

Representación ósea diferencial y su impacto en el diagnóstico de osteoporosis. Aportes desde el análisis de una colección osteológica contemporánea

Marcos Plischuk, Agustina Datino, Gonzalo Garizoain y Linda Jezabel Miguez

Recibido el 28 de noviembre de 2024. Aceptado el 28 de abril de 2025

RESUMEN

Numerosos estudios han dado cuenta del impacto negativo de los procesos tafonómicos en el diagnóstico de patologías a partir de restos óseos. El objetivo de este trabajo es determinar si los procesos postdeposicionales analizados disminuyen la representación ósea de los elementos diagnósticos de osteoporosis. Se observaron 100 esqueletos adultos de ambos sexos, pertenecientes a la Colección Lambre (Argentina). Las fracturas osteoporóticas de los elementos óseos seleccionados para este análisis fueron detectadas de manera macroscópica. Para establecer la representación de unidades anatómicas se estimaron índices de conservación y de fragmentación ósea, a la vez que se relevaron diversas variables postdeposicionales. Fueron detectadas 13 fracturas osteoporóticas en seis individuos. Al segmentar la muestra bajo un criterio de inclusión restrictivo, esta se redujo a un 38%. No se detectaron correlaciones entre el sexo y la edad de muerte y la pérdida de elementos, y se observó como agente más destructivo el terreno con características anegables. El pequeño tamaño relativo de las vértebras y su alto contenido de hueso trabecular favorecerían su deterioro, al tiempo que dificultarían el diagnóstico de las fracturas osteoporóticas. La historia tafonómica registrada en el cementerio no parecería afectar el diagnóstico de osteoporosis a partir de fémur y radio.

Palabras clave: Densidad mineral ósea; Tafonomía; Entierro

Differential skeletal representation and its impact on the diagnosis of osteoporosis: insights from the analysis of a contemporary osteological collection

ABSTRACT

Several studies have demonstrated the adverse influence of taphonomic processes on the diagnosis of pathological conditions in skeletal remains. The objective of this study is to determine whether the analyzed post-depositional processes reduce the skeletal representation of elements diagnostic of osteoporosis. One hundred adult skeletons of both sexes, belonging to the Lambre Collection (Argentina) and originating from the Municipal Cemetery of La Plata, were examined. Osteoporotic fractures in selected skeletal elements were identified macroscopically. Anatomical representation was assessed through conservation and bone fragmentation indices, while several post-depositional variables were recorded. A total of 13 osteoporotic

Marcos Plischuk. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Avenida 60 y 120 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: mplischuk@med.unlp.edu.ar

Agustina Datino. Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses, Facultad de Ciencias Médicas, UNLP, Argentina. Avenida 60 y 120 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: agus.datino@gmail.com

Gonzalo Garizoain. CONICET. Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses, Facultad de Ciencias Médicas, UNLP, Argentina. Avenida 60 y 120 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: ggarizoain@med.unlp.edu.ar

Linda Jezabel Miguez. Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses, Facultad de Ciencias Médicas, UNLP, Argentina. Avenida 60 y 120 (1900), La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: ljezabelmiguez@med.unlp.edu.ar

Intersecciones en Antropología 26(2), julio-diciembre: 271-289. 2025. ISSN-e 1850-373X

<https://doi.org/10.37176/iea.26.2.2025.959>

Facultad de Ciencias Sociales - UNICEN - Argentina

fractures were identified in 6 individuals. When applying a restrictive inclusion criterion, the sample was reduced to 38%. No correlations were detected between sex or age at death and the loss of skeletal elements, while waterlogged soil conditions were identified as the most destructive agent. The small size and their high trabecular content of vertebrae likely contribute to their deterioration, hindering the diagnosis of osteoporotic fractures in past populations. In contrast, the taphonomic history of the cemetery did not appear to affect the diagnosis of osteoporosis based on the femur and radius.

Keywords: Bone mineral density; Taphonomy; Burial

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis se define como una enfermedad esquelética sistémica producida por una disminución de masa ósea y modificaciones en la microarquitectura del tejido óseo. Estos cambios conllevan un aumento en la fragilidad de los huesos y en su susceptibilidad a las fracturas (WHO, 1994). Estas últimas comprometen de manera más frecuente elementos con elevado porcentaje de tejido trabecular, tales como la epífisis proximal del fémur, el extremo distal del radio y los cuerpos vertebrales (Center et al., 1999; Melton et al., 2003; Johnell y Kanis, 2006).

Al analizar la presencia de osteoporosis en grupos humanos que habitaron en el pasado contribuimos a la comprensión de su salud ósea, tanto a nivel individual como poblacional. Algunos de sus hábitos culturales, tales como sus costumbres alimentarias y patrones de actividad física o movilidad, influyen en la aparición y desarrollo de un hueso osteoporótico. Esto se debe a que la calidad ósea de un individuo depende de factores específicos como la predisposición genética y la exposición a la radiación solar, pero también a la ingesta de alimentos ricos en calcio y el grado y clase de actividad física (Duque y Troen, 2008; Heaney, 2008; Zhang et al., 2009; Curate, 2014; Ferreti et al., 2023). Estas dos últimas variables en particular son las que pueden ser indirectamente evaluadas a partir del conocimiento acerca de la salud ósea de la población.

La evaluación de la osteoporosis a partir de restos óseos no ha sido una tarea sencilla a lo largo de la historia de la paleopatología. En la bibliografía pueden encontrarse análisis realizados a partir de métodos radiográficos, densitométricos y microscópicos (ver Curate, 2014; van Spelde et al., 2021). Sin embargo, otros investigadores sugieren que, si bien estos estudios pueden estimar la calidad ósea del individuo, la única forma de establecer un diagnóstico de certeza de osteoporosis es la observación macroscópica de las fracturas patológicas

(Brickley e Ives, 2008; Waldron, 2009). Ejemplo de esta clase de trabajos se pueden observar en muestras bioarqueológicas (Sambrook et al., 1988; Foldes et al., 1995; Reis et al., 2003; Strouhal et al., 2003; Suby et al., 2009, 2022) y en colecciones contemporáneas documentadas (Mensforth y Latimer, 1989; Curate et al., 2014). Dentro de estas últimas son de destacar los análisis en la colección osteológica Lambre (Plischuk, 2012; Plischuk et al., 2014, 2020a; Plischuk y Datino, 2024), los cuales han dado cuenta de la calidad ósea de los individuos. Durante los años de estudio de la colección Lambre, resultaron reiteradas las ocasiones en donde no se encontraban presentes todos los elementos óseos de interés para analizar fracturas osteoporóticas. Esto pudo haber redundado en resultados falsos negativos, vale decir, considerar ausencia de osteoporosis en individuos que en realidad carecían de todos los huesos necesarios para realizar un diagnóstico preciso (Plischuk y Datino, 2024). Es bien sabido que los agentes y procesos tafonómicos pueden producir alteraciones capaces de modificar a los huesos y generar rasgos que se confundan con lesiones, comúnmente conocidos como rasgos pseudopatológicos (De Souza Barbosa et al., 2019; Morlesin, 2022) dificultando así los diagnósticos diferenciales. Sumado a esto, en ocasiones pueden provocar movimientos de los elementos óseos o dañarlos de tal forma que se torne impracticable su análisis paleopatológico (Bello et al., 2006). El presente trabajo es una primera aproximación a los procesos postdepositacionales que pueden actuar negativamente en la representación ósea de huesos utilizados en el diagnóstico de osteoporosis. Para el mismo nos propusimos tres objetivos tomando como material de estudio la Colección Lambre, en relación con aquellos procesos *postmortem* de mayor relevancia en los trabajos realizados hasta el momento (Miguez, 2024). En primer lugar, determinar si los procesos postdepositacionales analizados (acción de raíces, anegabilidad del suelo y traslados dentro del cementerio) disminuyen la representación ósea de los elementos diagnósticos

de osteoporosis. En segundo término, estimar cuál es la disminución en el número muestral (n) en relación con cada elemento diagnóstico y su consecuente interpretación de las prevalencias calculadas. Por último, discutir cuál es la mejor estrategia metodológica para la evaluación de osteoporosis en muestras esqueléticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se observaron esqueletos pertenecientes a la Colección Osteológica Profesor Doctor Rómulo Lambre (Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Forenses, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata). Los mismos proceden del Cementerio Municipal de La Plata (CMLP), Buenos Aires, Argentina (Plischuk et al., 2020b). El CMLP se encuentra delimitado por las calles 131, 135, 137, 72, 74 y 76, en el sur de la ciudad de La Plata (Figura 1). La región está marcada por un clima templado, con una humedad abundante (media anual de 80%) debido principalmente a su cercanía al río de La Plata (Miguez, 2024). Los esqueletos de la Colección Lambre cuentan con datos documentales acerca de la edad de muerte, sexo, nacionalidad, fecha y causa de fallecimiento de los individuos, relevados a partir de las actas del CMLP (Plischuk et al., 2020b)

Para este trabajo se analizaron 100 esqueletos, 50 correspondientes al sexo masculino y 50 al sexo femenino. Todos los individuos eran de edad adulta, de entre 18 y 92 años, con un promedio de edad de 59,8 años (58,9 para el sexo masculino y de 60,7 para el femenino). Las fechas de fallecimiento se encontraron comprendidas entre los años 1927 y 2012, siendo en su mayoría individuos de nacionalidad argentina (Tabla 1 y Tabla suplementaria 1).

