



Meteorización ósea y la reconstrucción de patrones de remodelado óseo craneofaciales en muestras de poblaciones humanas prehistóricas de Pampa Grande (Salta) y Valle inferior del río Chubut (Chubut)

Bone weathering and the reconstruction of craniofacial bone remodeling patterns in samples from prehistoric human populations from Pampa Grande (Salta) and Chubut river valley (Chubut)

Natalia Brachetta-Aporta*

*CONICET, Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología, Universidad Nacional de Río Negro. Argentina. E-mail: n.brachetta@gmail.com

Resumen

El estudio de los patrones de remodelado óseo en el esqueleto facial es de interés en estudios arqueológicos y bioarqueológicos ya que brindan información sobre los procesos de crecimiento y el efecto de la dureza de la dieta sobre las cargas masticatorias, entre otros. Sin embargo, las alteraciones post-depositacionales a las que están expuestos los restos pueden afectar la superficie cortical del hueso y, en consecuencia, dificultar la identificación de los rasgos histológicos asociados al remodelado óseo. Particularmente, uno de los procesos que pueden alterar la superficie cortical en contextos arqueológicos es la meteorización. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la meteorización en la identificación del remodelado óseo en el esqueleto facial a partir del análisis de individuos subadultos de dos muestras procedentes del Noroeste Argentino y Patagonia. Se evaluó el grado de asociación entre el estadio de meteorización del esqueleto facial y el porcentaje de remodelado óseo relevado. Se observó mayor incidencia de meteorización en la muestra de Patagonia, principalmente en individuos de menor edad, asociada a un mayor porcentaje de datos de remodelado. Por el contrario, los individuos del NOA presentaron mejor preservación de las superficies, principalmente a menor edad, pero menor porcentaje de datos de remodelado óseo. Los resultados obtenidos indican la necesidad de profundizar los análisis que abordan el impacto de los procesos post-depositacionales en la reconstrucción de los patrones de remodelado óseo.

Palabras clave: Formación y reabsorción ósea; Tafonomía; Subadultos; Colecciones arqueológicas.

Abstract

The analysis of bone remodeling patterns from the facial skeleton is relevant in archaeological and bioarchaeological studies due the information provided for growth processes and dietary hardness in chewing loads, among others. However, the exposure to post-depositional alterations can affect the cortical surface of the bone and, consequently, make the identification of histological features associated with bone remodeling difficult. In particular, one of the processes that can alter the cortical surface in archaeological contexts is weathering. The aim of this work is to evaluate the effect of weathering on the description of facial bone remodeling in subadults from two samples from Northwest Argentina and Patagonia. The degree of association between weathering stage and bone remodeling data was evaluated for facial bones. A higher incidence of weathering was observed for Patagonia, mainly in younger individuals, associated with a higher percentage of remodeling data. On the other hand, the individuals from NOA showed a better preservation of the surfaces, mainly at younger ages, but a lower percentage of bone remodeling data. Further evaluations of post-depositional processes in relation to the reconstruction of bone remodeling patterns are required.

Keywords: Bone formation and resorption; Taphonomy; Subadults; Archaeological collections.

El estudio sobre los procesos de desarrollo que subyacen a la variación morfológica craneofacial dentro y entre especies del linaje humano se ha basado, principalmente, en análisis a nivel morfológico o anatómico (e.g.

Mitteroecker et al., 2012; Scott et al., 2014; Bastir y Rosas, 2016). Por el contrario, el nivel histológico ha sido escasamente explorado (Desántolo y Bernal, 2016) a pesar del rol fundamental de los procesos de remodelado en

Recibido 08-04-2021. Recibido con correcciones 10-06-2021. Aceptado 06-10-2021

Revista del Museo de Antropología 15 (1): 145-156 /2022 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico)
<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index>

IDACOR-CONICET / Facultad de Filosofía y Humanidades – Universidad Nacional de Córdoba - Argentina

el establecimiento de los patrones morfológicos de las estructuras óseas (Enlow, 1963; Bromage, 1989; Enlow y Hans, 1996; McCollum, 2008). Una vez iniciada la osificación, el hueso crece por acumulación de masa ósea debido a la adición de tejido a lo largo de las suturas y mediante la generación de tejido nuevo en la superficie (Martin et al., 2015). En consecuencia, se generan diferentes rasgos microestructurales sobre las superficies óseas producto de la actividad de los osteoblastos y osteoclastos –células que forman y reabsorben hueso, respectivamente– que dan cuenta de cambios morfológicos sucedidos a lo largo de la ontogenia y de diferencias entre individuos adultos (Boyde, 1972; Bromage, 1989; Brachetta-Aporta et al., 2019). En este sentido, los cambios observados a nivel anatómico resultan de variaciones en los procesos subyacentes, como la distribución y extensión de las superficies de formación y reabsorción óseas –i.e. patrón de remodelado óseo– y la tasa de remodelación ósea (Enlow, 1966; Boyde, 1972; Bromage, 1989; Enlow y Hans, 1996).

El remodelado óseo ocurre a lo largo de toda la vida del individuo y la preservación de los rasgos microestructurales como las lagunas de Howship, generadas por los osteoclastos, y de las fibras de colágeno, producto de la actividad de los osteoblastos, en las superficies periósticas y endósticas del hueso permite conocer qué factores influyeron en los últimos años del individuo (e.g. cargas mecánicas, patologías, entre otros) (Enlow y Hans, 1996; Martínez-Maza et al., 2010). Gracias al desarrollo de la técnica de análisis de superficies mediada por réplicas obtenidas del empleo de silicona y resina epoxi propuesta por Grundy en 1971, se ha podido extender el análisis de superficies a restos fósiles y arqueológicos sin dañar el hueso (Bromage, 1985; Martínez-Maza et al., 2010). Sin embargo, para su empleo se requiere de una correcta preservación cortical ósea. Con posterioridad a la muerte, el hueso atraviesa por cambios físicos y químicos como consecuencia de su progresiva desmineralización y de la interacción con factores extrínsecos (i.e. alteraciones tafonómicas; Lyman, 2010) vinculados al ambiente de depositación (Guy et al., 1997; Gordon y Buikstra, 1981; Barrientos et al., 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). La exposición a diferentes factores ambientales (e.g. humedad, temperatura, tipo de suelo) así como a la acción microbiana, de raíces y de animales o antrópica, contribuye a una preservación diferencial de los restos óseos (Knüsel y Robb, 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). En consecuencia, comúnmente se seleccionan para replicar huesos que no presentan alteraciones tafonómicas producto de fragmentaciones, marcas de raíces, de animales o antrópicas, entre otras, a fin de maximizar la información histológica recuperada (Martínez-Maza et al. 2013; Brachetta-Aporta et al., 2018, 2019). Asimismo, se ha considerado que una incidencia baja de la meteorización (menor o igual a 3; según los estadios de Behrensmeyer, 1978) no influye en la reconstrucción de los procesos biológicos subyacentes

al patrón de remodelado (Brachetta-Aporta et al., 2018). Sin embargo, dado el limitado número de referencias empleadas en esa oportunidad, esta asunción requiere de un análisis más profundo.

