

# Fracturas compresivas de cuerpos vertebrales: Análisis metodológicos e interpretativos en restos humanos del Holoceno tardío en el centro-norte de Mendoza, Argentina

Jorge A. Suby, Daniela Guevara, Rodrigo Zúñiga Thayer y Paula S. Novellino

Recibido 16 de diciembre 2021. Aceptado 01 de julio 2022

## RESUMEN

Las fracturas compresivas de cuerpos vertebrales son algunas de las más frecuentes en poblaciones actuales. Aunque son identificadas en restos humanos, son escasos los estudios que incluyen muestras extensas, tanto en Argentina como en otras partes del mundo. Por consiguiente, este trabajo busca analizar la prevalencia, distribución y posibles causas de fracturas de cuerpos vertebrales en una muestra de esqueletos humanos del Holoceno tardío en el centro-norte de Mendoza, y su posible relación con los cambios poblacionales en la región. Se incluyeron 598 vértebras de 27 individuos (10 femeninos y 17 masculinos; un adulto joven, 20 adultos medios y seis adultos mayores), pertenecientes a seis sitios arqueológicos. Las fracturas fueron analizadas según la altura y las modificaciones de la morfología del cuerpo vertebral, considerando los métodos disponibles y su aplicación en paleopatología. El 1,5% de las vértebras presentaron fracturas, en cuatro de los 27 individuos incluidos (14,8%). Todos los esqueletos con fracturas son masculinos; la mayoría de ellos adultos medios, sin otras evidencias patológicas, por lo que se sugiere que la causa más probable de las fracturas sean traumatismos axiales agudos. Los restos del periodo 1500-1000 años AP fueron los más afectados, aunque esta tendencia deberá ser evaluada a partir de muestras de mayor extensión.

**Palabras clave:** Traumas vertebrales; Paleopatología; Bioarqueología; Cuyo.

## Vertebral body compression fractures: Methodological and interpretive analysis of late Holocene human remains from north-central Mendoza, Argentina

### ABSTRACT

Vertebral compression fractures are one of the most frequent fractures in current populations. Although they are also identified in skeletonized human remains, detailed studies of extensive skeletal samples are scarce in Argentina, as well as other countries. Hence, the purpose of this paper is to analyze the prevalence, distribution, and possible causes of vertebral body fractures in a sample of human skeletons

Jorge Suby. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas del Cuaternario Pampeano (INCUPA), UNCPBA-CONICET, Olavarría, Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), Facultad de Ciencias Sociales, Quequén, Buenos Aires, Argentina. Calle 508 No. 881 (7631). E-mail: jasuby@conicet.gov.ar

Daniela Guevara. Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas J. C. Moyano. Las Tipas y Prado Español s/N°, Parque Gral. San Martín (5500), Mendoza. E-mail: guevaramdaniela@hotmail.com

Rodrigo Zúñiga Thayer. Grupo de Investigación en Bioarqueología. Instituto Multidisciplinario de Historia y Ciencias Humanas (IMHICHU)-CONICET, Saavedra 15 (C1083ACA), Buenos Aires, Argentina. E-mail: rzunigat89@gmail.com

Paula Novellino. CONICET-Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas J. C. Moyano, Las Tipas y Prado Español s/N°, Parque Gral. San Martín (5500), Mendoza. E-mail: pnovel@hotmail.com

from populations that inhabited north-central Mendoza during the late Holocene. A sample of 598 vertebrae of 27 individuals (10 females and 17 males; one young adult, 20 middle adults and six old adults) from six archaeological sites was studied through the measurement of the height and morphology of vertebral bodies. Among the studied vertebrae, 1.5% showed compressive fractures, belonging to four out of the 27 skeletons (14.8%). All the fractured vertebrae corresponded to men, most of them middle adults, with no other pathological evidence, so the most likely cause in these cases is acute axial trauma. A higher frequency of fractures was identified in individuals from the 1500-1000 BP period, which is associated with significant cultural and economic changes in the region. Nonetheless, this hypothesis should be evaluated against larger samples in the future.

**Keywords:** Vertebral trauma; Paleopathology; Bioarchaeology; Cuyo.

## INTRODUCCIÓN

Los cuerpos vertebrales en el *Homo sapiens* resisten las fuerzas compresivas descendentes a lo largo del eje axial de la columna vertebral, producidas por la gravedad y las tensiones generadas por los músculos del abdomen y la espalda como consecuencia del bipedalismo (Dolan *et al.*, 1994; Adams y Dolan, 2011). La capacidad para soportar esas cargas está fuertemente vinculada con la edad, el sexo, la postura, la presencia de otras patologías, así como la historia de fracturas previas y de actividad física (Adams y Dolan, 2011). Cuando las sobrecargas mecánicas sobre el eje axial exceden esa capacidad, pueden ocasionar fracturas compresivas, definidas como la pérdida de la altura de alguna porción del cuerpo vertebral (Eastell *et al.*, 1991).

Las fracturas vertebrales compresivas suelen afectar el último segmento de la columna torácica y las vértebras lumbares, debido a su ubicación y a la acción de las fuerzas mecánicas a las cuales están sujetas (Melton y Kallmes, 2006; Schousboe, 2016). Son unas de las más frecuentes en poblaciones actuales y afectan principalmente a personas adultas mayores, ya que alcanzan una prevalencia de ca. 10-20% en individuos de entre 50 y 60 años y de ca. 30-50% en mayores de 80 (Schousboe, 2016). Sin embargo, estos valores varían considerablemente entre poblaciones y de acuerdo con los métodos diagnósticos empleados (Melton y Kallmes, 2006). La mayor parte de las fracturas en adultos mayores resultan secundarias a otras condiciones, principalmente a la osteoporosis, la cual aumenta el riesgo de fracturas debido a la pérdida de masa mineral ósea (Wasnich, 1996; Schousboe, 2016). Dado que esta condición es más frecuente en mujeres conforme aumenta la edad, específicamente en la osteoporosis tipo I (*i.e.*, aquella que ocurre como resultado de los cambios hormonales luego de la menopausia), resulta clara la mayor asociación

de las fracturas compresivas de cuerpos vertebrales con la edad y el sexo (Melton y Kallmes, 2006; Schousboe, 2016). Por el contrario, en individuos jóvenes sanos y sin osteoporosis, este tipo de fracturas es principalmente producido por eventos traumáticos agudos, ocasionados por fuerzas compresivas axiales debido a causas ocupacionales (Melton y Kallmes, 2006).