Análisis diagnóstico de osteoporosis

Las fracturas de los tres elementos óseos seleccionados para este análisis (fémur, radio y vértebras) fueron detectadas macroscópicamente. Las fracturas femorales consideradas osteoporóticas fueron aquellas que comprometían la epífisis proximal (Barco Laakso et al., 2003; Alegre López, 2009; Curate, 2014), a la vez que fueron considerados como indicadores de fractura los elementos ortopédicos presentes (Plischuk, 2010). Las fracturas radiales osteoporóticas fueron registradas cuando alteraban la estructura ósea normal del tercio distal de su diáfisis y/o su epífisis distal (Fernández Fernández et al., 2003; Brickley e Ives, 2008). En el caso de las vértebras se consideró la fractura cuando afectaba



Figura 1. Ubicación geográfica del Cementerio Municipal de La Plata. a) Ubicación de la ciudad de La Plata en la provincia de Buenos Aires, Argentina. b) Ubicación del Cementerio Municipal en la ciudad. c) Vista aérea del Cementerio Municipal.

	n	Edad de muerte (\bar{x})	Edad de muerte (mediana)	Fechas de fallecimiento
Total	100	59,83	60,5	1927-2012
Femeninos	50	60,74	61,5	1938-2012
Masculinos	50	58,92	60,5	1927-1998

Tabla 1. Composición de la muestra.

el cuerpo de las mismas. Este último análisis en particular se realizó a través de una aproximación morfométrica con calibre digital Mitutoyo (precisión 0,01 mm) de todas las piezas vertebrales siguiendo la propuesta de Genant et al. (1993). Dicho método consiste en la medición de la altura vertebral en las zonas anterior, media y posterior del cuerpo. Si la diferencia de alguna de las alturas relevadas con la altura mayor era superior al 20% se registró a la vértebra como fracturada (para un mayor detalle ver Plischuk y Datino, 2024). Se evaluaron las vértebras completas de los segmentos torácico y lumbar excepto la última vértebra lumbar (L5) dado que la morfología normal de esta última evidencia una notoria diferencia de altura en las zonas anterior y posterior de su cuerpo, lo que llevaría a generar falsos positivos mediante el diagnóstico (Plischuk y Datino, 2024). Para considerar una vértebra como completa se siguió la recomendación de Buikstra y Ubelaker (1994) analizando solo piezas que presentaran una completitud mayor al 75%. En los casos en que los cuerpos vertebrales se encontraran fusionados debido a la unión de osteofitos de vértebras contiguas las mediciones se realizaron sobre imágenes radiográficas del material. Las radiografías utilizadas en este trabajo fueron tomadas en el Hospital Interzonal General de Agudos "Profesor Dr. Rodolfo Rossi" de la ciudad de La Plata, utilizando un Tubo de Rayos X columna Dinan Digitalizadora AGFA CR30XM (42Kv y 6,4 Mamp).

Análisis de representación ósea

Para establecer la representación de unidades anatómicas de cada esqueleto se estimó el Índice de Conservación Osteoarqueológico del Esqueleto (ICOAS). Este índice considera como unidad anatómica al hueso identificado con una integridad igual o mayor al 75% (Thillaud, 1992). El ICOAS se calcula a través del número de huesos disponibles sobre el número total aproximado de huesos del esqueleto humano (200) multiplicado por 100 (Campillo, 2001). Este índice se calculó para cada uno de los esqueletos disponibles. A fin de

evaluar el grado de fragmentación ósea se evaluó el Número de Especímenes Óseos Identificables (NISP) para cada individuo (Mengoni Goñalons, 2010). Posteriormente se calculó la media del ICOAS y del NISP promediando los resultados agrupados por las variables independientes a considerar (anegabilidad del suelo, trayectoria del cuerpo, acción de raíces, sexo). Por último, se estimó la media del ICOAS y NISP para los esqueletos agrupados en relación con los criterios de inclusión descritos a continuación.

A fin de alcanzar el segundo objetivo propuesto, se estimaron los números muestrales en función de tres criterios de inclusión para cada uno de los elementos óseos mencionados. En este sentido, se calculó el primer número muestral estableciendo un criterio de inclusión restrictivo, considerando solo esqueletos con el 100% de los elementos esperados presentes para cada uno de ellos (2 fémures, 2 radios, 16 vértebras por individuo) y un segundo número muestral con un criterio de inclusión más laxo para aquellos individuos que tuvieran al menos un 50% (1 fémur, 1 radio, 8-11 vértebras). Por último, solo para el análisis vertebral de osteoporosis, también se calculó el número muestral contemplando aquellos individuos que presentaran más de un 75% de las piezas óseas esperadas (12-15 vértebras) (Tabla 2).

Los cementerios contemporáneos pueden presentar una dinámica de movimiento interno de los restos humanos debido a cuestiones de espacio y operatividad, en donde ocurren traslados entre tierra, nicho y bóveda. En este sentido, se buscó operacionalizar dicha información a fin de determinar la pérdida de material óseo en la acción de traslado del cuerpo. La propuesta metodológica entonces fue clasificar a los individuos, por un lado, en aquellos que solo tuvieron una inhumación en tierra (T) y, por otro lado, aquellos que tuvieron un paso previo o posterior por nicho o bóveda (N). Cabe destacar que entre estos últimos fue incluido un individuo que estuvo exento de un paso por tierra. La trayectoria de los esqueletos fue relevada solo en 84 individuos, dado que no fue posible obtener información acerca de los 16 restantes en las actas del CMLP. Las inhumaciones fueron clasificadas de acuerdo a su ubicación en zonas anegables (ZA) y no anegables (ZNA) durante su paso por tierra (Figura 2). La anegabilidad de ciertos sectores fue determinada a través de las referencias vertidas por el personal del CMLP y confirmadas por uno de los

Muestra		N	ICOAS (\bar{x})	NISP (\bar{x})
	Total	100	56,62%	118
Sexo	F	50	56,52%	117,58
	M	50	56,72%	119,14
Trayectoria	T	32	53,06%	112,66
	N	52	58,03%	120,43
Anegabilidad	ZA	23	55,82%	117,69
	ZNA	60	58,18%	118,1
Acción de raíces	Presencia	55	57,69%	120,13
	Ausencia	45	55,31%	116,2
Vértebra, fémures y radios	100%	33	59,42%	122
Vértebra	100% (16)	38	58,31%	121,21
	75% (15-12)	30	53,50%	111,4
	50% (11-8)	18	56,50%	120,5
	≤50% (≤7)	14	58,85%	122,78
Fémur	100% (2)	89	56,70%	117,35
	50% (1)	6	56,50%	122,5
	0% (0)	5	55%	131,4
Radio	100% (2)	99	56,70%	118,66
	50% (1)	0	0	0
	0% (0)	1	45%	89

Tabla 2. Relación entre los índices de representación estimados y otras variables relevadas. Referencias. F: femenino; M: masculino; T: tierra; N: nicho/bóveda; ZA: zonas anegables; ZNA: zonas no anegables; n: número muestral; ICOAS: índice de conservación osteoarqueológico del esqueleto; NISP: número de especímenes óseos identificables.

autores del trabajo (L.M.). Esta información se basaba en la forma de escurrimiento y estancamiento del agua de lluvia y de los sectores afectados por la sombra de la línea de nicheras (Figura 2). Dentro de estos 84 casos documentados, las condiciones anegables del terreno inhumatorio fue una variable considerada en aquellos que hubiesen tenido un paso por tierra ($n = 83$). Estas dos variables, trayectoria y anegabilidad, fueron relacionadas además con la cantidad de vértebras halladas en los individuos.

Por último, se estableció para cada uno de los esqueletos de la muestra original ($n = 100$) la acción de raíces de manera macroscópica y con lupa 10x, basada en el criterio de González (2007). Este relevamiento consideró aspectos como la distribución, profundidad y diseño de los surcos en los huesos, distinguiendo patrones lineales, reticulares y dendríticos. El relevamiento se realizó de manera cualitativa, considerando individuos con acción de raíces a todos aquellos que presentaran dicho rasgo en al

menos un hueso de su esqueleto. La selección de este agente respondió a su predominio en el contexto particular de este cementerio, hecho observado durante excavaciones sistemáticas previas. Dado que es el agente biótico más relevante en este contexto se evaluó la manera en que la acción de las raíces impacta en la integridad ósea, contribuyendo a la fragmentación y a la potencial pérdida de elementos diagnósticos (Miguez, 2024).

Todos los análisis propuestos se realizaron considerando la edad de los individuos al igual que el sexo documentado. Para establecer la asociación entre edad de muerte y pérdida de elementos óseos (vértebras, fémures y radios) se agruparon los individuos en cuatro grupos en función de las características del tejido óseo durante la vida adulta: 18 a 35 años (aumento de masa ósea), 35-49 años (pico de masa ósea), 50-64 años (osteoporosis tipo I o postmenopáusica) y mayores de 65 años (osteoporosis II o senil) y se realizó un análisis de X^2 mediante el programa estadístico SPSS 23.0.

Consideraciones bioéticas

Este trabajo se encuentra enmarcado en un proyecto de mayor escala que involucra diversos aspectos de la Colección Osteológica Lambre, el cual fue evaluado y aprobado por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) (Exp. 800-6213812/12). Para su realización, además, se siguieron las directrices de la "Declaración de la Asociación de Antropología Biológica Argentina en Relación con la Ética del Estudio de Restos Humanos" (2007) y del "Código Deontológico para el estudio, conservación y gestión de restos humanos de poblaciones del pasado" (Aranda et al., 2014).