El estadio de meteorización alcanzado por el tejido proporciona información importante acerca del grado de preservación de la superficie cortical (Gutierrez et al., 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). A medida que un hueso pierde su contenido de humedad típico de su estado de vida, se pueden desarrollar grietas finas en su superficie cortical (Gifford-Gonzalez, 2018). En este sentido, los elementos que se encuentran expuestos en las superficies terrestres comienzan a agrietarse y exfoliarse progresivamente, principalmente en función del tiempo de exposición, las propiedades del entorno al que estuvo expuesto, el tamaño y la forma del hueso, así como el grado de mineralización ósea (Janjua y Rogers, 2008; Gutierrez et al., 2016; Gifford-Gonzalez, 2018; Fisk et al., 2019). Asimismo, algunos autores utilizan el término meteorización también para aquellos huesos que habiendo estado en condiciones de sepultura (subsuperficial), presentan modificaciones óseas similares a las ocurridas por exposición superficial (Lyman y Fox, 1989); no obstante, la definición del proceso de meteorización implica la exposición a factores meteorológicos (González, 2013). En este sentido, la disolución y exfoliación cortical de huesos enterrados pueden ser resultado de la diagénesis sin mediación de la intemperie (González, 2013). Behrensmeyer (1978) propuso seis estadios para cuantificar las alteraciones físicas continuas en función de un progresivo deterioro físico-químico de la superficie hasta que el hueso se deshace, que han permitido cuantificar los tiempos relativos de exposición del hueso y la tasa a la que sucede la meteorización (Lyman y Fox, 1989; Janjua y Rogers, 2008; Gutierrez et al., 2016; Schultz et al., 2018). Con lo cual, la identificación de los estadios de meteorización es un indicador útil para evaluar la integridad de la superficie cortical ósea y eventualmente, pueden servir para predecir el grado de preservación de las microestructuras del remodelado óseo.

Considerando lo arriba expuesto, en el presente trabajo se evaluó la proporción de datos de remodelado óseo en función de la incidencia de la meteorización en la superficie cortical craneofacial. Para ello se analizó la asociación entre los estadios de meteorización (Behrensmeyer, 1978) del esqueleto facial de individuos subadultos de dos poblaciones Amerindias del sur de Sudamérica con el porcentaje de datos de remodelado óseo obtenidos para los huesos frontal, cigomático y maxilar sobre los que se reconstruyeron los patrones de remodelado óseo de ambos grupos (Brachetta-Aporta et al., 2019). El trabajo se centra en el análisis de individuos subadultos dado que las actividades de formación y reabsorción se encuentran más frecuentemente activas y extendidas en etapas tempranas del desarrollo que en adultos (Boyde,

1972; Boyde y Jones, 1972; Marks y Odgren, 2002). Asumiendo que el grado de la meteorización afectará la identificación de las microestructuras de formación y reabsorción ósea, se espera que el total de información de remodelado óseo relevada varíe en función del grado de meteorización que presente el hueso. El estudio permitirá así discutir una de las vías que pueden generar sesgo en el relevamiento histológico de superficies óseas.

Materiales y métodos

Muestra

Se analizó un total de 35 cráneos de individuos subadultos (Tabla 1) correspondientes a muestras osteológicas procedentes de sitios arqueológicos del Noroeste Argentino (Pampa Grande) y centro-este de Patagonia argentina (Valle inferior del río Chubut) (Fig. 1). Los restos analizados forman parte de la colección osteológica de la División Antropología del Museo de La Plata y se conformaron entre la última mitad del siglo XIX y mediados del siglo XX. Son cráneos completos o con menos del 25% de pérdida ósea (Barrientos et al., 2007), separados de sus respectivas mandíbulas debido a las prácticas de curaduría de las colecciones del Museo de La Plata (Baldini et al., 1998; Béguelin y Gómez, 2011). Asimismo, proceden de diversas actividades de recolección (recoleciones superficiales, donaciones, excavaciones sistemáticas, etc.) por lo que la información

asociada a ellas varía en cuanto al tipo y la calidad.

La muestra de Pampa Grande (PG) se conformó a partir de sucesivas excavaciones realizadas a principios del siglo XX por J.B. Ambrosetti y F. Aparicio, y posteriormente entre los años 1969 y 1971, por A.R. González (González, 1972; Baldini et al., 1998). Los restos óseos proceden de entierros en urna y directos hallados en numerosas cavernas de las serranías de Las Pirguas, departamento Guachipas, provincia de Salta (González, 1972; Baffi et al., 1996). Pampa Grande corresponde a las Sierras Subandinas que se ubican entre la zona Valliserrana (entre 2500-3000 msnm) y las Selvas Occidentales, con una temperatura anual media entre 16° y 18° (Baldini et al., 1998). Los materiales culturales hallados en el lugar fueron asociados a la cultura Candelaria, correspondiente al periodo formativo temprano del Noroeste Argentino (entre 1500 y 1400 años AP; González, 1972; Baldini et al., 2003). Esta cronología coincide con la establecida a partir de un fechado radiocarbónico que indicó una antigüedad de 1720±50 años AP (Lema, 2009).