Respecto de sus consecuencias, las fracturas de cuerpos vertebrales suelen ser asintomáticas en casos leves (Eastell *et al.*, 1991), las cuales en general no son diagnosticadas, por lo que se considera que las prevalencias en poblaciones actuales podrían ser mayores a las registradas (Gallacher *et al.*, 2007). Por el contrario, los casos sintomáticos involucran consecuencias agudas que incluyen dolor, con extensión de semanas a meses, mientras que en los casos más severos producen secuelas crónicas, tales como aumento de la cifosis torácica y lordosis lumbar, dolor crónico, reducción de la capacidad pulmonar y, derivada de estas últimas, menor tolerancia a la actividad física (Silverman, 1992).

Al igual que en poblaciones actuales, las fracturas de cuerpos vertebrales por compresión son frecuentemente identificadas en restos humanos esqueletizados, en la mayoría de los casos como descripciones aisladas. Por el contrario, son pocas las investigaciones detalladas que incluyen muestras esqueléticas extensas, ya sean documentadas o arqueológicas. Uno de los pocos estudios de este tipo fue presentado por Curate *et al.* (2014), quienes evaluaron la aplicabilidad de las metodologías disponibles para el diagnóstico de fracturas compresivas vertebrales en una muestra de 196 esqueletos de la Colección Identificada de Coimbra, sin ofrecer resultados de prevalencias detalladas en esa muestra. En estudios paleopatológicos realizados en Argentina, se ha señalado la presencia de fracturas de cuerpos vertebrales, aunque no proveen datos

de frecuencias y distribución espacial (e.g., Suby *et al.*, 2008).

Durante las últimas décadas, se llevaron adelante numerosas investigaciones arqueológicas en el centro-norte de Mendoza (CNM), Argentina (Figura 1), que señalan una gran variabilidad en la distribución y explotación de recursos por parte de las poblaciones humanas durante un periodo amplio, que comprende los últimos 2500 años, en los cuales las poblaciones experimentaron cambios en las estrategias de subsistencia, demografía y dinámica poblacional (Gil *et al.*, 2009; Durán *et al.*, 2014; Novellino *et al.*, 2014). Estudios recientes sugieren que, durante el periodo de 2500-1500 años AP, pudieron coexistir sociedades cazadoras-recolectoras con otras cuyas economías eran mixtas, en las que se complementaban recursos domesticados producidos en pequeña escala con otros procedentes de la caza y la recolección (Tessone *et al.*, 2021). En cambio, las investigaciones arqueológicas señalan que el periodo ca. 1500-1000 años AP estaría caracterizado por la presencia de sociedades agropastoriles, que incluían maíz entre los recursos vegetales producidos (Llano *et al.*, 2017), el pastoreo de camélidos domésticos y la caza de camélidos silvestres. En ese momento, se hizo necesario establecer circuitos de movilidad anual que comprendían valles bajos y ambientes de altura (Durán y García, 1989; Gasco *et al.*, 2011; Gasco, 2013; Frigolé y Gasco, 2016).

Numerosa evidencia señala, por otra parte, que durante el periodo 1000-500 años AP se habría producido un aumento demográfico, en parte asociado a procesos migratorios (Barberena *et al.*, 2020), acompañado por un marcado incremento en el consumo de maíz (García y Martínez Carretero, 2019; Barberena *et al.*, 2020), a la circulación de bienes a través de redes de intercambio a grandes distancias (Nami *et al.*, 2015; Cortegoso *et al.*, 2019; Durán *et al.*, 2020) y a la llegada de la dominación Inka alrededor de los 600 años AP (Marsh *et al.*, 2017; Durán *et al.*, 2018). Por último, el periodo posterior al inicio de la conquista europea (menor a 500 años AP) implicó cambios sociales y culturales profundos, que podrían haber impactado de modo significativo en los estilos de vida y la salud de las poblaciones locales.

Las implicancias producidas por los sucesivos cambios en las estrategias de subsistencia son aún motivo de debate, en especial respecto de las patologías que afectaron a las poblaciones humanas (e.g., Novellino *et al.*, 2014; Da Peña Aldao *et al.*,

2016; Suby *et al.*, 2018; Novellino *et al.*, 2021). En contraste con algunos estudios de patologías y lesiones esqueléticas, como las degenerativas articulares (Novellino *et al.*, 2018, 2021) y las enfermedades de la cavidad bucal (Durán *et al.*, 2018; Pandiani *et al.*, 2018, 2019), los análisis de fracturas y traumas en individuos de la región de Cuyo son escasos y principalmente están centrados en estudios de caso (e.g. Da Peña *et al.*, 2016). Debido a esto, tanto los patrones de fracturas en general como la frecuencia con la cual las fracturas vertebrales habrían afectado a las poblaciones locales durante el Holoceno, y sus variaciones temporales asociadas a los cambios socioculturales descriptos, son aún desconocidos. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo es, entonces, analizar la prevalencia, distribución y posibles causas de fracturas de cuerpos vertebrales por compresión en una muestra de esqueletos humanos del Holoceno tardío provenientes del centro-norte de Mendoza. Para ello, se considerarán los métodos disponibles y su aplicación en estudios paleopatológicos. Estos datos permitirán aportar información para evaluar la existencia de patrones diferenciales de fracturas vertebrales relacionados con los cambios poblacionales reconocidos en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestra

Para este estudio fueron seleccionados restos humanos esqueléticos adultos (mayores de 18 a 20 años al momento de la muerte) de ambos sexos del CNM, resguardados en el Museo de Ciencias Naturales y Antropológicas Juan C. Moyano, de la ciudad de Mendoza (Argentina). Para la muestra fueron incluidos aquellos individuos que contaron con más del 90% de los cuerpos vertebrales en condiciones de preservación, que permitieron medir la altura de estos cuerpos en su porción anterior, media y posterior. Se determinó el sexo de los individuos según indicadores pélvicos, craneales y poscraneales (Buikstra y Ubelaker, 1994). Para estimar la edad de muerte se consideraron los cambios morfológicos en el cráneo y la pelvis, tales como los rasgos de la superficie auricular (Lovejoy *et al.*, 1985) y de la sínfisis púbica (Todd, 1921; Brooks y Suchey, 1990). Luego de esta selección, se contó con 27 individuos, con un total de 598 vértebras, pertenecientes a seis sitios arqueológicos: B6, Túmulo II, Natania, Cápiz Alto, Barrio Ramos y Monte de Algarrobos (Figura 1; Tabla 1). Información

más detallada acerca de los sitios arqueológicos mencionados puede ser consultada en Novellino *et al.* (2018). Del total de esqueletos seleccionados, 10 (37%) corresponden a individuos femeninos y 17 (63%) a masculinos. Por otra parte, uno (3,8%) fue estimado como adulto joven, 20 (74%) como adultos medios y seis (22%) como adultos mayores (*sensu* Buikstra y Ubelaker, 1994).