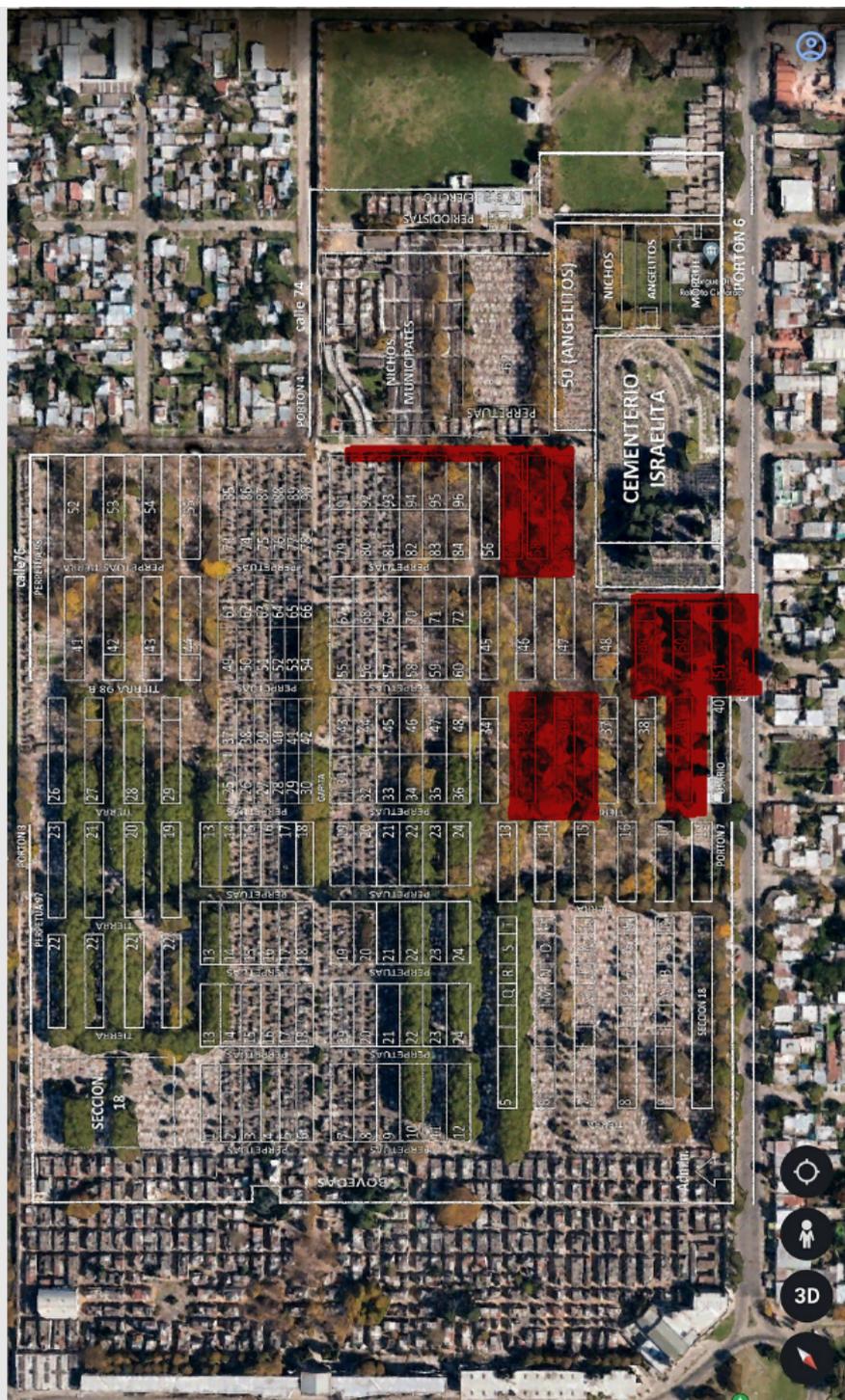


Figura 2. Vista aérea del Cementerio Municipal de La Plata. En color rojo se señalan las zonas anegables.

RESULTADOS

Fueron halladas en total 14 fracturas osteoporóticas que afectaron a seis individuos (6%) (Tabla 3). Al analizar por separado cada hueso afectado, las frecuencias fueron de 5% para vértebras y 1% para radio y fémur. En el caso de las fracturas femorales,

solo se registró un caso en un individuo masculino de 74 años de edad. Esta fractura osteoporótica comprometió al fémur izquierdo y fue clasificada como intracapsular, con la presencia de una prótesis bipolar de cabeza femoral y acetábulo coxal (Figura 3a). Por otra parte, se relevó un total de 12 fracturas vertebrales en cinco individuos (tres femeninos y dos masculinos), con variabilidad en la cantidad de vértebras comprometidas en cada caso. Todas las vértebras fracturadas corresponden al segmento torácico inferior y lumbar superior (T8 a L1), siendo la más frecuente la T8 (Figura 3b). Por último, una fractura radial izquierda fue observada en un individuo femenino de 84 años de edad, presentando una ubicación extra-articular (Figura 3c).

El ICOAS general estimado para toda la muestra fue de 56,6% ($n = 100$), estimándose en 56,5% para el sexo femenino ($n = 50$) y 56,7% para el masculino ($n = 50$) (Tabla 2). Cuando observamos este índice en las distintas muestras construidas a partir de los criterios de

inclusión para vértebras, observamos que oscilan entre un 53,5% ($n = 30$) a un 58,8% ($n = 14$) (Tabla 2), sin una tendencia que muestre una asociación entre una pérdida mayor de vértebras y un menor ICOAS individual. Al estimar el ICOAS en individuos con ausencia de al menos un fémur ($n = 11$) observamos que el valor disminuye levemente con respecto a los individuos con ambos fémures

Individuo	Edad	Sexo	Vértabras afectadas			Radio afectado		Fémur afectado	
			Vérte-bra	Tipo de fractura	Severidad	Lateralidad	Tipo de fractura	Lateralidad	Tipo de fractura
41	74	M						Izquierda	Intracapsular
49	59	M	T12	Cuña	Leve				
51	68	M	T8	Cuña	Moderada				
57	84	F	T8	Cuña	Leve	Izquierda	Extraarticular		
58	92	F	T7	Cuña	Leve				
			T9	Cuña	Leve				
			T10	Cuña	Leve				
			L1	Cuña	Leve				
84	63	F	T8	Cuña	Leve				
			T9	Cuña	Leve				
			T11	Cuña	Leve				
			T12	Cuña	Moderada				
			L1	Cuña	Leve				

Tabla 3. Características de los individuos con fracturas osteoporóticas. Referencias. M: masculino; F: femenino; T: torácica; L: lumbar.



Figura 3. Fracturas osteoporóticas relevadas. a) Fractura intracapsular de fémur izquierdo. b) Fractura en cuña en 12° vértebra torácica. c) Fractura extraarticular de radio distal izquierdo.

(54,7%; n = 11 vs. 56,7%; n = 89), en tanto el individuo con pérdida de radios evidenció un ICOAS de 45%. El ICOAS promedio para los esqueletos con traslados a nicho fue de 58%, mientras que para

aquellos con solo un paso por tierra fue de 53%. La media de NISP para los 100 individuos fue de \bar{x} = 118, siendo de \bar{x} = 117,58 para el sexo femenino y \bar{x} = 119,14 para el masculino, no existiendo

mayores diferencias entre los NISP calculados por trayectoria, anegabilidad de la zona, presencia de raíces, o para los distintos grupos de acuerdo a los criterios de inclusión propuestos (Tabla 2).

El promedio de vértebras hallado en individuos que solo estuvieron inhumados en tierra fue de $\bar{x} = 12,7$ ($n = 29$), muy similar al observado para aquellos que tuvieron un paso por nicho ($\bar{x} = 12,9$; $n = 55$). El 80% de los individuos que presentaron ausencia de uno o ambos fémures ($n = 11$) tuvieron un traslado a nicho, al igual que el único individuo que no presentó sus radios.

Al observar el grupo de individuos formado por aquellos esqueletos que presentan el 100% de los elementos esperados (16 vértebras, ambos fémures y radios) se constata que la muestra se disminuye a 33 individuos, como se aprecia en la Tabla 2. Se advierte además una representación diferencial entre las unidades anatómicas estudiadas, resultando las vértebras más alteradas macroscópicamente que fémures y radios. La muestra de esqueletos con 16 vértebras completas queda compuesta por 38 individuos (38% de la muestra original). Incluso cuando utilizamos un criterio de inclusión más laxo, sumando aquellos esqueletos con al menos el 75% de las vértebras presentes la muestra aumenta, pero no alcanza el 70% del número muestral original ($n = 68$; 68%). Considerando este último grupo fue que se observaron cuatro de las cinco vértebras fracturadas, mientras que el restante individuo con fracturas presentó la totalidad de las vértebras. Para alcanzar valores similares de preservación a los vistos en radio y fémur deberíamos incluir entonces individuos que presenten entre 8 y 11 vértebras, es decir, con el criterio de inclusión de al menos el 50% de huesos presentes. Este panorama se observa de manera similar entre ambos sexos, aunque los individuos femeninos presentan un porcentaje levemente mayor en el grupo con la totalidad de las vértebras presentes (44% vs. 32%). La muestra de individuos con ambos fémures está compuesta por 89 casos y aquellos con ambos radios alcanzan un total de 99 (Tabla 2). Es para

notar que entre los esqueletos que cuentan con la totalidad de elementos diagnósticos esperados ($n = 33$) solo se encontró un individuo con fracturas osteoporóticas en su vértebra T12, lo que arroja una prevalencia de 3,3%. Al analizar la muestra de 68 individuos, incluyendo aquellos que poseen entre 12 y 15 vértebras, independientemente de la ausencia de fémures y radios la prevalencia asciende a 8,8%.