La muestra del Valle inferior del río Chubut (Ch) fue conformada principalmente a partir de las recolecciones que realizaron Francisco P. Moreno (1876-77) y Santiago Pozzi (1893), en las zonas aledañas a Gaiman y Trelew (Lehmann-Nitsche, 1910). El Valle inferior del río Chubut se ubica en la provincia fitogeográfica de

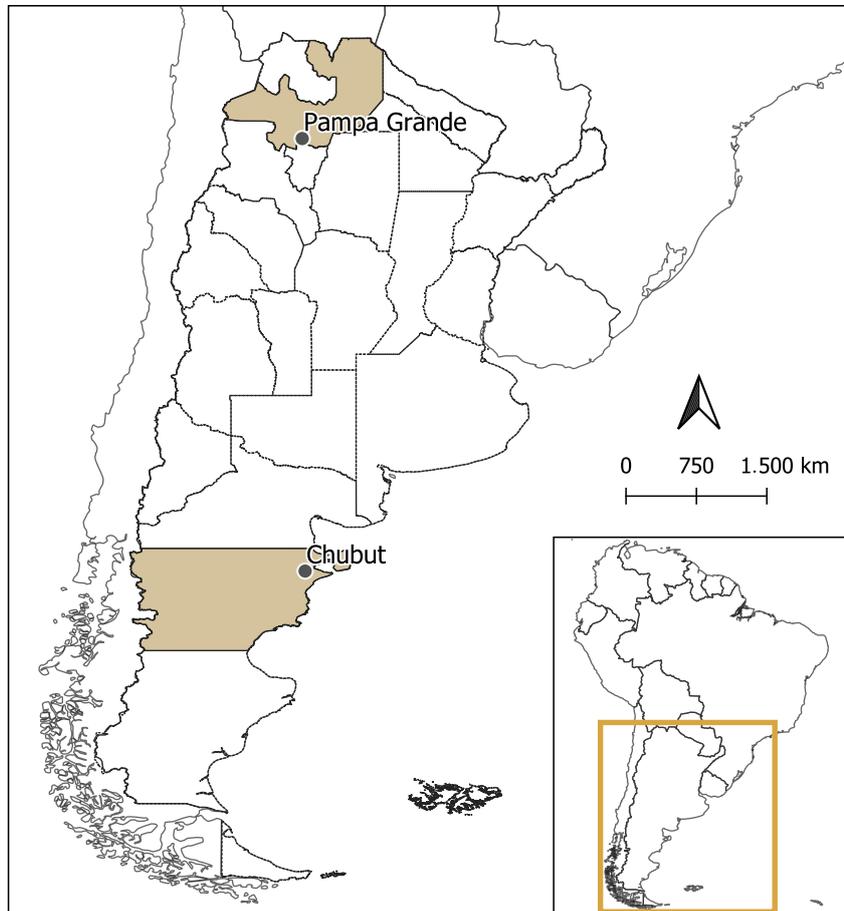


Figura 1. Procedencia geográfica de las muestras analizadas.

Figure 1. Geographic localization of the samples analyzed.

Desarrollo y erupción		Grupos y rango etario	Subadultos	
Molares	PM2		PG	Ch
Desarrollo del M1	Ausencia del PM2	Grupo 1: incluye hasta 4,4 años	4	1
Erupción del M1 y desarrollo del M2	Desarrollo del PM2	Grupo 2: de 4,5 a 10,4 años	9	11
Erupción del M2 y desarrollo de corona del M3	Desarrollo final y erupción del PM2	Grupo 3: de 10,5 a 14,4 años	2	4
Desarrollo de raíz y erupción del M3	-	Grupo 4: de 14,5 a 18 años	-	4
Total de individuos			15	20

Tabla 1. Distribución de edades de las muestras.

Table 1. Age composition of the samples.

Monte, caracterizada por un clima semiárido, con temperaturas templadas (aproximadamente 12 °C), escasas precipitaciones y fuertes vientos; siendo el río Chubut una importante fuente de agua dulce, con gran diversidad de recursos (Gordón, 2011). Con respecto a la cronología, las dataciones radiocarbónicas realizadas directamente sobre los restos óseos y las variantes de modificación cultural presente en los cráneos (i.e. tabular erecta planofrontal y planolámbdica) permiten asignar a la muestra al Holoceno tardío, entre 2600 y 200 años AP (Perez, 2006; Gómez Otero y Novellino, 2011; Gordón, 2011).

Composición etaria de la muestra

La estimación de la edad (Tabla 1) se realizó empleando los métodos estándar basados en la formación (i.e. desarrollo de la corona, raíz y ápice del diente) y erupción de la dentición decidua y permanente (Buikstra y Ubelaker, 1994; AlQahtani et al., 2010). Las estimaciones se realizaron a través del empleo de imágenes digitales de tomografías computadas (Brachetta-Aporta y D'Addona, 2020) en las que se identificó el grado de formación de

cada diente en relación con el desarrollo de su corona, raíz y ápice, empleando las referencias de Moorrees y colaboradores (1963) para dientes uni- y multiradiculares (Buikstra y Ubelaker, 1994; AlQahtani et al., 2010). Debido al bajo número de casos por edad estimada, los individuos se agruparon en cuatro categorías según el grado de desarrollo y erupción dental (Tabla 1).

Por otro lado, debido al bajo grado de dimorfismo sexual para el rango de edades analizado y la falta de criterios confiables para estimar el sexo a partir del cráneo en subadultos (Ferembach et al., 1977), la muestra fue analizada sin considerar diferencias por sexo.

