l'any 1984 a Tortosa (Baix Ebre), *Tribuna d'Arqueologia* 1984-1985, 115-120. Accesible en: <https://tribunadarqueologia.blog.gencat.cat/2011/08/29/tribuna-1984-1985/>

- Curto, A., Mahoney, P., Maurer, A. F., Barrocas-Dias, C., Fernandes, T., & Fahy, G. E. (2019). Diet and disease in Tomar, Portugal: Comparing stable carbon and nitrogen isotope ratios between skeletons with and without signs of infectious disease. *Journal of Archaeological Science*, 105, 59-69.
- Curto, A., Mahoney, P., Maurer, A. F., Barrocas-Dias, C., Fernandes, T., & Fahy, G. E. (2020). Effect of different healing stages on stable isotope ratios in skeletal lesions. *American Journal of Physical Anthropology*, 171(2), 285-297.
- D'Ortenzio, L., Brickley, M., Schwarcz, H., & Prowse, T. (2015). You are not what you eat during physiological stress: Isotopic evaluation of human hair. *American Journal of Physical Anthropology*, 157(3), 374-388.
- Dar, G., Masharawi, Y., Peleg, S., Steinberg, N., May, H., Medlej, B., ... & HersHKovitz, I. (2010). Schmorl's nodes distribution in the human spine and its possible etiology. *European Spine Journal*, 19(4), 670-675.
- Daux, V., Lécuyer, C., Héran, M. A., Amiot, R., Simon, L., Fourel, F., ... & Escarguel, G. (2008). Oxygen isotope fractionation between human phosphate and water revisited. *Journal of Human Evolution*, 55(6), 1138-1147.
- de Castro, T. (1993). *La alimentación en las crónicas castellanas bajomedievales*. Universidad de Granada.
- de Miguel, M. P. (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.
- de Miguel, M. P. (2020a). Paleopatología: una disciplina que nos enseña sobre la vida. Gobierno de Navarra (ed.), *La vida impresa en los huesos. Paleopatología de Navarra*, 25-55. Gobierno de Navarra.
- de Miguel, M. P. (2020b). Gentes del Islam. Ritual funerario e historias de vida en la maqbara de Pamplona. *Studia Historica. Historia Medieval*, 38, 7-28.
- de Miguel, M. P., & Bienes J.J. (2021). Enterramientos múltiples. Probable reflejo de epidemia en la Maqbara de la calle Herrerías de Tudela (Navarra) (s. ix-xi). En M. Retuerce (coord.), *Actas del VI Congreso de Arqueología Medieval*, 675-680. Asociación Española de Arqueología Medieval.
- de Miguel, M. P., Martín, T., Bienes, J. J., Galán, J. A., Grases, F., Costa, A., & Navío, V. (2011). Dos embarazadas de la maqbara de la Calle Herrerías (Tudela, Navarra) (s. IX-XI). En A. G. Martín, O. Cambra, J. Rascón, M. Campo, M. Robledo, E. Labajo y J.

- A. Sánchez (coords.), *Paleopatología: ciencia multidisciplinar*, 587-599. Sociedad Española de Paleopatología.
- de Miguel, M. P., Ortega Pérez, J. R., Reina Gómez, I., De-Miguel-Ibáñez, P., Solano-Ruiz, M., & Siles González, J. (2021). Morir cuando esperas la vida. Fallecimiento materno-fetal en la maqbara de Petrer (siglos XIV-XVI)(Alicante, España). *Recerques del Museu d'Alcoi*, 30, 149-162.
- de Souza Ferreira, M. R., Galvão, A. P. O., de Queiroz Lima, P. T. M. B., de Queiroz Lima, A. M. B., Magalhães, C. P., & Valença, M. M. (2021). The parietal foramen anatomy: studies using dry skulls, cadaver and in vivo MRI. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 43(7), 1159-1168.
- de Souza, P., & Houghton, P. (1977). The mean measure of divergence and the use of non-metric data in the estimation of biological distances. *Journal of Archaeological Science*, 4(2), 163-169.
- de Togores, C. R. (1997). Un posible caso de traumatismo mandibular en un individuo medieval procedente de la maqbara de Bab Al-Hanax (Valencia). En Fundación Municipal de Cultura, Ayuntamiento de Sant Fernando (eds.), *La enfermedad en los restos humanos arqueológicos. Actualización conceptual y metodológica*, 429-430. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz
- Delgado-Darias, T., Velasco-Vázquez, J., Arnay-de-la-Rosa, M., Martín-Rodríguez, E., & González-Reimers, E. (2006). Calculus, periodontal disease and tooth decay among the prehispanic population from Gran Canaria. *Journal of Archaeological Science*, 33(5), 663-670.
- Delgado-Darias, T., Alberto-Barroso, V., & Velasco-Vázquez, J. (2018). Violence in paradise: Cranial trauma in the prehispanic population of Gran Canaria (Canary Islands). *American Journal of Physical Anthropology*, 166(1), 70-83.
- Delpont, E. G., Cucuzzella, T. R., Kim, N., Marley, J., Pruitt, C., & Delpont, A. G. (2006). Lumbosacral transitional vertebrae: incidence in a consecutive patient series. *Pain physician*, 9(1), 53.
- DeNiro, M. J., & Epstein, S. (1978). Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 42(5), 495-506.
- DeNiro, M. J., & Epstein, S. (1981). Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45(3), 341-351.
- Desimpel, J., Posadzy, M., & Vanhoenacker, F. (2017). The many faces of osteomyelitis: a pictorial review. *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 101(1).

- DeWitte, S. N. (2010). Age patterns of mortality during the Black Death in London, AD 1349–1350. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3394-3400.
- DeWitte, S. N., & Wood, J. W. (2008). Selectivity of Black Death mortality with respect to preexisting health. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(5), 1436-1441.
- DeWitte, S. N., & Stojanowski, C. M. (2015). The osteological paradox 20 years later: past perspectives, future directions. *Journal of Archaeological Research*, 23(4), 397-450.
- Diamond, M. (2000). IV. Sex and Gender: Same or Different?. *Feminism & psychology*, 10(1), 46-54.
- Dietrich, T., Sheshah, A., & Nunn, M. (2009). Dairy products and oral health. *Food constituents and oral health*, 152-162.
- Dixon, P. (2003). VEGAN, a package of R functions for community ecology. *Journal of Vegetation Science*, 14(6), 927-930.
- Djilali, K. (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*, 205-216. Universitat de Valencia
- Djurić, M., Janović, A., Milovanović, P., Djukić, K., Milenković, P., Drašković, M., & Roksandic, M. (2010). Adolescent health in medieval Serbia: signs of infectious diseases and risk of trauma. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology*, 61(2), 130–149.
- Donnelly, S. M., Hens, S. M., Rogers, N. L., & Schneider, K. L. (1998). A blind test of mandibular ramus flexure as a morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *American Journal of Physical Anthropology*, 107(3), 363-366.
- Donoghue, H. D., Spigelman, M., Greenblatt, C. L., Lev-Maor, G., Bar-Gal, G. K., Matheson, C., ... & Zink, A. R. (2004). Tuberculosis: from prehistory to Robert Koch, as revealed by ancient DNA. *The Lancet infectious diseases*, 4(9), 584-592.
- Dorado, E., Herrerín, J., Ramírez, I., Huerta, L. & Cáceres, D. (2022). Caracterización antropológica de una población medieval: el cementerio mudéjar de Uceda (Guadalajara). *Oppidum. Cuadernos de Investigación*, 18, 273-29
- Drucker, D. G., Bocherens, H., & Billiou, D. (2003). Evidence for shifting environmental conditions in Southwestern France from 33 000 to 15 000 years ago derived from carbon-13 and nitrogen-15 natural abundances in collagen of large herbivores. *Earth and Planetary Science Letters*, 216(1-2), 163-173.

- Drummer, O. H. (2019). Mass Spectrometry| Forensic Applications. En P. Worsfold, A. Townshend, C. F. Poole y M. Miró (eds.), *Encyclopedia of analytical science*, 351-357. Elsevier.
- Duarte, F. X. (2009). Arqueología funeraria en Morella (Els Ports, Castelló): 1994-2007. En M. Polo y E. García-Prósper (coords.), *Actas del IX Congreso Nacional de Paleopatología. Investigaciones histórico-médicas sobre salud y enfermedades en el pasado*, 79-96. Ayuntamiento de Morella.
- Duarte, F. X., Lozano, L., & ValcárceL, Á. (2010). Plaza del Almudín, 1. Sogorb. Memòria Arqueològica. Inédito.
- Duarte, F. X., Pérez, R., & Arasa, F. (2019). Memòria científica: La Moleta dels Frares, Forcall (Ports, Castelló). Inédito.
- Duday, H. (2006). L'archéothanatologie ou l'archéologie de la mort (Archaeoethanatology or the archaeology of death). *Social archaeology of funerary remains*, 30-56.
- Duday, H., Cipriani, A. M., & Pearce, J. (2009). *The archaeology of the dead: lectures in archaeoethanatology*. Oxbow books.
- Dunn, R. R., Spiros, M. C., Kamnikar, K. R., Plemons, A. M., & Hefner, J. T. (2020). Ancestry estimation in forensic anthropology: A review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Science*, 2(4), e1369.
- Dupras, T.L., Schultz, J.J., Wheeler, S.M., Williams, L.J. (2011). *Forensic recovery of human remains: Archaeological approaches*. CRC Press.
- Duray, S. M. (1996). Dental indicators of stress and reduced age at death in prehistoric Native Americans. *American Journal of Physical Anthropology*, 99(2), 275-286.
- Đurić, M., Rakočević, Z., & Đonić, D. (2005). The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans. *Forensic science international*, 147(2-3), 159-164.
- Dury, G., Lythe, A., Marquez-Grant, N., García-Rubio, A., Graziani, G., Mari, J., ... & Schulting, R. (2019). The Islamic cemetery at 33 Bartomeu Vicent Ramon, Ibiza: investigating diet and mobility through light stable isotopes in bone collagen and tooth enamel. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3913-3930.
- Duyar, I., & Erdal, Y. S. (2003). A new approach for calibrating dental caries frequency of skeletal remains. *Homo*, 54(1), 57-70.

Dye, B. A., Weatherspoon, D. J., & Mitnik, G. L. (2019). Tooth loss among older adults according to poverty status in the United States from 1999 through 2004 and 2009 through 2014. *The Journal of the American Dental Association*, 150(1), 9-23.

Echevarría, A. (2020). Enterramientos y ritos funerarios islámicos: de lo andalusí a lo mudéjar a través del caso toledano. *Studia Historica. Historia Medieval*, 38(1), 81-112.

Edge, A., & Porter, K. (2011). Osteochondritis dissecans: a review. *Trauma*, 13(1), 23-33.

Edwards II, C. C., Haraszti, C. J., McGillivray, G. R., & Gutow, A. P. (2001). Intra-articular distal radius fractures: arthroscopic assessment of radiographically assisted reduction. *The Journal of hand surgery*, 26(6), 1036-1041.

Edwards, J. G., Clarke, P., Pieracci, F. M., Bemelman, M., Black, E. A., Doben, A., ... & White, T. (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), e40-e45.

Egol, K., Koval, K. J., & Zuckerman, J. D. (2012). *Handbook of fractures*. Lippincott Williams & Wilkins.

Ehleringer, J. R., & Osmond, C. B. (2000). Stable isotopes. En H. Lambers, F. S. C. Thijs y L. Pons (eds.), *Plant physiological ecology*, 281-300. Springer.

Ehleringer, J. R., & Cerling, T. E. (2002). C3 and C4 photosynthesis. *Encyclopedia of global environmental change*, 2(4).

Eiroa, J. A. (2010). Arqueología de los espacios agrarios andalusíes en el sureste peninsular: nuevas perspectivas desde la periferia. En H. Kirchner (ed.), *Por una arqueología agraria: perspectivas de investigación sobre espacios de cultivo en las sociedades medievales hispánicas*, 107-22. BAR International Series

Eiroa, J. A. (2012). Pasado y presente de la arqueología de las alquerías. *Imago Temporis Medium Aevum*, 6, 386-406. Eritja, X. (1998). *De l'Amunia a la Turris: organització de l'espai a la regió de Lleida (segles XI-XIII)*. Universitat de Lleida.

Eiroa, J.A., & Gómez Ródenas, M. (2019). El emirato de Ibn Mardaniš: una breve síntesis interpretativa. En J.A. Eiroa y M. Gómez Ródenas (eds.), *El Rey Lobo. El legado de Ibn Mardaniš*, 14-39. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Consejería de Educación y Cultura, Dirección General de Bienes Culturales

El Periódico de Aragón (8 de febrero de 2021). Hallan un cementerio islámico en el monte de La Horca en Borja. *El Periódico de Aragón*. Accesible en:

<https://www.elperiodicodearagon.com/cultura/2021/02/08/hallan-cementerio-islamico-monte-horca-46462300.html>

Ellefsen, B. K., Frierson, M. A., Raney, E. M., & Ogden, J. A. (1994). Humerus varus: a complication of neonatal, infantile, and childhood injury and infection. *Journal of pediatric orthopedics*, 14(4), 479-486.

Eng, J. T. (2016). A bioarchaeological study of osteoarthritis among populations of northern China and Mongolia during the Bronze Age to Iron Age transition to nomadic pastoralism. *Quaternary International*, 405, 172-185.

Esco, C., Giralt, J., & Sénac, P. (1988). *Arqueología islámica en la Marca Superior de al-Andalus*. Diputación Provincial de Huesca.

Esquilache, F. (2018). *Els constructors de l'Horta de València. Origen, evolució i estructura social d'una gran horta andalusina entre els segles VIII i XIII*. Universitat de València.

Esquilache, F. (2021). Zonas de pasto y gestión de marjales en balad Balansiya. Unas hipótesis para el estudio de la ganadería andalusí desde la arqueología del paisaje. *Anales de la Universidad de Alicante. Historia Medieval*, 22, 165-189.

Estévez, M. De la Paz (2012). Cristianos y Musulmanes en al-Andalus: El Caso de los Mozárabes de Toledo y los límites de la libertad. *Anales de historia antigua, medieval y moderna*, 44.

Exner, S., Bogusch, G., & Sokiranski, R. (2004). Cribra orbitalia visualized in computed tomography. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 186(2), 169-172.

Faccia, K. J., & Williams, R. C. (2008). Schmorl's nodes: clinical significance and implications for the bioarchaeological record. *International Journal of Osteoarchaeology*, 18(1), 28-44.

Fadrique, T., Carrascal S., & Morera, A.M. (2005). La necròpolis medieval de Sant Esteve de Granollers. *Lauro: revista del Museu de Granollers*, 29, 13-20.

Falys, C. G., & Prangle, D. (2015). Estimating age of mature adults from the degeneration of the sternal end of the clavicle. *American Journal of Physical Anthropology*, 156(2), 203-214.

Faro, J. A., García-Barberena, M., & Unzu M. (2007). Pamplona y el Islam. *Trabajos de arqueología Navarra*, 20, 229-284.

- Fausto-Sterling, A. (2012). *Sex/gender: Biology in a social world*. Routledge.
- Franklin, D., O'Higgins, P., Oxnard, C. E., & Dadour, I. (2007). Sexual dimorphism and population variation in the adult mandible. *Forensic science, medicine, and pathology*, 3(1), 15-22.
- Fazekas, I. G., & Kósa, F. (1978). *Forensic fetal osteology*. Akadémiai Kiadó.
- Fédération Dentaire International. (1982). An epidemiological index of developmental defects of dental enamel (DDE Index). *International Dental Journal*, 32, 159-167.
- Fernandes, R., Nadeau, M. J., & Grootes, P. M. (2012). Macronutrient-based model for dietary carbon routing in bone collagen and bioapatite. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 4(4), 291-301.
- Fernández Arriba, E. A. (1986). Un aspecto de las relaciones comerciales entre Castilla y Granada: el diezmo y medio diezmo de lo morisco en la segunda mitad del siglo XV. *Historia. Instituciones. Documentos*, (13).
- Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., Pesquero, D., Smith, C., Marín-Monfort, D., Sánchez, B., ... & Alonso, A. (2010). Early bone diagenesis in temperate environments: Part I: Surface features and histology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 288(1-4), 62-81.
- Ferrer i Mallol, M. T. (2002). Las comunidades mudéjares de la Corona de Aragón en el siglo XV. En Estudios Turolenses y Centro de Estudios Mudéjares (eds.), *De mudéjares a moriscos: una conversión forzada*, Volumen 1, 27-154. Instituto de Estudios Turolenses, Centro de Estudios Mudéjares.
- Fibiger, L., Ahlström, T., Bennike, P., & Schulting, R. J. (2013). Patterns of violence-related skull trauma in Neolithic southern Scandinavia. *American Journal of Physical Anthropology*, 150(2), 190-202.
- Fierro, M. (2000). El espacio de los muertos: fetuas andalusíes sobre tumbas y cementerios, en P. Cressier, M. Fierro y J. P. van Stävel (eds.), *L'urbanisme dans l'Occident médiéval au Moyen Age: aspects juridiques*, 153-190. CSIC.
- Finnegan, M. (1978). Non-metric variation of the infracranial skeleton. *Journal of Anatomy*, 125(1), 23.
- Finucane, B. C. (2008). Trophy heads from Nawinpuquio, Perú: Physical and chemical analysis of Huarpa-era modified human remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 135(1), 75-84.
- Fiori, L. F., Sacramento, P. A., de Fátima Corbetta, D., Pereira, L. M., & Benedito, E. (2014). Effects of the flood pulse on the isotopic composition (d13C and d15N) of the

particulate organic carbon (POC) in the upper Paraná floodplain. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 36(4), 411-419.

Fiorin, E., Ibáñez-Gimeno, P., Ubelaker, D. H., Isidro, A., & Malgosa, A. (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, 120-131.

Fité, F. (1994). Santa Coloma d'Àger. En Enciclopèdia Catalana (ed.), *Catalunya Romànica. Vol. XVII (La Noguera)*, 139-140. Generalitat de Catalunya.

Fité, F. (2007). Els camins del montsec dins les rutes catalanes de peregrinació. En *Los caminos y el arte: VI Congreso Nacional de Historia del Arte*, 279-291. Universidade de Santiago de Compostela.

Flors, E. (2009). Torre la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón). Evolución del paisaje antrópico desde la prehistoria hasta el medioevo, *Monografies de Prehistòria i Arqueologia Castellonenques*, 8.

Font Rius, J.M. (1969). *Cartas de población y franquicia de Cataluña*, Vol. 2. CSIC.

Fontecha, L. (2013). *Análisis genético de la maqbara de Pamplona (Navarra, s. VIII). Una ventana a la invasión islámica en el norte de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.

Forcadell, T., & Villalbí, M. (1999). La necrópolis andalusina del Mas del Torril (La Sénia-Montsià). En G. Hernández Herrero (coord.), *Jornades d'Arqueologia 1999: comarques de Tarragona (1993-1999): prehistòria, protohistòria i època medieval*. Departament de Cultura.

Forcadell, T., Villalbí, M., & Almuni, V. (2005). El poblament andalusí al riu Sénia. *Recerca*, 9, 121-167.

Ford, D., Seow, W. K., Kazoullis, S., Holcombe, T., & Newman, B. (2009). A controlled study of risk factors for enamel hypoplasia in the permanent dentition. *Pediatric Dentistry*, 31(5), 382-388.

Forshaw, R. (2014). Dental indicators of ancient dietary patterns: dental analysis in archaeology. *British Dental Journal*, 216(9), 529-535.

Freeman, M. F., & Tukey, J. W. (1950). Transformations related to the angular and the square root. *The Annals of Mathematical Statistics*, 607-611.

Fresquet, B. (2014). Aproximación a los caminos de Onda durante el siglo XIII: comunicación y relación entre una población y su área de influencia. *Revista del CEHGR*, 26, 381-408.

- Fuertes, M. (*en prensa*). La necròpoli alt medieval del riu Galligants. Els enterraments sota rito islàmic a la ciutat de Girona. En *VI Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*.
- Fuller, B. T., Fuller, J. L., Harris, D. A., & Hedges, R. E. (2006). Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology*, 129(2), 279-293.
- Fuller, B. T., Márquez-Grant, N., & Richards, M. P. (2010). Investigation of diachronic dietary patterns on the islands of Ibiza and Formentera, Spain: evidence from carbon and nitrogen stable isotope ratio analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 143(4), 512-522.
- Gabelmann, O. U. (2017). En búsqueda de la mujer en la producción alfarera. Resultados paleo-patológicos preliminares de Aranjuez-Santa Lucía, Cochabamba. En W. Sánchez y C. Rivera (eds.), *Otros miradas: Presencias femeninas en una historia de larga duración*, 115-133. Universidad Mayor de San Simón.
- Gaither, C. M., & Murphy, M. S. (2012). Consequences of conquest? The analysis and interpretation of subadult trauma at Puruchuco-Huaquerones, Peru. *Journal of Archaeological Science*, 39(2), 467-478.
- Galloway, A., & Wedel, V.L. (2014). Common circumstances of blunt force trauma. En V.L. Wedel y A. Galloway (eds.), *Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*, 91–130. CC Thomas.
- Galloway, A., Zephro, L., Wedel, V.L. (2014). Classification of fractures. En V.L. Wedel y A. Galloway (eds.), *Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*, 59-72. C.C. Thomas.
- Galtés, I., Jordana, X., García, C., & Malgosa, A. (2007). Marcadores de actividad en restos óseos. *Cuadernos de Medicina Forense*, (48-49), 179-189.
- Galve, M. P. (2010). El espacio urbano en la Zaragoza islámica: balance y algunas novedades. En J. Ortega y C. Escriche (eds.), *I Jornadas de arqueología medieval en Aragón: balance y novedades*, 157-204. Instituto de Estudios Turolenses.
- Galve, M. P., & Benavente, J. A. (1989). La necrópolis islámica de la Puerta de Toledo de Zaragoza. En Asociación Española de Arqueología Medieval (ed.), *Actas del III Congreso de Arqueología Medieval Española 2*, 383-390. Asociación Española de Arqueología Medieval.
- García Biosca, J. E. (1998). "La creació d'una frontera: *al-tağr al-a'là*". En M. Miquel y M. Sala (coords.), *L'Islam i Catalunya*, 57-64. Institut Català de la Mediterrània.

García Biosca, J. E., Giralt, J., Lorient, A., & Martínez, J. (1998). La gènesi dels espais urbans andalusins (segles VIII-X): Tortosa, Lleida i Balaguer. En M. Miquel y M. Sala (coords.), *L'Islam i Catalunya*, 137-165. Institut Català de la Mediterrània.

García Briceño, D. (2016). Perfil epidemiológico de las alteraciones músculo-esqueléticas asociadas con el proceso de trabajo de las personas que laboran como alfareros en Guaitil de Santa Cruz de Guanacaste, durante el año 2015. Tesis de Licenciatura. Escuela de Tecnologías en Salud

García-Collado, M. I., Ricci, P., Catalán Ramos, R., Altieri, S., Lubritto, C., & Quirós Castillo, J. A. (2019). Palaeodietary reconstruction as an alternative approach to poorly preserved early medieval human bone assemblages: the case of Boadilla (Toledo, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3765-3782.