Cuando relacionamos las edades de fallecimiento con la pérdida de vértebras, observamos que la media para los individuos con el 100% de las vértebras es de $\bar{x} = 58,89\%$ ($n = 38$). Sin embargo, en los individuos en los que se recuperó una menor cantidad de vértebras (siete o menos) la media de edad disminuye a 56 años ($n = 14$). La falta de asociación entre ambas variables (Figura 4) fue confirmada por el análisis estadístico ($X^2 = 38,73$; $p = 0,34$). El promedio de edad en los individuos que no presentaron uno o ambos fémures es de 44,1 años ($n = 11$), sin diferencias notorias por sexo ($\bar{x} = 43,8$ años, $n = 5$ para femeninos; $\bar{x} = 44,3$ años, $n = 6$ para masculinos). Asimismo, al analizar la relación entre la edad y el número de elementos presentes para este hueso, se observó que la misma no fue estadísticamente significativa ($X^2 = 11,29$; $p = 0,08$). Por último, en el caso del radio, solo se observó la ausencia de este elemento en un único caso (individuo con

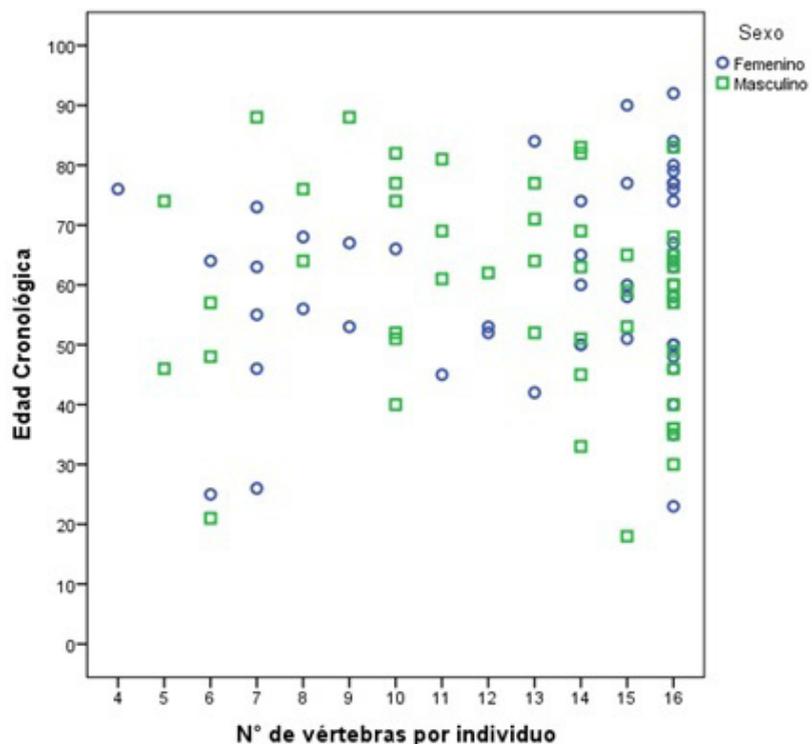


Figura 4. Asociación entre edad de muerte, sexo y número de vértebras por individuo.

edad de fallecimiento de 40 años). Al evaluar la asociación entre la edad de muerte y la presencia de este elemento, se encontró que la misma no es significativa ($X^2 = 4,0$; $p = 0,23$).

En cuanto al análisis realizado considerando las condiciones de suelos anegables en el entierro, observamos una tendencia en la asociación entre dicha variable y la cantidad de vértebras halladas. Como se observa en la Figura 5, aquellos individuos con la totalidad de vértebras recuperadas provienen en su mayoría de zonas no anegables ($n = 26$). Sin embargo, al considerar como variable independiente las condiciones del suelo del terreno, el promedio de vértebras halladas fue levemente superior en las zonas anegables (13,2%; $n = 60$) que en zonas no anegables (11,9%; $n = 23$). Entre los individuos con ausencia de al menos un fémur no se hallaron diferencias en cuanto a la zona de inhumación, al igual que el individuo que no contenía ambos radios.

El porcentaje estimado de individuos con acción de raíces fue de 55% ($n = 100$), un valor muy similar en aquellos individuos que no presentaron ambos fémures (54,54%; $n = 11$). En tanto los esqueletos con ausencia de vértebras tuvieron un comportamiento disímil, sin una tendencia observable, con valores que oscilaron entre el 28,6% ($n = 14$) y el 56,6% ($n = 30$) de individuos con raíces en los distintos grupos establecidos considerando la cantidad de vértebras halladas (Tabla 4). Estos resultados se verificaron tanto para la muestra general como también al segmentarla por sexo. Por último, el individuo con ausencia de ambos radios presentó señales de este agente tafonómico. En cuanto al tipo de marca registrada, los patrones reticulares y dendríticos fueron los diseños más frecuentes, fundamentalmente observados en huesos largos y planos. Los surcos lineales en cambio fueron hallados en menor medida, preferentemente en huesos cortos. No se notó ninguna tendencia con relación al tipo de diseño y las demás variables analizadas.

DISCUSIÓN

Uno de los principales resultados de este trabajo es la considerable merma de individuos observables para registrar fracturas vertebrales al establecer criterios estrictos de inclusión. Esta ausencia de unidades anatómicas es aún más notoria al compararla con aquella relevada en radios y fémures. La razón para dicha diferencia radicaría en el tipo de hueso predominante en las vértebras. Existe evidencia acerca de una descomposición más rápida del hueso trabecular, principal componente de los cuerpos vertebrales. Este tipo de tejido óseo, en comparación con el tejido cortical, presenta una mayor superficie de contacto entre el tejido y el suelo, lo cual aumenta el intercambio de elementos químicos entre ambos (Pokines y Baker, 2013). En el caso de las vértebras, además, se suman dos factores que afectan negativamente su preservación. El primero es la mayor debilidad

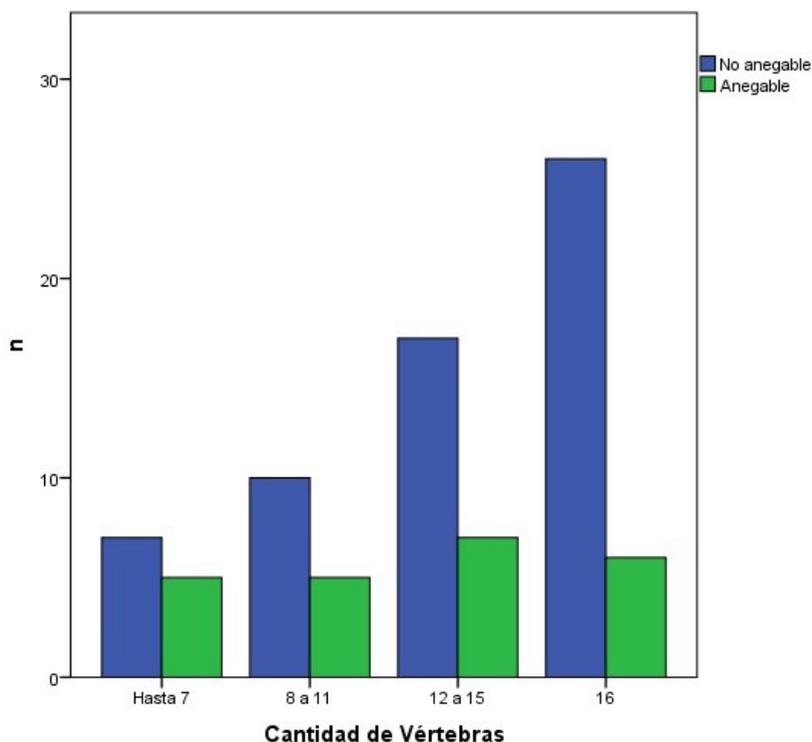


Figura 5. Relación entre cantidad de vértebras halladas y condiciones del terreno.

Vértebras halladas	Con acción de raíces	%	Sin acción de raíces	%
≤50% (≤7)	10	71,43	4	28,571429
50% (11-8)	9	50,00	9	50
75% (15-12)	13	43,33	17	56,666667
100% (16)	23	60,53	15	39,473684

Tabla 4. Individuos con pérdida de vértebras con relación a la acción de raíces en su esqueleto.

mecánica debido a la delgadez de sus trabéculas (Pinhasi y Borbou, 2008), y el segundo se vincula con su tamaño, siendo conocido que los elementos pequeños son los más proclives a perderse (Mays et al., 1998; Garizoain et al., 2016), sobre todo considerando que la excavación y el traslado de los restos observados en el presente trabajo no fueron realizados bajo técnicas arqueológicas sistemáticas (Miguez, 2024). Von Endt y Ortner (1984) comenzaron a demostrar, mediante un estudio experimental utilizando esqueletos de bóvidos, que los huesos pequeños, con mayor porosidad y alto contenido de tejido trabecular experimentan un deterioro por procesos diagenéticos más veloz que aquellos de mayor tamaño. Análisis previos sobre preservación en el CMLP también han mostrado que los huesos pequeños y aquellos con alto contenido de hueso trabecular y bajo contenido de hueso cortical, están pobremente representados (Garizoain et al., 2016; Miguez et al., 2022; Miguez, 2024). En la misma dirección, estudios sobre la supervivencia ósea y recuperación de huesos de adultos del sitio romano-británico en West Tenter Street, Londres (Waldron, 1987), de esqueletos medievales del sitio de Blackfriars en Ipswich, Inglaterra (Mays, 1992), de esqueletos infantiles del período heládico medio en Grecia (Ingvarsson-Sundström, 2008) y de las inhumaciones excavadas en St. Este've le Pont y Observance, en Francia (Bello et al., 2006), apoyan estos resultados.

Una de las condiciones que debilitan aún más el tejido trabecular vertebral es la osteoporosis, siendo una de las patologías más comúnmente asociadas con el envejecimiento (Brickley e Ives, 2008; Grob, 2015). El proceso de envejecimiento en la especie humana afecta, tal como mencionamos, la integridad del tejido óseo (Brickley e Ives, 2008; Duque y Troen, 2008; Alonso-Bouzon y Duque, 2011; Ferreti et al., 2023). El descenso de los niveles de Densidad Mineral Ósea (DMO) comienza hacia la cuarta década de vida, y se estima en aproximadamente 0,5% por año (Alonso-Bouzon y Duque, 2011). En el caso de los individuos femeninos este hecho se ve favorecido por el déficit estrogénico a partir de la cuarta década de vida (Bello et al., 2006). Sin embargo su estudio en poblaciones del pasado con contextos ecológicos y sociales muy distintos a los actuales ha demostrado una variabilidad en estas tendencias, observándose un deterioro en la calidad ósea en individuos más jóvenes (Lees et al., 1993; Ekenman et al., 1995; Agarwal y Grynpsas, 2009; Agarwal,