Análisis de las superficies óseas

Se delimitaron cuatro regiones a replicar para el análisis de remodelado óseo: glabella, supraorbital, cigomático y región anterior del maxilar superior (Fig. 2a). Debido al extenso trabajo requerido por el enfoque, se generaron réplicas de alta resolución sólo del lado izquierdo, lo que es común en estos tipos de estudios (Bromage, 1982; McCollum, 2008; Martínez-Maza et al., 2013; entre

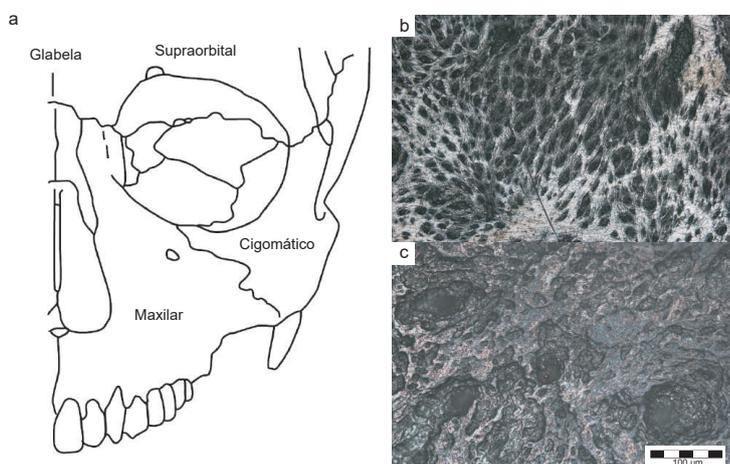


Figura 2. Análisis de superficies óseas. Regiones del esqueleto facial analizadas (a) y actividades de remodelado óseo identificadas: formación ósea (b) y reabsorción ósea (c). Imágenes obtenidas con microscopio óptico modificado para luz de incidencia y objetivo de 20x.

Figure 2. Bone surface analysis. Regions of the facial skeleton analyzed (a) and bone remodeling activities identified: bone formation (b) and bone resorption (c). Surfaces observed using an optical microscope with incident light and 20x objective.

otros). En los casos en que la preservación o alteraciones óseas impedían el replicado del lado izquierdo, se utilizó el lado derecho. Para la generación de las réplicas, primero se limpió la superficie ósea con alcohol 60% y pinceles de cerdas blandas. Posteriormente se generaron moldes de resina epoxi a partir de impresiones de silicona, las cuales fueron metalizadas con oro-paladio para su conductividad eléctrica, procedimiento realizado en el Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Sobre las superficies metalizadas se trazó una grilla de 5 x 5 mm para orientar el relevamiento de las microestructuras de interés (Martinez-Maza et al., 2010) y se empleó un microscopio Olympus CX31 (objetivo de 20x NA 0.40) modificado para luz de incidencia. Se registraron dos tipos de superficies: formación ósea, producto de la actividad de los osteoblastos; y reabsorción ósea, resultado de la actividad de los osteoclastos (Fig. 2b,c).

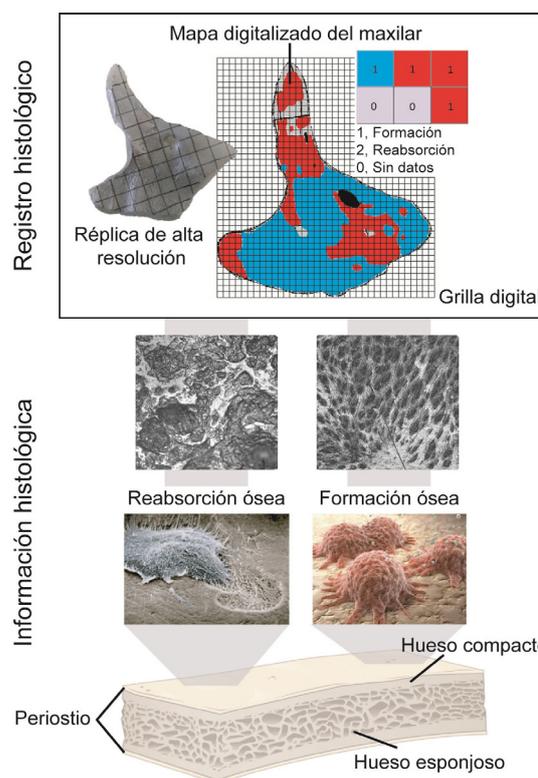
Las superficies de formación, también denominadas superficies de depositación (Fig. 2b), se caracterizan por la presencia de haces paralelos de fibras de colágeno que, cuando el área de mineralización está activo, se pueden diferenciar claramente entre sí (Boyde, 1972; Martinez-Maza et al., 2010); mientras que si la síntesis de las fibras ha finalizado, se continúa un frente de mineralización que opaca la delimitación de las fibras (Martinez-Maza et al., 2010). Las superficies de reabsorción (Fig. 2c) se identifican por la presencia de depresiones de distinto tamaño, denominadas lagunas de Howship (Boyde, 1972; Martinez-Maza et al., 2010). Cuando están activas, las lagunas se presentan profundas y con bordes bien definidos, y pueden presentarse algunas fibras de colágeno dispersas y desordenadas, como resultado de la exposición del hueso lamelar (*lamellae*) a diferentes profundidades. Pero cuando la reabsorción procede lentamente o ha finalizado, las lagunas pasan a ser poco profundas y sus bordes menos definidos y acompañados de una superficie muy lisa (Boyde, 1972; Boyde y Jones, 1972; Martinez-Maza et al., 2010). Dada las dificultades para establecer si la superficie correspondía a una etapa activa o no del proceso de remodelado óseo al momento de fallecer el individuo, sólo se registró su presencia y extensión. No se incluyó la identificación de superficies erosionadas ni en reposo *-resting surface-* dada la similitud entre ellas para magnificaciones de 20x. Ambas superficies se caracterizan por un aspecto liso y brillante, aunque difieren en el proceso de origen (Martinez-Maza et al., 2010). Mientras que las superficies de reposo son producto del avance y mineralización de la sustancia fundamental durante períodos de quiescencia (Boyde, 1972; Boyde y Jones, 1972), las superficies erosionadas son el resultado de la abrasión generada por la acción de agentes físicos y químicos sobre las superficies óseas (Bromage, 1984; Martinez-Maza et al., 2010). Si bien las características más pequeñas que se necesitan para identificar las superficies óseas suelen ser mayores de 5 µm, la erosión puede restringir la extensión de los rasgos por debajo de dicha medida (Bromage, 1984; Bromage y

Boyde, 2011). Posteriormente, la información histológica relevada se tipificó en mapas de colores, donde las superficies que no presentaban evidencia de formación o reabsorción fueron registradas como sin datos. Los mapas fueron digitalizados y se generó una grilla digital sobre los mismos para relevar la información registrada en ArcGIS 10 (Fig. 3).