García Francés, E. (2016). *Arqueología de la muerte en la ciudad de Calatayud. Tesis doctoral*. Universidad de Zaragoza.

García García, H. (1982). *Notas para la historia de Vall d'Uixó*. Ajuntament de la Vall d'Uixó.

García-García, M. (2017). Some remarks on the provision of animal products to urban centres in medieval Islamic Iberia: The cases of Madinat Ilbirah (Granada) and Cercadilla (Cordova). *Quaternary International*, 460, 86-96.

García García, M., Moreno García, M., Fuertes Santos, M., & Hidalgo Prieto, R. (2021). Por sus basuras los reconoceréis: La identificación arqueozoológica de una comunidad gímmí cristiana en la Qurṭuba tardoandalusí (Cercadilla, siglo XII). *Arqueología y Territorio Medieval*, 28, 91-123.

García García, M. (2022). Informe zooarqueológico preliminar Pla d'Almatà (Balaguer) ZONA 5 (2005-2009). Informe inédito.

García Marsilla, J.V. (1993). *La jerarquía de la mesa*. Centre d'Estudis d'Història Local.

García Sánchez, E. (1988). Aspectos dietéticos de la alimentación en Al-Andalus. En CSIC (ed.), *Historia y cultura del Islam Español*, 43-64. Escuela de Estudios Árabes.

García Sánchez, E. (1996). La alimentación popular urbana en al-Andalus. *Arqueología Medieval*, 14, 219-236

García Sánchez, E. (2011). Alimentación y paisajes agrícolas en al-Andalus. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 95, 64-76.

García Sanjuán, A., 1997. La Organización de Los Oficios en Al-Andalus a Traves de Los Manuales de " Hisba ". *Historia. Instituciones. Documentos*, 24, 201-233.

- García Sívoli, C. E. (2009). *Estudio diacrónico de los rasgos dentales en poblaciones del Mediterráneo occidental: Mallorca y Cataluña*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- García, M. & Fernández, T. (2020). El cementerio de Santa Eulalia (Murcia): nuevas aportaciones al rito funerario a través de una pieza cerámica. En Asociación de Ceramología (ed.), *En torno a la cerámica medieval de los ss. VIII-XV: XVII Congreso de la Asociación de la Ceramología. Ojós, Murcia, 225-237*. Asociación de Ceramología.
- García-Collado, M.I. (2020). *Social archaeology of food in early medieval rural Iberia (5th-9th c. AD)*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.
- García-López, Z., Martínez Cortizas, A., Álvarez-Fernández, N., & López-Costas, O. (2022). Understanding Necrosol pedogenetical processes in post-Roman burials developed on dunes sands. *Scientific reports*, 12(1), 1-12.
- García-Moreno, C.D., Martínez Cortizas, A., & López-Costas, O. (2022). A Stable Isotope Approach to Roman Diet and Its Legacy in Late Antiquity in Hispania and the Western Empire. *Environmental Archaeology*.
- Gené, M. (2002a). Memòria de la intervenció arqueològica Necròpolis de la Valleta I i II (Sunyer, el Segrià). Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain.
- Gené, M. (2002b). Memòria de la intervenció arqueològica Necròpolis de la Tossa de Baix (Rosselló, el Segrià). Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, Barcelona, Spain.
- Gené, M., Fernández, J. G., Morera, A. M., & Masip, M. P. (2014). Les intervencions arqueològiques a les necròpolis de tombes excavades a la roca de Ço del Roig (Alguaire, Segrià) i la Valleta (Sunyer, Segrià). *Shikar: revista del Centre d'Estudis Comarcals del Segrià*, (1), 8-15.
- Gerber, C., Hersche, O., & Berberat, C. (1998). The clinical relevance of posttraumatic avascular necrosis of the humeral head. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 7(6), 586-590.
- Gernay, M. J. C. (2015). *Health in urban late medieval North-West Europe: A bioarchaeological study of Caen, Canterbury and Ghent*. Tesis doctoral. Durham University.
- Ghanim, A., Manton, D., Bailey, D., Marino, R., & Morgan, M. (2013). Risk factors in the occurrence of molar–incisor hypomineralization amongst a group of Iraqi children. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 23(3), 197-206.

- Gil, J. (2010). La sociedad mozárabe. *Anuario de Historia de la Iglesia andaluza*, (3), 11-33.
- Giladi, A. (2022). *Infants, parents and wet nurses: medieval Islamic views on breastfeeding and their social implications*. Brill.
- Gill, G.W. (1995). Challenge on the frontier: discerning American Indians from whites osteologically. *Journal of Forensic Sciences*, 40, 783-788.
- Gill, T. J., & Waters, P. (1997). Valgus osteotomy of the humeral neck: a technique for the treatment of humerus varus. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6(3), 306-310.
- Gilmour, R. J., Gowland, R., Roberts, C., Bernert, Z., Kiss, K. K., & Lassányi, G. (2015). Gendered differences in accidental trauma to upper and lower limb bones at Aquincum, Roman Hungary. *International Journal of Paleopathology*, 11, 75-91.
- Gilmour, R. J., Brickley, M. B., Jurriaans, E., & Prowse, T. L. (2019). Maintaining mobility after fracture: A biomechanical analysis of fracture consequences at the Roman Sites of Ancaster (UK) and Vagnari (Italy). *International Journal of Paleopathology*, 24, 119-129.
- Giralt, J. (1991). Fortificacions andalusines a la Marca Superior d'alAndalus: 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. Casa de Velázquez.
- Giralt, J. (1994). Castell Formós (o de Balaguer) y Jaciment Arqueològic del Pla d'Almatà. En Enciclopèdia Catalana (ed.), *Catalunya Romànica. Vol. XVII (La Noguera)*, 225-243. Generalitat de Catalunya.
- Giralt, J., Benseny, J., & Camí, À. (1995). Intervencions arqueològiques al pla d'Almatà (Balaguer, Noguera). En Generalitat de Catalunya (ed.), *Tribuna d'Arqueologia 1993-1994*, 107-123. Departament de Cultura i Mitjans de Comunicació.
- Girdwood, L. K., Langstaff, H., & Kranioti, E. (2015). Settlement of Ibiza, Spain: From Rome to Islam, the Biological Evidence from the Dentition. En *Monograph of Meeting of VI Jornades D'Arqueologia de les Illes Balears (Archaeological conference of the Balearic Islands): Formentera, 26th September 2014*, 323-330. Consel insular de Formentera.
- Glick, T.F. (1982). Agriculture and nutrition: the Mediterranean region. En R. Strauyer (ed.), *Dictionary of the Middle Ages*, 78- 88. Charles Scribner's Sons for the American Council of Learned Societies.

- Glick, T.F. (1992). Convivencia: an introductory note. En V. Mann, T.F. Glick y J. Dodds (eds.), *Convivencia: Jews, Muslims and Christians in Medieval Spain*, 1-9. George Braziliet, Jewish Museum.
- Glyn-Jones, S., Palmer, A. J. R., Agricola, R., Price, A. J., Vincent, T. L., Weinans, H., & Carr, A. J. (2015). Osteoarthritis. *The Lancet*, 386(9991), 376-387.
- Godde, K., & Hens, S. M. (2021). An epidemiological approach to the analysis of cribra orbitalia as an indicator of health status and mortality in medieval and post-medieval London under a model of parasitic infection. *American Journal of Physical Anthropology*, 174(4), 631-645.
- Goldstick, J. E., Cunningham, R. M., & Carter, P. M. (2022). Current causes of death in children and adolescents in the United States. *New England Journal of Medicine*, 386(20), 1955-1956.
- Gómez, X. (1998). Intervencions arqueològiques a Lleida durant l'any 1997. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 8, 202-212.
- González, A., Brufal, J., Sánchez, M., & Olivé, J. (2020). Memòria arqueològica. Santa Coloma d'Àger, Juliol 2018. Memoria inédita.
- González, C., & Clapés, S. (2021). La ciudad islámica: novedades arqueológicas en la capital omeya de al-Andalus. En Asociación Española de Arqueología Medieval (ed.), *Actas del VI Congreso de Arqueología Medieval (España-Portugal)*, 71-76. Asociación Española de Arqueología Medieval.
- González, J.R. (1997). Alcoletge: Necròpoli del Tossal de la Nora. En Enciclopèdia Catalana (ed.), *Catalunya Romànica XIV*, 109-110. Fundació Enciclopèdia Catalana.
- González, J.R., Medina, J., Vázquez, M.P., & Rodríguez, J.I. (2012). La necròpolis del Tossal de les Forques (La Sentiu de Sió, La Noguera). En N. Molist y G. Ripoll (ed.), *Arqueologia funerària al nord-est peninsular (segles VI-XII)*, 187-201. Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Goodman, A. H. (1993). On the interpretation of health from skeletal remains. *Current Anthropology*, 34(3), 281-288.
- Goodman, A. H., & Armelagos, G. J. (1985). Factors affecting the distribution of enamel hypoplasias within the human permanent dentition. *American journal of physical anthropology*, 68(4), 479-493.

- Goodman, A.H., Thomas, R.B., Swedlund, A.C. & Armelagos, G.J. (1988). Biocultural perspectives on stress in prehistoric, historical, and contemporary population research. *American Journal of Physical Anthropology*, 31(S9), 169-202.
- Goodman, A. H., & Armelagos, G. J. (1996). The resurrection of race: the concept of race in physical anthropology in the 1990s. En L.T. Reynolds y L. Lieberman (eds.), *Race and Other Misadventures: Essays in Honor of Ashley Montagu in His Ninetieth Year*, 174-186. Altamira Press.
- Goodman, A.H., & Martin, D.L. (2002). Reconstructing health profiles from skeletal remains. En R.H. Steckel y J.C. Rose (eds.), *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere*, 11-60. Cambridge University Press.
- Gouttebarga, V., Inklaar, H., Backx, F., & Kerkhoffs, G. (2015). Prevalence of osteoarthritis in former elite athletes: a systematic overview of the recent literature. *Rheumatology international*, 35(3), 405-418.
- Gracia, M. (2021). *La maqbara oriental de Saraqusta. Aportes a la osteoarqueología de Aragón*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Granados, J. O., & Rodà, I. (1993). Barcelona a la baixa romanitat". En J. Mestre (coord.), *Actes del III Congrés d'Història de Barcelona 1*, 25-46. Ayuntamiento de Barcelona.
- Grau, I. (2009). Ganadería en la Alta Edad Media. Estudio comparativo de los yacimientos alaveses de Zornoztegi, Zaballa y Salvatierra-Agurain. *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 60, 253-280.
- Grauer, A. L. (2011). *A companion to paleopathology*. Wiley-Blackwell.
- Grauer, A. L. (2018). A century of paleopathology. *American Journal of Physical Anthropology*, 165(4), 904-914.
- Gravina, D. B. L., Cruvinel, V. R. N., Azevedo, T. D. P. L., Toledo, O. A., & Bezerra, A. C. B. (2013). Enamel defects in the primary dentition of preterm and full term children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 37(4), 391-395.
- Gray, J. P., & Wolfe, L. D. (1980). Height and sexual dimorphism of stature among human societies. *American Journal of Physical Anthropology*, 53(3), 441-456.
- Green, S., Green, S., & Armelagos, G.J. (1974). Settlement and mortality of the Christian site (1050 AD–1300 AD) of Meinarti (Sudan). *Journal of Human Evolution*, 3(4), 297-311.
- Greene, D.L., Van Gerven, D.P., & Armelagos, G.J. (1986). Life and death in ancient populations: bones of contention in paleodemography. *Human Evolution*, 1(3), 193-207.

- Grenby, T. H., Andrews, A. T., Mistry, M., & Williams, R. J. H. (2001). Dental caries-protective agents in milk and milk products: investigations in vitro. *Journal of dentistry*, 29(2), 83-92.
- Griffin, R. C., & Donlon, D. (2009). Patterns in dental enamel hypoplasia by sex and age at death in two archaeological populations. *Archives of Oral Biology*, 54, S93-S100.
- Grimm, N. L., Weiss, J. M., Kessler, J. I., & Aoki, S. K. (2014). Osteochondritis dissecans of the knee: pathoanatomy, epidemiology, and diagnosis. *Clinics in Sports Medicine*, 33(2), 181-188.
- Griñó, D. (2008). Memòria de la intervenció arqueològica d'urgència realitzada a l'entorn de l'Ermita de Sant Blai (Tivissa, Ribera d'Ebre). Inèdito.
- Griñó, D., Camarasa, V., & Busquets, C. (2011). Mas Catxorro, la transformació d'una vil·la romana en un assentament i necròpolis rural altmedieval (Benifallet, Baix Ebre). En Ajuntament de Tarragona (ed.), *Actes del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna de Catalunya*, 2, 131-140. Associació Catalana per a la Recerca en Arqueologia Medieval, Ajuntament de Tarragona.
- Gruoso, I., Martínez Ávila, M., Robledo, B., & Trancho, G. J. (2011). Salud dental en la población medieval de Santa María La Real (Palencia). En A. Martín, O. Cambra-Moo, J. Rascón Pérez, M. Campo Martín, M. Robledo Acinas, E. Labajo González y J. Sánchez Sánchez (eds.), *Paleopatología: ciencia multidisciplinar*, 537-550. Sociedad Española de Paleopatología
- Guede, I., Zuluaga, M. C., Ortega, L. A., Alonso-Olazabal, A., Murelaga, X., Pina, M., & Gutierrez, F. J. (2017a). Analyses of human dentine and tooth enamel by laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry (LA-ICP-MS) to study the diet of medieval Muslim individuals from Tauste (Spain). *Microchemical Journal*, 130, 287-294.
- Guede, I., Ortega, L. A., Zuluaga, M. C., Alonso-Olazabal, A., Murelaga, X., Solaun, J. L., ... & Azkarate, A. (2017b). 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(8), 2047-2058.
- Guichard, P. (1989). A propos des rahals de l'Espagne Orientale. *Miscelánea Medieval Murciana*, 15, 9-23.
- Guichard, P. (1998). Taifes i almoràvits. En M. Miquel y M. Sala (coords.), *L'Islam i Catalunya*, 123-136. Institut Català de la Mediterrània.
- Guichard, P. (2001a). Les zones littorales de la région orientale d'al-Andalus aux VIIIe-Xle siècle. En J. M. Martin (ed.), *Castrum 7. Zones côtières littorales dans le monde*

méditerranéen au Moyen Âge: défense, peuplement, mise en valeur, 1-18. École Française de Rome

Guichard, P. (2001b). *Al-Andalus frente la conquista cristiana*. Biblioteca Nueva-Universitat de València.

Guichard, P. (2002). *De la expansión árabe a la Reconquista: esplendor y fragilidad de al-Andalus*. Fundación El Legado Andalusi.

Guichard, P. (2015). *De la expansión árabe a la Reconquista: esplendor y fragilidad de al-Andalus*. 2ª edición. Fundación El Legado Andalusi.

Guichard, P. (2016). The population of the region of Valencia during the first two centuries of Muslim domination. En M. Marín (ed.), *The Formation of al-Andalus, Part 1: History and Society*, 129-182. Routledge.

Guinot, E. (1993). Sobre la depredació dels drets dels sarraïns valencians per part de les comunitats cristianes. Un exemple de la baronia d'Arenós a inicis del segle XV. *Saitabi*, 43, 1-10.

Guiry, E. (2019). Complexities of stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry in ancient freshwater ecosystems: Implications for the study of past subsistence and environmental change. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 313.

Guiry, E. J., & Szpak, P. (2020). Quality control for modern bone collagen stable carbon and nitrogen isotope measurements. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(9), 1049-1060.

Gunnell, D., Smith, G. D., Frankel, S., Kemp, M., & Peters, T. (1998). Socio-economic and dietary influences on leg length and trunk length in childhood: a reanalysis of the Carnegie (Boyd Orr) survey of diet and health in prewar Britain (1937–39). *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 12(S1), 96-113.

Gustafson, G. (1950). Age determinations on teeth. *The Journal of the American Dental Association*, 41(1), 45-54.

Gustafson, G. (1955). Altersbestimmungen an Zähnen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 10, 1763-1768.

Gustafsson, A., Werdelin, L., Tullberg, B. S., & Lindenfors, P. (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), 861-870.

Gutiérrez, F. J., Laliena, C., & Pina, M. (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*, 433-442. Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras de Aragón.

Gutiérrez, F.J. (s.f.). Informe antropológico y de analíticas de Carbono 14 e inventario final de materiales. Informe inédito.

Gutiérrez, S. (2000). La identificación de Madīnat Iyih y su relación con la sede episcopal Elotana. Nuevas perspectivas sobre viejos problemas. En M. H. Olcina y J. A. Soler (coords.), *Scripta in Honorem E. A. Llobregat*, 481-501. Diputación Provincial de Alicante, Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert.

Gutiérrez, S. (2008). Los orígenes de Tudmīr y el Tolmo de Minateda (siglos VI-X). En Dirección Cultural de Bellas Artes y Bienes Culturales (ed.), *Regnum Murciae. Génesis y configuración del reino de Murcia*, 57-72. Murcia Dirección Cultural de Bellas Artes y Bienes Culturales, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Gutiérrez, S. (2014). La materialidad del Pacto de Teodomiro a la luz de la arqueología. *IVITRA*, 5, 262-288.

Guy, H., Masset, C., & Baud, C.A. (1997). Infant taphonomy. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(3), 221-229.

Haber, M., Eiroa, J. A., González, J. A., Hernández, A., Celma, M., & Gómez, J. (2020). Planificación y metodología de campo para una investigación interdisciplinar en la maqbara islámica del conjunto arqueológico de San Esteban (Murcia). *ArkeoGazte: Revista de arqueología-Arkelogia aldizkaria*, (10), 201-222.

Haenfler, R., Johnson, B., & Jones, E. (2012). Lifestyle movements: Exploring the intersection of lifestyle and social movements. *Social Movement Studies*, 11(1), 1-20.

Hamanishi, C., Kawabata, T., Yosii, T., & Tanaka, S. (1994). Schmorl's nodes on magnetic resonance imaging. Their incidence and clinical relevance. *Spine*, 19(4), 450-453.

Hanihara, K. (1954). Studies on the deciduous dentition of the Japanese and the Japanese-American hybrids. *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, 63(5), 168-185.

Hanihara, K. (1963). Crown characters of the deciduous dentition of the Japanese-American hybrids. En D. R. Brothwell (ed.), *Dental Anthropology*, 105-124. Elsevier.

Hanihara, K. (1967). Racial characteristics in the dentition. *Journal of Dental Research*, 46(5), 923-926.

- Hanihara, T. (2008). Morphological variation of major human populations based on nonmetric dental traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 136(2), 169-182.
- Hanihara, T., & Ishida, H. (2001a). Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. I. Supernumerary ossicle variations. *The Journal of Anatomy*, 198(6), 689-706.
- Hanihara, T., & Ishida, H. (2001b.) Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. II. Hypostotic variations. *The Journal of Anatomy*, 198(6), 707-725.
- Hanihara, T., & Ishida, H. (2001c). Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. III. Hyperostotic variations. *The Journal of Anatomy*, 199(3), 251-272.
- Hanihara, T., & Ishida, H. (2001d). Frequency variations of discrete cranial traits in major human populations. IV. Vessel and nerve related variations. *The Journal of Anatomy*, 199(3), 273-287.
- Hara, A. T., & Zero, D. T. (2010). The caries environment: saliva, pellicle, diet, and hard tissue ultrastructure. *Dental Clinics*, 54(3), 455-467.
- Harris, E. C. (2014). *Practices of archaeological stratigraphy*. Elsevier.
- Harris, E. C., & Coggon, D. (2015). HIP osteoarthritis and work. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 29(3), 462-482.
- Harris, E. F., & Sjøvold, T. (2018). Calculation of Smith's Mean Measure of Divergence for Intergroup Comparisons Using Nonmetric Data. *Dental Anthropology Journal*, 17(3), 83–93.
- Harris, R., Nicoll, A. D., Adair, P. M., & Pine, C. M. (2004). Risk factors for dental caries in young children: a systematic review of the literature. *Community dental health*, 21(1), 71-85.
- Hartnett, K. M. (2010). Analysis of age-at-death estimation using data from a new, modern autopsy sample—Part II: Sternal end of the fourth rib. *Journal of Forensic Sciences*, 55(5), 1152-1156.
- Haun, S. J. (2000). Brief communication: a study of the predictive accuracy of mandibular ramus flexure as a singular morphologic indicator of sex in an archaeological sample. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(3), 429-432.
- Hauser, JT, & De Stefano G.F. (1989). Epigenetic variants of the human skull. E. Schweizerhart"sche Verlagshuchhandling

- Havelková, P., Villotte, S., Velemínský, P., Poláček, L., & Dobisíková, M. (2011). Enthesopathies and activity patterns in the Early Medieval Great Moravian population: Evidence of division of labour. *International Journal of Osteoarchaeology*, 21(4), 487-504.
- Hawkey, D. E. (1998). *Out of Asia: Dental Evidence for Affinities and Microevolution of Early Populations from India and Sri Lanka*. Tesis Doctoral. Arizona State University.
- Hawkey, D. E., & Merbs, C. F. (1995). Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos. *International journal of Osteoarchaeology*, 5(4), 324-338.
- He, J., Tu, Q., Ge, Y., Qin, Y., Cui, B., Hu, X., ... & Zhou, X. (2018). Taxonomic and functional analyses of the supragingival microbiome from caries-affected and caries-free hosts. *Microbial ecology*, 75(2), 543-554.
- Hedges, R. E. (2003). On bone collagen—apatite-carbonate isotopic relationships. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 66-79.
- Hedges, R. E., & Reynard, L. M. (2007). Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of archaeological science*, 34(8), 1240-1251.
- Hedges, R. E., Clement, J. G., Thomas, C. D. L., & O'Connell, T. C. (2007). Collagen turnover in the adult femoral mid-shaft: Modeled from anthropogenic radiocarbon tracer measurements. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(2), 808-816.
- Hedges, R., Rush, E., & Aalbersberg, W. (2009). Correspondence between human diet, body composition and stable isotopic composition of hair and breath in Fijian villagers. *Isotopes in environmental and health studies*, 45(1), 1-17.
- Hefner, J.T. (2009). Cranial nonmetric variation and estimating ancestry. *Journal of Forensic Sciences*, 54(5), 985-995.
- Hefner, J.T., Pilloud, M.A., Buikstra, J.E., & Vogelsberg, C.C.M. (2016). A brief history of biological distance analysis. En M. A. Pilloud y J. T. Hefner (eds.), *Biological Distance Analysis*, 3-22. Elsevier
- Hernández Bermejo, J. E., & García Sánchez, E. (2008). Las gramíneas en al-Andalus. En Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ed.), *Ciencias de la naturaleza en Al-Andalus. Textos y estudios. VIII*, 235-288.
- Hershkovitz, I., Rothschild, B. M., Latimer, B., Dutour, O., Léonetti, G., Greenwald, C. M., ... & Jellema, L. M. (1997). Recognition of sickle cell anemia in skeletal remains of children. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(2), 213-226.