## Metodología

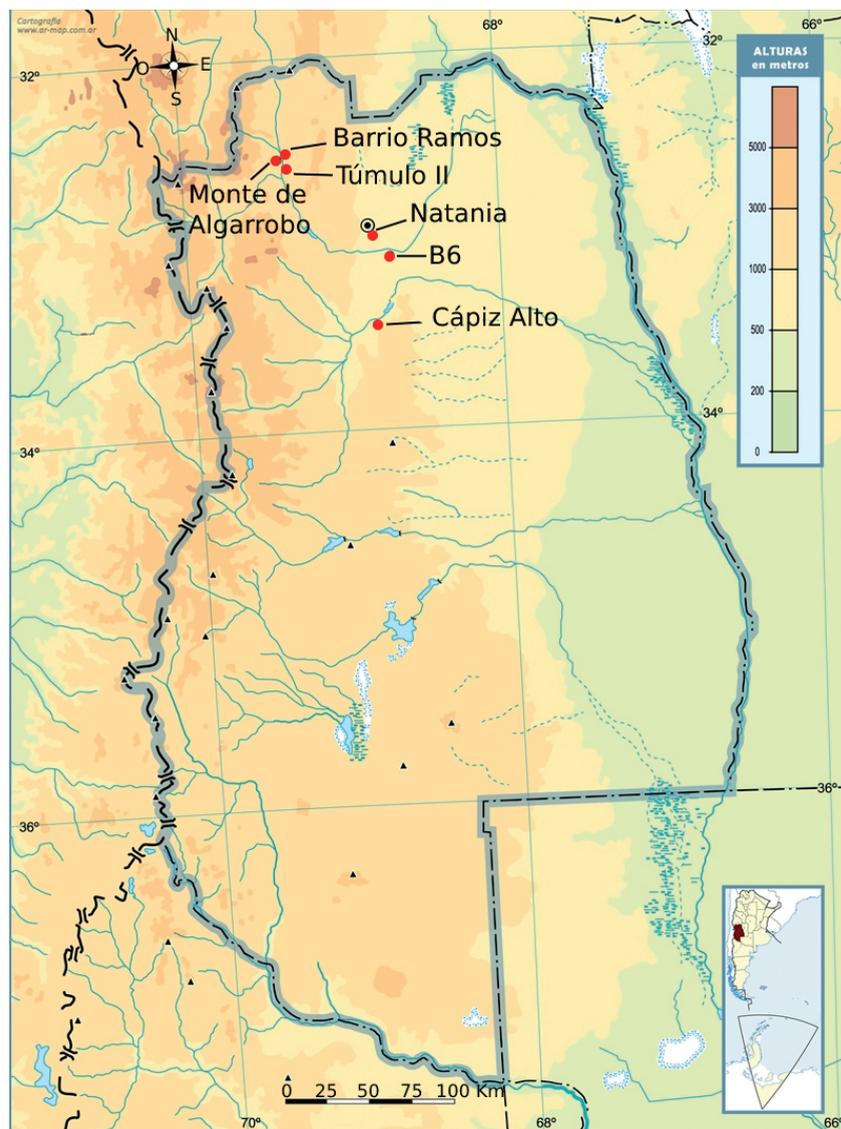
Se han propuesto diversos métodos para medir la compresión vertebral. La mayoría de ellos derivan de su aplicación en estudios clínicos de personas vivas, a través de mediciones realizadas sobre imágenes radiográficas y tomográficas. En un estudio comparativo, Kuklo *et al.* (2001) evaluaron cuáles

de los métodos presentados en la Figura 2 producen los resultados más útiles para el diagnóstico de este tipo de fracturas, entre los que se destaca el método 1, el cual comprende mediciones de la vértebra fracturada y sus vértebras adyacentes, mientras que el método 3 fue el que ofreció resultados menos confiables.

La mayor parte de estos métodos involucran mediciones, no solo de la reducción de la altura de los cuerpos vertebrales afectados, sino también de la altura de los cuerpos vertebrales contiguos y de los espacios intervertebrales. Por lo tanto, este tipo de análisis resulta difícil o imposible de aplicar en restos esqueletizados, debido a que los espacios intervertebrales no pueden ser cuantificados con precisión y con frecuencia las vértebras adyacentes de aquellas afectadas por fracturas pueden estar

ausentes. De los presentados, solo el método 5 (Figura 2) puede ser aplicado en vértebras aisladas, dado que no implica la relación entre la afectada y el resto de las vértebras. Este método coincide con el propuesto por Genant *et al.* (1993), que involucra la relación entre la altura del cuerpo vertebral en su porción no afectada con la porción fracturada, y que es preferido más frecuentemente en estudios clínicos (Curate *et al.*, 2014). Por lo tanto, el método propuesto por Genant *et al.* (1993) fue empleado en este trabajo.

En esta etapa inicial de las investigaciones, se inspeccionaron todas las vértebras de los individuos seleccionados y fueron medidas solo aquellas que mostraron una reducción de la altura del cuerpo vertebral identificable a ojo desnudo, y se registraron la altura anterior, media y posterior de los cuerpos vertebrales afectados. Para la aplicación de este método, se midieron con calibre digital las alturas máximas y mínimas del cuerpo vertebral y se calculó el



**Figura 1.** Sitios arqueológicos del centro-norte de Mendoza donde fueron recuperados los esqueletos analizados en este trabajo.