Por otro lado, se registró el estadio de meteorización de la región facial mediante observación directa del cráneo como indicador del deterioro óseo. Se consideró el intervalo de 0 a 5 propuesto por Behrensmeyer (1978) para mamíferos en la alteración del tejido óseo, cortical y esponjoso (Behrensmeyer, 1978; Gutierrez et al., 2016; Gifford-Gonzalez, 2018). Por razones metodológicas, los individuos con valores de meteorización mayores a 3 fueron excluidos de los análisis dado que el incremento de la exfoliación genera texturas óseas ásperas y frágiles que pueden deteriorarse fácilmente con el procedimiento de replicado de las superficies. Si bien este índice está hecho para huesos maduros, la investigación existente sobre la degradación esquelética inmadura es mínima todavía (Fisk et al., 2019). Sin embargo, estudios experimentales en grandes animales han mostrado que el patrón de avance de la meteorización sobre la superficie cortical es similar a lo largo de la ontogenia, siendo los principales factores que varía el tiempo y la extensión en que se suceden (i.e. más acelerado y extenso en huesos inmaduros; Massigoge

Figura 3. Representación esquemática de la generación y relevamiento de la información de remodelado óseo.

Figure 3. Schematic representation of the generation and recorded of bone remodeling information.



et al., 2010; Gutierrez et al., 2016). En resumen, se incluyeron superficies: que no presentaban alteraciones producto de meteorización (0), que presentaban grietas paralelas o en mosaico (1), que presentaban grietas y exfoliación del tejido cortical (2) y que exhibían texturas fibrosas producto de la degradación (3) (Behrensmeyer, 1978).

Análisis de la información histológica y de meteorización

En cuanto a la información histológica relevada, a partir de los mapas obtenidos se calculó el porcentaje de remodelado óseo obtenido por región anatómica y grupo de edad en función del número de celdas con datos de formación o reabsorción ósea, sobre el total de celdas. Se comparó la distribución de las frecuencias de celdas con datos de remodelado óseo por muestra mediante un análisis de χ^2 . La incidencia de la meteorización fue evaluada según los primeros 4 estadios propuestos por Behrensmeyer (1978). Se calculó la frecuencia de cada estadio de meteorización por región anatómica y grupo de edad. Finalmente, se compararon las frecuencias de datos de remodelado con el estadio de meteorización mediante análisis de correlación simple. Los análisis estadísticos fueron realizados en los programas Past 3.15 (Hammer et al., 2001) y R (R Core Team, 2014).

Resultados

En la Figura 4 se presenta el porcentaje de remodelado óseo por región anatómica para las muestras de Pampa Grande y Chubut. En general, el porcentaje de datos de remodelado fue mayor para Chubut, aunque las diferencias no fueron significativas entre muestras ($X^2 = 0,002$; $p = 0,99$). Con relación a las regiones anatómicas, ambas muestran exhibieron elevados porcentajes de datos de remodelado óseo para las regiones del cigomático y el maxilar. La glabella presentó un alto porcentaje de datos relevados en los individuos de Chubut, mientras que fue muy reducido para Pampa Grande. Finalmente, el supraorbital exhibió bajos porcentajes de datos de remodelado en ambas muestras.

Respecto al porcentaje de remodelado óseo obtenido en función del grupo de edad, en general se observó para Pampa Grande (Fig. 5a) un aumento del remodelado

óseo registrado con el incremento de edad, salvo para el cigomático. Para glabella y supraorbital se registró un mayor porcentaje de remodelado en individuos de más de 4,5 años, mientras que en cigomático la mayor proporción de datos de remodelado fue en individuos de hasta 4,4 años y en maxilar, para edades de 4,4 a 10,4 años (Fig. 5a).

En Chubut (Fig. 5b), el porcentaje de remodelado óseo registrado fue similar entre los grupos etarios, siendo el rango de edad de 4,5 a 10,4 años el que mayor proporción de datos registró en general. En particular, los individuos de 10,5 a 14,4 años presentaron mayor porcentaje de datos de remodelado en glabella, mientras que para el supraorbital la media fue similar entre grupos de edad. En el cigomático y maxilar, la mayor proporción de datos se dio en individuos de 4,5 a 10,4 años.

Con respecto al proceso de meteorización, los individuos de Chubut resultaron más afectados en comparación con los de Pampa Grande (Fig. 6). En Pampa Grande (Fig. 6a) la mayor parte de los individuos se correspondieron con el estadio 0, es decir superficies sin alteraciones. Particularmente, los individuos menores a 10,4 años presentaron mejor preservación de la superficie ósea que los individuos mayores, con estadios de 0 y 1. Por el contrario, en Chubut (Fig. 6b) la mayoría de los individuos presentó el estadio 1 de superficies con presencia de grietas, e incluso se observó individuos con superficies alteradas correspondientes al estadio 3 asociado a texturas fibrosas. A su vez, a diferencia de lo observado en Pampa Grande, en Chubut fueron los individuos mayores a 14,5 años los que presentaron superficies menos alteradas, correspondientes a los estadios 0 y 1, mientras que los individuos entre 4,5 y 14,4 años fueron los que presentaron superficies con mayor alteración, correspondientes a los estadios 2 y 3.

Finalmente, se evaluó el grado de asociación entre el estadio de meteorización asignado a cada individuo y el porcentaje de remodelado óseo relevado por región anatómica (Tabla 2). Se compararon los individuos subadultos en conjunto y por grupo de edad. En ambos casos se observó una baja correlación, con excepción en Pampa Grande para lo registrado sobre el supraorbital

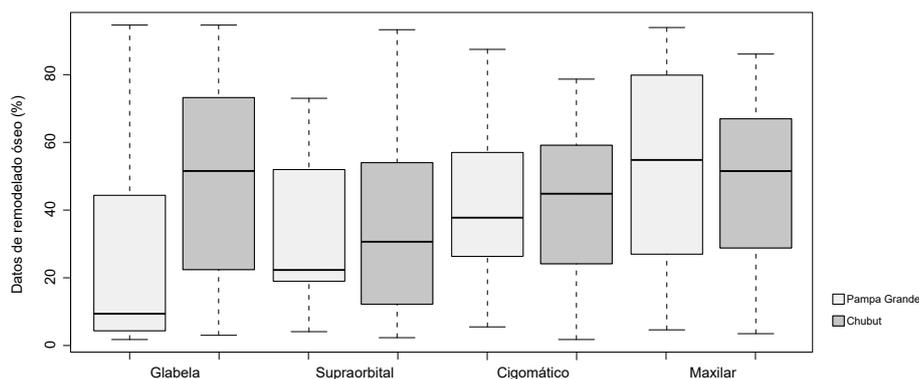


Figura 4. Porcentaje de datos de remodelado óseo –formación y reabsorción ósea- obtenido por muestra en función de la región anatómica analizada.