- Hill, A. V. (2012). Evolution, revolution and heresy in the genetics of infectious disease susceptibility. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1590), 840-849.
- Hill, C. A. (2000). Evaluating mandibular ramus flexure as a morphological indicator of sex. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(4), 573-577.
- Hillen, R. J., Burger, B. J., Pöll, R. G., Gast, A. D., & Robinson, C. M. (2010). Malunion after midshaft clavicle fractures in adults: The current view on clavicular malunion in the literature. *Acta orthopaedica*, 81(3), 273-279.
- Hillson, S. (1996). *Dental anthropology*. Cambridge.
- Hillson, S. (2001). Recording dental caries in archaeological human remains. *International Journal of Osteoarchaeology*, 11(4), 249-289.
- Hillson, S. (2014). *Tooth Development in Human Evolution and Bioarchaeology*. Cambridge University Press.
- Hillson, S. (2019). Dental pathology. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 295-334. Wiley-Liss.
- Hilton, R. C., Ball, J., & Benn, R. T. (1976). Vertebral end-plate lesions (Schmorl's nodes) in the dorsolumbar spine. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 35(2), 127-132.
- Hinkes M. (1990). Shovel-Shaped Incisors in Huma Identification. En G. Gill y S. Rhine (eds.), *Skeletal Attribution of Race*, 21-26. University of New Mexico, Maxwell Museum of Anthropological Papers.
- Hinojosa Montalvo, J. R. (2004). Cristianos contra musulmanes: la situación de los mudéjares. En J. I de la Iglesia, *Conflictos sociales, políticos e intelectuales en la España de los siglos XIV y X*, 335-392. Instituto de Estudios Riojanos.
- Hixon, A. L., & Gibbs, L. M. (2000). Osteochondritis dissecans: a diagnosis not to miss. *American Family Physician*, 61(1), 151-156.
- Ho, S. P., Balooch, M., Marshall, S. J., & Marshall, G. W. (2004). Local properties of a functionally graded interphase between cementum and dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 70(3), 480-489.
- Ho, S. P., Senkyrikova, P., Marshall, G. W., Yun, W., Wang, Y., Karan, K., ... & Marshall, S. J. (2009). Structure, chemical composition and mechanical properties of coronal cementum in human deciduous molars. *Dental Materials*, 25(10), 1195-1204.

- Ho, S. P., Yu, B., Yun, W., Marshall, G. W., Ryder, M. I., & Marshall, S. J. (2009). Structure, chemical composition and mechanical properties of human and rat cementum and its interface with root dentin. *Acta Biomaterialia*, 5(2), 707-718.
- Hobbie, E. A., & Werner, R. A. (2004). Intramolecular, compound-specific, and bulk carbon isotope patterns in C3 and C4 plants: a review and synthesis. *New Phytologist*, 161(2), 371-385.
- Hobson, K. A. (1999). Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia*, 120(3), 314-326.
- Hobson, K. A., Alisauskas, R. T., & Clark, R. G. (1993). Stable-nitrogen isotope enrichment in avian tissues due to fasting and nutritional stress: implications for isotopic analyses of diet. *The Condor*, 95(2), 388-394.
- Holgate, R. L., & Steyn, M. (2016). Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: diagnostic, clinical, and paleopathological considerations. *Clinical Anatomy*, 29(7), 870-877.
- Holland, E. (2013). *Bringing childhood health into focus: incorporating survivors into standard methods of investigation*. Tesis doctoral. University of Toronto.
- Holmberg, S., Thelin, A., & Thelin, N. (2004). Is there an increased risk of knee osteoarthritis among farmers? A population-based case-control study. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 77(5), 345-350.
- Hoppa, R.D. (1996). *Representativeness and bias in cemetery samples: implications for palaeodemographic reconstructions of past populations*. Tesis doctoral. McMaster University.
- Hoppa, R.D. (2002). Paleodemography: looking back and thinking ahead. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 9-28. Cambridge University Press.
- Hoppa, R., & Saunders, S. (1998). The MAD legacy: how meaningful is mean age-at-death in skeletal samples. *Human evolution*, 13(1), 1-14.
- Hoppa, R.D., & Vaupel, J.W. (2002). The Rostock Manifesto for paleodemography: the way from stage to age. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 1-8.
- Horowitz, S., Armelagos, G., & Wachter, K. (1988). On generating birth rates from skeletal populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 76(2), 189-196.
- Hoshino, M., Nakamura, H., Terai, H., Tsujio, T., Nabeta, M., Namikawa, T., ... & Takaoka, K. (2009). Factors affecting neurological deficits and intractable back pain in

patients with insufficient bone union following osteoporotic vertebral fracture. *European Spine Journal*, 18(9), 1279-1286.

Howell, N. (1976). Toward a uniformitarian theory of human paleodemography. *Journal of Human Evolution*, 5(1), 25-40.

Hrdlička, A. (1940). Mandibular and maxillary hyperostoses. *American Journal of Physical Anthropology*, 27(1), 1-67.

Huang, T. H., Lin, S. C., Chang, F. L., Hsieh, S. S., Liu, S. H., & Yang, R. S. (2003). Effects of different exercise modes on mineralization, structure, and biomechanical properties of growing bone. *Journal of applied physiology*, 95(1), 300-307.

Huelsemann, F., Koehler, K., Braun, H., Schaenzer, W., & Flenker, U. (2013). Human dietary $\delta^{15}\text{N}$ intake: Representative data for principle food items. *American journal of physical anthropology*, 152(1), 58-66.

Hujoel, P. P., & Lingström, P. (2017). Nutrition, dental caries and periodontal disease: a narrative review. *Journal of Clinical Periodontology*, 44, S79-S84.

Humphrey, L. T. (2014). Isotopic and trace element evidence of dietary transitions in early life. *Annals of human biology*, 41(4), 348-357.

Hunter, D. J., & Bierma-Zeinstra, S. (2019). Osteoarthritis. *The Lancet*, 393(10182), 1745-1759.

Hunter, P. B. (1988). Risk factors in dental caries. *International Dental Journal*, 38(4), 211-217.

Hussein, F. E., Liew, A. K. C., Ramlee, R. A., Abdullah, D., & San Chong, B. (2016). Factors associated with apical periodontitis: a multilevel analysis. *Journal of endodontics*, 42(10), 1441-1445.

Hutchinson, D. L., & Larsen, C. S. (1988). Determination of stress episode duration from linear enamel hypoplasias: A case study from St. Catherines Island, Georgia. *Human Biology*, 93-110.

Hutchinson, D. L., & Weaver, D. S. (1998). Two cases of facial involvement in probable treponemal infection from late prehistoric coastal North Carolina. *international Journal of Osteoarchaeology*, 8(6), 444-453.

Iannucci, J.M., Howerton, L.J. (2012). Interpretation of Dental Caries. En J. Iannucci y L. J. Howerton (eds.), *Dental Radiography*, 402-410. Elsevier Saunders.

Ichinohe, M., Wada, K., Kumagai, G., Tanaka, S., Asari, T., Takeda, O., ... & Ishibashi, Y. (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), 572-576.

IGN (2021). Atlas Nacional de España. Suelos. Accesible en: <http://atlasnacional.ign.es/wane/Suelos>

Ingram, R. R. (1991). The shoulder in multiple epiphyseal dysplasia. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 73(2), 277-279.

INIA (2009). Memoria INIA 2009. Insitituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentária.

Inskip, S., Carroll, G., Waters-Rist, A., & López-Costas, O. (2019). Diet and food strategies in a southern al-Andalusian urban environment during Caliphal period, Écija, Sevilla. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3857-3874.

Irish, J. D. (1997). Characteristic high-and low-frequency dental traits in sub-Saharan African populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 102(4), 455-467.

Iscan, M.Y., Loth, S.R., & Wright, R.K. (1984). Age estimation from the rib by phase analysis: white males. *Journal of Forensic Science*, 29(4), 1094-1104.

Iscan, M.Y., Loth, S.R., & Wright, R.K. (1985). Age estimation from the rib by phase analysis: white females. *Journal of Forensic Science*, 30(3), 853-863.

Itahashi, Y. U., Chikaraishi, Y., Ohkouchi, N., & Yoneda, M. (2014). Refinement of reconstructed ancient food webs based on the nitrogen isotopic compositions of amino acids from bone collagen: a case study of archaeological herbivores from Tell Ain el-Kerkh, Syria. *Geochemical journal*, 48(4), e15-e19.

Iwamoto, J., Sato, Y., Takeda, T., & Matsumoto, H. (2011). Analysis of stress fractures in athletes based on our clinical experience. *World journal of orthopedics*, 2(1), 7.

Jacobsen, P. E., Haubek, D., Henriksen, T. B., Østergaard, J. R., & Poulsen, S. (2014). Developmental enamel defects in children born preterm: a systematic review. *European Journal of Oral Sciences*, 122(1), 7-14.

Jancuska, J. M., Spivak, J. M., & Bendo, J. A. (2015). A review of symptomatic lumbosacral transitional vertebrae: Bertolotti's syndrome. *International journal of spine surgery*, 9.

Jantz, R. L., Hunt, D. R., & Meadows, L. (1994). Maximum length of the tibia: how did Trotter measure it?. *American Journal of Physical Anthropology*, 93(4), 525-528.

- Jantzi, S. C., & Almirall, J. R. (2014). Trace Evidence: Glass, Paint, Soil, and Bone. En H. D. Holland y K.K. Turekian (eds.), *Treatise on geochemistry*, 271-284. Elsevier Science.
- Jay, M. (2009). Breastfeeding and weaning behaviour in archaeological populations: evidence from the isotopic analysis of skeletal materials. *Childhood in the Past*, 2(1), 163-178.
- Jeanty, P. (1983). Fetal limb biometry. *Radiology*, 147, 601–602.
- Jenkins, S. G., Partridge, S. T., Stephenson, T. R., Farley, S. D., & Robbins, C. T. (2001). Nitrogen and carbon isotope fractionation between mothers, neonates, and nursing offspring. *Oecologia*, 129(3), 336-341.
- Jernvall, J., & Jung, H.S. (2000). Genotype, phenotype, and developmental biology of molar tooth characters. *American Journal of Physical Anthropology*, 43, 171-190
- Jiménez-Brobeil, S., Roca-Rodríguez, M., Al Oumaoui, I., & Du Souich, P. (2012). Vertebral pathologies and related activity patterns in two mediaeval populations from Spain. *Collegium antropologicum*, 36(3), 1019-1025.
- Jiménez-Brobeil, S. A., Laffranchi, Z., Maroto, R. M., Sánchez, F. L., & Huertas, A. D. (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., & Benavides, R. M. M. (2020). La población altomedieval de Sta. María de Tejuela (Bozoó, Burgos). Notas paleodemográficas. *Munibe Antropologia-Arkeologia*, 71, 181-191.
- Jiménez-Brobeil, S. A., Charisi, D., Laffranchi, Z., Maroto Benavides, 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(4), 794-815.
- Jin, Y., & Yip, H. K. (2002). Supragingival calculus: formation and control. *Critical reviews in Oral Biology & Medicine*, 13(5), 426-441.
- Johansson, I. (2002). Milk and dairy products: possible effects on dental health. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 46(3), 119-122.

- Johansson, S.R., & Horowitz, S. (1986). Estimating mortality in skeletal populations: influence of the growth rate on the interpretation of levels and trends during the transition to agriculture. *American Journal of Physical Anthropology*, 71(2), 233-250.
- Johnson, J. L., & Repta, R. (2012). Sex and gender. *Designing and conducting gender, sex, and health research*, 17-37.
- Jordana, X. (2007). *Characterització i evolució d'una comunitat medieval catalana. Estudi bioantropològic de les inhumacions de les esglésies de Sant Pere*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Jordana, X., & Malgosa, A. (2002). Terrassa, una villa medieval en la transició a la época moderna: estudio bioantropológico de la necrópolis de la Plaça Vella. *Revista Española de Antropología Física*, 23, 1-25.
- Jordana, X., & Morera, A. M. (2004). Aproximació a la vida a la vila de Terrassa als segles XVI i XVII, a partir de l'estudi antropològic de la necròpoli de la Plaça Vella. *Terme*, 87-104.
- Jordana, X., Isidro, A., & Malgosa, A. (2010). Interpreting diachronic osteological variation at the medieval necropolis of the Sant Pere Churches (Terrassa, Spain). *International Journal of Osteoarchaeology*, 20(6), 670-692.
- Jordana, X., Malgosa, A., Casté, B., & Tornero, C. (2019). Lost in transition: the dietary shifts from Late Antiquity to the Early Middle Ages in the North Eastern Iberian Peninsula. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3751-3763.
- Jørkov, M. L. S., Heinemeier, J., & Lynnerup, N. (2009). The petrous bone—A new sampling site for identifying early dietary patterns in stable isotopic studies. *American Journal of Physical Anthropology*, 138(2), 199-209.
- Judd, M.A. (2002). Comparison of long bone trauma recording methods. *Journal of Archaeological Science*, 29(11), 1255-1265
- Judd, M. A. (2006). Continuity of interpersonal violence between Nubian communities. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists*, 131(3), 324-333.
- Judd, M. A. (2008). The parry problem. *Journal of Archaeological Science*, 35(6), 1658-1666.
- Judd, M. A., & Roberts, C. A. (1998). Fracture patterns at the medieval leper hospital in Chichester. *American Journal of Physical Anthropology*, 105(1), 43-55.

- Jull, A. T., Burr, G. S., & Hodgins, G. W. (2013). Radiocarbon dating, reservoir effects, and calibration. *Quaternary International*, 299, 64-71.
- Jurmain, R. (1999). *Stories from the Skeleton. Behavioral Reconstruction in Human Osteology*. Gordon and Breach.
- Jurmain, R.D. (2001). Paleopathology of trauma in a prehistoric central California population. *American Journal of Physical Anthropology*, 115 (1), 13-23.
- Jurmain, R., Cardoso, F. A., Henderson, C., & Villotte, S. (2011). Bioarchaeology's Holy Grail: The reconstruction of activity. En A.L. Grauer (ed.), *A Companion to Paleopathology*, 531-552. Wiley-Blackwell.
- Kaklamanos, G., Aprea, E., & Theodoridis, G. (2020). Mass spectrometry: principles and instrumentation. En Y. Picó (ed.), *Chemical analysis of food: Techniques and Applications*, 661-668. Academic Press.
- Katzenberg, M. A., & Lovell, N. C. (1999). Stable isotope variation in pathological bone. *International Journal of Osteoarchaeology*, 9(5), 316-324.
- Katzenberg, M. A., & Waters-Rist, A. L. (2019). Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 467-504. Wiley- Liss.
- Kaur, J., Choudhry, R., Raheja, S., & Dhissa, N. C. (2017). Non metric traits of the skull and their role in anthropological studies. *Journal of Morphological Sciences*, 29(4), 0-0.
- Keenleyside, A. (2008). Dental pathology and diet at Apollonia, a Greek colony on the Black Sea. *International Journal of Osteoarchaeology*, 18(3), 262-279.
- Keenleyside, A., & Panayotova, K. (2006). Criba orbital and porotic hyperostosis in a Greek colonial population (5th to 3rd centuries BC) from the Black Sea. *International Journal of Osteoarchaeology*, 16(5), 373-384.
- Kelley, M. A. (1978). Phenice's visual sexing technique for the os pubis: A critique. *American Journal of Physical Anthropology*, 48(1), 121-122.
- Kellner, C. M., & Schoeninger, M. J. (2007). A simple carbon isotope model for reconstructing prehistoric human diet. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(4), 1112-1127.
- Kemkes-Grottenthaler, A. (2002). Aging through the ages: historical perspectives on age indicator methods. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 48-72. Cambridge University Press.

- Kemkes-Grottenthaler, A., Löbig, F., & Stock, F. (2002). Mandibular ramus flexure and gonial eversion as morphologic indicators of sex. *Homo*, 53(2), 97-111.
- Kerr, N. W. (1991). Prevalence and natural history of periodontal disease in Scotland—the mediaeval period (900–1600 AD). *Journal of Periodontal Research*, 26(4), 346-354.
- Kessler, J. I., Nikizad, H., Shea, K. G., Jacobs Jr, J. C., Bebchuk, J. D., & Weiss, J. M. (2014). The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(2), 320-326.
- Kessler, J. I., Jacobs Jr, J. C., Cannamela, P. C., Weiss, J. M., & Shea, K. G. (2018). Demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the elbow among children and adolescents. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(12).
- Keyes, P. H., & Rams, T. E. (2016). Dental calculus arrest of dental caries. *Journal of oral biology (Northborough, Mass.)*, 3(1).
- Kilgore, L., Jurmain, R., & Van Gerven, D. (1997). Palaeoepidemiological patterns of trauma in a medieval Nubian skeletal population. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(2), 103-114.
- King, T., Humphrey, L. T., & Hillson, S. (2005). Linear enamel hypoplasias as indicators of systemic physiological stress: Evidence from two known age-at-death and sex populations from postmedieval London. *American Journal of Physical Anthropology*, 128(3), 547-559.
- Kirchner, H. (en prensa). Arqueologia d'al-Andalus a Catalunya. Problemes i propostes, *VI Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya: L'èrida, 29 de novembre-1 de diciembre de 2018*.
- Kirchner, H., Virgili, A., & Antolín, F. (2014). Un espacio de cultivo urbano en al-Andalus: Madīna Turtûsa (Tortosa) antes de 1148. *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural*, (62), 11-45.
- Kirchner, H., & Virgili, A. (2015). De Țurțușa a Tortosa. La ciutat abans i després de la conquesta catalana (1148). En Ayuntamiento de Barcelona (ed.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*, 1,117-144. Ayuntamiento de Barcelona.
- Klales, A. R., Ousley, S. D. & Vollner, J. M. (2012). A revised method of sexing the human innominate using Phenice's nonmetric traits and statistical methods. *American Journal of Physical Anthropology*, 149, 104–114.

- Klaus, H. D. (2014). Frontiers in the bioarchaeology of stress and disease: Cross-disciplinary perspectives from pathophysiology, human biology, and epidemiology. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(2), 294-308.
- Klaus, H. D. (2017). Paleopathological rigor and differential diagnosis: Case studies involving terminology, description, and diagnostic frameworks for scurvy in skeletal remains. *International Journal of Paleopathology*, 19, 96-110.
- Knüsel, C. J. (1993). On the biomechanical and osteoarthritic differences between hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology* 91(4), 523-525.
- Knüsel, C. J., Göggel, S., & Lucy, D. (1997). Comparative degenerative joint disease of the vertebral column in the medieval monastic cemetery of the Gilbertine Priory of St. Andrew, Fishergate, York, England. *American Journal of Physical Anthropology*, 103(4), 481-495.
- Kohn, R. A., Dinneen, M. M., & Russek-Cohen, E. (2005). Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *Journal of animal science*, 83(4), 879-889.
- Kollitz, K. M., Hammert, W. C., Vedder, N. B., & Huang, J. I. (2014). Metacarpal fractures: treatment and complications. *Hand*, 9(1), 16-23.
- Konigsberg, L.W., & Frankenberg, S.R. (1992). Estimation of age structure in anthropological demography. *American Journal of Physical Anthropology*, 89(2), 235-256.
- Konigsberg, L.W., & Frankenberg, S.R. (1994). Paleodemography: "Not quite dead". *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*, 3(3), 92-105.
- Konigsberg, L.W., & Frankenberg, S.R. (2002). Deconstructing death in paleodemography. *American Journal of Physical Anthropology*, 117(4), 297-309.
- Konigsberg, L. W., Herrmann, N. P., Wescott, D. J., & Kimmerle, E. H. (2008). Estimation and evidence in forensic anthropology: age-at-death. *Journal of Forensic Sciences*, 53(3), 541-557.
- Korcowska, I. (2014). Rheumatoid arthritis susceptibility genes: An overview. *World Journal of Orthopedics*, 5(4), 544.
- Kortyna, R. (2017). Diffuse Idiopathic Skeletal Hyperostosis: A Review. *JBJS Journal of Orthopaedics for Physician Assistants*, 5(4), e27.

Kotěrová, A., Velemínská, J., Dupej, J., Brzobohatá, H., Pilný, A., & Brůžek, J. (2017). Disregarding population specificity: its influence on the sex assessment methods from the tibia. *International Journal of Legal Medicine*, 131(1), 251-261.

Kreger, M. B. (2010). *Urban Population Dynamics in a Preindustrial New World City: Morbidity, Mortality, and Immigration in Postclassic Cholula*, PhD dissertation, Department of Anthropology, Pennsylvania State University, University Park.

Krishan, K., Chatterjee, P. M., Kanchan, T., Kaur, S., Baryah, N., & Singh, R. K. (2016). A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic science international*, 261, 165-e1.

Kristjánisdóttir, S., & Walser, J. W. (2021). Beneath the Surface: Disability in archaeological and osteobiographical contexts. In *Understanding Disability Throughout History*, 29-45. Routledge.

Kubehl, K., & Temple, D. H. (2020). Reproductive life histories influence cariogenesis: Exploring sex-specific variation in dental caries and survivorship in the human past. *American Journal of Physical Anthropology*, 172(3), 376-385.

Kuperus, J. S., Oudkerk, S. F., Foppen, W., Mohamed Hoesein, F. A., Gielis, W. P., Waalwijk, J., ... & Verlaan, J. J. (2019). Criteria for early-phase diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: development and validation. *Radiology*, 291(2), 420-426.

Kyle, B., Reitsema, L. J., Tyler, J., Fabbri, P. F., & Vassallo, S. (2018). Examining the osteological paradox: Skeletal stress in mass graves versus civilians at the Greek colony of Himera (Sicily). *American Journal of Physical Anthropology*, 167(1), 161-172.

Kyriakou, X. P., Marquez-Grant, N., Langstaff, H., Samuels, C., Springs Pacelli, C., Castro, J., & Kranioti, E. (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*, 87-101. Oxford University Press.

L'Abbé, E. N., Van Rooyen, C., Nawrocki, S. P., & Becker, P. J. (2011). An evaluation of non-metric cranial traits used to estimate ancestry in a South African sample. *Forensic Science International*, 209(1-3), 195-e1.

Lacalle, R., & Guijo, J. M. (2006). Análisis antropológico de la población islámica califal de El Fontanar. *Anales de Arqueología Cordobesa*, 17(2), 291-316.

Laguillo, O., Núñez, A., Jordana, X., Rosser, P., & Malgosa, A. (2009). Caracterización bioantropológica de una población islámica en Alicante: los enterramientos de época

alto-medieval del Tossal de les Basses. *Revista española de antropología física*, 30, 51-74.

Lalueza Fox, C., Martínez Pérez-Pérez, A., & Pons, J. (1993). Relació entre els indicadors ossis de pressió ambiental i els indicadors arqueològics d'estratificació social a la necròpolis paleocristiana de Tarragona. *Cypsela*, 10, 195-200.

Lambert, P. (2002). Rib lesions in a prehistoric Puebloan sample from Southwestern Colorado. *American Journal of Physical Anthropology*, 117, 281-292.

Lanphear, K.M. (1989). Testing the value of skeletal samples in demographic research: a comparison with vital registration samples. *International Journal of Anthropology*, 4(3), 185-193.

Larsen, C. (2015). *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. Cambridge University Press.

Larsen, C. S. (2018). Bioarchaeology in perspective: From classifications of the dead to conditions of the living. *American Journal of Physical Anthropology*, 165(4), 865-878.