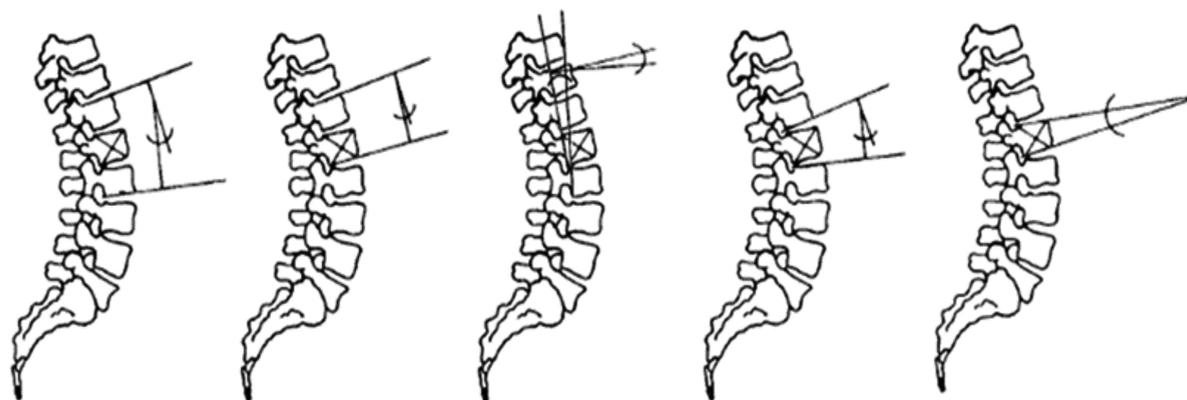
Sitio	Cronología (años radiocarbónicos AP)	N	Individuo	Sexo	Edad
<b>B6</b>	2450 ± 60 2260 ± 80 2251 ± 49	12	Esq. 1	M	Adulto medio
			Esq. 2	M	Adulto medio
			Esq. 5	F	Adulto medio
			Esq. 8	M	Adulto mayor
			Esq. 12	F	Adulto medio
			Esq. 14	M	Adulto medio
			Esq. 19	M	Adulto mayor
			Esq. 20	M	Adulto mayor
			Esq. 25	M	Adulto medio
			Esq. 26	F	Adulto medio
			Esq. 30	M	Adulto mayor
			Esq. 31	M	Adulto medio
<b>Túmulo II</b>	1269 ± 35 1178 ± 31	6	Esq. 239	F	Adulto mayor
			Esq. 240	M	Adulto medio
			Esq. 241	M	Adulto medio
			Esq. 242	M	Adulto joven
			Esq. 243	F	Adulto medio
			Esq. 245	M	Adulto medio
<b>Natania</b>	651 ± 30	2	Esq. 1	M	Adulto medio
			Esq. 2	F	Adulto mayor
<b>Barrio Ramos</b>	583 ± 43	3	Esq. 1	M	Adulto medio
			Esq. 2	M	Adulto medio
			Esq. 3	F	Adulto medio
<b>Cápiz Alto</b>	423 ± 41 246 ± 44	3	Esq. 1	F	Adulto medio
			Esq. 2	F	Adulto medio
			Esq. 18	M	Adulto medio
<b>Monte de Algarrobos</b>	298 ± 28	1	Esq. 1	F	Adulto medio

**Tabla 1.** Restos humanos analizados. Referencias: Esq.: Esqueleto; M: masculino; F: femenino.

porcentaje de reducción de la altura respecto de la porción con altura conservada (Figura 3a). En las vértebras que presentaron deformación en forma de cuña y con aplastamiento se midieron la altura anterior y posterior del cuerpo, mientras que en las que se registraron fracturas de tipo bicóncava se tomó también la altura en el segmento medio. La fórmula empleada fue: Porcentaje de reducción = (altura reducida/altura conservada) × 100. Las vértebras con menos del 20% de reducción de la altura fueron registradas como Grado 0. Las vértebras que presentaron un porcentaje de reducción

de la altura entre 20% y 25% se consideraron de Grado 1 (leve); entre 25% y 40% como Grado 2 (moderado); y los mayores a 40% como Grado 3 (severo) (Genant *et al.*, 1993).

Además, se clasificaron de acuerdo con la morfología de la compresión, siguiendo al mismo autor. Aquellas vértebras en las cuales la altura anterior fue menor que la altura media y posterior fueron consideradas como fracturas tipo cuña; cuando la altura posterior fue menor a la altura media y anterior, se consideraron como aplastamientos; mientras que las fracturas que afectaron a la altura media,



Método 1      Método 2      Método 3      Método 4      Método 5

**Figura 2.** Métodos disponibles para la cuantificación y diagnóstico de fracturas por compresión de fracturas vertebrales (modificado de Kuklo *et al.*, 2001).

reduciéndola respecto de la altura anterior y posterior, fueron clasificadas como fracturas bicóncavas (Figura 3b). Los resultados se analizaron según el sexo y la edad de los individuos afectados, así como de acuerdo con los criterios cronológicos utilizados en recientes investigaciones del área.

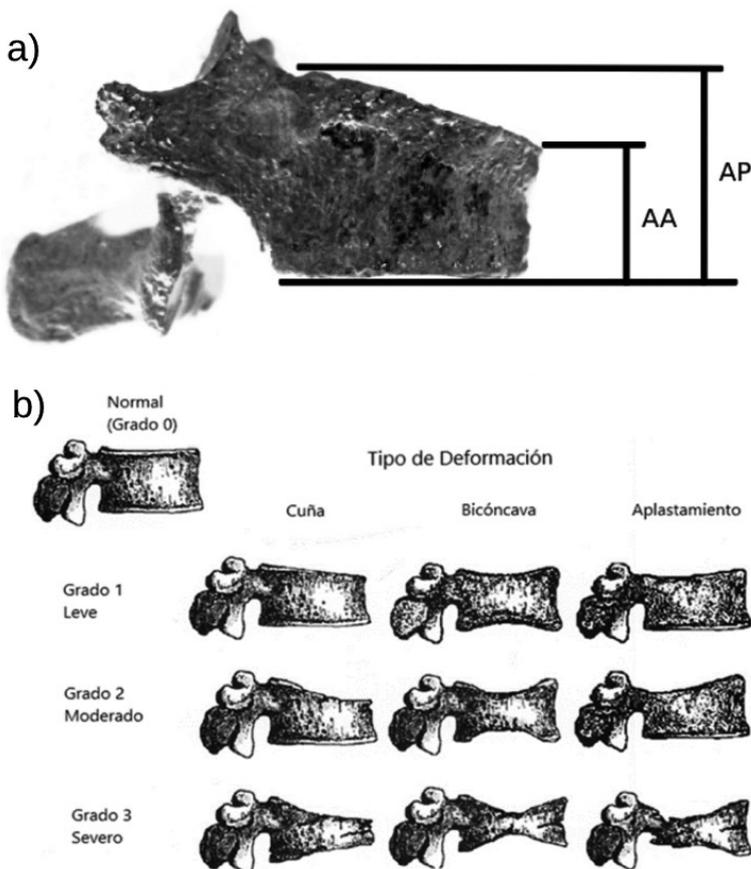
individuo 241 del sitio Túmulo II, los restantes individuos presentaron dos o más vértebras afectadas, detalladas en la Tabla 2.