2012; Brødholt et al., 2021), y sin el dimorfismo sexual observado en la bibliografía clínica para las mujeres postmenopáusicas (Ekenman et al., 1995; Brickley, 2002), demostrando como cada ambiente influye la expresión de la condición. Los estudios de Beauchesne y Agarwal (2014) en la ciudad de Velia, Italia (siglos I-II) y de Mays (1996) en Wharram Percy, Inglaterra (siglos XI-XVI) han demostrado la forma en que un déficit nutricional puede conducir a una merma en la DMO en individuos adultos jóvenes. Como describimos en la introducción, la calidad ósea de un individuo está determinada por una multiplicidad de factores, tales como su predisposición genética, la edad, el sexo, su conducta reproductiva, su dieta y su actividad física (del Río et al., 1994; Carrascosa et al., 1995). En este sentido las colecciones osteológicas contemporáneas, presentan una mayor similitud con los estándares clínicos utilizados en la actualidad (Agarwal, 2021). Ericksen (1982) al analizar la colección Terry, con individuos fallecidos en su mayoría entre 1920 y 1960, observó que estos presentaban un patrón de pérdida de DMO más similar a lo relevado en la bibliografía médica para poblaciones contemporáneas industrializadas. En Portugal, Curate y colaboradores (2013) hallaron en una muestra de la Colección Coimbra, formada por individuos fallecidos entre 1910 y 1936, fracturas vertebrales osteoporóticas que responden al perfil epidemiológico actual. Los resultados obtenidos por Ericksen (1982) y Curate y colaboradores (2013), en series esqueléticas de similares características a la colección Lambre, se ajustarían entonces a la curva estadística de pérdida de hueso esperada para poblaciones contemporáneas, mostrando un pico de masa ósea cercano a los 30 años y un posterior declive que se hace más notorio luego de los 40-50 años (Agarwal, 2021). Dado el contexto sociohistórico de la población de referencia utilizada en el presente trabajo, vale decir, una ciudad occidental industrializada del siglo XX (Grob, 2015; Weiss, 2015), una hipótesis plausible es que aquellos individuos con una menor edad de muerte presentarían una mayor integridad y completitud de sus vértebras. Sin embargo, en nuestro análisis, la falta de correlación significativa y el bajo promedio de edad de muerte del grupo con menor cantidad de vértebras estarían indicando que el envejecimiento no es el único factor que afecta la integridad de la muestra. Dicho fenómeno parece repetirse con respecto a la ausencia de fémures y radios, puesto que la edad promedio de los individuos en donde no se hallaron estos

elementos ($\bar{x} = 41,91$ años) se encuentra muy por debajo de la media muestral ($\bar{x} = 59,83$ años).

Es también notoria la falta de asociación entre el número de vértebras halladas y el ICOAS. Una posible explicación radica en que la cantidad total de vértebras analizadas representa un porcentaje relativamente bajo de elementos dentro del esqueleto (8% aproximadamente). Este hecho sugiere que la ausencia de elementos vertebrales que justificaría un cambio en los criterios de inclusión, no es lo suficientemente importante con relación al número total de huesos como para verse reflejado en el ICOAS. Probablemente la manera de exhumar el cuerpo por parte del personal del cementerio podría contribuir a que se conservara una mayor cantidad de vértebras puesto que son levantadas en conjunto con el resto de los elementos torácicos del esqueleto. Llamativamente los huesos recuperados no mostraron una elevada fragmentación como así lo muestran los resultados de la estimación del NISP. Esto podría ser el resultado de la falta de una excavación sistemática y con técnicas arqueológicas, privilegiando en cambio la exhumación de elementos con una mayor integridad por parte del personal del CMLP. Asimismo, las variaciones en el NISP estimado, un índice más susceptible a procesos tafonómicos que generan la pérdida de integridad del hueso, tampoco mostraron una clara relación con los agentes tafonómicos estudiados. Por último, si bien el ICOAS permite una primera aproximación al estado de representación de los elementos óseos, rara vez da cuenta de procesos específicos de preservación diferencial (Miguez, 2024), por lo cual deberá ser completado a futuro con la estimación de otros índices.

La selección diferencial que genera el traslado de los materiales pareciera ser una variable que afecta de manera similar la representación esquelética de todos los huesos. Cuando analizamos los elementos óseos por separado vemos que la ausencia de fémures y radios está principalmente relacionada con los traslados tierra-nicho. Como ya mencionamos, su gran tamaño relativo y su constitución mayoritaria de hueso cortical permitieron alcanzar una mayor representación en el contexto inhumatorio, resistiendo de una manera más notoria la acción de factores como la humedad del suelo, pH y la acción de otros organismos. Sin embargo, la pérdida o mezcla de restos durante los traslados internos del CMLP condujeron a una ausencia de elementos. En el caso de las vértebras, este proceso de movimiento de restos sería un factor de igual

trascendencia que otros evaluados en este trabajo, además del aspecto de remoción en bloque de las vértebras descrito anteriormente.

Pareciera ser similar el efecto de la vegetación a través de sus raíces, conocido como floriturbación. La secreción de ácido húmico, al entrar en contacto con el hueso, produce marcas que afectan tanto la superficie cortical como la porción interna (Buikstra y Ubelaker, 1994; Fernández Jalvo et al., 2013; Pokines, 2018). Los huesos enterrados son una fuente de nutrientes dispuestos en altas concentraciones para las plantas, particularmente de nitrógeno y fosfatos, además de disminuir la acidez del suelo mediante la liberación de iones básicos como el calcio. La estructura porosa de los huesos provoca una captación de agua que a la vez promueve el crecimiento radicular de las especies vegetales (Pokines y Baker, 2013). Sumado a esto, su crecimiento puede causar el movimiento de huesos pequeños y la fragmentación de ciertos elementos óseos, sobre todo aquellos con mayor tejido trabecular (Gutiérrez, 2004; Pokines y Baker 2013; Bottini et al., 2020). Las raíces son capaces de penetrar en los huesos mediante forámenes vasculares ingresando de esta forma en sacro, vértebras, cráneos o pelvis. Este fenómeno, relevado previamente en material de la colección Lambre (Miguez, 2024), puede provocar que el posterior crecimiento en diámetro de la raíz destruya el hueso involucrado (Pokines y Baker, 2013). Aquellos esqueletos en los que encontramos evidencia de acción de raíces confirman de manera macroscópica la presencia de actividad vegetal en ese contexto inhumatorio. Era esperable que la floriturbación pudiera afectar la integridad esquelética, sobre todo la de los cuerpos vertebrales por las características estructurales ya mencionadas. Sin embargo, no se observó una relación directa entre aquellos individuos con acción de raíces en su esqueleto con la cantidad de vértebras en su contexto inhumatorio. Este cementerio replica el plano fundacional de la ciudad de La Plata con una gran densidad de plazuelas y lugares de reposo como zonas completamente arboladas. En particular los árboles también se encuentran en las veredas de las zonas de sepultura en tierra. A su vez, las tumbas alojan otras especies vegetales, en su mayoría plantas suculentas a modo de ornamentación, y se observa la presencia de helechos y otras hierbas silvestres que colonizan el contexto inhumatorio, sobre todo en tumbas sin un cuidado permanente (Miguez, 2024). Esta diversidad vegetal podría verse reflejada en los diversos tipos de raíces y su

consecuente acción sobre los restos óseos. En este sentido caben al menos tres posibles explicaciones vinculadas a las distintas especies vegetales que habitan la necrópolis platense. En primer lugar, las raíces de mayor tamaño que pudieran haber causado el deterioro de las vértebras no necesariamente habrían dejado marcas en el resto del esqueleto. En contraposición aquellos esqueletos que registraron la acción de raíces no necesariamente habrían sufrido pérdida de elementos, sobre todo vértebras. En este sentido, es interesante la propuesta de Luna et al. (2012) al analizar los procesos tafonómicos en el cementerio de Chacarita (Ciudad Autónoma de Buenos Aires), un ambiente muy similar al CMLP. Los autores observaron en huesos coxales una correlación positiva entre la presencia de raíces y la preservación ósea. Para explicar este fenómeno sugieren que las raíces pequeñas actuarían en forma de malla que al recubrir los huesos lo protegerían conservando su integridad. En función de esta hipótesis es que en la actualidad se desarrolla, como parte de los proyectos de investigación de nuestro equipo, un análisis microscópico de las raíces presentes en contextos inhumatorios del CMLP para ayudar a esclarecer esta problemática.

Las condiciones anegables del entorno se observan como un factor que podría favorecer el mayor deterioro del material con la consecuente pérdida de información con relación al análisis de osteoporosis en los esqueletos. Si bien las diferencias no son determinantes, se advierte una tendencia a la mejor representación ósea de los restos en ambientes menos húmedos. Relacionando este factor con las raíces mencionadas anteriormente es útil recordar que estas, durante su desecación y contracción, dejan macroporos en el suelo que pueden afectar a la infiltración del agua (Gabet et al., 2003). Lamentablemente la mayoría de los trabajos que analizan de manera sistemática el efecto de la humedad en el tejido óseo discrimina entre medios terrestres y medios acuáticos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). En estos casos la diferencia entre ambos es mucho más notoria y así se percibe en la integridad del esqueleto. La humedad, así como otras características del suelo, la flora y la fauna involucradas y los factores climáticos operan mayoritariamente a escala regional, de manera que es esperable encontrar contrastes en los modos de preservación solamente si se trasciende lo local (Vázquez et al., 2021). Incluso en los artículos que realizan un análisis de la humedad propia del suelo los resultados no son contundentes. Campobasso et

al. (2001) notan que los ambientes húmedos pueden desacelerar la descomposición por saturación de agua, en tanto otros autores concluyen que una mayor humedad propicia la acción de entomofauna y bacterias cadavéricas con la consecuente pérdida de integridad del cuerpo (Mann et al., 1990; Turner Walker, 2019). Con relación al tipo de anegamiento relatado por el personal del CMLP, se encuadraría dentro de lo que Luna et al. (2012) clasifican como entornos que se anegan en momentos de elevadas precipitaciones en un período corto de tiempo, pero que drenan rápidamente en un lapso posterior. Este ciclo de saturación y secado sería el que causa un mayor deterioro al material esquelético, puesto que una mayor circulación importante de agua y cambios en la humedad del suelo tiene como resultado una degradación de la matriz mineral ósea (Nielsen-Marsh y Hedges, 2000; Hopkins, 2008; Galligani et al., 2023). Estos regímenes hidrológicos de recarga y flujo (Hedges y Millard, 1995) afectarían particularmente al hueso trabecular debido a su mayor porosidad acelerando la disolución mineral. Esta última aumenta la porosidad ósea y genera una retroalimentación negativa conduciendo a una pérdida catastrófica de mineral (Pike et al., 2001; Morales et al., 2021).