Laughlin, W. S., & Jørgensen, J. B. (1956). Isolate variation in Greenlandic Eskimo crania. *Acta Genetica et Statistica Medica*, 3-12.

Lawler, D. F. (2017). Differential diagnosis in archaeology. *International Journal of Paleopathology*, 19, 119-123.

Lawrence, J. S. (1976). Radiological cervical arthritis in populations. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 35(4), 365-371.

Layman, C. A., Araujo, M. S., Boucek, R., Hammerschlag-Peyer, C. M., Harrison, E., Jud, Z. R., ... & Bearhop, S. (2012). Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools. *Biological Reviews*, 87(3), 545-562.

Lease, L. R., & Sciulli, P. W. (2005). Brief communication: discrimination between European-American and African-American children based on deciduous dental metrics and morphology. *American Journal of Physical Anthropology*, 126(1), 56-60.

Lease, L.R. (2003). *Ancestral determination of African American and European American deciduous dentition using metric and non-metric analysis*. Tesis doctoral. The Ohio State University.

Lee, C. (2009). Who were the Mongols (1100–1400 CE)? An examination of their population history. En J. Bemmann (ed.), *Current Archaeological Research in Mongolia: Papers from the First International Conference*, 579-591. Vor-und Frühgeschichtliche Archäologie Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Bonn.

- Lee, C. K., & Hansen, H. R. (1981). Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 21(9), 788-791.
- Lee, H., Hong, J. H., Hong, Y., Shin, D. H., & Slepchenko, S. (2019). Caries, antemortem tooth loss and tooth wear observed in indigenous peoples and Russian settlers of 16th to 19th century West Siberia. *Archives of Oral Biology*, 98, 176-181.
- Lee, Y. J., Sadigh, S., Mankad, K., Kapse, N., & Rajeswaran, G. (2016). The imaging of osteomyelitis. *Quantitative imaging in medicine and surgery*, 6(2), 184.
- Lee-Thorp, J. A. (2008). On isotopes and old bones. *Archaeometry*, 50(6), 925-950.
- Lewis, A. B., & Garn, S. M. (1960). The relationship between tooth formation and other maturational factors. *The Angle Orthodontist*, 30(2), 70-77.
- Lewis, M. E. (2007). *The bioarchaeology of children: perspectives from biological and forensic anthropology* (Vol. 50). Cambridge University Press.
- Lewis, M. E. (2019). Children in bioarchaeology: methods and interpretations. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 117-144. Wiley-Liss.
- Lewis, M. E. (2017). *Paleopathology of Children: Identification of Pathological Conditions in the Human Skeletal Remains of Non-adults*. Academic Press.
- Lewis, M.E., & Rutty, G.N. (2003). The endangered child: the personal identification of children in forensic anthropology. *Science & justice*, 43(4), 201-209.
- Lewis, M. E. (2019). Children in bioarchaeology: methods and interpretations. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 117-144. Wiley-Liss.
- Li, H., He, L., Gibbon, V. E., Xiao, X., & Wang, B. (2021). Individual centred social-care approach: Using computer tomography to assess a traumatic brain injury in an Iron Age individual from China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 31(1), 99-107.
- Licata, M., Ronga, M., Cherubino, P., & Armocida, G. (2014). Different types of traumatic lesions on mediaeval skeletons from archaeological sites in Varese (North Italy): diagnosis on ante mortal fractures using macroscopic, radiological and CT analysis. *Injury*, 45(2), 457-459.
- Liebe-Harkort, C. (2012). Cribra orbitalia, sinusitis and linear enamel hypoplasia in Swedish Roman Iron Age adults and subadults. *International Journal of Osteoarchaeology*, 22(4), 387-397.

- Linderholm, A., & Kjellström, A. (2011). Stable isotope analysis of a medieval skeletal sample indicative of systemic disease from Sigtuna Sweden. *Journal of Archaeological Science*, 38(4), 925-933.
- Littleton, J. (2011). Moving from the canary in the coalmine: Modeling childhood in Britain. En S. C. Agarwal y B. A. Glencross (eds.), *Social Bioarchaeology*, 361-389. Wiley-Blackwell.
- Liu, Y., Lin, H., Bai, Y., Qin, X., Zheng, X., Sun, Y., & Zhang, Y. (2008). Study on the relationship between *Helicobacter pylori* in the dental plaque and the occurrence of dental caries or oral hygiene index. *Helicobacter*, 13(4), 256-260.
- Liversidge, H. M. (1994). Accuracy of age estimation from developing teeth of a population of known age (0–5.4 years). *International Journal of Osteoarchaeology*, 4(1), 37-45.
- Liversidge, H. M. (2015). Controversies in age estimation from developing teeth. *Annals of Human Biology*, 42(4), 397-406.
- Liversidge, H.M., & Molleson, T. (2004). Variation in crown and root formation and eruption of human deciduous teeth. *American Journal of Physical Anthropology*, 123, 172–180.
- Loeser, R. F. (2010). Age-related changes in the musculoskeletal system and the development of osteoarthritis. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(3), 371-386.
- Loeser, R. F., Collins, J. A., & Diekman, B. O. (2016). Ageing and the pathogenesis of osteoarthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 12(7), 412-420.
- Lois Zlolniski, S., Torres-Tamayo, N., García-Martínez, D., Blanco-Pérez, E., Mata-Escolano, F., Barash, A., ... & Bastir, M. (2019). 3D geometric morphometric analysis of variation in the human lumbar spine. *American Journal of Physical Anthropology*, 170(3), 361-372.
- Longin, R. (1971). New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*, 230(5291), 241– 242.
- López, B., García-Vazquez, E., & Dopico, E. (2011). Dental indicators suggest health improvement associated with increased food diversity in modern age Spain. *Human Ecology*, 39(4), 527-534.
- López-Costas, O. (2012). *Antropología de los restos óseos humanos de Galicia: estudio de la población romana y medieval gallega*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

López-Costas, O., Rissech, C., Tranco, G., & Turbón, D. (2012). Postnatal ontogenesis of the tibia. Implications for age and sex estimation. *Forensic science international*, 214(1-3), 207-e1.

López-Costas, O., & Sánchez Pardo, J.C. (2016). Antropología física, arqueología y desigualdad social en las necrópolis medievales de Galicia: hacia una visión de conjunto. En J.A. Quirós Castillo (ed.), *Demografía, paleopatologías y desigualdad social en el Noroeste Peninsular en época medieval: Documentos de arqueología medieval*, 43-62. Universidad del País Vasco.

López-Costas, O., Lantes-Suárez, Ó., & Cortizas, A. M. (2016). Chemical compositional changes in archaeological human bones due to diagenesis: Type of bone vs soil environment. *Journal of Archaeological Science*, 67, 43-51.

López-Costas, O., & Müldner, G. (2016). Fringes of the empire: Diet and cultural change at the Roman to post-Roman transition in NW Iberia. *American journal of physical anthropology*, 161(1), 141-154.

López-Costas, O., & Alexander, M. (2019). Paleodiet in the Iberian Peninsula: exploring the connections between diet, culture, disease and environment using isotopic and osteoarchaeological evidence. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3653-3664.

López-Costas, O., & Müldner, G. (2019). Boom and bust at a medieval fishing port: dietary preferences of fishers and artisan families from Pontevedra (Galicia, NW Spain) during the Late Medieval and Early Modern Period. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(8), 3717-3731.

López-Costas, O., Müldner, G., & Lidén, K. (2021). Biological histories of an elite: Skeletons from the Royal Chapel of Lugo Cathedral (NW Spain). *International Journal of Osteoarchaeology*, 31(5), 941-956.

López-Medina, C., Castro-Villegas, M. C., & Collantes-Estévez, E. (2020). Hip and shoulder involvement and their management in axial spondyloarthritis: a current review. *Current Rheumatology Reports*, 22(9), 1-8.

López-Morango, C. (2020). *Estudio comparativo de la calidad de vida en la Edad Media, en poblaciones musulmanes y cristianas de la Península Ibérica, a través de la Antropología Dental*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Lorenzo, J. (2010). *La dawla de los banu-Qasi; origen, auge y caída de una dinastía muladí en la frontera superior de al-Andalus*. CSIC.

- Lösch, S., Grupe, G., & Peters, J. (2006). Stable isotopes and dietary adaptations in humans and animals at pre-pottery Neolithic Nevalı Çori, southeast Anatolia. *American Journal of Physical Anthropology*, 131(2), 181-193.
- Loth, S. R., & Henneberg, M. (1996). Mandibular ramus flexure: a new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *American Journal of Physical Anthropology*, 99(3), 473-485.
- Loth, S. R., & Henneberg, M. (1998). Mandibular ramus flexure is a good indicator of sexual dimorphism. *American Journal of Physical Anthropology*, 105, 91-92.
- Lovejoy, C.O. (1971). Methods for the Detection of Census Error in Palaeodemography. *American Anthropologist*, 73(1), 101-109.
- Lovejoy, C.O., Meindl, R.S., Pryzbeck, T.R., Barton, T.S., Heiple, K.G., & Kotting, D. (1977). Paleodemography of the Libben site, Ottawa county, Ohio. *Science*, 198(4314), 291-293.
- Lovejoy, C. O., Meindl, R. S., Pryzbeck, T. R., & Mensforth, R. P. (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), 15-28.
- Lovell, N. C. (2000). Paleopathological description and diagnosis. En S.R. Saunders y M.A. Katzenberg (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 217-248. Wiley-Liss.
- Lovell, N. C., & Grauer, A. L. (2019). Analysis and Interpretation of Trauma in Skeletal Remains. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 335-384. Wiley-Liss.
- Lozano, S. (2004). Fraudes y licencias en el comercio aragonés a mediados del siglo XV. *Aragón en la Edad Media*, (18), 117-162.
- Lubritto, C., García-Collado, M. I., 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(6), 984-1002.
- Lukacs, J. R. (1995). The 'caries correction factor': a new method of calibrating dental caries rates to compensate for antemortem loss of teeth. *International Journal of Osteoarchaeology*, 5(2), 151-156.

- Lukacs, J. R. (2007). Dental trauma and antemortem tooth loss in prehistoric Canary Islanders: prevalence and contributing factors. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(2), 157-173.
- Lukacs, J.R., Nelson, G.C., & Walimbe, S.R. (2001). Enamel hypoplasia and childhood stress in prehistory: new data from India and Southwest Asia. *Journal of Archaeological Science*, 28, 1159–1169.
- Luz, B., & Kolodny, Y. (1989). Oxygen isotope variation in bone phosphate. *Applied Geochemistry*, 4(3), 317-323.
- Maat, G. J., Mastwijk, R. W., & van der Velde, E. A. (1995). Skeletal distribution of degenerative changes in vertebral osteophytosis, vertebral osteoarthritis and DISH. *International Journal of Osteoarchaeology*, 5(3), 289-298.
- Maat, G. J., & Mastwijk, R. W. (2000). Avulsion injuries of vertebral endplates. *International Journal of Osteoarchaeology*, 10(2), 142-152.
- Maber, M., Liversidge, H. M., & Hector, M. P. (2006). Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Science International*, 159, S68-S73.
- Macgregor, S., Cornes, B. K., Martin, N. G., & Visscher, P. M. (2006). Bias, precision and heritability of self-reported and clinically measured height in Australian twins. *Human genetics*, 120(4), 571-580.
- MacKinnon, A. T., 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(8), 3837-3855.
- MacLaughlin, S. M., & Bruce, M. F. (1990). The accuracy of sex identification in European skeletal remains using the Phenice characters. *Journal of Forensic Science*, 35(6), 1384-1392.
- Mader, R., Buskila, D., Verlaan, J. J., Atzeni, F., Olivieri, I., Pappone, N., ... & Sarzi-Puttini, P. (2013). Developing new classification criteria for diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: back to square one. *Rheumatology*, 52(2), 326-330.
- Maegele, M. (2008). Reversal of isolated unilateral optic nerve edema with concomitant visual impairment following blunt trauma: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 2(1), 1-5.

- 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.
- Malgosa A. 1992. *La població talaiòtica de Mallorca. Les restes humanes de l'illot des Porros (s. VII-II aC)*. Institut d'Estudis Catalans.
- Malpica, A. (2012a). La ciudad de Madinat Ilbira y el poblamiento de la Vega de Granada (siglos VIII-XI). En Universidad de Cantabria (ed.), *Mundos medievales: espacios, sociedades y poder: homenaje al Profesor José Ángel García de Cortázar y Ruiz de Aguirre*, 681-692. Universidad de Cantabria.
- Malpica, A. (2012b). La vida agrícola y la ganadería en al-Andalus y en el reino nazarí de Granada. En R. Marín (coord.), *Homenaje al profesor Dr. D. José Ignacio Fernández de Viana y Vieites*, 213-228. Universidad de Granada.
- Mangas-Carrasco, E., & López-Costas, O. (2021). Porotic hyperostosis, cribra orbitalia, femoralis and humeralis in Medieval NW Spain. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13(10), 1-17.
- Manifold, B. M. (2012). Intrinsic and extrinsic factors involved in the preservation of non-adult skeletal remains in archaeology and forensic science. *Bulletin of the International Association for Paleodontology*, 6(2), 51-69.
- Manifold, B. M. (2013). Differential preservation of children's bones and teeth recovered from early medieval cemeteries: possible influences for the forensic recovery of non-adult skeletal remains. *Anthropological review*, 76(1), 23-49.
- Manifold, B. M. (2015). Skeletal preservation of children's remains in the archaeological record. *Homo*, 66(6), 520-548.
- Mann, R. W., Manabe, J., & Byrd, J. E. (2009). Relationship of the Parietal Foramen and Complexity of the Human Sagittal Suture. *International Journal of Morphology*, 27(2).
- Mann, R. W., & Hunt, D. R. (2019). Non-metric traits and anatomical variants that can mimic trauma in the human skeleton. *Forensic Science International*, 301, 202-224.
- Manouvrier, L. (1893). La détermination de la taille d'après les grands os des membres, *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 4, 347-402.
- Mantel, N. (1967). The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer research*, 27(2 Part 1), 209-220.
- Manzano, E. (1998). La projecció de l'estat omeia al Tagr. En M. Miquel y M. Sala (coords.), *L'Islam i Catalunya*, 57-64. Institut Català de la Mediterrània.

- Marado, L. M., & Silva, A. M. (2018). Dental and oral nonmetric traits in a Coimbra reference sample: testing intrasample chronological and spatial variation. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10(5), 1165-1177.
- Marfil, P. (2010-2011). El complejo cristiano de Cercadilla (Córdoba). *Anales de arqueología cordovesa*, 21, 241-252.
- Markalain, J. (1987). Segona campanya d'excavacions a la plaça d'Alfons XII (Tortosa, Baix Ebre). Memoria inédita. Accesible en: https://cultura.gencat.cat/web/.content/dgpc/documents/documents2008/qmem309_web.pdf.pdf
- Marklein, K. E., Leahy, R. E., & Crews, D. E. (2016). In sickness and in death: Assessing frailty in human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 161(2), 208-225.
- Márquez-Grant, N. (2006). *A bioanthropological perspective on the Punic period in Ibiza (Spain) as evidenced by human skeletal remains*. Tesis doctoral. University of Oxford.
- Márquez-Grant, N. (2015). An overview of age estimation in forensic anthropology: perspectives and practical considerations. *Annals of Human Biology*, 42(4), 308-322.
- Márquez-Grant, N., Olivé Busom, J. (2019) Arqueología Efímera: ¿Qué nos dicen los huesos? Enfermedades, dietas y epidemias en el contexto antropológico-arqueológico. En A. Morillo, M. Hermanns, y J. Salido (eds.), *Arqueología Efímera*, 85-91. Nünnerich-Asmus Verlag & Media.
- Martí, J., & Roca, L. (2005). Obra pública y espacio doméstico en la urbanización del sector meridional de Madinat Balansiya. En *Historia de la ciudad. IV: Memoria urbana*, 53-68). Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia (CTAV).
- Martin, D. L., & Harrod, R. P. (2015). Bioarchaeological contributions to the study of violence. *American Journal of Physical Anthropology*, 156, 116-145.
- Martín, R., & Palomar, V. (1999). *Las fortificaciones de Segorbe a lo largo de la Historia*. Ayuntamiento de Segorbe.
- Martínez Antuña, M. (1937). *Al-Muqtabis fî târih rijâl al-Andalus*.
- Martínez Baraja, S. (2016). *Paleopatología oral en dos poblaciones históricas (ss. XII-XVIII) del norte de España*. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- Martínez Cortizas, A., & López-Costas, O. (2020). Linking structural and compositional changes in archaeological human bone collagen: An FTIR-ATR approach. *Scientific reports*, 10(1), 1-14.

- Martínez Enamorado, V. (2009). Paladares de príncipes, recetas cortesanas, comidas de campesinos. Valoraciones en torno a la alimentación de los andalusíes. En J. M. Hita Ruiz, J. Suárez Padilla y F. Villada Paredes (coords.), *Comer en Ceuta en el siglo XIV. La alimentación durante la época meriní, catálogo de la exposición celebrada en el Museo de la basílica paleocristiana de Ceuta*, 65-97. Ciudad Autónoma de Ceuta.
- Martínez, C. M., & Bellón, J. (1998). Excavación arqueológica de urgencia en el yacimiento de "El Pocico II", Cañadas dE San Pedro (Murcia).
- Martínez, J. (1993). Aproximació a la Tortosa islàmica. L'evidència arqueològica. Butlletí arqueològic de la Reial Societat Arqueològica Tarraconense, 15, 331-337.
- Martínez, J. (2000). La necròpolis andalusina de la Plaça R. Cabrera (Tortosa), *Nous Col·loquis*, 4, 73-84.
- Martos Quesada, J. (2008). Islam y derecho: las escuelas jurídicas en al Ándalus. *Arbor*, 184(731), 433-442.
- Masala, S., Pipitone, V., Tomassini, M., Massari, F., Romagnoli, A., & Simonetti, G. (2006). Percutaneous vertebroplasty in painful schmorl nodes. *Cardiovascular and Interventional Radiology*, 29(1), 97-101.
- Masset, C., & Parzys, B. (1985). Démographie des cimetières?: Incertitude statistique des estimateurs en paléodémographie. *L'homme*, 147-154.
- Masumo, R., Bårdsen, A., & Åstrøm, A. N. (2013). Developmental defects of enamel in primary teeth and association with early life course events: a study of 6–36 month old children in Manyara, Tanzania. *BMC Oral Health*, 13(1), 1-11.
- Masuzawa, H., Hirakawa, K., Nakamura, N., Sano, K., Kihira, M., & Hayashi, T. (1971). Engineering Aspects of Human Skull Fracture Experimental Study & Theoretical Consideration On Brain Damage. *Neurologia medico-chirurgica*, 11, 46-65.
- Mateos Cruz, P. (1999). *La basílica de Santa Eulalia de Mérida. Arqueología y urbanismo, Anejos del Archivo español de Arqueología*, 19.
- Matsumura, H., Cuong, N. L., Thuy, N. K., & Anezaki, T. (2001). Dental morphology of the early Hoabinian, the Neolithic Da But and the Metal age Dong Son civilized peoples in Vietnam. *Zeitschrift für Morphologie und anthropologie*, 59-73.
- Mattei, L. (2014). Poblado y necrópolis mozárabe del conjunto arqueológico de Tózar (Moclín, Granada): Un proyecto de investigación y puesta en valor. *Debates de Arqueología Medieval*, (4), 181-196.

- Mattei, T. A., & Rehman, A. A. (2014). Schmorl's nodes: current pathophysiological, diagnostic, and therapeutic paradigms. *Neurosurgical Review*, 37(1), 39-46.
- Mays, S. (2001). Effects of age and occupation on cortical bone in a group of 18th–19th century British men. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(1), 34-44.
- Mays, S. (2018a). How should we diagnose disease in palaeopathology? Some epistemological considerations. *International Journal of Paleopathology*, 20, 12-19.
- Mays, S. (2018b). Micronutrient deficiency diseases: Anaemia, scurvy and rickets. En W. Trevathan (ed.), *The international encyclopedia of biological anthropology*, 1-5. Wiley.
- McCutchan Jr, J. H., Lewis Jr, W. M., Kendall, C., & McGrath, C. C. (2003). Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *Oikos*, 102(2), 378-390.
- McFadden, C., & Oxenham, M. F. (2020). A paleoepidemiological approach to the osteological paradox: Investigating stress, frailty and resilience through cribra orbitalia. *American Journal of Physical Anthropology*, 173(2), 205-217.
- McGrath, J. W., Cheverud, J. M., & Buikstra, J. E. (1984). Genetic correlations between sides and heritability of asymmetry for nonmetric traits in rhesus macaques on Cayo Santiago. *American Journal of Physical Anthropology*, 64(4), 401-411.
- McIlvaine, B. K. (2015). Implications of reappraising the iron-deficiency anemia hypothesis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 25(6), 997-1000.
- McKee, M.D. (2006). Fractures of the shaft of the humerus. En R.W. Bucholz, J.D. Heckman y C. Court-Brown (eds.). *Rockwood and Green's Fractures in Adults*, 1118-1159. Lippincott Williams & Wilkins.
- McKinley, J.I. (2004). Compiling a skeletal inventory: disarticulated and commingled remains. En M. Brickley y J.I. McKinley (eds.), *Guidelines to the Standards for Recording Human Remains*, 14-17. BABAO.
- Meighani, G., Aghamohammadi, A., Javanbakht, H., Abolhassani, H., Nikayin, S., Jafari, S. M., ... & Rezaei, N. (2011). Oral and dental health status in patients with primary antibody deficiencies. *Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*, 289-293.
- Melchor, J. M. (2020). Las necrópolis hispano-musulmanas de Sagunto y su contexto más cercano. *Arse: Boletín anual del Centro Arqueológico Saguntino*, (54), 95-112.
- Melchor, J. M., Polo Cerdá, M., & Benedito, J. (2000). Estudio arqueológico y paleopatológico de un esqueleto de época musulmana en el entorno de la iglesia de la

- Asunción (la Vall d'Uixo, Castellón). *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló*, 21, 427-38.
- Melchor, J. M., & Benedito, J. (2018). Estudio general de las *maqābir* de la Madīna Buryena (Burriana, Castellón), *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia de Castelló*, 36, 203-216.
- Melón, M. Á. (2004). La ganadería española en la Edad Moderna: apuntes para su estudio. En C. Vázquez (dir.), *VII Reunión Científica de la Fundación Española de Historia Moderna*, 727-772. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Melone Jr, C. P. (1984). Articular fractures of the distal radius. *Orthopedic Clinics of North America*, 15(2), 217-236.
- Melone Jr, C. P. (1993). Distal radius fractures: patterns of articular fragmentation. *Orthopedic Clinics of North America*, 24(2), 239-253.
- Menchón, J. (2015). La ciutat de Tarragona entre l'antiguitat tardana i els segles XII-XIII. La recuperació d'un espai urbà. En J. M. Vila (coord.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*, 1, 83-116. Ajuntament de Barcelona.
- Mendizabal, A. (2019). *Las sociedades medievales del País Vasco a partir del registro osteoarqueológico humano*. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.
- 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), 39-48.
- Mensforth, R.P. (1990). Paleodemography of the Carlston Annis (Bt-5) late archaic skeletal population. *American Journal of Physical Anthropology*, 82(1), 81-99.
- Merbs, C. F. (1983). *Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Inuit population*. National Museums of Canada.
- Mestre, A., Agustí, B., Chimenos, E., & Pérez-Pérez A. (1996). Estudio comparativo de dos poblaciones alto-medievales desde la perspectiva de la patología dentaria. En A.
- Mestre, J., & Sabaté, F. (1998). *Atlas de la Reconquesta. La frontera peninsular entre els segles VIII i XV*. Edicions 62.
- Meza-Peñaloza, A., Zertuche, F., García-Velasco, M., & Morehart, C. (2019). A non-metric traits study of skulls from Epiclassic Xaltocan in relation to other Mesoamerican cultures. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 23, 559-566.
- Milner, G.R., Humpf, D.A., & Harpending, H.C. (1989). Pattern matching of age-at-death distributions in paleodemographic analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 80(1), 49-58..