En cuanto al grado de las fracturas, dos de las vértebras analizadas corresponden a compresiones leves (22,2%); cuatro, a compresiones moderadas (44,4%); y las restantes tres, a compresiones severas

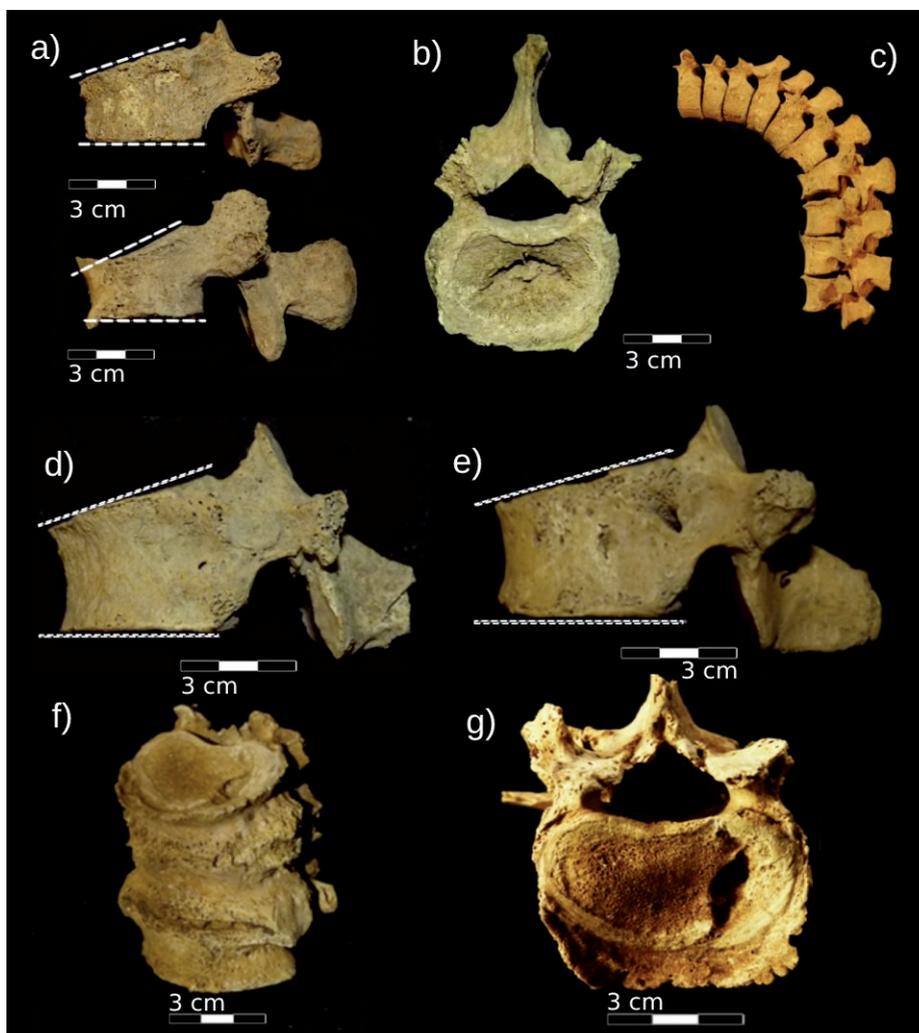
**RESULTADOS**

Se detectaron fracturas compresivas en nueve de las 598 vértebras analizadas (1,5%), las cuales afectaron a cuatro de los 27 individuos incluidos en este estudio, lo que resultó en una prevalencia general del 14,8%. En la Tabla 2 se muestran los resultados tomados en las vértebras en las cuales se detectaron reducciones de la altura.

Cuatro de las fracturas vertebrales corresponden a un esqueleto recuperado en el sitio B6 (individuo 2-Figura 4 a, b y c); tres, a dos esqueletos pertenecientes al sitio Túmulo II (individuos 241 y 242 -Figura 4 d y e); y una vértebra, al individuo 18 del sitio Cápiz Alto (Figura 4 f y g). La mayoría de las vértebras identificadas con fracturas compresivas (89%) pertenecen a la porción final de la columna dorsal y a la columna lumbar, mientras que solo un caso afectó a una vértebra torácica alta (D3), identificada en el individuo 18 de Cápiz Alto. Con excepción del



**Figura 3.** a) Alturas del cuerpo vertebral consideradas, donde AA es altura anterior, y AP es altura posterior (siguiendo a Genant *et al.*, 1993); b) método semicuantitativo, en el cual se cuantifica el porcentaje de reducción de la altura y se clasifica la modificación de la morfología del cuerpo vertebral (modificado de Genant *et al.*, 1993).



**Figura 4.** a) Fracturas registradas en las vértebras D12 (arriba) y L1 (abajo) en el individuo 2 del sitio B6; b) vista superior de la vértebra L1 (nótese la mayor compresión en la porción media del cuerpo) del mismo individuo; c) a la derecha, segmento D7-L4 de la columna dorsal del mismo individuo (nótese la posible marcada sifosis ocasionada por las compresiones vertebrales identificadas); d) vértebra D11 del individuo 241 del sitio Túmulo II; e) vértebra L1 del individuo 242 del mismo sitio; f) vista anterosuperolateral izquierda del segmento L1-L3 del individuo 18 del sitio Cápiz Alto; g) vista superior de la vértebra L1 del mismo individuo.

en las cuales la altura anterior es menor a la altura posterior (Tabla 2). Solo dos vértebras –L1 en el esqueleto 2 del sitio B6 y L1 en el esqueleto 18 del sitio Cápiz Alto– muestran modificaciones en las cuales la altura media es la menor, lo que coincide con la morfología bicóncava (Tabla 2). Sin embargo, en ambos casos también se vio afectada la altura anterior, menor a la altura posterior, con porcentajes de compresión mayores al 40%, clasificadas como severas.

Todos los individuos afectados son masculinos (Figura 5a). El único individuo adulto joven analizado (esqueleto 242 del sitio Túmulo II) presentó dos fracturas de tipo cuña leve en la vértebra D12 y moderada en la vértebra L1. Por otra parte, mientras que tres de los 20

(33,3%). La mayor parte de las modificaciones morfológicas detectadas fueron compresiones tipo cuña,

adultos medios presentaron compresiones vertebrales (15%), ninguno de los seis adultos mayores

Esqueleto	Vértebra	Altura posterior	Altura anterior	Altura media	% de reducción	Grado	Tipo
B6 Ind. 2	D9	20,3	14,6	SD	34,0	2	Cuña
	D11	23,18	14,9	SD	45,2	3	Cuña
	D12	26,3	18,15	SD	37,3	2	Cuña
	L1	26,7	15,4	14,9	44,2	3	Bicóncava
Túmulo II Ind. 241	D11	25,7	18,7	SD	27,2	2	Cuña
Túmulo II Ind. 242	D10	22,1	17	SD	23,1	1	Cuña
	L1	27,2	20,1	SD	26,1	2	Cuña
Cápiz Alto Ind. 18	D3	16,5	12,7	SD	23,0	1	Cuña
	L1	30,9	16	12,7	48,2	3	Bicóncava