Si bien numerosos factores físicos, químicos y biológicos han sido considerados como determinantes en la preservación de restos humanos (Mays et al., 1998; Suby y Guichón, 2004; Pokines, 2014), los dos agentes tafonómicos analizados en el presente trabajo parecieran no evidenciar una clara acción en este sentido. Los resultados observados dan cuenta que la subrepresentación de partes específicas del esqueleto es de gran relevancia para las investigaciones en paleopatología, bioarqueología y antropología forense, y estudios previos ya han observado esta preservación diferencial en cementerios histórico-contemporáneos en Argentina (Luna et al. 2012; García Laborde, et al., 2015). En particular, en algunas patologías que afectan de manera sistemática a ciertas partes del cuerpo, la falta de información afectará el diagnóstico individual y consecuentemente la estimación de la frecuencia de dicha condición en la población estudiada (Waldron, 2009). En el caso de la lepra, por ejemplo, está muy bien documentada la ulceración e infecciones secundarias en manos y pies (Waldron, 2009). Por tanto, la falta de estos elementos en el registro necesitará de la determinación de esa ausencia como consecuencia del proceso nosológico o debido a procesos postdeposicionales. Las

implicancias de la acción de una enfermedad en la supervivencia de los huesos variarán dependiendo de la naturaleza y gravedad de la condición específica, pero es claro que un proceso predominantemente lítico (osteoporosis, osteomalacia, enfermedad de Paget, mielomas) provocará que el hueso sea más susceptible a la descomposición y al daño *postmortem* que una patología que sea en mayor medida osteoblástica (e.g., DISH, espondilitis anquilosante) (Pinhasi y Borbou, 2008). En lo que respecta a la condición abordada en este trabajo, coincidimos con Brickley e Ives (2008) en que la osteoporosis causa un debilitamiento considerable del esqueleto que dificulta la recuperación e interpretación de dicha enfermedad. Incluso si hay huesos osteoporóticos presentes en restos arqueológicos, su condición puede confundirse con el resultado de procesos diagenéticos como la lixiviación química postdeposicional (Bartosiewicz, 2008).

Todo lo anterior nos lleva a la discusión del último objetivo planteado en un inicio, acerca de la mejor estrategia metodológica posible para la evaluación de osteoporosis en muestras esqueléticas. Es prácticamente imposible que la totalidad de los elementos esqueléticos de una muestra estén presentes y en un estado de preservación que permita la realización de los análisis paleopatológicos necesarios. Por lo tanto, al estimar la prevalencia de una condición, debemos considerar la falta de datos de cada individuo y esto necesariamente repercutirá en el denominador de su cálculo (Waldron, 2009). Si nos remitimos a nuestros resultados, observamos que si consideramos un criterio inclusivo muy estricto (16 vértebras, 2 fémures y 2 radios presentes) la prevalencia de fracturas osteoporóticas es de un 3,3% ($n = 33$). En tanto, si utilizamos como denominador aquellos esqueletos que contengan al menos 12 vértebras, independientemente de la cantidad de fémures y radios, esa frecuencia se eleva hasta más del doble, mientras que para la muestra original de 100 individuos disminuye a un 6%. ¿Cuál es el valor a tomar entonces? Esta decisión metodológica crucial en ocasiones no es meditada ni valorada como lo merece (Waldron, 2009), y si bien es vital para que las comparaciones entre estudios sean válidas, en el caso de la osteoporosis o de cualquier otra patología predominantemente lítica cobra una mayor relevancia. La ausencia de un elevado número de vértebras genera una mayor posibilidad de que la osteoporosis sea subdiagnosticada en la población en estudio. Al respecto, Brickley et al. (2006) a

partir de una muestra proveniente de St. Martin's, Inglaterra, observaron algunos individuos con una mala preservación y optaron por no considerarlos en un primer estadio macroscópico de la investigación. Sin embargo, al realizar estudios radiográficos e histológicos complementarios se comprobó la presencia en ellos de enfermedades metabólicas óseas (Brickley et al., 2007). Este ejemplo es ilustrativo para señalar la importancia de los distintos abordajes para establecer la calidad ósea de una población en el pasado. A modo de propuesta, creemos que al iniciar una investigación de este tipo se puede presentar un criterio de inclusión restrictivo con una definición operativa diagnóstica que permita conocer con seguridad la cantidad de individuos de la muestra con fracturas osteoporóticas. Esto necesariamente subestimaré la verdadera prevalencia, pero al menos el diagnóstico sería repetible y comparable, aunque el denominador pueda *a priori* ser un número desalentadoramente bajo (Waldron, 2009). Una vez dado este paso deberían producirse aproximaciones alternativas, como radiografías de fémur, calcáneo y metacarpianos, y análisis densitométricos (Mays et al., 1998; Brickley y Agarwal, 2003; Curate et al., 2009; Suby et al., 2013; Plischuk et al., 2020a). Los resultados producidos, aun con las dificultades conocidas al momento de compararlos con estándares clínicos actuales (Plischuk, 2012), servirán al menos como un medio de comparación intramuestral para analizar diversos factores de riesgo como el sexo, la edad o las actividades ocupacionales.

CONCLUSIÓN

En función de los objetivos planteados observamos que existe una ausencia de un elevado número de vértebras reafirmando así la importancia del estudio de los procesos tafonómicos potencialmente causantes de ello. Estos últimos pueden reducir el material esquelético a partir del cual podemos reconstruir el perfil biológico (Buikstra y Ubelaker, 1994; Haglund y Sorg, 1997; Dirkmaat y Passalacqua, 2012; González, 2013; Pokines, 2014; Stodder, 2018).

En este punto vale la pena mencionar algunas de las limitaciones del presente estudio. En primer lugar, intentamos comenzar esta línea de investigación en tafonomía forense a partir de estudios de representación ósea, conociendo que otros índices de preservación tales como el IRO o el ICA (Bello

et al., 2006), a corto plazo complementarán los resultados aquí expuestos. Por otra parte, la ausencia del relevamiento de otros agentes tafonómicos y de alteraciones diagenéticas que experimentan los huesos en su contexto de depositación y enterramiento (Morales et al., 2021), impiden establecer conclusiones definitivas en relación con la pérdida del material óseo diagnóstico de osteoporosis. En este sentido, y una vez evaluados los factores macroscópicos (raíces, anegabilidad, trayectorias), actualmente se están desarrollando líneas de investigación referentes a la entomología forense, pH del suelo, tipo de sedimentos y precipitación de depósitos químicos, para poder así comprender mejor los procesos que afectan la preservación y representación ósea.

En lo que respecta al estudio de la osteoporosis en el pasado, es importante recalcar que el modelo normativo de pérdida ósea que prima al envejecimiento y al déficit hormonal femenino no es aplicable a todas las poblaciones (Agarwal, 2021). En particular para grupos con otros patrones de movilidad, dietarios, de reproducción y una menor expectativa de vida, se impone la necesidad de utilizar otros modelos para su comprensión. En colecciones provenientes de sociedades modernas industrializadas, y si bien no se encontró un único agente que predomine notoriamente en su efecto sobre la detección y diagnóstico de osteoporosis, el anegamiento del ambiente y las trayectorias *post-mortem* son variables que merecen profundizar su investigación. Por último, y a modo de propuesta, sostenemos que esta inherente dificultad a cualquier muestra esquelética debe ser conocida, investigada y explicitada, para poder afrontarla con diversas aproximaciones y obtener resultados comparables con investigaciones similares.

Agradecimientos

El presente trabajo se realizó gracias al financiamiento del Ministerio de Educación de la Nación, Plan de Incentivos para Docentes e Investigadores, M/254 y del CONICET, Proyectos de Investigación Bianual para Investigadores Asistentes y Adjuntos, PIBAA 28720210100250CO. Res. 2022-1930. Agradecemos al personal del Cementerio Municipal de La Plata por su desinteresada e invaluable colaboración y al Dr. Santiago Castilla y a la Téc. Rad. Jorgelina Falasco por permitir y realizar la toma de imágenes radiográficas en el Hospital Rossi. A

los tres revisores anónimos que enriquecieron este trabajo con sus valiosas consideraciones.

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Tabla suplementaria 1. Características de la muestra y los procesos postdeposicionales relevados.

REFERENCIAS CITADAS

- Agarwal, S. C. (2012). The past of sex, gender, and health: bioarchaeology of the aging skeleton. *American Anthropology*, 114, 322–335.
- Agarwal, S. (2021). What is normal bone health? A bioarchaeological perspective on meaningful measures and interpretations of bone strength, loss, and aging. *American Journal of Human Biology*, 33:e23647, 1-23. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23647>
- Agarwal, S. C. y Grynepas, M. D. (2009). Measuring and interpreting age-related loss of vertebral bone mineral density in a medieval population. *American Journal of Biological Anthropology*, 139(2), 244–252. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20977>
- Alegre López, J. (2009). Fractura femoral. En L. Arboleya Rodríguez y L. Perez Edo (Eds.), *Manual de enfermedades óseas* (pp. 195-200). Editorial Médica Panamericana.
- Alonso-Bouzon, C. y Duque, G. (2011). Osteoporosis senil: una actualización. *Revista Española de Geriátria y Gerontología*, 46(4), 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2011.02.010>
- Aranda, C., Barrientos, G. y Del Papa, M. C. (2014). Código deontológico para el estudio, conservación y gestión de restos humanos de poblaciones del pasado. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 16(2), 111–113. <https://doi.org/10.17139/raab.2014.0016.02.05>
- Barco Laakso, R., Garabito, A. y Rodríguez, E. (2003). Fracturas subcapitales de cadera. En E. Rodríguez Merchán, M. Ortega y G. Alonso (Eds.), *Fracturas Osteoporóticas: Prevención y tratamiento* (pp. 83-96). Editorial Médica Panamericana.
- Bartosiewicz, L. (2008). Taphonomy and palaeopathology in archaeozoology. *Geobios*, 41, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2006.02.004>
- Beauchesne, P. y Agarwal, S. (2014). Age-related cortical bone maintenance and loss in an Imperial Roman population. *International Journal*