- Milner, G.R., Wood, J.W., & Boldsen, J.L. (2000). Paleodemography. En S.R. Saunders y M.A. Katzenberg (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 467-497. Wiley-Liss.
- Milner, G.R., Wood, J.W., & Boldsen, J.L. (2008). Advances in paleodemography. En S.R. Saunders y M.A. Katzenberg (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 561-600. Wiley-Liss.
- Milner G.R., & Boldsen J.L. (2012a). Skeletal age estimation: where we are and where we should go. En D.C. Dirkmaat (ed.), *A companion to forensic anthropology*, 224–238. Wiley-Blackwell.
- Milner, G.R. & Boldsen, J.L. (2012b). Transition analysis: A validation study with known-age modern American skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*, 148(1), 98-110.
- Milner, G. R., Boldsen, J. L., Weise, S., Lauritsen, J. M., & Freund, U. H. (2015). Sex-related risks of trauma in medieval to early modern Denmark, and its relationship to change in interpersonal violence over time. *International Journal of Paleopathology*, 9, 59-68.
- Milner, G. R., Wood, J. W., & Boldsen, J. L. (2019). Paleodemography: problems, progress, and potential. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 593-634. Wiley-Liss.
- Mitchell, P.D. (2012). Integrating historical sources with paleopathology. En A.L. Grauer (ed.), *A Companion to Paleopathology*, 310-323. Wiley-Blackwell.
- Modanlou, H. D. (2008). A tribute to Zakariya Razi (865–925 AD), an Iranian pioneer scholar. *Archives of Iranian Medicine*, 11(6):673-7.
- Mohammed, A. I., & Fatah, A. A. (2013). Computed tomographic localization of infraorbital foramen position and correlation with the age and gender of Iraqi subjects. *Journal of Baghdad College of Dentistry*, 25(Special Is), 30-35.
- Molero-Rodrigo, I. (2017). *Estudio bioantropológico de la maqbara andalusí de Toledo (siglos VIII-XI). Apuntes sobre el proceso de islamización*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Molero-Rodrigo, I. (2019). Estudio bioantropológico de dos maqābir en Toledo: apuntes sobre indigenismo en al-Andalus. *Al-Qanṭara*, 40(2), 407-430.
- Molleson, T. I. (1986). Skeletal age and paleodemography. En *The biology of human ageing*, 95-118. Cambridge University Press.

- Molnar, P. (2011). Extramasticatory dental wear reflecting habitual behavior and health in past populations. *Clinical Oral Investigations*, 15(5), 681-689.
- Molnar, P., Ahlstrom, T. P., & Leden, I. (2011). Osteoarthritis and activity—an analysis of the relationship between eburnation, musculoskeletal stress markers (MSM) and age in two Neolithic hunter–gatherer populations from Gotland, Sweden. *International Journal of Osteoarchaeology*, 21(3), 283-291.
- Molto, J. E. (2000). Humerus varus deformity in Roman period burials from Kellis 2, Dakhleh, Egypt. *American Journal of Physical Anthropology*, 113(1), 103-109.
- Monjo, M. (2010). El naixement de madina Balaguer: el Pla d'Almatà (segles VIII-XII). En C. Alòs y E. Solanes (coord.), *Catàleg de la col.lecció de materials andalusins del Museu de la Noguera*, 21-28. Museu de la Noguera.
- Monjo, M., Montero Ruiz, I., & Rafel, N. (2020). Nuevos datos arqueológicos sobre el poblamiento altomedieval del Priorat (Tarragona). *Arqueología y Territorio Medieval*, 27, 221-233.
- Montiano, L. (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.
- Moore, J.A., Swedlund, A.C., & Armelagos, G.J. (1975). The use of life tables in paleodemography. *Memoirs of the Society for American Archaeology*, (30), 57-70.
- Moore, W.J., & Corbett, E. (1971). The distribution of dental caries in ancient British populations 1. Anglo-Saxon period. *Caries Research*, 5(2), 151-168.
- Moorrees, C., Fanning, E., & Hunt, E. (1963). Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Dental Research*, 42(6), 1490–1502.
- Moraño, I., & García, J. M. (s.f.). Informe preliminar. Excavación arqueológica en el solar Plaza del Raval de San Jose (Onda). Informe inédito.
- Morera, J., Pisa, T., & Cubo, A. (s.f.): Informe dels treballs arqueològics realitzats al jaciment de Vilardida, Vilarodona. Inédito.
- Morros Mestres, B. (2012). Historia, religión y gastronomía: la pelea de don Carnal y doña Cuaresma en el Libro de Buen Amor. En N. Labère (coord.), *Être à table au Moyen Âge*, 129-141. Casa Velázquez.
- Moseley, J. E. (1965). The paleopathologic riddle of " symmetrical osteoporosis". *American Journal of Roentgenology*, 95(1), 135-142.

- Moynier, F., Borgne, M. L., Lahoud, E., Mahan, B., Mouton-Ligier, F., Hugon, J., & Paquet, C. (2020). Copper and zinc isotopic excursions in the human brain affected by Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia: Diagnosis, Assessment & Disease Monitoring*, 12(1), e12112.
- Mueller, A., & Hussein, K. (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, 7-15.
- Müldner, G., & Richards, M. P. (2007). Stable isotope evidence for 1500 years of human diet at the city of York, UK. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(1), 682-697.
- Mundee, M. (2009). An isotopic approach to diet in Medieval Spain. En *Food and drink in archaeology*, 2, 64-72. Nottingham University
- Mundee, M. (2010). *Exploring diet and society in medieval Spain: new approaches using stable isotope analysis*. Tesis doctoral. Durham University.
- Muñoz, F., Del Río, N., Sónora, C., Tiscornia, I., Marco, A., & Hernández, A. (2012). Enamel defects associated with coeliac disease: putative role of antibodies against gliadin in pathogenesis. *European Journal of Oral Sciences*, 120(2), 104-112.
- Murphy, T. (1959). The changing pattern of dentine exposure in human tooth attrition. *American Journal of Physical Anthropology*, 17(3), 167-178.
- Nagaoka, T., Seki, Y., Uzawa, K., Takigami, M., & Morales Chocano, D. (2018). Prevalence of criba orbital in Pacopampa during the Formative Period in Peru. *Anatomical Science International*, 93(2), 254-261.
- Nardo, L., Alizai, H., Virayavanich, W., Liu, F., Hernandez, A., Lynch, J. A., ... & Link, T. M. (2012). Lumbosacral transitional vertebrae: association with low back pain. *Radiology*, 265(2), 497-503.
- Nardoto, G. B., Silva, S., Kendall, C., Ehleringer, J. R., Chesson, L. A., Ferraz, E. S., ... & Martinelli, L. A. (2006). Geographical patterns of human diet derived from stable-isotope analysis of fingernails. *American Journal of Physical Anthropology*, 131(1), 137-146.
- Navarro, J. (1986). El cementerio islámico de San Nicolás de Murcia. Memoria preliminar. En Diputación General de Aragón, Departamento de Educación y Cultura (eds.), *Actas del I Congreso de Arqueología Medieval Española*, 4, 7-47. Huesca: Departamento de Cultura y Educación.

- Navarro, J. & Jiménez, P. (2011). Materiales y técnicas constructivas en la Murcia andalusí (siglos X-XIII). *Arqueología de la Arquitectura*, (8), 85-120.
- Navarro Pérez, M. (2018). La maqbara del camino de Bayyāsa (Marroquíes Bajos, Jaén). *Lucentum*, 37, 281-303.
- Naveed, H., Abed, S. F., Davagnanam, I., Uddin, J. M., & Addis, P. J. (2012). Lessons from the past: Cribra orbitalis, an orbital roof pathology. *Orbit*, 31(6), 394-399.
- Navitainuck, D., Meyer, C., & Alt, K. W. (2013). Degenerative alterations of the spine in an Early Mediaeval population from Mannheim-Seckenheim, Germany. *Homo*, 64(3), 179-189.
- Navitainuck, D., Vach, W., Alt, K. W., & Schibler, J. (2021). Best practice for osteological sexing in forensics and bioarchaeology: The utility of combining metric and morphological traits from different anatomical regions. *International Journal of Osteoarchaeology*, 31(6), 987-1000.
- Negre, M.C., Forner, A.B., Puchalt, F.J., Villalaín, J.D. (2003). Estudio antropológico y paleopatológico de Sant Pere (Xátiva). En M. Campo Martín, y F.J. Robles Rodríguez (eds.), *Actas del VI Congreso Nacional de Paleopatología*, 220-225. Universidad Autónoma de Madrid.
- Négrel, P., & Pauwels, H. (2004). Interaction between different groundwaters in Brittany catchments (France): Characterizing multiple sources through strontium-and sulphur isotope tracing. *Water, Air, and Soil Pollution*, 151(1), 261-285.
- Nehlich, O. (2015). The application of sulphur isotope analyses in archaeological research: a review. *Earth-Science Reviews*, 142, 1-17.
- Nehlich, O., & Richards, M. P. (2009). Establishing collagen quality criteria for sulphur isotope analysis of archaeological bone collagen. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 1(1), 59-75.
- Nehlich, O., Fuller, B. T., Márquez-Grant, N., & Richards, M. P. (2012). Investigation of diachronic dietary patterns on the islands of Ibiza and Formentera, Spain: evidence from sulfur stable isotope ratio analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(1), 115-124.
- Nellans, K. W., Kowalski, E., & Chung, K. C. (2012). The epidemiology of distal radius fractures. *Hand clinics*, 28(2), 113-125.
- Nerlich, A., Peschel, O., Zink, A., & Rösing, F. W. (2003). The pathology of trepanation: differential diagnosis, healing and dry bone appearance in modern cases. En R. Arnott,

S. Finger y C. U. M. Smith (eds.), *Trepanation history, discovery, theory*, 43-51. Swetz und Zeitlinger.

Nicholls, R., Buckberry, J., Beaumont, J., Črešnar, M., Mason, P., Armit, I., & Koon, H. (2020). A carbon and nitrogen isotopic investigation of a case of probable infantile scurvy (6th–4th centuries BC, Slovenia). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, 102206.

Nicklisch, N., Maixner, F., Ganslmeier, R., Friederich, S., Dresely, V., Meller, H., ... & Alt, K. W. (2012). Rib lesions in skeletons from early neolithic sites in Central Germany: on the trail of tuberculosis at the onset of agriculture. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(3), 391-404.

Nielsen-Marsh, C. M., Smith, C. I., Jans, M. M., Nord, A., Kars, H., & Collins, M. J. (2007). Bone diagenesis in the European Holocene II: taphonomic and environmental considerations. *Journal of Archaeological Science*, 34(9), 1523-1531.

Nieves-Colón, M. A., & Stone, A. C. (2019). Ancient DNA analysis of archaeological remains. *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 515-544. Wiley-Liss

Nikita, E. (2013). Quantitative assessment of the sternal rib end morphology and implications for its application in aging human remains. *Journal of Forensic Sciences*, 58(2), 324-329.

Nikita, E., Mattingly, D., & Lahr, M. M. (2012). Sahara: barrier or corridor? Nonmetric cranial traits and biological affinities of North African Late Holocene populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 147(2), 280-292.

Nolasco, N. (1998). Memòria de l'excavació arqueològica a Sant Martí de les Tombetes. Memòria inèdita.

Nolla, J. M. (2013). La ciutat entre l'antiguitat tardana i l'alta edat mitjana (segles V-XI). En Arxiu Municipal (ed.), *Girona. Construir la ciutat I*, 71-84. Ajuntament de Girona.

Nordström, A., Karlsson, C., Nyquist, F., Olsson, T., Nordström, P., & Karlsson, M. (2005). Bone loss and fracture risk after reduced physical activity. *Journal of Bone and Mineral Research*, 20(2), 202-207.

Norman, A. L., Anlauf, K., Hayden, K., Thompson, B., Brook, J. R., Li, S. M., & Bottenheim, J. (2006). Aerosol sulphate and its oxidation on the Pacific NW coast: S and O isotopes in PM_{2.5}. *Atmospheric Environment*, 40(15), 2676-2689.

- Novak, M., & Šlaus, M. (2011). Vertebral pathologies in two early modern period (16th–19th century) populations from Croatia. *American Journal of Physical Anthropology*, 145(2), 270-281.
- Noverint (2017). Informe preliminar. Seguimiento arqueológico. Actuación de mejora de la calle Virgen del Rosario (Morella). Inédito.
- Nowak, J., Mallmin, H., & Larsson, S. (2000). The aetiology and epidemiology of clavicular fractures: a prospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden. *Injury*, 31(5), 353-358.
- Nriagu, J., Rees, C.E., Mekhtieva, V.L., Lein, A.Y., Fritz, P., Drimmie, R.J., Pankina, R.G., Robinson, R.W., & Krouse, H.R. (1991). Hydrosphere. En H.R. Krouse y V.A. Grinenko (eds.), *Stable isotopes: natural and anthropogenic sulphur in the environment*, 177-265. Wiley.
- Obertová, Z., & Thurzo, M. (2008). Relationship between cribra orbital and enamel hypoplasia in the early medieval Slavic population at Borovce, Slovakia. *International Journal of Osteoarchaeology*, 18(3), 280-292.
- O'Connell, T. C., Kneale, C. J., Tasevska, N., & Kuhnle, G. G. (2012). The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *American Journal of Physical Anthropology*, 149(3), 426-434.
- O'Donnell, L., Hill, E. C., Anderson, A. S. A., & Edgar, H. J. (2020). Cribra orbitalia and porotic hyperostosis are associated with respiratory infections in a contemporary mortality sample from New Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*, 173(4), 721-733.
- Ogden, J. A., Weil, U. H., & Hempton, R. F. (1976). Developmental humerus varus. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (116), 158-165.
- Olalde, I., Mallick, S., Patterson, N., Rohland, N., Villalba-Mouco, V., Silva, M., ... & Reich, D. (2019). The genomic history of the Iberian Peninsula over the past 8000 years. *Science*, 363(6432), 1230-1234.
- Olcina, M., Tendero, E., & Guilabert, A. (2008). La *maqbara* del Tossal de Manises (Alicante). *Lucentum*, 27, 213-227.
- Olivé-Busom, J., Kirchner, H., López-Costas, O., & Marquez-Grant, N. (2020). Arqueología funeraria andalusí en Cataluña y la provincia de Castellón. Un estado de la cuestión. *Arqueología y territorio medieval*, 27, 235-267.

- Olivé-Busom, J., López-Costas, O., Quer-Agustí, M., Márquez-Grant, N., & Kirchner, H. (2021). Evidence of otitis media and mastoiditis in a Medieval Islamic skeleton from Spain and possible implications for ancient surgical treatment of the condition. *International Journal of Paleopathology*, 32, 17-22.
- Oliver, A. (2008). Arqueología urbana a Castelló. *Butlletí de la Societat Castellonense de Cultura*, 84, 387-398.
- Olivieri, I., D'Angelo, S., Palazzi, C., Padula, A., Mader, R., & Khan, M. A. (2009). Diffuse idiopathic skeletal hyperostosis: differentiation from ankylosing spondylitis. *Current rheumatology reports*, 11(5), 321-328.
- Olsen, K. C., White, C. D., Longstaffe, F. J., von Heyking, K., McGlynn, G., Grupe, G., & Rühli, F. J. (2014). Intraskkeletal isotopic compositions ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) of bone collagen: Nonpathological and pathological variation. *American Journal of Physical Anthropology*, 153(4), 598-604.
- Orschiedt, J., Häußler, A., Haidle, M. N., Alt, K. W., & Buitrago-Téllez, C. H. (2003). Survival of a multiple skull trauma: the case of an early Neolithic individual from the LBK enclosure at Herxheim (Southwest Germany). *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(6), 375-383.
- Ortega, J. M. O. (1998). Sociedad y administración del territorio en el tagr al-'alà: El ejemplo del iqli-m de Qutanda. *Arqueología y territorio medieval*, 5, 31-54.
- Ortner, D. J. (1991). Theoretical and methodological issues in paleopathology. En D. J. Ortner y A. C. Aufderheide (eds.), *Human Paleopathology: Current Syntheses and Future Options*, 5–11. Smithsonian Institution Press.
- Ortner, D. J. (2003). *Identification of pathological conditions in human skeletal remains*. Elsevier.
- Ortner, D. J. (2008). Differential diagnosis of skeletal lesions in infectious disease. En R. Pinhasi y S. Mays (eds.), *Advances in human palaeopathology*, 189-214. John Wiley & Sons.
- Ortner, D.J., & Putschar, W.G.J. (1981). *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Smithsonian.
- Ortner, D. J., & Ericksen, M. F. (1997). Bone changes in the human skull probably resulting from scurvy in infancy and childhood. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(3), 212-220.

- Ortner, D. J., & Mays, S. (1998). Dry-bone manifestations of rickets in infancy and early childhood. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8(1), 45-55.
- Ortner, D. J., Butler, W., Cafarella, J., & Milligan, L. (2001). Evidence of probable scurvy in subadults from archeological sites in North America. *American Journal of Physical Anthropology*, 114(4), 343-351.
- Ossenberg, N. S. (2013). Brief communication: Cranial nonmetric trait database on the internet. *American journal of physical anthropology*, 152(4), 551-553.
- Oteo-García, G. (2020). *Archaeogenetics of Southwest Europe*. Tesis doctoral. University of Huddersfield.
- Owsley, D. W., Orser Jr, C. E., Mann, R. W., Moore-Jansen, P. H., & Montgomery, R. L. (1987). Demography and pathology of an urban slave population from New Orleans. *American Journal of Physical Anthropology*, 74(2), 185-197.
- Oxenham, M. F., & Cavill, I. (2010). Porotic hyperostosis and cribra orbitalia: the erythropoietic response to iron-deficiency anaemia. *Anthropological Science*, 118(3), 199-200.
- Padilla, J. I., & Álvaro, K. (2012). Alberto del Castillo y la cronología de las tumbas llamadas "olerdolanas". En N. Molist y G. Ripoll, *Arqueologia funerària al nord-est peninsular:(segles VI-XII)*, 33-40. Museu d'Arqueologia de Catalunya.
- Paine, R.R. (1989). Model life table fitting by maximum likelihood estimation: a procedure to reconstruct paleodemographic characteristics from skeletal age distributions. *American Journal of Physical Anthropology*, 79(1), 51-61.
- Paine, R.R. (1997). *Integrating archaeological demography: multidisciplinary approaches to prehistoric population*. Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University at Carbondale.
- Paine, R.R., & Harpending, H.C. (1996). Assessing the reliability of palaeodemographic fertility estimators using simulated skeletal distributions. *American Journal of Physical Anthropology* 101, 151-160.
- Paine, R.R., & Harpending, H.C. (1998). Effect of sample bias on paleodemographic fertility estimates. *American Journal of Physical Anthropology*, 105(2), 231-240.
- Paixão-Gonçalves, S., Corrêa-Faria, P., Ferreira, F. M., Ramos-Jorge, M. L., Paiva, S. M., & Pordeus, I. A. (2019). Risk of dental caries in primary teeth with developmental defects of enamel: a longitudinal study with a multilevel approach. *Caries Research*, 53(6), 667-674.

Pales, L., & Lambert, C. (1971). *Atlas ostéologique: pour servir à l'identification des mammifères du Quaternaire. Les membres Herbivores*. Centre National de la Recherche Scientifique.

Palol, P. (1986). Las excavaciones del conjunto de "El Bovalar", Serós (Segría, Lérida) y el reino de Akhila. *Antigüedad y Cristianismo*, (3), 513-525.

Palomo Díez, S., Prieto Potin, I., & González Martín, A. (2011). Alteraciones de la superficie del cuerpo vertebral en una población medieval de Logroño (s. XI y XII). En A. González, O. Cambra-Moo, J. Rascón, M. Campo, M. Robledo, E. Labajo y J.A. Sánchez (eds.), *Paleopatología: ciencia multidisciplinar*. Sociedad Española de Paleopatología.

Papagrigrakis, M. J., Yapijakis, C., Synodinos, P. N., & Baziotopoulou-Valavani, E. (2006). DNA examination of ancient dental pulp incriminates typhoid fever as a probable cause of the Plague of Athens. *International Journal of Infectious Diseases*, 10(3), 206-214.

Parrington, M., & Roberts, D. G. (1990). Demographic, cultural, and bioanthropological aspects of a nineteenth-century free Black population in Philadelphia, Pennsylvania. En J. E. Buikstra (ed.), *Life in Science: Papers in Honor of J. Lawrence Angel*, 138-170. Center for American Archaeology.

Pascoe, L., & Kim Seow, W. (1994). Enamel hypoplasia and dental caries in Australian aboriginal children: prevalence and correlation between the two diseases. *Pediatric Dentistry*, 16, 193-193.

Pascual Pacheco, J., & Serrano Marcos, M. L. (1996). Necrópolis islámicas en la ciudad de Valencia. *Saitibi*, 46, 231-252.

Passalacqua, N. V. (2009). Forensic age-at-death estimation from the human sacrum. *Journal of Forensic Sciences*, 54(2), 255-262.

Patil, A. C., & Rakshith, A. G. (2021). Ankylosing spondylitis of shoulder joint treated with total shoulder arthroplasty: A case report. *International Journal of Orthopaedics*, 7(3), 761-763.

Pearson, K. (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), 417-420.

Pearson, S. F., Levey, D. J., Greenberg, C. H., & Martínez del Rio, C. (2003). Effects of elemental composition on the incorporation of dietary nitrogen and carbon isotopic signatures in an omnivorous songbird. *Oecologia*, 135(4), 516-523.