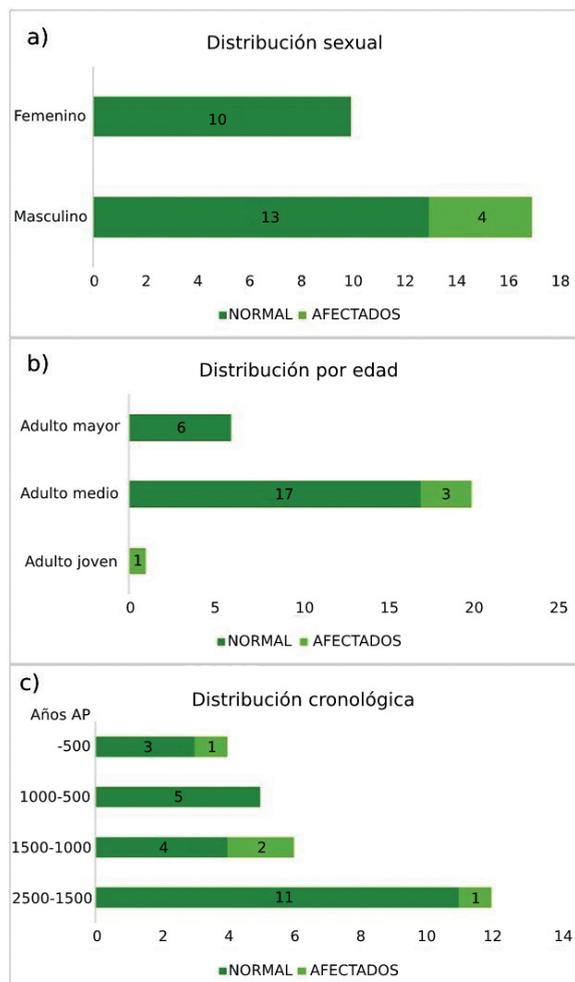
**Tabla 2.** Alturas de los cuerpos vertebrales en los cuales se detectaron fracturas por compresión, clasificadas por grado y tipo. Referencias: Ind.: Individuo; SD: Sin datos.

resultó afectado por este tipo de fracturas (Figura 5b).

Cuando los resultados fueron analizados según su cronología (Figura 5c), se observó que solo uno de los 12 individuos (8,3%) pertenecientes al periodo 2500-1500 –es decir, los restos hallados en el sitio B6– presentó fracturas vertebrales. A su vez, dos individuos de los seis (33,3%) esqueletos fechados para el periodo 2000-1000 años AP, pertenecientes al sitio Túmulo II, mostraron fracturas de cuerpos vertebrales. Ninguno de los seis individuos pertenecientes al periodo 1000-500 AP (sitios Natania y Barrio Ramos) presentaron lesiones. Por último, se registraron fracturas vertebrales en solo un individuo (25%) de los hallados en los sitios que corresponden al periodo poscontacto (<500 años AP).

## DISCUSIÓN

La frecuencia total de individuos afectados en este trabajo (14,8%) resultó levemente menor a la



**Figura 5.** Número de individuos afectados y no afectados por fracturas vertebrales, según sexo (a), edad (b) y cronología (c).

registrada en muestras de individuos adultos mayores de poblaciones actuales, entre quienes resulta, en general, superior al 20% (Schousboe, 2016), lo que puede deberse a que la mayor parte de los esqueletos analizados aquí corresponde a individuos adultos medios. Por el contrario, no es posible establecer comparaciones con individuos de menor edad, dado que, al igual que en muestras arqueológicas, las evaluaciones poblacionales son escasas. No obstante, como es frecuente, las comparaciones entre muestras arqueológicas y actuales deben ser tomadas con precaución, dadas sus diferencias en número y en la forma en las cuales son conformadas.

La edad ha sido propuesta como un factor de riesgo para el desarrollo de fracturas vertebrales por compresión (Curate *et al.*, 2014; Schousboe, 2016). En esta muestra, la relación resulta menos clara, dado que solo se estudió un individuo adulto joven. En ese sentido, la composición de la muestra representa una limitación para poder interpretar la evolución de las fracturas vertebrales con respecto a la edad. Sin embargo, fueron los adultos medios, y no los adultos mayores, los que mostraron una mayor prevalencia de fracturas vertebrales. Esta mayor prevalencia podría relacionarse, al menos en los individuos afectados, con causas compatibles con traumas agudos, más que como consecuencia secundaria de otras patologías subyacentes.

Ninguno de los individuos afectados corresponde al sexo femenino, en los cuales la osteoporosis resulta más frecuente en edades tempranas (Brickley *et al.*, 2020), por lo que la pérdida de masa ósea como causa de las fracturas vertebrales es menos probable. Dado que todas las fracturas vertebrales por compresión identificadas fueron observadas en individuos masculinos, es posible conjeturar que podrían vincularse con prácticas cotidianas que aumentarían la exposición a traumas axiales a lo largo de la columna vertebral en este sexo. Sin embargo, no puede descartarse por completo en estos casos la presencia de osteoporosis como posible causa. Para ello serán necesarios en el futuro estudios adicionales, particularmente análisis radiográficos y densitométricos, incluyendo los relativos a patologías metabólicas como la osteoporosis, que permitan evaluar la cantidad y la calidad ósea (Van Spelde *et al.*, 2021).

Por el contrario, las lesiones registradas en el esqueleto 18 del sitio Cápiz Alto podrían vincularse con la presencia de marcados sindesmofitos

en vértebras adyacentes, las que fueron afectadas por las fracturas vertebrales. A su vez, este hallazgo podría estar relacionado con etapas tempranas de alguna espondiloartropatía, como DISH o espondilitis anquilosante, aun cuando no fueron registradas otras lesiones compatibles con estas patologías, como anquilosis entre el sacro y la pelvis (Castells Navarro y Buckberry, 2020). Esta hipótesis, sin embargo, deberá ser contrastada y analizada en mayor profundidad en el futuro.

En cuanto a la cronología, los resultados muestran variaciones temporales en la frecuencia de fracturas vertebrales en la muestra analizada. Una baja frecuencia de lesiones fue hallada en restos correspondientes al periodo ca. 2500-1500 años AP (Sitio B6). En cambio, la frecuencia de lesiones resulta mayor para restos que corresponden al periodo ca. 1500-1000 años AP, como los hallados en el sitio Túmulo II, estudiado aquí. Para ese momento, se hizo necesario establecer circuitos de movilidad anual que comprendían valles bajos y ambientes de altura (Durán y García, 1989; Gasco *et al.*, 2011; Gasco, 2013; Frigolé y Gasco, 2016). Este aumento de movilidad podría estar asociado con una mayor exposición a la producción de traumas durante dicho periodo.

Por el contrario, en los restos asociados a sitios con fechados correspondientes al periodo 1000-500 años AP –concretamente, los sitios Natania y Barrio Ramos– no se encontraron lesiones asociadas a fracturas vertebrales. Los cambios importantes en la demografía, cultura y estrategias de vida asociados a la dominación Inka durante esta etapa supondrían la posibilidad de aumentos en las lesiones traumáticas, hecho que no se observa en los restos analizados, ya sea por un sesgo muestral o bien porque los restos analizados aquí no estuvieron expuestos a condiciones desfavorables que permitieran el desarrollo de fracturas compresivas. Por último, la frecuencia de fracturas vertebrales vuelve a elevarse en los restos analizados que poseen fechados que coinciden con el periodo de la conquista europea, como los sitios Cápiz Alto y Monte de Algarrobos. Sin embargo, las lesiones identificadas en el único esqueleto afectado de este periodo podrían ser secundarias a una patología metabólica aún no diagnosticada, y no a un trauma agudo.