Figure 4. Percentage of bone remodeling data –bone formation and resorption- obtained by sample based on the anatomical region analyzed.

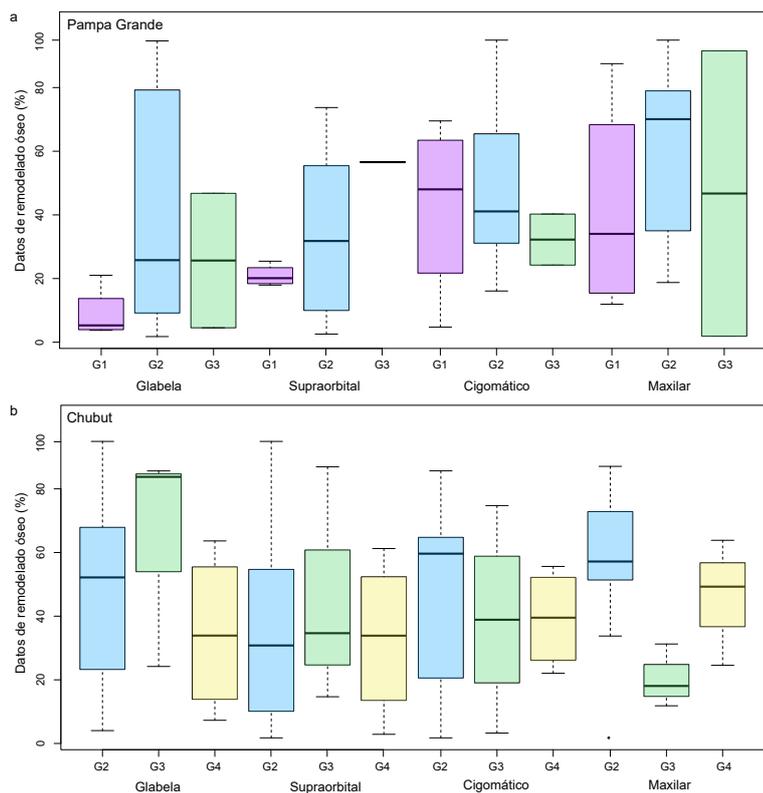


Figura 5. Porcentaje de datos de remodelado óseo –formación y reabsorción ósea- obtenido por grupo de edad en función de la región anatómica analizada para Pampa Grande (a) y Chubut (b). El rango etario G1 de Chubut no se incluyó por constar de solo un individuo.

Figure 5. Percentage of bone remodeling data –bone formation and resorption- obtained by age group based on the anatomical region analyzed for Pampa Grande (a) and Chubut (b). The age range G1 of Chubut was not included because only has one individual.

en individuos de entre 4,5 a 10,4 años y en Chubut para el maxilar en individuos de entre 10,5 a 14,4 años.

Discusión

El estado de preservación de los huesos es un factor importante a considerar cuando se realizan análisis histológicos de superficie dado que se pueden producir pérdidas de las microestructuras características de las actividades de remodelado óseo. La preservación de la superficie cortical se ve principalmente afectada por la influencia de factores extrínsecos, debido al contacto directo con el sedimento y con diversos agentes erosivos que pueden tener un efecto destructivo de las capas corticales más externas (Manifold, 2015; Gifford-Gonzalez, 2018). En el presente trabajo se avanza sobre esta problemática enfocándose en la incidencia de la meteorización para la identificación de los rasgos de superficie ósea que se emplean para reconstruir los patrones de remodelado óseo.

A partir de los datos de remodelado óseo registrados por región anatómica se pudo observar que Pampa Grande presentó una menor proporción de datos para las regiones de la glabella y del supraorbital, mientras que en Chubut el porcentaje fue similar para todas las regiones. Este porcentaje de datos se incrementó con la edad en Pampa Grande, mientras que se mantuvo similar a lo largo de las

Tabla 2. Correlaciones entre estadio de meteorización y datos de remodelado óseo.

Table 2. Correlation of weathering stage on bone remodeling data.

	Glabela	Supraorbital	Cigomático	Maxilar
<i>Pampa Grande</i>	-0,097	0,479	0,197	0,241
<i>Chubut</i>	-0,074	-0,111	-0,094	-0,319
<i>Pampa Grande</i>				
G1	-0,196	-0,402	-0,092	-0,444
G2	0,043	0,708*	0,44	0,054
<i>Chubut</i>				
G2	-0,302	-0,2	-0,188	-0,255
G3	-0,476	-0,963	-0,089	-0,932*
G4	0,716	0,798	0,729	-0,087
* $\alpha < 0,05$				
No se efectuó correlación para los grupos de edad G3 de Pampa Grande y G1 de Chubut por presentar menos de 2 individuos en cada caso.				

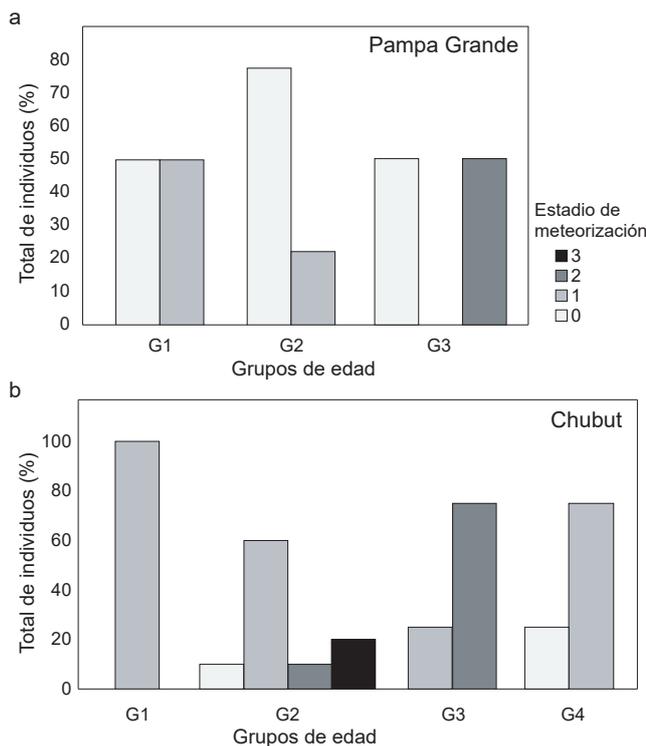


Figura 6. Distribución de individuos por estadio de meteorización en función del grupo de edad para Pampa Grande (a) y Chubut (b).