- Peña-Chocarro, L., & Pérez-Jordà, G. (2019). Garden plants in medieval Iberia: the archaeobotanical evidence. *Early Medieval Europe*, 27(3), 374-393.
- Peña-Chocarro, L., Pérez-Jordà, G., Alonso, N., Antolín, F., Teira-Brión, A., Tereso, J. P., ... & Reyes, D. L. (2019). Roman and medieval crops in the Iberian Peninsula: A first overview of seeds and fruits from archaeological sites. *Quaternary International*, 499, 49-66.
- Pennock, A. T., Heyworth, B. E., Bastrom, T., Bae, D. S., Boutelle, K. E., Busch, M. T., ... & FACTS Study Group. (2021). Changes in superior displacement, angulation, and shortening in the early phase of healing for completely displaced midshaft clavicle fractures in adolescents: results from a prospective, multicenter study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(12), 2729-2737.
- Peralta, P., & Santos, A. L. (2007). Paleodemografía e patologia oral na população exumada da Igreja de Santiago Maior de Monsaraz. *Al-madan*, 15, 1-13.
- Pérez, A., Lalueza, C., Campillo, D. & Chímenos, E. (1996). Estudio paleopatológico de los restos esqueléticos exhumados en el Alto de la Ermita (Amézaga, Álava). En J. Villalaín Blanco; C. Gómez Bellard y F. Gómez Bellard (coords.), *Actas del II Congreso Nacional de Paleopatología*, 69-78. Universitat de Valencia
- Pérez-Pérez (ed.), *Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, 87-98. Fundación Uriach.
- Pérez-Ramallo, P., Lorenzo-Lizalde, J. I., Staniewska, A., Lopez, B., Alexander, M., Marzo, S., ... & Roberts, P. (2022). 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.
- Pericás, M. C., Cardona, J., Fortea, F. J. P., & Blanco, J. D. V. (1996a). Un posible caso de hipertensión endocraneal en una morisca valenciana exhumada en la maqbara de benipeixcar: S. XV-XVI. Gandía (Valencia). En A. Pérez-Pérez, *Salud, enfermedad y muerte en el pasado. Consecuencias biológicas del estrés y la patología: Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, 201-206. Fundación Uriach 1838.
- Pericás, M. C., Cardona, J., Fortea, F. J. P., & Blanco, J. D. V. (1996c). Primeras muestras de lesiones traumáticas en miembros superiores del repertorio osteológico de la maqbara de benipeixcar. S. XV-XVI. Gandia (Valencia). En A. Pérez-Pérez, *Salud, enfermedad y muerte en el pasado. Consecuencias biológicas del estrés y la patología: Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, 257-262. Fundación Uriach.

- Pericás, M. C., Cardona, J., Negre, M. C., Fortea, F. J. P., & Blanco, J. D. V. (1996b). Alteraciones del desarrollo y patologías documentadas en los restos craneales de un individuo subadulto procedente de la maqbara de benipeixcar s. XV-XVI. Gandía (Valencia). En A. Pérez-Pérez, *Salud, enfermedad y muerte en el pasado. Consecuencias biológicas del estrés y la patología: Actas del III Congreso Nacional de Paleopatología*, 207-213. Fundación Uriach 1838.
- Perumal, V., Wall, E., & Babekir, N. (2007). Juvenile osteochondritis dissecans of the talus. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 27(7), 821-825.
- Petersen, W. (1975). A demographer's view of prehistoric demography. *Current Anthropology*, 16, 227-237.
- Petzke, K. J., Feist, T., Fleig, W. E., & Metges, C. C. (2006). Nitrogen isotopic composition in hair protein is different in liver cirrhotic patients. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 20(19), 2973-2978.
- Pfirrmann, C. W., & Resnick, D. (2001). Schmorl nodes of the thoracic and lumbar spine: radiographic-pathologic study of prevalence, characterization, and correlation with degenerative changes of 1,650 spinal levels in 100 cadavers. *Radiology*, 219(2), 368-374.
- Phenice, T. W. (1969). A newly developed visual method of sexing the os pubis. *American Journal of Physical Anthropology*, 30(2), 297-301.
- Pickard, C., Girdwood, L. K., Kranioti, E., Márquez-Grant, N., Richards, M. P., & Fuller, B. T. (2017). Isotopic evidence for dietary diversity at the mediaeval Islamic necropolis of Can Fonoll (10th to 13th centuries CE), Ibiza, Spain. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 13, 1-10.
- Pietrusewsky, M. (1971). Application of distance statistics to anthroposcopic data and a comparison of results with those obtained by using discrete traits of the skull. *Archaeology & Physical Anthropology in Oceania*, 6(1), 21-33.
- Pietrusewsky, M. (2019). Traditional morphometrics and biological distance: methods and an example. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 545-591. Wiley-Liss.
- Pilloud, M. A., & Hefner, J. T. (2016). *Biological distance analysis: Forensic and bioarchaeological perspectives*. Academic Press.
- Pilloud, M.A., Edgar H.J.H., George, R., & Scott, R.G. (2016). Dental Morphology in Biodistance Analysis. En M.A. Pilloud y J. T. Hefner (eds.), *Biological Distance Analysis. Forensic and Bioarchaeological Perspectives*, 109-133. Elsevier.

- Pilloud, M. A., & Fancher, J. P. (2019). Outlining a Definition of Oral Health within the Study of Human Skeletal Remains: Defining Oral Health. *Dental Anthropology Journal*, 32(2), 3-11.
- Pilloud, M. A., & Schwitalla, A. W. (2020). Re-evaluating traditional markers of stress in an archaeological sample from central California. *Journal of Archaeological Science*, 116, 105102.
- Piontek, J., & Henneberg, M. (1981). Mortality changes in a Polish rural community (1350-1972) and estimation of their evolutionary significance. *American Journal of Physical Anthropology*, 54(1), 129-138.
- Pitts, N. B., Zero, D. T., Marsh, P. D., Ekstrand, K., Weintraub, J. A., Ramos-Gomez, F., ... & Ismail, A. (2017). Dental caries. *Nature Reviews Disease Primers*, 3(1), 1-16.
- Plomp, K. A., Roberts, C. A., & Strand Viðarsdóttir, U. (2015). Morphological characteristics of healthy and osteoarthritic joint surfaces in archaeological skeletons. *International Journal of Osteoarchaeology*, 25(4), 515-527.
- Polo, M., Puchalt, F. J., & Villalaín, J. D. (2003). Lesión cavitaria mandibular en un esqueleto procedente de la necrópolis de Benizahat (s. XII-XIII): la Vall d'Uixó, Castellón. En M. Campo y F. Robles (eds.), *¿Dónde estamos?. Pasado, presente y futuro de la Paleopatología*, 505-514. Universidad Autónoma de Madrid.
- Polo, M., Cruz, E., & Coch, C. (2008). Bioantropología de la necrópolis hispano-musulmana del nuevo hogar 'Verge del Lledó'(Castellón). *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, 84, 475-488.
- Polo, M., 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*, 573-598. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Pompili, M., Vichi, M., De Leo, D., Pfeffer, C., & Girardi, P. (2012). A longitudinal epidemiological comparison of suicide and other causes of death in Italian children and adolescents. *European child & adolescent psychiatry*, 21(2), 111-121.
- Ponce, J. (2002). Los cementerios islámicos de Lorca. Aproximación al rito funerario. *Alberca: Revista de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Lorca*, 1, 115-148.
- Porcheddu, A. (2017). *The Ager Valley Historic Landscape: New tools and quantitative analysis. Architecture and agrarian parcels in the Medieval Settlement Dynamics*. Tesis doctoral. Universitat de Lleida.

- Porrino Jr, J. A., Maloney, E., Scherer, K., Mulcahy, H., Ha, A. S., & Allan, C. (2014). Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization. *American Journal of Roentgenology*, 203(3), 551-559.
- Potapov, A. M., Tiunov, A. V., & Scheu, S. (2019). Uncovering trophic positions and food resources of soil animals using bulk natural stable isotope composition. *Biological Reviews*, 94(1), 37-59.
- Powell, J. W., Weens, H. S., & Wenger, N. K. (1965). The skull roentgenogram in iron deficiency anemia and in secondary polycythemia. *American Journal of Roentgenology*, 95(1), 143-147.
- Prevedorou, E., Bonilla, M.D.Z., Romero, A., Buikstra, J.E., de Miguel, M.P., & Knudson, K.J., 2010. Residential mobility and dental decoration in Early Medieval Spain: results from the eighth century site of Plaza del Castillo, Pamplona. *Dental Anthropology Journal*, 23(2), 42-52.
- Pròleg (s.f.). Excavació arqueològica del Pla d'Almatà. 1993. Memoria inédita.
- Psoter, W. J., Reid, B. C., & Katz, R. V. (2005). Malnutrition and dental caries: a review of the literature. *Caries research*, 39(6), 441-447.
- Puchalt, F.J. (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*, 317–320. Asociación Española de Paleopatología
- Puig, M. (2015). La necrópolis islàmica de l'àrea del Mercat del Born (Barcelona). En M. Vila (coord.), *Actes del V Congrés d'Arqueologia medieval i moderna a Catalunya*, 1, 513-524. Ajuntament de Barcelona.
- Pujante, A. (2000-2003). Excavación arqueológica del solar ubicado en Plaza de España número 3 de Lorca, Murcia. *Memorias de arqueología de la región de Murcia*, 15, 527-538.
- Pujol, M., & Campillo, D. (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*, 29-32. Fundació Uriach.
- Putschar, W. (1966). Problems in the pathology and palaeopathology of bone. En S. Jarcho (ed.), *Human Paleopathology*, 57-65. Yale University Press.

- Qin, X., Shao, L., Zhang, L., Ma, L., & Xiong, S. (2019). Investigation of interaction between vitamin D receptor gene polymorphisms and environmental factors in early childhood caries in Chinese children. *BioMed Research International*, 2019.
- Quirós, J. A. (2013). Los comportamientos alimentarios del campesinado medieval en el País Vasco y su entorno (siglos VIII-XIV). *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural*, (59), 13-41.
- R. Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing (R Version 4.0.3, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020).
- Radoslavova Miteva, Y. (2018). Identidades fronterizas en el contexto andalusí: los muladíes, *Cuadernos Medievales*, 24, 1-18.
- Ramírez, J. A., & Urueña, M. I. (1998). Aportaciones al estudio del poblamiento en Alhama de Murcia: excavaciones en calle Corredera, 5 y 7. *Memorias de Arqueología*, 7, 330-378.
- Raner, E., Lindqvist, L., Johansson, S., Hassan, H., Carlén, A., Suksu-art, N., & Dahlén, G. (2014). pH and bacterial profile of dental plaque in children and adults of a low caries population. *Anaerobe*, 27, 64-70.
- Redfern, R. C., DeWitte, S. N., Pearce, J., Hamlin, C., & Dinwiddy, K. E. (2015). Urban-rural differences in Roman dental caries, England: A bioarchaeological perspective on Roman settlements. *American Journal of Physical Anthropology*, 157(1), 107-120.
- Regueiro, M., García-Bertrand, R., Fadhlou-Zid, K., Álvarez, J., & Herrera, R. J. (2015). From Arabia to Iberia: A Y chromosome perspective. *Gene*, 564(2), 141-152.
- Reitsema, L. J. (2013). Beyond diet reconstruction: stable isotope applications to human physiology, health, and nutrition. *American Journal of Human Biology*, 25(4), 445-456.
- Reitsema, L. J., & McIlvaine, B. K. (2014). Reconciling “stress” and “health” in physical anthropology: What can bioarchaeologists learn from the other subdisciplines?. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(2), 181-185.
- Reitsema, L. J., & Holder, S. (2018). Stable isotope analysis and the study of human stress, disease, and nutrition. *Bioarchaeology International*, 2(2), 63-74.
- Resnick, D. (2002). *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Resnick, D., & Niwayama, G. (1976). Radiographic and pathologic features of spinal involvement in diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH). *Radiology*, 119(3), 559-568.

- Resnick, D., & Niwayama, G. (1978). Intravertebral disk herniations: cartilaginous (Schmorl's) nodes. *Radiology*, 126(1), 57-65.
- Resnick, D., & Niwayama, G. (1995). Enostosis, hyperostosis, and periostitis. En D. Resnick (ed.), *Diagnosis of Bone and Joint Disorders*, 4396-466. Saunders.
- Rhine, S. (1990) Nonmetric Skull Racing. En G. Gill y S. Rhine (eds.), *Skeletal Attribution of Race*, 7-20. University of New Mexico, Maxwell Museum of Anthropological Papers.
- Ribera, A., & Soriano Sánchez, R. (1996). Los cementerios de época visigoda. *Saitabi*, 46, 195-230
- Ricaut, F. X., Auriol, V., von Cramon-Taubadel, N., Keyser, C., Murail, P., Ludes, B., & Crubézy, E. (2010). Comparison between morphological and genetic data to estimate biological relationship: The case of the Egyin Gol necropolis (Mongolia). *American Journal of Physical Anthropology*, 143(3), 355-364.
- Richards, M. P., Fuller, B. T., & Hedges, R. E. (2001). Sulphur isotopic variation in ancient bone collagen from Europe: implications for human palaeodiet, residence mobility, and modern pollutant studies. *Earth and Planetary Science Letters*, 191(3-4), 185-190.
- Richards, M. P., Mays, S., & Fuller, B. T. (2002). Stable carbon and nitrogen isotope values of bone and teeth reflect weaning age at the Medieval Wharram Percy site, Yorkshire, UK. *American Journal of Physical Anthropology*, 119(3), 205-210.
- Richards, M. P., & Montgomery, J. (2012). Isotope analysis and paleopathology: A short review and future developments. En J. Buikstra y C. Roberts (eds.), *The Global History of Paleopathology: Pioneers and Prospects*, 718-731. Oxford Scholarship
- Ripoll, G., & Molist, N. (2012). L'arqueologia funerària a Catalunya: de l'antiguitat tardana al món medieval. En N. Molist y G. Ripoll (eds.), *Arqueologia funerària al nord-est peninsular (segles VI-XII)*, 17-32. MAC
- Ripoll, G., & Molist, N. (2014). Cura mortuorum en el nordeste de la Península Ibérica, siglos IV al XII dC. *Territorio, sociedad y poder*, 9, 5-66.
- Rissech, C., García, M., & Malgosa, A. (2003). Sex and age diagnosis by ischium morphometric analysis. *Forensic Science International*, 135(3), 188-196.
- Rissech, C., Estabrook, G. F., Cunha, E., & Malgosa, A. (2006). Using the acetabulum to estimate age at death of adult males. *Journal of Forensic Sciences*, 51(2), 213-229.

- Rissech, C., López-Costas, O., & Turbón, D. (2013). Humeral development from neonatal period to skeletal maturity—application in age and sex assessment. *International Journal of Legal Medicine*, 127(1), 201-212.
- Rivera, F., & Mirazón Lahr, M. (2017). New evidence suggesting a dissociated etiology for cribra orbitalia and porotic hyperostosis. *American Journal of Physical Anthropology*, 164(1), 76-96.
- Robb, J., Cessford, C., Dittmar, J., Inskip, S. A., & Mitchell, P. D. (2021). The greatest health problem of the Middle Ages? Estimating the burden of disease in medieval England. *International Journal of Paleopathology*, 34, 101-112.
- Robbins Schug, G. (2011). *Bioarchaeology and Climate Change: A View from South Asian Prehistory*. University Press of Florida.
- Robbins, C. T., Felicetti, L. A., & Sponheimer, M. (2005). The effect of dietary protein quality on nitrogen isotope discrimination in mammals and birds. *Oecologia*, 144(4), 534-540.
- Roberts, C. A. (2019). Infectious disease: Introduction, periostosis, periostitis, osteomyelitis, and septic arthritis. En J. Buikstra (ed.), *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*: 285-319. Academic Press.
- Roberts, C. A., & Manchester, K. (2007). *The archaeology of disease*. Cornell University Press.
- Roberts, C. A., & Brickley, M. (2019). Infectious and metabolic diseases: A synergistic relationship. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 415-446). Wiley-Liss.
- Roberts, G. J., Parekh, S., Petrie, A., & Lucas, V. S. (2008). Dental age assessment (DAA): a simple method for children and emerging adults. *British dental journal*, 204(4), E7-E7.
- Roberts, P., Fernandes, R., Craig, O. E., Larsen, T., Lucquin, A., Swift, J., & Zech, J. (2018). Calling all archaeologists: guidelines for terminology, methodology, data handling, and reporting when undertaking and reviewing stable isotope applications in archaeology. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 32(5), 361-372.
- Roberts-Harry, E. A., & Clerehugh, V. (2000). Subgingival calculus: where are we now? A comparative review. *Journal of Dentistry*, 28(2), 93-102.
- Robertson, W., Kelly, B. T., & Green, D. W. (2003). Osteochondritis dissecans of the knee in children. *Current opinion in pediatrics*, 15(1), 38-44.

- Robledo, B. (1998). *Dieta, indicadores de salud y caracterización biomorfológica de la población medieval musulmana de Xarea (Vélez Rubio, Almería)*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Rodrigues, A.C. (2013). *A maqbara de Shantarín: Enfermidade e saúde numa amostra esquelética de adultos*. Master's thesis. Universidad de Coimbra.
- Rodrigues, C., Maia, R., Lauteri, M., Brugnoli, E., & Máguas, C. (2013). Stable isotope analysis. En M. de la Guardia y A. González (eds.), *Comprehensive Analytical Chemistry*, 77-99. Elsevier.
- Rogers, J. (2000). The palaeopathology of joint disease. En M. Cox y S. Mays (eds.), *Human Osteology in Archaeology and Forensic Science*, 163-182.. Greenwich Medical Media Ltd.
- Rogers, J., & Waldron, T. (1995). *A Field Guide to Joint disease in Archaeology*. John Wiley and Sons.
- Rogers, T., & Saunders, S. (1994). Accuracy of sex determination using morphological traits of the human pelvis. *Journal of Forensic Science*, 39(4), 1047-1056.
- Rohnbogner, A., & Lewis, M. (2016). Dental caries as a measure of diet, health, and difference in non-adults from urban and rural Roman Britain. *Dental Anthropology*, 29(1), 16-31.
- Ros, J., Puig, C., Passarrius, O., Manteau, J., Kotarba, J., & Guinaudeau, N. (2020). Archaeobotanical contribution to the history of farming practices in Medieval Northern Catalonia (8th-14th c.). En J. A. Quiros Castillo (dir.), *Archaeology and History of Peasantries 1. From the Late Prehistory to the Middle Ages, Documentos de Arqueologia medieval*, 163-182. Universidad del País Vasco.
- Rothschild, B. M. (2012). Extirpation of the mythology that porotic hyperostosis is caused by iron deficiency secondary to dietary shift to maize. *Advances in Anthropology*, 2(03), 157.
- Rothschild, B. M., & Rothschild, C. (1997). Congenital syphilis in the archaeological record: diagnostic insensitivity of osseous lesions. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(1), 39-42.
- Rousham, E.K., & Humphrey, L.T. (2002). The dynamics of child survival. En H. Macbeth y P. Collison (eds.), *Human Population Dynamics. Cross-Disciplinary Perspectives*, 124-140. Cambridge University Press.

- Roy Marín, M. J. (1999). La alimentación mudéjar en Aragón. En *VII Simposio Internacional de Mudejarismo*, 143-154. Centro de Estudios Mudéjares.
- Rubiera, M.J. (1994). *La dieta de Ibn Quzmān. Notas sobre la alimentación andalusí a través de su literatura*. Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Rufaza, M. (1988). Las relaciones económicas entre los mudéjares valencianos y el reino de Granada en el siglo XV. En C. Segura (coord.), *Relaciones exteriores del Reino de Granada: IV del Coloquio de Historia Medieval Andaluza*, 343-381. Instituto de Estudios Almerienses.
- Rufaza, M. (2003). Los mudéjares de las comarcas interiores de Valencia en el siglo XV: una prospección elemental. *Revista de Estudios Comarcales*, (6), 21-28.
- Ruiz Server, S., & Simonel, B. (2004). Maqbarat Al-Fajjarim: el cementeri dels terrissers. *Aguaites*, 21, 79-97.
- Ruiz, U. L., & Caraballo, J. M. (2019). De cementerio andalusí a centro documental: la maqbara de Forte de Santiago. Mil años de huesos, armas y libros. *Almoraima: revista de estudios campogibraltares*, (50), 95-109.
- Sáenz, J. C., & Martín-Bueno, M. (2013). La necrópolis musulmana de Valdeherrera (Calatayud, Zaragoza): nuevos datos cronológicos sobre la fundación de Calatayud. *Zephyrus*, 72, 153-171.
- Saladrigas, S. (1996). Los tejidos en al-Andalus siglos IX-XVI. Aproximación técnica. En C. Fernández Corral (ed.), *España y Portugal en las rutas de la seda: diez siglos de producción y comercio entre Oriente y Occidente*, 74-100. Edicions Universitat de Barcelona.
- Salas-Salvadó, J., Huetos-Solano, M. D., García-Lorda, P., & Bulló, M. (2006). Diet and dietetics in al-Andalus. *British Journal of Nutrition*, 96(S1), S100-S104.
- Salazar-García, D. C., Richards, M. P., Nehlich, O., & Henry, A. G. (2014). Dental calculus is not equivalent to bone collagen for isotope analysis: a comparison between carbon and nitrogen stable isotope analysis of bulk dental calculus, bone and dentine collagen from same individuals from the Medieval site of El Raval (Alicante, Spain). *Journal of Archaeological Science*, 47, 70-77.
- Salazar-García, D. C., Romero, A., García-Borja, P., Subirà, M. E., & Richards, M. P. (2016). A combined dietary approach using isotope and dental buccal-microwear analysis of human remains from the Neolithic, Roman and Medieval periods from the archaeological site of Tossal de les Basses (Alicante, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 6, 610-619.

- Sales, J., & Salazar, N. (2013). The pre-Pyrenees of Lleida in Late Antiquity: christianisation processes of a landscape in the Tarraconensis. *Revista d'arqueologia de Ponent*, 27-44.
- Saluja, G., Fitzpatrick, K., Bruce, M., & Cross, J. (1986). Schmorl's nodes (intravertebral herniations of intervertebral disc tissue) in two historic British populations. *Journal of Anatomy*, 145, 87.
- Sanborn, P. T., Brockley, R. P., & Mayer, B. (2011). Stable isotope tracing of fertilizer sulphur uptake by lodgepole pine: foliar responses. *Canadian Journal of Forest Research*, 41(3), 493-500.
- Sánchez-Aparcero, B. (2021). *Estudio de una población medieval rural. La necrópolis de Maro (Nerja, Málaga)*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Sánchez-Aparcero, B., Alemán, I., & Botella, M. C. (2020). The necropolis of Maro (Málaga, Spain): an anthropological study. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(7), 1-17.
- Sanchez-Lara, P. A., Graham Jr, J. M., Hing, A. V., Lee, J., & Cunningham, M. (2007). The morphogenesis of wormian bones: a study of craniosynostosis and purposeful cranial deformation. *American Journal of Medical Genetics Part A*, 143(24), 3243-3251.
- Sancho, M. (2010). Els Altimiris. En P. Senac (ed.), *Histoire et Archéologie des Sociétés de la Vallée de l'Èbre (VIIe-XIe siècles)*, 67-90. CNRS.
- Santos, A. L., & Roberts, C. A. (2001). A picture of tuberculosis in young Portuguese people in the early 20th century: a multidisciplinary study of the skeletal and historical evidence. *American Journal of Physical Anthropology*, 115(1), 38-49.
- Santos, F. (2018). AnthroMMD: An R package with a graphical user interface for the mean measure of divergence. *American Journal of Physical Anthropology*, 165(1), 200-205.
- Sarabia, J. (2015). El paisaje funerario en el territorio de el Tolmo de Minateda. En F. Sabaté y J. Brufal, *Arqueologia Medieval. Els espais sagrats*, 55-80. Pagès Editors.
- Sarasa, E. (1995). Los sistemas alimentarios en el reino de Aragón (siglos XII-XV). En *Col.loqui d'història de l'alimentació a la Corona d'Aragó*, 185– 204. Institut d'Estudis Ilerdencs
- Sarr, B. (2015). Berber settlement in the upper march of al-andalus (8th-12th century). A post-doctoral research. *Debates de Arqueologia*, 5, 207-226.