La metodología de análisis empleada, aunque resulta de utilidad en restos esqueléticos, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, considera como normales aquellas vértebras en las cuales pudiera haber una reducción menor al 20% de la

altura de alguna de las porciones del cuerpo vertebral, lo que podría implicar una subestimación en la prevalencia total. En este sentido, modificaciones de la altura del cuerpo vertebral menores al 20% pueden ser subdiagnosticadas, aun cuando pudieran tener implicancias patológicas para la persona afectada. Por lo tanto, se plantea el interrogante acerca de cuál debería ser el límite inferior de las compresiones que deben ser consideradas como tales.

En relación con este aspecto, es necesario evaluar si todas las vértebras de un conjunto esquelético deben ser medidas, o solo aquellas que presenten deformaciones visibles, tal como se realizó en este trabajo. Análisis futuros deberán estudiar la totalidad de las vértebras, de manera de poder ajustar el porcentaje a partir del cual se detectan las modificaciones de altura que puedan ser consideradas patológicas, ajustando la metodología empleada aquí, y posiblemente los resultados acerca de las prevalencias halladas.

Respecto de la medición de la altura de las deformaciones bicóncavas, estas son en general más difíciles de medir que las deformaciones en cuña o los aplastamientos del cuerpo vertebral, anteriores y posteriores respectivamente, lo cual posiblemente influya en los resultados. En este sentido, es necesario efectuar ajustes en la metodología para resolver este problema, para analizar luego variaciones en la exactitud y precisión de los resultados. A su vez, la clasificación empleada no tiene en cuenta modificaciones morfológicas combinadas, como las halladas en este trabajo, en las cuales las alteraciones implican reducciones de la altura media (bicóncava) y anterior (cuña) del cuerpo vertebral, como las identificadas en los esqueletos 241 del sitio Túmulo II y esqueleto 18 del sitio Cápiz Alto.

Desde un punto de vista metodológico, en el futuro serán necesarias adaptaciones de la metodología empleada aquí. La medición de las reducciones de la altura en la sección media del cuerpo vertebral resulta de difícil obtención con calibre de corredera en restos esqueléticos pero podría ser accesible mediante compás de ramas curvas, por lo que nuevos análisis deberán considerar esta herramienta.

## CONCLUSIONES

Los resultados expuestos en este trabajo representan un primer avance en el estudio de este tipo

de fracturas en poblaciones antiguas en Argentina, tema que, si bien fue mencionado en algunas ocasiones, no fue objeto de un estudio sistemático. Al mismo tiempo, implican una aproximación al conocimiento de la prevalencia de las fracturas de cuerpos vertebrales en las poblaciones humanas que habitaron el centro-norte de Mendoza durante el Holoceno tardío. Los resultados hallados mostraron una mayor frecuencia de fracturas de los cuerpos vertebrales en individuos correspondientes al periodo 1500 a 1000 años AP, en el cual se identifica un cambio cultural y económico significativo en la región. Esta tendencia no se observa en periodos posteriores, en que la frecuencia de lesiones por fracturas vertebrales se mantiene baja. Sin embargo, en la mayor parte de los periodos analizados, los tamaños muestrales son reducidos, por lo que serán necesarios estudios en muestras más numerosas para discutir esta hipótesis. La mayoría de los esqueletos afectados (todos masculinos adultos medios) no presentan otras evidencias patológicas, por lo que se sugiere que la causa más probable responda a traumatismos axiales agudos. Análisis más exhaustivos en cada uno de los individuos, incluyendo estudios radiográficos y densitométricos con el fin de evaluar la densidad mineral ósea, permitirán discutir estos resultados.

### Agradecimientos

A los directivos y al personal del Museo de Ciencias Naturales Moyano, Mendoza. A tres revisores anónimos, cuyos comentarios y sugerencias colaboraron para mejorar este artículo. Este trabajo fue financiado con el Proyecto PIP 2015 - Nro. 11220150100016CO.

### REFERENCIAS CITADAS

- Adams, M. y Dolan, P. (2011). Biomechanics of vertebral compression fractures and clinical application. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 131, 1703-1710.
- Barberena, R., le Roux, P., Menéndez, L., Marsh, E., Novellino, P., Tessone, A., Lucero, G., Luyt, J., Sealy, J., Cardillo, M., Gasco, A., Llano, C., Frigolé, C., Guevara, D., Da Peña, G., Winocur, D., Benítez, A., Cornejo, L., Falabella, F., Méndez, C., Nuevo-Delaunay, A., Sanhueza, L., Santana Sagredo, F., Troncoso, A., Zárate, S., Durán, V. y Cortegoso, V. (2020). Multi-isotopic and morphometric evidence for the migration of farmers leading up to the Inka conquest of the southern Andes. *Scientific Reports*, 10, 21171.
- Brickley, M., Ives, R. y May, S. (2020). *The bioarchaeology of metabolic bone disease*. Academic Press.
- Brooks, S. y Suchey, J. (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.
- Buikstra, J. y Ubelaker, D. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. *Arkansas Archaeological Survey Research Series*, 44.
- Castells Navarro, L. y 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.
- Cortegoso, V., Yebra, L., Castro, S. y Durán, V. (2019). La presencia de obsidiana en contextos arqueológicos del Norte de Mendoza: interacciones humanas en una región andina sin fuentes volcánicas. *Intersecciones en Antropología*, 20(2), 153-165.
- Curate, F., Silva, T. y Cunha, E. (2014). Vertebral compression fractures: towards a standard scoring methodology in paleopathology. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26(2), 366-372.
- Da Peña Aldao, G., Novellino, P. y Frigolé, C. (2016). Caracterización del Túmulo II (Uspallata, Mendoza): Actualización del análisis del contexto funerario. *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 20, 21-49.
- Dolan, P., Earley, M. y Adams, M. (1994). Bending and compressive stresses acting on the lumbar spine during lifting activities. *Journal of Biomechanics*, 27(10), 1237-1248.
- Durán, V., Novellino, P., Gil, A., Menéndez, L., Bernal, V. y Pérez, I. (2014). Estudios arqueológicos y bioarqueológicos en el valle del río Gualcamayo (Norte de San Juan, Argentina). En V. Cortegoso y V. Durán (Eds.). *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)* (pp. 361-417). Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.
- Durán, V., Cortegoso, V., Barberena, R., Frigolé, C., Novellino, P., Lucero, G., Yebra, L., Gasco, A., Winocur, D., Benítez, A. y Knudson, K. J. (2018). 'To and fro' the southern Andean highlands (Argentina and Chile): Archaeometric insights on geographic vectors of mobility. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 668-678.
- Durán V., Gasco, A., Paiva, J., Zonana, I. y Barberena R. (2020). El aprovechamiento de camélidos y ambientes de altura en sociedades agropastoriles prehispánicas del noroeste de Mendoza (Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 45, 2, 271-296.