Figure 6. Distribution of individuals by weathering stage according to age group for Pampa Grande (a) and Chubut (b).

edades en Chubut. Dado que se espera una mayor tasa de formación a edades más tempranas (Boyde, 1972; Boyde y Jones, 1972; Marks y Odgren, 2002), las diferencias observadas pueden estar respondiendo a la conservación de la superficie cortical. Los procesos tafonómicos tienen mayor incidencia en restos óseos inmaduros en contraposición a los de adultos, debido en parte a su mineralización incompleta (Guy et al., 1997; Massigoge et al., 2010; Fisk et al., 2019). En efecto, la resistencia a la compresión, a la abrasión, así como la preservación ósea en general, aumentan con la densidad del hueso y el tamaño y orientación de sus cristales (Guy et al., 1997). Bromage (1984), a partir de la evaluación experimental de la acción de diferentes agentes –tales como flujo de agua con y sin sedimentos, cepillado, lijado y frotamiento manual– sobre la superficie de huesos frescos, observó que los campos de formación que no habían llegado a mineralizar eran removidos. En consecuencia, una mayor tasa de formación del hueso en edades tempranas pudo haber facilitado la presencia de una mayor proporción de fibras de colágeno que no completaron su mineralización, las cuales habrían sido posteriormente eliminadas. Asimismo, esta remoción pudo haber sido mayor en aquellas superficies que por su anatomía quedaran más expuestas al contacto directo con el sedimento, como la glabella y el supraorbital, dando cuenta de las diferencias observadas entre regiones. En efecto, para el cráneo se

considera que su forma es un factor clave para entender el alcance del impacto de factores extrínsecos que lo alteran (Henderson, 1987).

En relación con la incidencia de la meteorización sobre las superficies óseas, en el presente trabajo se observó un menor impacto de este proceso para las muestras de Chubut y un mayor grado de meteorización en Pampa Grande. Los individuos con menor meteorización de las superficies para Pampa Grande fueron principalmente aquellos menores a 10 años de edad. Por el contrario, en Chubut los individuos de más de 14 años presentaron menor grado de meteorización, mientras que individuos con edades menores llegaron incluso a presentar los estadios más altos de meteorización registrados. En general, se ha observado una tendencia hacia mayores estadios de meteorización alcanzado por un hueso con edades menores, no sólo producto de la menor mineralización ósea como previamente se discutió, sino también como consecuencia del menor tamaño, mayor contenido orgánico y de agua, y mayor porosidad que presentan los huesos inmaduros en comparación a los adultos (Guy et al., 1997; Bello et al., 2006; Manifold, 2015; Fisk et al., 2019). En conjunto, estas características permitirían una menor incidencia de alteraciones producidas por meteorización en individuos mayores (Gordon y Buikstra, 1981; Massigoge et al., 2010; Guichón Fernández, 2017; Fisk et al., 2019). Posiblemente existan diferentes causas que den cuenta de esta disparidad, siendo el clima una de las principales. El estadio de meteorización alcanzado por un hueso está sujeto a diversas propiedades del entorno al que estuvo expuesto, como las fluctuaciones de temperatura y humedad, la radiación solar, la composición del sustrato y la cubierta vegetal (Behresmeyer, 1978; Janjua y Rogers, 2008; Gutierrez et al., 2016; Gifford-Gonzalez, 2018; Schultz et al., 2018). En efecto, los estadios propuestos por Behresmeyer (1978) son continuamente revisados y se han planteado modificaciones en función de las características particulares del entorno estudiado (Lyman y Fox, 1989; Gifford-Gonzalez, 2018; Schultz et al., 2018). Es esperable en este sentido que la disparidad entre las condiciones locales de los dos contextos de procedencia de las muestras haya influido en la preservación diferencial por edad registrada entre Pampa Grande y Chubut. La colección de Pampa Grande se conformó a partir de la excavación de numerosas cavernas ubicadas a lo largo de la zona de contacto entre las regiones Valliserrana y Selvas Occidentales, en la provincia de Salta (González, 1972; Baldini et al., 1998). Por el contrario, el Valle inferior del río Chubut se ubica en la provincia fitogeográfica de Monte, caracterizada por un clima semiárido, escasas precipitaciones y fuertes vientos (Gordón, 2011). En principio, es esperable que la tasa de descomposición del tejido óseo sea diferente entre cuevas e intemperie producto de diferencias en la acidez del suelo, la humedad, el reparo, etc. (Behresmeyer, 1978; Lyman y Fox, 1989; Gordon y Buikstra, 1981). Así como se ha observado

excelentes condiciones de conservación orgánica en cuevas cercanas a la ladera oriental de la cordillera de los Andes, análisis de meteorización en conjuntos de superficies terrestres contemporáneas en la Patagonia han mostrado diferir de una región a otra (Arrigoni y Fernández, 2004; Zangrando et al. 2004; Barrientos et al., 2007). El hecho de que los restos hallados en Pampa Grande provengan de cuevas podría dar cuenta del por qué los individuos del grupo de edad más chico presentaron menor prevalencia de meteorización. Posiblemente un entorno inmediato al hueso menos inestable en cuanto a la temperatura y cobertura vegetal hayan contribuido a una menor incidencia de la meteorización (Behresmeyer, 1978). Sin embargo, la compleja relación observada entre los agentes externos y el tiempo de exposición para huesos inmaduros (Massigoge et al., 2010; Manifold, 2015) ponen en evidencia la necesidad de profundizar la evaluación geoambiental de ambos contextos de procedencia de las muestras.