- of *Osteoarchaeology*, 24, 15-30. <https://doi.org/10.1002/oa.1303>
- Bello, S. M., Thomann, A., Signoli, M., Dutour, O. y Andrews, P. (2006). Age and sex bias in the reconstruction of past population structures. *American Journal of Biological Anthropology*, 129(1), 24–38. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20243>
- Bottini, M., Arrieta, M. y Bernardi, L. (2020). Tafonomía en restos óseos humanos del SO de la región pampeana: el sitio Médano Petroquímica (Puelén, La Pampa, Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 13(3), 123–138. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v13.n3.30056>
- Brickley, M. (2002). An investigation of historical and archaeological evidence for age-related bone loss osteoporosis. *International Journal of Osteoarchaeology*, 12(5), 364–371. <https://doi.org/10.1002/oa.635>
- Brickley, M. y Agarwal, S. (2003). Techniques for the investigation of age-related bone loss and osteoporosis in archaeological bone. En S. Agarwal y S. Stout (Eds.), *Bone loss and osteoporosis: An anthropological perspective* (pp. 157-172). Plenum Academic Press, Kluwer.
- Brickley, M., Buteux, S., Adams, J. y Cherrington, R. (2006). *St. Martin's uncovered: Investigations in the churchyard of St. Martin's-in-the-Bull Ring, Birmingham, 2001*. Oxbow Books.
- Brickley, M., Mays, S. y Ives, R. (2007). An investigation of skeletal indicators of vitamin D deficiency in adults: Effective markers for interpreting past living conditions and pollution levels in eighteenth and nineteenth century Birmingham, England. *American Journal of Biological Anthropology*, 132(1), 67–79. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20491>
- Brickley, M. y Ives, R. (2008). *The bioarchaeology of metabolic bone disease*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370486-3.00003-2>
- Brødholt, T., Günther, C., Gautvik, K., Sjøvold, T. y Holck, P. (2021). Bone mineral density through history: Dual-energy X-ray absorptiometry in archaeological populations of Norway. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 36, 102792. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102792>
- Buikstra, J. y Ubelaker, D. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archaeological Survey Research Series Nº 44.
- Campillo, D. (2001). *Introducción a la Paleopatología*. Edicions Bellaterra S.L.
- Campobasso, C. P., Di Vella, G. y Introna, F. (2001). Factors affecting decomposition and Diptera colonization. *Forensic Science International*, 120(1-2), 18–27. [https://doi.org/10.1016/S0379-0738\(01\)00411-X](https://doi.org/10.1016/S0379-0738(01)00411-X)
- Carrascosa, A., Gussinyé, M., Yeste, D., del Rio, L. y Audi, L. (1995). Bone mass acquisition during infancy, childhood and adolescence. *Acta Paediatrica Supplement*, 1411, 18-23.
- Center, J., Nguyen, T., Schneider, D., Sambrook, P. y Eisman, J. (1999). Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: An observational study. *Lancet*, 353, 878–882. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)09075-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)09075-8)
- Curate, F. (2014). Osteoporosis and paleopathology: A review. *Journal of Anthropological Sciences*, 92, 119–146. <https://doi.org/10.4436/JASS.92003>
- Curate, F., Piombino-Mascali, D., Tavares, A. y Cunha, E. M. (2009). Assottigliamento corticale del femore e fratture da fragilità ossea: Uno studio della Collezione Scheletrica Identificata di Coimbra (Portogallo). *Archivo per L' Antropologia e La Etnologia*, 139, 129–146.
- Curate, F., Alburquerque, A., Correia, J., Ferreira, I., Pedroso, de Lima, J. y Cunha, E. (2013). A glimpse from the past: osteoporosis and osteoporotic fractures in a portuguese identified skeletal sample. *Órgao Oficial da Sociedade Portuguesa de Reumatologia*, 38, 20-27.
- Curate, F., Silva, T. y Cunha, E. (2014). Vertebral compression fractures: Towards a standard scoring methodology in paleopathology. *Internacional Journal of Osteoarchaeology*, 26(2), 366–372. <https://doi.org/10.1002/oa.2418>
- De Souza Barbosa, F., Madeiros da Silva, L. y de Araújo-Júnior, H. (2019). Differentiating taphonomic and paleopathological features in Vertebrate Paleontology: a study case with Quaternary mammals. *Paläontologische Zeitschrift*, 94(5), 595–601. <https://doi.org/10.1007/s12542-019-00495-6>
- del Rio, L., Carrascosa, A., Pons, F., Gussinyé, M., Yeste, D. y Domenech, F. (1994). Bone mineral density of the lumbar spine in White mediterranean spanish children and adolescents: changes related to age, sex and puberty. *Pediatric Research*, 35, 362-366.
- Dirkmaat, D. C. y Passalacqua, N. V. (2012). Introduction to Part VI. Forensic Taphonomy. En Dirkmaat, D. C. (Ed.), *A Companion to Forensic Anthropology* (pp. 473-476). Blackwell Publishing Ltd.
- Duque, G. y Troen, B. R. (2008). Understanding the mechanisms of senile osteoporosis: New facts for a major geriatric syndrome. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56, 935–941. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01764.x>

- Ekenman, I., Eriksson, S. A. y Lindgren, J. U. (1995). Bone density in medieval skeletons. *Calcified Tissue International*, 56, 355–358.
- Ericksen, M. (1982). Aging changes in thickness of the proximal femoral cortex. *American Journal of Physical Anthropology*, 59, 121-130. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330590202>
- Fernández Fernández, R., Oñorbe, F., Rodríguez, E. y Salazar, J. (2003). *Fracturas del radio distal en el paciente osteoporótico*. En E. Rodríguez Merchán, M. Ortega, y G. Alonso (Eds.), *Fracturas Osteoporóticas Prevención y tratamiento* (pp. 69-82). Editorial Médica Panamericana.
- Fernández Jalvo, Y., Cáceres, I. y Marín-Monfort, D. (2013). Tañonomía. En M. García Díez y L. Zapata Peña (Eds.), *Métodos y técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica: De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos* (pp. 367-408). Universidad del País Vasco, Servicio Ed.
- Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (2016). *Atlas of Taphonomic Identifications. 1001+ Images of fossil and recent mammal bone modification*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>
- Ferreti, J. L., Cointry, G. y Capozza, R. (2023). *Hueso, huesos. Del Big-Bang a la osteoporosis*. Centro de Estudios de Metabolismo Fosfocálcico (CEMFOC), Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario. Fundación de Investigaciones Metabólicas (FIM).
- Foldes, A., Moscovici, A., Popovtzer, M., Mogle, P., Urman, D. y Zias, J. (1995). Extreme osteoporosis in a Sixth Century skeleton from Negev Desert. *Internacional Journal of Osteoarchaeology*, 5, 157–162. <https://doi.org/10.1002/oa.1390050208>
- Gabet, E. J., Reichman, O. J. y Seabloom, E. W. (2003). The effects of bioturbation on soil processes and sediment transport. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31, 249-273. <https://doi.org/10.1146/annurev.earth.31.100901.141314>
- Galligani, P. (2023). Modelos predictivos de preservación ósea diferencial en la cuenca media e inferior del río Paraná basados en propiedades físico-químicas de los suelos. *Revista del Museo de Antropología*, 16, 25-40. <https://dx.doi.org/10.31048/1852.4826.v16.n1.38228>
- García Laborde, P., Guichón, R. A. y González, N. G. (2015). Una aproximación tafonómica al antiguo cementerio de la Misión Salesiana de Río Grande, Tierra del Fuego. *Arqueología*, 21(2), 277-290.
- Garizoain, G., Petrone, S., García Mancuso, R., Plischuk, M., Desántolo, B., Inda, A. y Salceda, S. (2016). Análisis de preservación ósea y dentaria en dos grupos etarios: su importancia en el estudio de conjuntos esqueléticos. *Intersecciones en Antropología*, 17(3), 327–339.
- Genant, H., Wu, C., Van Kuijk, C. y Nevitt, M. (1993). Vertebral fracture assessment using a semi-quantitative technique. *Journal of Bone and Mineral Research*, 8, 1137–1148. <https://doi.org/10.1002/jbmr.5650080915>
- González, M. E. (2007). Estudios de interés tafonómico en los restos óseos humanos de Laguna Tres Reyes 1 (Partido de Adolfo Gonzales Chaves, provincia de Buenos Aires). *Intersecciones en Antropología*, 8, 215–233.
- González, M. (2013). Procesos de formación y efectos tafonómicos en entierros humanos: el caso del sitio Paso Alsina 1 en Patagonia Nororiental Argentina. *Magallania*, 41(1), 133-154. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442013000100007>
- Grob, G. (2015). *Aging bones. A short history of Osteoporosis*. Johns Hopkins University Press.
- Gutiérrez, M. A. (2004). *Análisis tafonómicos en el Área Interserrana (Provincia de Buenos Aires)* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina]. <https://doi.org/10.35537/10915/4574>
- Haglund, W. D. y Sorg, M. H. (Eds.). (1997). *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains*. CRC Press.
- Hedges, R. y Millard, A. (1995). Bones and groundwater: towards the modeling of diagenetic processes. *Journal of Archaeological Science*, 22, 155-164. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0017>
- Heaney, R. (2008). Nutrition and risk for osteoporosis. En R. Marcus, D. Feldman, D. Nelson y C. Rosen (Eds.), *Osteoporosis* (pp. 799–836). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-012370544-0.50033-1>
- Hopkins, D. (2008). The role of soil organisms in terrestrial decomposition. En M Tibbett y D. Carter (Eds.), *Soil analysis in forensic taphonomy. Chemical and biological effects of buried human remain* (pp. 53-66). CRC Press.
- Ingvarsson-Sundström, A. (2008). Children lost and found. A bioarchaeological study of Middle Helladic children in Asine with a comparison to Lerna. *Asine III. Supplementary studies on the Swedish excavations 1922–1930*. Fasc. 2. Acta Instituti Atheniensis Regni Sueciae.