- Durán, V. y García, C. (1989). Ocupaciones agro-alfareras en el sitio Agua de la Cueva-sector norte (NO de Mendoza). *Revista de Estudios Regionales*, 3, 29-64.
- Eastell, R., Cedel, S., Wahner, H., Riggs, L., Melton, L. (1991). Classification of Vertebral Fractures. *Journal of bone and mineral research*, 6(3), 207-215.
- Frigolé, C. y Gasco, A. (2016). Potters and herders at the southern edge of the Andean world: Risk management and mobility in Northwestern Mendoza, Argentina, *Quaternary International*, 422, 152-162.
- Gallacher, S., Gallagher, A., McQuillan, C., Mitchell, P. y Dixon, T. (2007). The prevalence of vertebral fracture amongst patients presenting with non-vertebral fractures. *Osteoporosis International*, 18(2), 185-192.
- García, A. y Martínez Carretero, E. (2019). Consumo de maíz por poblaciones nativas de Mendoza (centro-oeste argentino) y su relación con condiciones ambientales. *Multequina*, 29, 5-20.
- Gasco, A. (2013). *Caza y pastoreo de camélidos en la frontera meridional del "mundo" andino. Una aproximación osteométrica* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba].
- Gasco, A., Marsh, E., Frigolé, C., Castro, S., Privitera, C., Moyano, R. y Yebra, L. (2011). Actividades domésticas durante los siglos III-VIII DC en el Valle de Potrerillos (San Ignacio-Mendoza). Un acercamiento desde la osteometría y la tecnología cerámica y lítica. *Revista del Museo de Antropología*, 4(1), 145-160.
- Genant, H., Wu, C., Van Kuijk, C., Nevitt, M. (1993). Vertebral Fracture Assessment Using a Semiquantitative Technique. *Journal of Bone and Mineral Research*, 8(9), 1137-1148.
- Gil, A., Neme, G., Tykot, R., Novellino, P., Cortegoso, V. y Durán, V. (2009). Stable Isotopes and Maize Consumption in Central Western Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology*, 19, 215-236.
- Kuklo, T., Polly, D., Owens, B., Zeidman, S., Chang, A., Klemme, W. (2001). Measurement of Thoracic and Lumbar Fracture Kyphosis Evaluation of Intraobserver, Interobserver, and Technique Variability. *Spine*, 26(1), 61-66.
- Llano, C., Cortegoso, V. y Marsh, E. (2017). Producción hortícola a baja escala en el límite continental del desarrollo andino: un aporte desde la arqueobotánica. *Darwiniana, nueva serie*, 5(2), 109-125.
- Lovejoy, C., Meindl, R., Mensforth, R. y Barton, T. (1985). Multifactorial determination of skeletal age at death: a method and blind tests of its accuracy. *American Journal of Physical Anthropology*, 68, 1-14.
- Marsh, E., Kidd, R., Ogburn, D. y Durán, V. (2017). Dating the Expansion of the Inca Empire: Bayesian Models from Ecuador and Argentina. *Radiocarbon*, 59, 117-140.
- Melton III, L. y Kallmes, D. (2006). Epidemiology of Vertebral Fractures: Implications for Vertebral Augmentation. *Academic Radiology*, 13, 538-545.
- Nami, H., Durán, V., Cortegoso, V. y Giesso, M. (2015). Análisis morfológico-experimental y por Fluorescencia de Rayos X de las puntas de proyectil de obsidiana del ajuar de Uspallata Usina Sur (Mendoza-Argentina). *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología*, 45, 7-37.
- Novellino, P., Menéndez, L. y Bernal, V. (2014). Avances en el conocimiento bioarqueológico de las poblaciones humanas del Centro-Norte de Mendoza. En V. Cortegoso y V. Durán (Eds.). *Arqueología de ambientes de altura de Mendoza y San Juan (Argentina)* (pp. 43-55). Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo.
- Novellino, P., Da Peña, G., Pandiani, C. y Suby, J. (2018). Análisis de lesiones osteoarticulares apendiculares en restos humanos del Centro-Norte de Mendoza. *Anales de Arqueología y Etnología*, 73(2), 171-188.
- Novellino, P., Da Peña, G., Guevara, D. y Suby, J. (2021). Osteoartrosis en columna vertebral de antiguos pobladores del Centro-Norte de Mendoza durante el Holoceno tardío. *Chungará* (en prensa).
- Pandiani, C., Suby, J. y Novellino, P. (2018). Lesiones periapicales y su relación con las prácticas de subsistencia en individuos del Centro-Norte de Mendoza durante el Holoceno Tardío. *Revista del Museo de Antropología*, 11(2), 109-122.
- Pandiani, C., Suby, J., y Novellino, P. (2019). Análisis de periodontitis en restos humanos del Centro-Norte de Mendoza (Argentina) en el Holoceno Tardío (2260-550 AP). En M. Fabra, P. Novellino, M. Arrieta y S. Salega (Eds.). *Metodologías para el estudio de restos esqueléticos en Argentina: actualizaciones y nuevas perspectivas* (pp. 126-158). Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Schousboe, J. (2016). Epidemiology of Vertebral Fractures. *Journal of Clinical Densitometry*, 19(1), 8-22.
- Silverman, S. (1992). The Clinical Consequences of Vertebral Compression Fracture. *Bone*, 13, S27-S31.
- Suby, J., Saleme, M. y Santiago, F. (2008). Análisis paleopatológico de los restos humanos del sitio Puesto Pescador 1 (Tierra del Fuego). *Magallania (Chile)*, 36(1), 53-64.

- Suby, J., Novellino, P., Da Peña, G. y Pandiani, C. (2018). Elongated odontoid process in late Holocene skeletal remains from B6 archaeological site, Mendoza, Argentina. *International Journal of Paleopathology*, 22, 86-91.
- Tessone, A., Diz, A., Barberena, R., Novellino, P. y Durán, V. (2021). Paleodieta, movilidad e historias de vida en la localidad Barrancas, noreste de Mendoza. *XV Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*. La Plata.
- Todd, T. W. (1921). Age changes in the pubic bone: VI. The interpretation of variations in the symphyseal area. *American Journal of Physical Anthropology*, 4, 407-424.
- 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.
- Wasnich, R. (1996). Vertebral Fracture Epidemiology. *Bone*, 18(3), 179S.-183S.