- Sarzi-Puttini, P., & Atzeni, F. (2004). New developments in our understanding of DISH (diffuse idiopathic skeletal hyperostosis). *Current opinion in rheumatology*, 16(3), 287-292.
- Sattenspiel, L., & Harpending, H. (1983). Stable populations and skeletal age. *American Antiquity*, 48(3), 489-498.
- Sauer, N.J. (1998). The timing of injuries and manner of death: distinguishing among antemortem, perimortem and postmortem trauma. En K.J. Reichs (ed.), *Forensic Osteology: Advances in the Identification of Human Remains*, 321–332. Charles C. Thomas.
- Saunders, S.R. (1989). Nonmetric skeletal variation. En M.Y. Iscan y K.A.R. Kennedy (eds.), *Reconstruction of Life from the Skeleton*, 95-108. Alan R. Liss Inc.
- Saunders, S.R. (2008). Subadult skeletons and growth- related studies. En M. Katzenberg y S. Saunders (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 117-147. Wiley-Liss.
- Saunders, S. R., Chan, A. H., Kahlon, B., Kluge, H. F., & FitzGerald, C. M. (2007). Sexual dimorphism of the dental tissues in human permanent mandibular canines and third premolars. *American Journal of Physical Anthropology*, 133(1), 735-740.
- Saunders, S. R., & Rainey, D. L. (2008). Nonmetric trait variation in the skeleton: abnormalities, anomalies, and atavisms. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 533-559. Wiley-Liss.
- Sayer, D., & Dickinson, S. D. (2013). Reconsidering obstetric death and female fertility in Anglo-Saxon England. *World Archaeology*, 45(2), 285-297.
- Sayyah, M., 2007. *El estatus de la mujer en la sociedad árabo-islámica medieval entre oriente y occidente*. Tesis doctoral. Universidad de Granada
- Schaefer, M., Black, S. M., Schaefer, M. C., & Scheuer, L. (2009). *Juvenile Osteology*. Academic Press.
- Scheinin, A., Mäkinen, K. K., & Ylitalo, K. (1976). Turku sugar studies V: Final report on the effect of sucrose, fructose and xylitol diets on the caries incidence in man. *Acta Odontologica Scandinavica*, 34(4), 179-216.
- Scheuer, L., & MacLaughlin-Black, S. (1994). Age estimation from the pars basilaris of the fetal and juvenile occipital bone. *The International Journal of Osteoarchaeology*, 4, 377–380.

Scheuer, J.L., & Bowman, J.E. (1995). Correlation of documentary and skeletal evidence in the St. Bride's crypt population. En S.R. Saunders y D.A. Herring (eds.), *Grave reflections. Portraying the past through cemetery studies*, 49-70. Canadian Scholars Press.

Schmid, E. (1972). *Atlas of animal bones*. Elsevier.

Schnake, K. J., Schroeder, G. D., Vaccaro, A. R., & Oner, C. (2017). AOSpine classification systems (subaxial, thoracolumbar). *Journal of orthopaedic trauma*, 31, S14-S23.

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(4), 625-639.

Schrader, S., Buzon, M., & Irish, J. (2014). Illuminating the Nubian 'Dark Age': a bioarchaeological analysis of dental non-metric traits during the Napatan Period. *Homo*, 65(4), 267-280.

Schroth, R. J., Lavelle, C., Tate, R., Bruce, S., Billings, R. J., & Moffatt, M. E. (2014). Prenatal vitamin D and dental caries in infants. *Pediatrics*, 133(5), e1277-e1284.

Schultz, M. (2001). Paleohistopathology of bone: a new approach to the study of ancient diseases. *American Journal of Physical Anthropology*, 116(S33), 106-147.

Schultz, M. (2011). Light microscopic analysis of macerated pathologically changed bone. En C. Crowder y S. Stout (eds.), *Bone Histology: An Anthropological Perspective*, 253–296. Taylor and Francis.

Schwarcz, H. P., Dupras, T. L., & Fairgrieve, S. I. (1999). 15N enrichment in the Sahara: in search of a global relationship. *Journal of archaeological Science*, 26(6), 629-636.

Schwarcz, H. P., White, C. D., & Longstaffe, F. J. (2010). Stable and radiogenic isotopes in biological archaeology: some applications. En B. Jason, G. West, J. Bowen Todd, E. Dawson, y P. Tu (eds.), *Isoscapes*, 335-356). Springer.

Schweich, M., & Knüsel, C. (2003). Bio-cultural effects in medieval populations. *Economics & Human Biology*, 1(3), 367-377.

Scorrano, G., Brilli, M., Martínez-Labarga, C., Giustini, F., Pacciani, E., Chilleri, F., ... & Rickards, O. (2014). Palaeodiet reconstruction in a woman with probable celiac disease: a stable isotope analysis of bone remains from the archaeological site of Cosa (Italy). *American Journal of Physical Anthropology*, 154(3), 349-356.

- Scott, G. R., Anta, A., Schomberg, R., & de la RUA, C. (2013). 13 Basque dental morphology and the "Eurodont" dental pattern. *Anthropological perspectives on tooth morphology: Genetics, evolution, variation*, 66, 296.
- Scott, A. B., & Hoppa, R. D. (2018). The subtleties of stress: A comparative analysis of skeletal lesions between the Medieval and post-Medieval Black Friars cemetery population (13th to 17th centuries). *International Journal of Osteoarchaeology*, 28(6), 695-702.
- Scott, A. B., Danforth, M., MacInnes, S., Hughes, N., & Fonzo, M. (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*, 275-294. Springer.
- Scott, G.R., Anta, A., Schomberg, R., & De La Rúa, C. (2013). Basque dental morphology and the "Eurodont" dental pattern. En G.R. Scott y J.D. Irish (eds.), *Anthropological Perspectives on Tooth Morphology: Genetics, Evolution, Variation*, 296-318. Cambridge University Press.
- Scott, G. R., & Pilloud, M. A. (2018). Dental morphology. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 257-292. Wiley-Liss.
- Scott, R.G., & Turner II, C.G. (1997). *The Anthropology of Modern Human Teeth. Dental Morphology and its Variation in Recent Human Populations*. Cambridge University Press.
- Sebes, J. I., & Salazar, J. E. (1983). The manubriosternal joint in rheumatoid disease. *American Journal of Roentgenology*, 140(1), 117-121.
- Séguy, I. (2010). La muerte de los pequeñitos: entre el dogma y las creencias populares. Francia, de finales de la Antigüedad a la Época Moderna. *Trace. Travaux et recherches dans les Amériques du Centre*, 58, 29-39.
- Selma, S. (1996). La excavación del cementerio islámico de Castelnovo. *Boletín informativo municipal de Casatelnovo*, 15-18.
- Sénac, P. (1988). Note sur les Husūn de Lérida. *Mélanges de la Casa de Velázquez*, 24(1), 53-69.
- Sénac, P. (1998). Les incursions musulmanes més enllà dels Pirineus (segles VIII-IX). En M. Miquel y M. Sala (coords.), *L'Islam i Catalunya*, 51-55. Institut Català de la Mediterrània.

- Sénac, P. (2006). Stratigraphie du peuplement musulman au nord de l'Ebre (VIIIe-XIe siècles). En P. Sénac (ed.), *Villa 1. De la Tarraconaise à la Marche Supérieure d'al-Andalus (IVe-XIe siècle): les habitats ruraux*, 63-67. Presses universitaires du Midi.
- Sénac, P. (2010). Les seigneurs de la Marche (ashabu al-tagri): les Banu'Amrus et les Banu Sabrit de Huesca. *Cuadernos de Madinat al-Zahra: Revista de difusión científica del Conjunto Arqueológico Madinat al-Zahra*, 7, 27-42.
- Sénac, P. (2012). De la *madīna* à l'almunia. Quelques réflexions autour du peuplement musulman au nord de l'Èbre. *Annales du Midi*, 124, 278, 183-201.
- Shah, A. C., Leong, K. K., Lee, M. K., & Allareddy, V. (2013). Outcomes of hospitalizations attributed to periapical abscess from 2000 to 2008: a longitudinal trend analysis. *Journal of endodontics*, 39(9), 1104-1110.
- Shapland, F., & Lewis, M. E. (2013). Brief communication: a proposed osteological method for the estimation of pubertal stage in human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 151(2), 302-310.
- Sharp, Z. (2017). *Principles of stable isotope geochemistry*. Pearson/Prentice Hal
- Shaw, C. N., & Stock, J. T. (2009). Habitual throwing and swimming correspond with upper limb diaphyseal strength and shape in modern human athletes. *American Journal of Physical Anthropology*, 140(1), 160-172.
- Shin, D. H., Oh, C. S., Kim, Y. S., & Hwang, Y. I. (2012). Ancient-to-modern secular changes in Korean stature. *American Journal of Physical Anthropology*, 147(3), 433-442.
- Shultz, B. J. (1990). *The language of fracture*. Williams and Wilkins
- Siek, T. (2013). The osteological paradox and issues of interpretation in paleopathology. *vis-à-vis: Explorations in Anthropology*, 12(1).
- Sierra, J.M. (1995). Los sacramentos en el rito hispano-mozárabe. En J. M. Ferrer (ed.), *Curso de liturgia hispano-mozárabe*, 61-68. I.T. San Ildefonso
- Silk, H., Douglass, A. B., Douglass, J. M., & Silk, L. (2008). Oral health during pregnancy. *American family physician*, 77(8), 1139-1144.
- Silva, M., Oteo-García, G., Martiniano, R., Guimarães, J., von Tersch, M., Madour, A., ... & Richards, M. B. (2021). Biomolecular insights into North African-related ancestry, mobility and diet in eleventh-century Al-Andalus. *Scientific reports*, 11(1), 1-13.
- Silva-Sousa, Y. T. C., Peres, L. C., & Foss, M. C. (2003). Enamel hypoplasia in a litter of rats with alloxan-induced diabetes mellitus. *Brazilian Dental Journal*, 14(2), 87-93.

- Silventoinen, K., Kaprio, J., Lahelma, E., & Koskenvuo, M. (2000). Relative effect of genetic and environmental factors on body height: differences across birth cohorts among Finnish men and women. *American journal of public health, 90*(4), 627.
- Silventoinen, K., Sarmalisto, S., Perola, M., Boomsma, D. I., Cornes, B. K., Davis, C., ... & Kaprio, J. (2003). Heritability of adult body height: a comparative study of twin cohorts in eight countries. *Twin Research and Human Genetics, 6*(5), 399-408.
- Sirianni, J.E., & Higgins, R.L. (1995). A comparison of death records from the Monroe County Almshouse with skeletal remains from the associated Highland Park cemetery. En S.R. Saunders y D.A. Herring (eds.), *Grave reflections. Portraying the past through cemetery studies*, 71-92. Canadian Scholars Press.
- Sirmali, M., Türüt, H., Topçu, S., Gülhan, E., Yazici, Ü., Kaya, S., & Taştepe, I. (2003). A comprehensive analysis of traumatic rib fractures: morbidity, mortality and management. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery, 24*(1), 133-138.
- Sjøvold, T. (1973). The occurrence of minor nonmetrical variants in the skeleton and their quantitative treatment for population comparisons. *Homo, 24*, 204-233.
- Skinner, M. F., Rodrigues, A. T., & Byra, C. (2014). Developing a pig model for crypt fenestration-induced localized hypoplastic enamel defects in humans. *American Journal of Physical Anthropology, 154*(2), 239-250.
- Skinner, M., F. & Goodman, A.H. (1992). Anthropological uses of developmental defects of enamel. En M.A. Katzenberg y S.R. Saunders (eds.), *Skeletal Biology of Past Peoples: Research Methods*, 153-174. Wiley-Liss.
- Slade, G. D. (2001). Epidemiology of dental pain and dental caries among children and adolescents. *Community dental health, 18*(4), 219-227.
- Šlaus, M. (2000). Biocultural analysis of sex differences in mortality profiles and stress levels in the late medieval population from Nova Rača, Croatia. *American Journal of Physical Anthropology, 111*(2), 193-209.
- Šlaus, M., Novak, M., Bedić, Ž., & Strinović, D. (2012). Bone fractures as indicators of intentional violence in the eastern adriatic from the antique to the late medieval period (2nd–16th century AD). *American journal of physical anthropology, 149*(1), 26-38.
- Šlaus, M., Bedić, Ž., Bačić, A., Bradić, J., Vodanović, M., & Brkić, H. (2018). Endemic warfare and dental health in historic period archaeological series from Croatia. *International Journal of Osteoarchaeology, 28*(1), 65-74.

- Sletten, D. W., Smith, B. M., Southard, K. A., Casco, J. S., & Southard, T. E. (2003). Retained deciduous mandibular molars in adults: a radiographic study of long-term changes. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 124(6), 625-630.
- Smith, B.H. (1984). Patterns of molar wear in hunter-gatherers and agriculturalists. *American Journal of Physical Anthropology*, 63, 39-56.
- Smith, O.C., Pope, E.J., & Symes, S.A. (2003). Look until you see: identification of trauma in skeletal material. En D.W. Steadman (ed.), *Hard Evidence: Case Studies in Forensic Anthropology*, 138-154. Prentice Hall.
- Sniehotta, F. F., Schwarzer, R., Scholz, U., & Schüz, B. (2005). Action planning and coping planning for long-term lifestyle change: theory and assessment. *European Journal of Social Psychology*, 35(4), 565-576.
- Snoeck, C., Pouncett, J., Ramsey, G., Meighan, I. G., Mattielli, N., Goderis, S., ... & Schulting, R. J. (2016). Mobility during the Neolithic and Bronze Age in Northern Ireland explored using strontium isotope analysis of cremated human bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 160(3), 397-413.
- Sofaer Derevenski, J. R. (2000). Sex differences in activity-related osseous change in the spine and the gendered division of labor at Ensay and Wharram Percy, UK. *American Journal of Physical Anthropology*, 111(3), 333-354
- Soames, J. V., & Southam, J. C. (2005). *Oral pathology*. Oxford University Press.
- Sohn, K. (2016). Sexual stature dimorphism as an indicator of living standards?. *Annals of human biology*, 43(6), 537-541.
- Sokal, R. R. (1979). Testing statistical significance of geographic variation patterns. *Systematic zoology*, 28(2), 227-232.
- Sola, O., & Soto, N. (2021). Excavación de la necrópolis islámica de Ribaforada (Navarra). Campaña de 2020. Calle Príncipe de Viana, n.º 18-20. *Trabajos De Arqueología Navarra*, 31-32, 329-339.
- Somerville, A. D., Sugiyama, N., Manzanilla, L. R., & Schoeninger, M. J. (2017). Leporid management and specialized food production at Teotihuacan: stable isotope data from cottontail and jackrabbit bone collagen. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 9(1), 83-97.
- Somerville, A. D., Froehle, A. W., & Schoeninger, M. J. (2018). Environmental influences on rabbit and hare bone isotope abundances: Implications for paleoenvironmental research. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 497, 91-104.

- Souich, P. (1974). La necrópolis y poblado de la Torrecilla. Estudio antropológico. *Anuario de Estudios Medievales*, 9, 41-74.
- Souto, J. A. (1991). Las almacabras saraqustíes en el contexto de las almacabras de Al-Andalus. *Cuadernos de Zaragoza*, 63, 49-65.
- Souto, J. A. (2005). El noroeste de la frontera superior de Al-Andalus en época omeya: poblamiento y organización territorial. En J. I. de la Iglesia (coord.), *García Sánchez III" el de Nájera" un rey y un reino en la Europa del siglo XI*, 253-268. Instituto de Estudios Riojanos.
- Souza, J. F., Costa-Silva, C. M., Jeremias, F., Santos-Pinto, L., Zuanon, A. C. C., & Cordeiro, R. (2012). Molar incisor hypomineralisation: possible aetiological factors in children from urban and rural areas. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 13(4), 164-170.
- Sparks, J. A., & Costenbader, K. H. (2014). Genetics, environment, and gene-environment interactions in the development of systemic rheumatic diseases. *Rheumatic Disease Clinics*, 40(4), 637-657.
- Spencer, R. K. (2008). *Testing hypotheses about diffuse idiopathic skeletal hyperostosis (DISH) using stable isotope and aDNA analysis of late medieval British populations*. Tesis doctoral. Durham University.
- Spigelman, M., & Donoghue, H. D. (2001). Brief communication: unusual pathological condition in the lower extremities of a skeleton from ancient Israel. *American Journal of Physical Anthropology*, 114(1), 92-93.
- Spiriduso, W.W. (1995). *Physical dimensions of aging*. Human Kinetics.
- Sponheimer, M., Robinson, T., Ayliffe, L., Roeder, B., Hammer, J., Passey, B., ... & Ehleringer, J. (2003a). Nitrogen isotopes in mammalian herbivores: hair $\delta^{15}\text{N}$ values from a controlled feeding study. *International Journal of Osteoarchaeology*, 13(1-2), 80-87.
- Sponheimer, M., Robinson, T. F., Roeder, B. L., Passey, B. H., Ayliffe, L. K., Cerling, T. E., ... & Ehleringer, J. R. (2003b). An experimental study of nitrogen flux in llamas: is ^{14}N preferentially excreted?. *Journal of Archaeological Science*, 30(12), 1649-1655.
- Sponheimer, M. , & Cerling T.E. (2014). Investigating Ancient Diets Using Stable Isotopes in Bioapatites. En H. D. Holland y K. K. Turekian (eds.), *Treatise on geochemistry*, 271-284. Elsevier Science.

- Spradley, M. K., Jantz, R. L., Robinson, A., & Peccerelli, F. (2008). Demographic change and forensic identification: problems in metric identification of Hispanic skeletons. *Journal of Forensic Sciences*, 53(1), 21-28.
- Spradley, M. K., & Jantz, R. L. (2011). Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *Journal of forensic sciences*, 56(2), 289-296.
- Springs-Pacelli, C., & Márquez-Grant, N. (2010). Evaluation of dental non-metric traits in a medieval population from Ibiza (Spain). *Bulletin of the International association for paleodontology*, 4(2), 16-28.
- Sprott, R. L. (2010). Biomarkers of aging and disease: introduction and definitions. *Experimental Gerontology*, 45(1), 2-4.
- Stattin, K., Höijer, J., Hällmarker, U., Baron, J. A., Larsson, S. C., Wolk, A., ... & Byberg, L. (2021). Fracture risk across a wide range of physical activity levels, from sedentary individuals to elite athletes. *Bone*, 153, 116128.
- Steckel, R. H., Rose, J. C., Spencer Larsen, C., & Walker, P. L. (2002). Skeletal health in the Western Hemisphere from 4000 BC to the present. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews: Issues, News, and Reviews*, 11(4), 142-155.
- Steyn, M., Pretorius, E., & Hutten, L. (2004). Geometric morphometric analysis of the greater sciatic notch in South Africans. *Homo*, 54(3), 197-206.
- Stodder, A. L. (2019). Taphonomy and the nature of archaeological assemblages. En M.A. Katzenberg y A.L. Grauer (eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*, 73-115. Wiley- Liss.
- Stuart-Macadam, P. (1985). Porotic hyperostosis: representative of a childhood condition. *American Journal of Physical Anthropology*, 66(4), 391-398.
- Stuart-Macadam, P. (1991). Porotic hyperostosis: Changing interpretations. En D. J. Ortner y A. C. Aufderheide (eds.), *Human Paleopathology: Current Syntheses and Future Options*, 36-39. Smithsonian Institution Press.
- Su, H., Yang, R., Deng, Q., Qian, W., & Yu, J. (2018). Deciduous dental caries status and associated risk factors among preschool children in Xuhui District of Shanghai, China. *BMC Oral Health*, 18(1), 1-10.
- Subirada, M., Alòs, C., Solanes, E., Sala, R., García, E., & Tamba, R. (2011). Excavació arqueològica a madina Balaguer i prospecció amb georàdar". Museu de la Noguera- Ajuntament de Balaguer, SOT. Informe tecnico preliminar-memoria inédita.

- Suresh, S., Voronov, P., & Curran, J. (2006). Infraorbital nerve block in children: a computerized tomographic measurement of the location of the infraorbital foramen. *Regional anesthesia and pain medicine*, 31(3), 211-214.
- Sutter, R. C. (2003). Nonmetric subadult skeletal sexing traits: I. A blind test of the accuracy of eight previously proposed methods using prehistoric known-sex mummies from northern Chile. *Journal of Forensic Sciences*, 48(5), 927-935.
- Sutter, R. C., & Mertz, L. (2004). Nonmetric cranial trait variation and prehistoric biocultural change in the Azapa Valley, Chile. *American Journal of Physical Anthropology*, 123(2), 130-145.
- Swedlund, A.C., & Armelagos, G.J. (1969). Une recherche en paleo-demographie: la Nubie Soudanaise. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, 24(6), 1287-1298.
- Szilvássy, J. (1980). Age determination on the sternal articular faces of the clavícula. *Journal of Human Evolution*, 9(8), 609-610.
- Tafere, Y., Chanie, S., Dessie, T., & Gedamu, H. (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), 1-7.
- Takahashi, K., Miyazaki, T., Ohnari, H., Takino, T., & Tomita, K. (1995). Schmorl's nodes and low-back pain. *European Spine Journal*, 4(1), 56-59.
- Takahashi, M., Haro, H., Wakabayashi, Y., Kawa-Uchi, T., Komori, H., & Shinomiya, K. (2001). The association of degeneration of the intervertebral disc with 5a/6a polymorphism in the promoter of the human matrix metalloproteinase-3 gene. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 83(4), 491-495.
- Takahashi, N., & Nyvad, B. J. C. R. (2008). Caries ecology revisited: microbial dynamics and the caries process. *Caries research*, 42(6), 409-418.
- Takahashi, S., Hoshino, M., Takayama, K., Iseki, K., Sasaoka, R., Tsujio, T., ... & Nakamura, H. (2016). Predicting delayed union in osteoporotic vertebral fractures with consecutive magnetic resonance imaging in the acute phase: a multicenter cohort study. *Osteoporosis International*, 27(12), 3567-3575.
- Tanaka, K., Miyake, Y., & Sasaki, S. (2010). Intake of dairy products and the prevalence of dental caries in young children. *Journal of dentistry*, 38(7), 579-583.