- Johnell, O. y Kanis, J. (2006). An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporosis International*, 17, 1726–1733. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0172-4>
- Lees, B., Molleson, T., Arnett, T. R. y Stevenson, J. C. (1993). Differences in proximal femur bone density over two centuries. *Lancet*, 341(8846), 673–667.
- Luna, L., Aranda, C. M., García Guraieb, S., Kullock, T., Salvarredy, A., Pappalardo, R., Miranda, P. y Noriega, H. (2012). Factores de preservación diferencial de restos óseos humanos contemporáneos de la “colección Chacarita” (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 14, 53–67.
- Mann, R., Bass, W. y Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body: Variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 35, 103–111.
- Mays, S. (1992). Taphonomic factors in a human skeletal assemblage. *Circaea*, 9, 54–58.
- Mays S. (1996). Age-dependent cortical bone loss in a mediaeval population. *International Journal of Osteoarchaeology*, 6, 144–154. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1099-1212\(199603\)6:2<144::aid-oa261>3.0.co;2-g](https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1212(199603)6:2<144::aid-oa261>3.0.co;2-g)
- Mays, S., Lees, B. y Stevenson, J. (1998). Age-dependent bone loss in the femur in a medieval population. *International Journal of Osteoarchaeology*, 8, 97–106. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199803/04\)8:2<97::AID-OA412>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199803/04)8:2<97::AID-OA412>3.0.CO;2-U)
- Melton, L., Crowson, C., O’Fallon, W., Wahner, H. y Riggs, B. (2003). Relative contributions of bone density, bone turnover, and clinical risk factors to long-term fracture prediction. *Journal of Bone Mineral Research*, 18, 312–318. <https://doi.org/10.1359/jbmr.2003.18.2.312>
- Mengoni Goñalons, G. L. (2010). Zooarqueología en la práctica: algunos temas metodológicos. *Xama*, 19, 83-113.
- Mensforth, R. y Latimer, B. (1989). Hamann-Todd collection aging studies: Osteoporosis fracture syndrome. *American Journal of Physical Anthropology*, 80, 461–479. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330800406>
- Miguez, L. J., Plischuk, M. y Lamenza, G. (2022). Arqueología forense. Primeras experiencias en un cementerio contemporáneo (La Plata, Argentina). *Intersecciones en Antropología*, 23(Especial 1), 23–34. <https://doi.org/10.37176/iea.23.Especial1.2022.715>
- Miguez, L. J. (2024). *Lineamientos metodológicos para la recuperación de restos óseos humanos en contextos forenses* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina]. <https://doi.org/10.35537/10915/164621>
- Morales, N. S., Barrientos, G. y L’Heureux, G. L. (2021). Diagénesis ósea en el bosque caducifolio de Patagonia meridional al este de los andes: modelo teórico y evidencia empírica. *Magallania*, 49. <https://doi.org/10.22352/magallania202149006>
- Morlesin, M. (2022). Reflexiones acerca de la identificación y diferenciación de las lesiones porosas de los efectos tafonómicos en restos óseos humanos arqueológicos. *Revista del Museo de Antropología*, 15, 71-82. <http://doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n2.36186>
- Nielsen-Marsh, C. y Hedges, R. (2000). Patterns of diagenesis in bone I: the effects of site environments. *Journal of Archaeological Science*, 27(12), 1139-1145. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0537>
- Pike, A., Nielsen-Marsh, C. y Hedges, R. (2001). Modelling bone dissolution under different hydrological regimes. En R. A. Millard (Ed.), *Archaeological Sciences 97. Proceedings of the Conference Held at the University of Durham* (pp. 127–132). British Archaeological Reports, International Series 939. Archaeopress.
- Pinhasi, R. y Borbou, C. (2008). *How representative are human skeletal assemblage for population analysis?* En R. Pinhasi y S. Mays (Eds.), *Advances in palaeopathological: Methodological and biocultural perspectives* (pp. 31-44). Wiley-Liss.
- Plischuk, M. (2010). Señales de intervenciones médicas en una muestra esquelética contemporánea (La Plata, Argentina). *Revista de la Escuela de Medicina Legal*, 15, 4-13.
- Plischuk, M. (2012). *Detección y diagnóstico de patologías en restos óseos humanos. Aproximación epidemiológica a una muestra documentada* [Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina]. <https://doi.org/10.35537/10915/55182>
- Plischuk, M., Inda, A. y Errecalde, A. (2014). Modificaciones de la estructura ósea del fémur proximal. Análisis de una muestra esquelética. *Revista Argentina de Radiología*, 78, 42–48.
- Plischuk, M., Garizoain, G. y Salceda, S. (2020a). Calidad ósea en poblaciones contemporáneas. Análisis de la estructura trabecular calcánea en una muestra esquelética. *Revista Argentina de Radiología*, 84(2), 47–54.

- Plischuk, M., García Mancuso, R., Garizoain, G., Salceda, S., Petrone, S., Inda, A. M., y Desántolo, B. (2020b). El aporte de las colecciones osteológicas documentadas: Líneas de investigación en la Colección "Prof. Dr. Rómulo Lambre" (La Plata, Argentina). *Jangwa Pana*, 19(1), 102–127. <https://doi.org/10.21676/16574923.3447>
- Plischuk, M. y Datino, A. (2024). Análisis morfológico de fracturas vertebrales (La Plata, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 26(1), 070. <https://doi.org/10.24215/18536387e070>
- Pokines, J. T. y Baker, J. E. (2013). Effects of burial environment on osseous remains. En J. T. Pokines y S. A. Symes (Eds.), *Manual of forensic taphonomy* (pp. 73-114). CRC Press.
- Pokines, J. T. (2014). *Collection of macroscopic osseous taphonomic data and the recognition of taphonomic suites of characteristics*. En J. T. Pokines y S. A. Symes (Eds.), *Manual of forensic taphonomy* (pp. 1-17). CRC Press.
- Pokines, J. T. (2018). Differential diagnosis of the taphonomic histories of common types of forensic osseous remains. *Journal of Forensic Identification*, 68, 87-145.
- Reis, M., Silva, C. y Cunha, E. (2003). *Multiple traumas in a medieval male from Serpa (Portugal)*. En M. Martín y F. Rodríguez (Eds.), *¿Dónde estamos? Pasado, presente y futuro de la paleopatología* (pp. 469-474). Universidad Autónoma de Madrid y Asociación Española de Paleopatología.
- Sambrook, P. N., Browne, C. D., Eisman, J. A. y Bourke, S. J. (1988). A case of crush fracture osteoporosis from Late Roman Pella in Jordan. *OSSA - International Journal of Skeletal Research*, 13, 167–171.
- Stodder, A. (2018). Taphonomy and the nature of archaeological assemblages. En M. A. Katzenberg y A. L. Grauer (Eds.), *The biological anthropology of the human skeleton* (pp. 73-115). WileyBlackwell.
- Strouhal, E., Nemecková, A. y Kouba, M. (2003). Paleopathology of Iufaa and other persons found beside his shaft tomb at Abusir (Egypt). *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, 331–338. <https://doi.org/10.1002/oa.689>
- Suby, J. y Guichón, R. (2004). Densidad ósea y frecuencias de hallazgos en restos humanos en el norte de Tierra de Fuego. Análisis Exploratorio. *Intersecciones en Antropología*, 5, 95-104.
- Suby, J., Guichón, R. y Senatore, M. (2009). Los restos óseos humanos de nombre de Jesús: Evidencias de la salud en el primer asentamiento europeo en Patagonia austral. *Magallania*, 37, 23–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442009000200002>
- Suby, J., Costantino, S., Capiel, C., Lucarini, M. y Etchepare, E. (2013). Exploraciones de la densidad mineral ósea y osteopenia en poblaciones humanas antiguas de Patagonia austral. *Intersecciones en Antropología*, 14, 443–445.
- Suby, J., Guevara, D., Zúñiga Thayer, R. y Novellino, P. (2022). Fracturas compresivas de cuerpos vertebrales: Análisis metodológicos e interpretativos en restos humanos del Holoceno tardío en el Centro-Norte de Mendoza, Argentina. *Intersecciones en Antropología*, 23(Especial 1), 125–136. <https://doi.org/10.37176/iea.23.Especial1.2022.714>
- Thillaud, P. (1992). El diagnóstico retrospectivo en paleopatología. *Munibe (Antropología-Arkeología)*, Suplemento 8, 81–88.
- Turner-Walker, G. (2019). Light at the end of the tunnels? The origins of microbial bioerosion in mineralised collagen. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 529, 24-38. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.05.020>
- Van Spelde, A., Schroeder, H., Kjellström, A. y Lidén, K. (2021). Approaches to osteoporosis in paleopathology: How did methodology shape bone loss research? *International Journal of Paleopathology*, 33, 245-257. <https://doi.org/10.1016/j.ijpp.2021.05.001>
- Vázquez, R. C., Béguelin, M., Navarro, T. y Cerda, I. (2021). Bone histology of human remains from the Late Holocene of Northwestern Patagonia, Argentina: a multidimensional taphonomic approach. *Archaeological and Anthropological Science*, 13, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01435-9>
- Waldron, T. (1987). The relative survival of the human skeleton: Implications for palaeopathology. En A. Boddington, A. Garland y R. Janaway (Eds.), *Death decay and reconstruction* (pp. 55-64). Manchester University Press.
- Waldron, T. (2009). *Paleopathology*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511812569>
- Weiss, E. (2015). *Paleopathology in perspective: bone health and disease through time*. Rowman & Littlefield.
- Von Endt, D. y Ortner, D. (1984). Experimental effects of bone size and temperature on bone diagenesis. *Journal of Archaeological Science*, 11(3), 247-253. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(84\)90005-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(84)90005-0)

WHO (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Report of a WHO Study Group. *World Health Organization Technical Report Series, 843*, 1–129.

Zhang, H., Sol-Church, K., Rydbeck, H., Stabley, D., Spotila, L. D. y Devoto, M. (2009). High-resolution linkage and linkage disequilibrium analyses of chromosome 1p36 SNPs identify new positional candidate genes for low bone mineral density. *Osteoporosis International, 20*, 341–346.