- Tanaka, S., Shinzawa, M., Tokumasu, H., Seto, K., Tanaka, S., & Kawakami, K. (2015). Secondhand smoke and incidence of dental caries in deciduous teeth among children in Japan: population based retrospective cohort study. *Bmj*, 351.
- Temple, D. H., Nakatsukasa, M., & McGroarty, J. N. (2012). Reconstructing patterns of systemic stress in a Jomon period subadult using incremental microstructures of enamel. *Journal of Archaeological Science*, 39(5), 1634-1641.
- Temple, D. H., & Goodman, A. H. (2014). Bioarcheology has a “health” problem: Conceptualizing “stress” and “health” in bioarcheological research. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(2), 186-191.
- Teng, Y. T. A., Nguyen, H., Gao, X., Kong, Y. Y., Gorczynski, R. M., Singh, B., ... & Penninger, J. M. (2000). Functional human T-cell immunity and osteoprotegerin ligand control alveolar bone destruction in periodontal infection. *The Journal of clinical investigation*, 106(6), R59-R67.
- Thelin, A., Jansson, B., Jacobsson, B., & Ström, H. (1997). Coxarthrosis and farm work: a case-referent study. *American Journal of Industrial Medicine*, 32(5), 497-501.
- Thelin, A., Vingård, E., & Holmberg, S. (2004). Osteoarthritis of the hip joint and farm work. *American Journal of Industrial Medicine*, 45(2), 202-209.
- Theodorou, S., Theodorou, D., Kakitsubata, Y., Gelalis, I., & Tsifetaki, N. (2021). Advanced ankylosing spondylitis: a multisite, multimodality densitometric analysis for investigation of bone loss in the axial and appendicular skeleton. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 67, 1627-1632.
- Thesleff, I. (2000). The genetic basis of tooth development and dental defects. *Acta Odontologica Scandinava*, 58, 191-194.
- Thesleff, I. (2006). The genetic basis of tooth development and dental defects. *American Journal of Medical Genetics*, 140, 2530-2535.
- Tieszen, L. L., & Fagre, T. (1993). Effect of diet quality and composition on the isotopic composition of respiratory CO₂, bone collagen, bioapatite, and soft tissues. En J.B. Lambert y G. Grupe (eds.), *Prehistoric human bone*, 121-155). Springer.
- Toogood, P., Horst, P., Samagh, S., & Feeley, B. T. (2011). Clavicle fractures: a review of the literature and update on treatment. *The Physician and sportsmedicine*, 39(3), 142-150.
- Tornberg, A., & Jacobsson, L. (2018). Care and consequences of traumatic brain injury in Neolithic Sweden: A case study of ante mortem skull trauma and brain injury

addressed through the bioarchaeology of care. *International Journal of Osteoarchaeology*, 28(2), 188-198.

Torró, J. (2007). Guerra, repartiment i colonització al regne de València (1248-1249). En E. Guinot y J. Torró (coords.), *Repartiments a la Corona d'Aragó (segles XII-XIII)*, 201-276. Universitat de València.

Torró, J. (2012). Les Regions orientals d'al-Àndalus abans de la conquesta catalanoaragonesa. Una visió general. *Catalan Historical Review*, 5, 143-157.

Toso, A., Schifano, S., Oxborough, C., McGrath, K., Spindler, L., Castro, A., ... & Alexander, M. (2021). Beyond faith: Biomolecular evidence for changing urban economies in multi-faith medieval Portugal. *American Journal of Physical Anthropology*, 176(2), 208-222.

Triffitt, J. T. (1980). The organic matrix of bone tissue. En M.R. Urist (ed.), *Fundamental and clinical bone physiology*, 45-82. J.B. Lippincott.

Trotter, M., & Gleser, G. C. (1952). Estimation of stature from long bones of American Whites and Negroes. *American Journal of Physical Anthropology*, 10(4), 463-514.

Trust, B. A., & Fry, B. (1992). Stable sulphur isotopes in plants: a review. *Plant, Cell & Environment*, 15(9), 1105-1110.

Turhan-Haktanir, N., Ayçiçek, A., Haktanir, A., & Demir, Y. (2008). Variations of supraorbital foramina in living subjects evaluated with multidetector computed tomography. *Head & Neck: Journal for the Sciences and Specialties of the Head and Neck*, 30(9), 1211-1215.

Turienzo, G. (2004) Observaciones sobre el comercio en Al-Andalus. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Turner, C. G. (1979). Dental anthropological indications of agriculture among the Jomon people of central Japan. X. Peopling of the Pacific. *American Journal of Physical Anthropology*, 51(4), 619-635.

Turner, C. G. (1990). Major features of Sundadonty and Sinodonty, including suggestions about East Asian microevolution, population history, and late Pleistocene relationships with Australian aboriginals. *American Journal of Physical Anthropology*, 82(3), 295-317.

Turner, C.G., Nichol, C.R., & Scott, G.R. (1991). Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University dental

anthropology system. En M.A. Kelley y C.S. Larsen (eds.), *Advances in Dental Anthropology*, 13-32. Wiley-Liss.

Tveit, M., Rosengren, B. E., Nilsson, J. Å., & Karlsson, M. K. (2012). Former male elite athletes have a higher prevalence of osteoarthritis and arthroplasty in the hip and knee than expected. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(3), 527-533.

Tyler, P., & Saifuddin, A. (2010). The imaging of myositis ossificans. *Seminars in musculoskeletal radiology*, 14 (2), 201-216).

Tyrrell, A. (2000). Skeletal non-metric traits and the assessment of inter-and intra-population diversity: past problems and future potential. En M. Cox y S. Mays (eds.), *Human osteology in archaeology and forensic science*, 289-306. Cambridge University Press.

Ubelaker, D.H. (1999). *Human Skeletal Remains: Excavation, Analysis and Interpretation*. Smithsonian Institution Press.

Ubelaker, D. H., & Pap, I. (1998). Skeletal evidence for health and disease in the Iron Age of Northeastern Hungary. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8(4), 231-251.

Ubelaker, D. H., & Volk, C. G. (2002). A test of the Phenice method for the estimation of sex. *Journal of Forensic Science*, 47(1), 19-24.

Ubelaker, D. H., & Khosrowshahi, H. (2019). Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sciences Research*, 4(1), 1-9.

Uhl, A., Karakostis, F. A., Wahl, J., & Harvati, K. (2020). A cross-population study of sexual dimorphism in the bony labyrinth. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12(7), 1-11.

Usenbo, A., Kramer, V., Young, T., & Musekiwa, A. (2015). Prevalence of arthritis in Africa: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 10(8), e0133858.

Usher, B.M. (2002). Reference samples: the first step in linking biology and age in the human skeleton. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 29-47. Cambridge University Press.

Üstündağ, H. (2009). Schmorl's nodes in a post-medieval skeletal sample from Klostermarienberg, Austria. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19(6), 695-710.

Vallois, H. V. (1960). Vital statistics in prehistoric populations as determined from archaeological data. En R.F. Heizer y S.F. Cook (eds.), *The application of quantitative methods in archaeology*, 186-204. Quadrangle Books.

- van der Meijden, O. A., Gaskill, T. R., & Millett, P. J. (2012). Treatment of clavicle fractures: current concepts review. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 21(3), 423-429.
- van Gerven, D.P., & Armelagos, G.J. (1983). Farewell to paleodemography? Rumors of its death have been greatly exaggerated. *Journal of Human evolution*, 12(4), 353-360.
- van Gerven, D. P., Sheridan, S. G., & Adams, W. Y. (1995). The health and nutrition of a medieval Nubian population: the impact of political and economic change. *American Anthropologist*, 97(3), 468-480.
- van Klinken, G. J. (1999). Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements. *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 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 S. H. Ambrose y M. A. Katzenberg (eds.), *Biogeochemical approaches to paleodietary analysis*, 39-63. Springer.
- van Strydonck, M., Boudin, M., Ervynck, A., Orvay, J., & Borms, H. (2005). Spatial and temporal variation of dietary habits during the prehistory of the Balearic Islands as reflected by ^{14}C , $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ analyses on human and animal bones. *Mayurqa*, 523-542.
- Vaquerizo Gil, D. (2017). La alimentación en al-Andalus a partir del registro arqueofaunístico. Estado de la cuestión. *Lucentum*, 36, 341-358.
- Vargiu, R., Cucina, A., & Coppa, A. (2009). Italian populations during the Copper Age: Assessment of biological affinities through morphological dental traits. *Human biology*, 81(4), 479-493.
- Ventades, N. G., Laza, I. M., Hervella, M., & de-la-Rúa, C. (2018). A recording form for differential diagnosis of arthropathies. *International journal of paleopathology*, 20, 45-49.
- Vercellotti, G., Piperata, B. A., Agnew, A. M., Wilson, W. M., Dufour, D. L., Reina, J. C., ... & Sciulli, P. W. (2014). Exploring the multidimensionality of stature variation in the past through comparisons of archaeological and living populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 155(2), 229-242.
- Viciano, P. (2012). *Els peus que calciguen la terra. Els llauradors del País Valencià a la fi de l'edat Mitjana*. Universitat de València.

- Viciano, J., López-Lázaro, S., & Alemán, I. (2013). Sex estimation based on deciduous and permanent dentition in a contemporary Spanish population. *American Journal of Physical Anthropology*, 152(1), 31-43.
- Vidal-Castro, F. (2016). El tratamiento de la infancia y los derechos del niño en el derecho islámico con especial referencia a la escuela malikí ya al-Andalus/Treatment of childhood and children's rights in Islamic law with special attention to Maliki law and al-Andalus. *Anaquel de Estudios Árabes*, 27, 201-238.
- Vigil-Escalera, A. (2009). Sepulturas, huertos y radiocarbono (siglos VIII-XIII dC). El proceso de islamización en el medio rural del centro peninsular y otras cuestiones. *Studia Historica, Historia Medieval*, 27, 97-118.
- Vila, J.M (s.f.). *Memòria de la Intervenció Arqueològica Realitzada a la Col·legiata de Sant Pere d'Àger*. Memoria inédita. Departament de Cultura Lleida.
- Vilaseca, S., & Prunera, A. (1966). Sepulcros de losas, antiguos y altomedievales, de las comarcas tarraconenses. *Butlletí Arqueològic. Reial Societat Arqueològica Tarraconense*, 93-96, 25-46.
- Virchow, R. (1875). *Über einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel*. Abhandl. der Berliner Akademie.
- Virgili, A. (2011). El Camp de Tarragona entre l'Antiguitat Tardana i el repartiment feudal (segles XI-XII). Historiografia i arqueologia. En Ajuntament de Tarragona (ed.), *Actes del IV Congrés d'Arqueologia Medieval i Moderna a Catalunya*, 2, 47-66. ACRAM y Ajuntament de Tarragona.
- Virgili, A. (2014). La conquista feudal de la región oriental de la " frontera superior " de al-Andalus: Balaguer, Tarragona, Tortosa y Lleida (ss. XI-XII). En A. Espino (ed.), *Nuevas fronteras de la historia de la guerra*, 49-68. Libros Pórtico.
- Virgili, A. (2019). Sarraïns a la Catalunya Nova (segles XII-XIII). F. Sabaté (ed.), *Poblacions rebutjades, poblacions desplaçades. (Europa Medieval)*, 45-70. Pagès editors.
- Virginia, R. A., & Delwiche, C. C. (1982). Natural ¹⁵N abundance of presumed N₂-fixing and non-N₂-fixing plants from selected ecosystems. *Oecologia*, 54(3), 317-325.
- Vives, E. (1982). Les restes òssies humanes del cementiri medieval de L'Esquerda (Roda de Ter, Osona). Sector I. Estudi preliminar. *Ausa*, 10(102), 341-343.

- Vodanović, M., Demo, Ž., Njemirovskij, V., Keros, J., & Brkić, H. (2007). Odontometrics: a useful method for sex determination in an archaeological skeletal population?. *Journal of Archaeological Science*, 34(6), 905-913.
- von Caemmerer, S. (1992). Carbon isotope discrimination in C3-C4 intermediates. *Plant, Cell & Environment*, 15(9), 1063-1072.
- von Carabelli, G. (1842). *Anatomie des Mundes*. Braumuller und Seidel.
- von Cramon-Taubadel, N. (2014). Evolutionary insights into global patterns of human cranial diversity: population history, climatic and dietary effects. *Journal of Anthropological Sciences*, 92(4), 43-77.
- Wadsworth, T. G. (1990). Colles' fracture. *BMJ: British Medical Journal*, 301(6745), 192.
- Walczak, B. E., Johnson, C. N., & Howe, B. M. (2015). Myositis ossificans. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(10), 612-622.
- Waldron, T. (2009). *Paleopathology*. Cambridge University Press.
- Walker, P. L. (2008). Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 136, 39–50.
- Walker, P. L., Johnson, J. R., & Lambert, P. M. (1988). Age and sex biases in the preservation of human skeletal remains. *American Journal of Physical Anthropology*, 76(2), 183-188.
- Walker, P. L., Bathurst, R. R., Richman, R., Gjerdrum, T., & Andrushko, V. A. (2009). The causes of porotic hyperostosis and cribra orbitalia: A reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(2), 109-125.
- Walter, B. S., & DeWitte, S. N. (2017). Urban and rural mortality and survival in Medieval England. *Annals of Human Biology*, 44(4), 338-348.
- Wapler, U., Crubezy, E., & Schultz, M. (2004). Is cribra orbitalia synonymous with anemia? Analysis and interpretation of cranial pathology in Sudan. *American Journal of Physical Anthropology*, 123(4), 333-339.
- Ward Jr, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American statistical association*, 58(301), 236-244.
- Washburn, S.L. (1951). The new physical anthropology. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 13, 258-304.

- Wasterlain, R.S.N. (2000). *Morphé: análise das proporções entre os membros, dimorfismo sexual e estatura de uma amostra da coleção de esqueletos identificados do Museu Antropológico da Universidade de Coimbra* (Master's thesis).
- Waters-Rist, A. L., & Katzenberg, M. A. (2010). The effect of growth on stable nitrogen isotope ratios in subadult bone collagen. *International Journal of Osteoarchaeology*, 20(2), 172-191.
- Watson, J. T., Fields, M., & Martin, D. L. (2010). Introduction of agriculture and its effects on women's oral health. *American Journal of Human Biology*, 22(1), 92-102.
- Webb, E., Thomson, S., Nelson, A., White, C., Koren, G., Rieder, M., & Van Uum, S. (2010). Assessing individual systemic stress through cortisol analysis of archaeological hair. *Journal of Archaeological Science*, 37(4), 807-812.
- Weedon, M. N., & Frayling, T. M. (2008). Reaching new heights: insights into the genetics of human stature. *Trends in genetics*, 24(12), 595-603.
- Weinstein, L. P., & Hanel, D. P. (2002). Metacarpal fractures. *Journal of the American Society for Surgery of the Hand*, 2(4), 168-180.
- Weiss, K.M. (1973). *Demographic models for anthropology*. Society for American Archaeology.
- Weiss, K.M. (1975). Demographic disturbance and the use of life tables in anthropology. *Memoirs of the Society for American Archaeology*, (30), 46-56.
- Weiss, E. (2006). Osteoarthritis and body mass. *Journal of Archaeological Science*, 33(5), 690-695.
- Weiss, K. M., & Buchanan, A. V. (2003). Evolution by phenotype: a biomedical perspective. *Perspectives in Biology and Medicine*, 46(2), 159-182.
- Weiss, E., & Jurmain, R. (2007). Osteoarthritis revisited: a contemporary review of aetiology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17(5), 437-450.
- Welcker, H., 1888. Cribra orbitalia, ein ethnologisch-diagnostisches mermal Am schadel mehrere menschrassen. *Archiv fur Anthropology*, 17.
- Weston, D. A. (2012). Nonspecific infection in paleopathology: Interpreting periosteal reactions. En A. L. Grauer (ed.), *A Companion to Paleopathology*, 492-512. Wiley-Blackwell.
- White, T, D., & Folkens, P, A, (2005), *The human bone manual*, Elsevier.

- Wieberg, D. A., & Wescott, D. J. (2008). Estimating the timing of long bone fractures: correlation between the postmortem interval, bone moisture content, and blunt force trauma fracture characteristics. *Journal of Forensic Sciences*, 53(5), 1028-1034.
- Willey, P. (2016). Stature estimation. En S. Blau y D.H. Ubelaker (eds.), *Handbook of forensic anthropology and archaeology*, 350-363. Routledge.
- Williams, F. M. K., Manek, N. J., Sambrook, P. N., Spector, T. D., & Macgregor, A. J. (2007). Schmorl's nodes: common, highly heritable, and related to lumbar disc disease. *Arthritis Care & Research: Official Journal of the American College of Rheumatology*, 57(5), 855-860.
- Willis, A., & Oxenham, M. F. (2013). The neolithic demographic transition and oral health: The Southeast Asian experience. *American Journal of Physical Anthropology*, 152(2), 197-208.
- Wilson, C. (1985). *The dictionary of demography*. Basil Blackwell Ltd.
- Wilson, L. A., Ives, R., Cardoso, H. F., & Humphrey, L. T. (2015). Shape, size, and maturity trajectories of the human ilium. *American Journal of Physical Anthropology*, 156(1), 19-34.
- Winters, B. A. (2009). Older adults with traumatic rib fractures: an evidence-based approach to their care. *Journal of Trauma Nursing| JTN*, 16(2), 93-97.
- Wittwer-Backofen, U. (1987). Überblick über den aktuellen Stand paläodemographischer Forschung. *Homo*, 38(3-4), 151-160.
- Witwit, W. A., Kovac, P., Sward, A., Agnvall, C., Todd, C., Thoreson, O., ... & Baranto, A. (2018). Disc degeneration on MRI is more prevalent in young elite skiers compared to controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(1), 325-332.
- Witwit, W., Thoreson, O., Swärd Aminoff, A., Todd, C., Jonasson, P., Laxdal, G., ... & Baranto, A. (2020). Young football players have significantly more spinal changes on MRI compared to non-athletes. *Translational Sports Medicine*, 3(4), 288-295.
- Wong, P. K. W., Hanna, T. N., Shuaib, W., Sanders, S. M., & Khosa, F. (2015a). What's in a name? Lower extremity fracture eponyms (Part 1). *International Journal of Emergency Medicine*, 8(1), 1-8.
- Wong, P. K. W., Hanna, T. N., Shuaib, W., Sanders, S. M., & Khosa, F. (2015b). What's in a name? Lower extremity fracture eponyms (Part 2). *International Journal of Emergency Medicine*, 8(1), 1-8.

- Wood, J.W., Holman, D.J., Weiss, K.M., Buchanan, A.V., & LeFor, B. (1992a). Hazards models for human population biology. *American Journal of Physical Anthropology*, 35(S15), 43-87.
- Wood, J.W., Milner, G.R., Harpending, H.C., Weiss, K.M., Cohen, M.N., Eisenberg, L.E., Hutchinson, D.L., Jankauskas, R., Cesnys, G., Česnys, G., & Katzenberg, M.A. (1992b). The osteological paradox: problems of inferring prehistoric health from skeletal samples [and comments and reply]. *Current anthropology*, 33(4), 343-370.
- Wood, J.W., Holman, D.J., O Connor, K.A., & Ferrell, R.J. (2002). Mortality models for paleodemography. En R.D. Hoppa y J.W. Vaupel (eds.), *Paleodemography. Age distributions from skeletal samples*, 129-168. Cambridge University Press.
- Woodcock, P., Edwards, D. P., Newton, R. J., Edwards, F. A., Khen, C. V., Bottrell, S. H., & Hamer, K. C. (2012). Assessing trophic position from nitrogen isotope ratios: effective calibration against spatially varying baselines. *Naturwissenschaften*, 99(4), 275-283.
- Wood-Jones, F. (1931a). The Non-metrical morphological characters of the skull as criteria for racial diagnosis: part I: general discussion of the morphological characters employed in racial diagnosis. *Journal of Anatomy*, 65, 179-195.
- Wood-Jones, F. (1931b). The non-metrical morphological characters of the skull as criteria for racial diagnosis: part II: the non-metrical morphological characters of the Hawaiian skull. *Journal of Anatomy*, 65, 368-378.
- Wood-Jones, F. (1931c). The non-metrical morphological characters of the skull as criteria for racial diagnosis: part III: the non-metrical morphological characters of the skulls of prehistoric inhabitants of Guam. *Journal of Anatomy*, 65, 438-445.
- Woodward, M., & Rugg-Gunn, A. J. (2020). Milk, Yoghurts and Dental Caries. *The Impact of Nutrition and Diet on Oral Health*, 28, 77-90.
- Wright, L. E., & Chew, F. (1998). Porotic hyperostosis and paleoepidemiology: A forensic perspective on anemia among the ancient Maya. *American Anthropologist*, 100(4), 924-939.
- Wright, L. E., & Yoder, C. J. (2003). Recent progress in bioarchaeology: approaches to the osteological paradox. *Journal of Archaeological Research*, 11(1), 43-70.
- Wu, J. W., Yaqub, A., Ma, Y., Koudstaal, W., Hofman, A., Ikram, M. A., ... & Goudsmit, J. (2021). Biological age in healthy elderly predicts aging-related diseases including dementia. *Scientific Reports*, 11(1), 1-10.

- Wyne, A. H. (2008). Caries prevalence, severity, and pattern in preschool children. *The journal of contemporary dental practice*, 9(3), 24-31.
- Xiao, C., Ran, S., Huang, Z., & Liang, J. (2016). Bacterial diversity and community structure of supragingival plaques in adults with dental health or caries revealed by 16S pyrosequencing. *Frontiers in Microbiology*, 7, 1145.
- Yasuda, H., Shimura, T., Okigami, M., Yoshiyama, S., Ohi, M., Tanaka, K., ... & Kusunoki, M. (2016). Esophageal cancer with bone marrow hyperplasia mimicking bone metastasis: report of a case. *Case Reports in Oncology*, 9(3), 679-684.
- Yin, R., Lord, E. L., Cohen, J. R., Buser, Z., Lao, L., Zhong, G., & Wang, J. C. (2015). Distribution of Schmorl nodes in the lumbar spine and their relationship with lumbar disk degeneration and range of motion. *Spine*, 40(1), E49-E53.
- Zakrzewski, S. (2011). Population migration, variation, and identity: An Islamic Population in Iberia. En S. Agarwal y B.A. Glencross, *Social bioarchaeology*, 183-211. Wiley- Blackwell.
- Zazzo, A., Monahan, F. J., Moloney, A. P., Green, S., & Schmidt, O. (2011). Sulphur isotopes in animal hair track distance to sea. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 25(17), 2371-2378.
- Zephro, L., & Galloway, A. (2014). The biomechanics of fracture production. En V.L. Wedel y A. Galloway (eds.), *Broken Bones: Anthropological Analysis of Blunt Force Trauma*, 33-412. CC Thomas.
- Zhao, L., Wei, Y., Xu, T., Zhang, B., Hu, W., & Chung, K. H. (2019). Changes in alveolar process dimensions following extraction of molars with advanced periodontal disease: a clinical pilot study. *Clinical oral implants research*, 30(4), 324-335.
- Zhu, W., He, X., Cheng, K., Zhang, L., Chen, D., Wang, X., ... & Weng, X. (2019). Ankylosing spondylitis: etiology, pathogenesis, and treatments. *Bone research*, 7(1), 1-16.
- Zuckerman, M. K., Garofalo, E. M., Frohlich, B., & Ortner, D. J. (2014). Anemia or scurvy: A pilot study on differential diagnosis of porous and hyperostotic lesions using differential cranial vault thickness in subadult humans. *International Journal of Paleopathology*, 5, 27-33.