Por otra parte, al comparar el estadio de meteorización con el porcentaje de datos de remodelado óseo relevado sobre las superficies óseas, en general se observó una baja o nula asociación. Esto se observó también en cuanto a que la misma muestra que presentó mayor porcentaje de datos de remodelado óseo –Chubut-, fue la que presentó mayor incidencia de la meteorización de las superficies. Solo las regiones del supraorbital para individuos de entre 4 y 10 años en Pampa Grande y del maxilar en individuos de entre 10 y 14 años en Chubut presentaron una asociación significativa entre las variables analizadas. La falta de asociación hallada puede dar cuenta de la limitación del empleo de la meteorización como único indicador del estado de preservación cortical, cuando los procesos extrínsecos que actúan sobre el hueso son múltiples (Lyman 1994; Lyman y Fox, 1989; Gifford-Gonzalez, 2018). En efecto, se ha observado que la actividad de animales y raíces sobre la superficie cortical incrementa la tasa de pérdida de tejido, exponiendo el hueso a los elementos más rápidamente (Stout, 1978; Behrensmeier et al., 1986; Henderson, 1987; Lyman, 1994; Zangrando et al. 2004; Janjua y Rogers, 2008; González, 2013; Gifford-Gonzalez, 2018). Asimismo, existe una heterogeneidad en cuanto al origen de las colecciones. Las muestras analizadas en este trabajo presentan modalidades inhumatorias diferentes. Los individuos subadultos de Pampa Grande se hallaron en urnas individuales y colectivas, así como en entierros directos (González, 1972), mientras que los individuos de Chubut proceden en su mayoría de lo que Moreno (1879) denominó como *cairn* funerario y “cementeros antiguos” (Lotto, 2016). En este sentido, entre muestras existen diferencias tanto en el tipo de exposición postmortem de los restos, así como de los tratamientos mortuorios recibidos previos a la depositación final. La inclusión de más variables tafonómicas podría dar cuenta de una relación más clara entre preservación ósea y las actividades de formación y reabsorción remanentes que

permita discutir posibles sesgos en la reconstrucción de los patrones de remodelado óseo.

En conjunto, en el presente trabajo se observó una falta de asociación entre el grado de meteorización y el porcentaje de información de remodelado óseo obtenido del análisis de superficies óseas. En este sentido, el empleo de una única variable como la meteorización no resulta eficaz para predecir el grado de preservación de las microestructuras originadas por la acción de la formación y reabsorción ósea. Es necesario profundizar en el estudio de las alteraciones previas al enterramiento final –i.e. bioestratinómicas- y posteriores –i.e. diagenéticas- (Lyman, 2010) asociadas a la variabilidad de los patrones de remodelado óseo. Sobre todo si se considera que cualquier alteración a la que se exponga la superficie ósea, desde la compactación en un sedimento, su transporte e incluso las tareas de limpieza, preparación y análisis en laboratorio, influyen en la preservación del tejido y pueden llevar a la eliminación de las fibras de colágeno que no han terminado de formarse (Stout, 1978; Henderson, 1987; Bromage, 1984; Fernández-Jalvo y Marín Monfort, 2008). Asimismo, un factor relevante que puede estar influyendo en el sesgo de la reconstrucción de los patrones de remodelado óseo y que requiere mayor atención, es la exclusión de las superficies en reposo o *resting surface*. Dada la similitud de las superficies en reposo con aquellas generadas por la acción de agentes abrasivos (Bromage, 1984), no se las incluye en los análisis de superficies óseas de huesos secos (e.g. Bromage, 1989; Martínez-Maza et al., 2013; Lacruz et al., 2015; Brachetta-Aporta et al., 2019). Sin embargo, esta exclusión se ha basado principalmente en los resultados obtenidos por Bromage (1984) en su evaluación experimental del efecto de agentes físicos y químicos en la preservación de las microestructuras de remodelado óseo en superficie óseas realizado para huesos frescos –parietal y occipital- de dos especímenes subadultos de *Macaca fascicularis*. No obstante, no todos los huesos responden del mismo modo a los agentes tafonómicos, existiendo variaciones según el taxón y el elemento esquelético analizado (Henderson, 1987; Lyman y Fox, 1989; Janjua y Rogers, 2008; Massigoge et al., 2010; Gutierrez et al., 2016). Por otro lado, en los contextos arqueológicos las interacciones tafonómicas son múltiples y dinámicas (Lyman y Fox, 1989; Guy et al., 1997; Manifold, 2015; Gutierrez et al., 2016; Barrientos et al., 2016). Con lo cual, es necesario profundizar el análisis del impacto de diferentes alteraciones tafonómicas en función del registro del remodelado óseo.

General Roca, 8 de abril de 2021

Agradecimientos

A Valeria Bernal, por guiarme en la realización del trabajo. A los/as revisores anónimos/as, cuyos aportes y observaciones contribuyeron a mejorar este trabajo. Al

personal de la División Antropología (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP), por permitirme el acceso a las muestras.

Bibliografía

AlQahtani, S.J., Hector, M.P. y Liversidge, H.M. (2010). The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology* 142, 481–490.

Arrigoni, G.I. y Fernández, P.M. (2004). Los restos óseos del Alero Sendero de Interpretación (PN Los Alerces, provincia del Chubut): integridad, resolución y aprovechamiento de los recursos faunísticos del bosque. En M.T. Civalero, P. Fernández, G. Guraieb (Eds.), *Contra Viento y Marea, Arqueología de Patagonia* (pp. 403-415). INAPL-SAA, Buenos Aires.

Baffi, E.I., Torres, M.F. y Cocilovo, J.A. (1996). La población prehispánica de Las Pirguas (Salta, Argentina). Un enfoque integral. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 1, 204–218.

Baldini, M., Baffi, E.I. y Togo, J. (1998). Abrigos y cavernas que hacen historia: los hallazgos de Las Pirguas (Pampa Grande, Salta). En *Homenaje a Alberto Rex González, 50 años de aportes al desarrollo y consolidación de la Antropología Argentina*, pp. 343–359. Fundación Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Baldini, M.I., Baffi, E.I., Salaberry, M.T. y Torres, M.F. (2003). Candelaria: una aproximación desde un conjunto de sitios localizados entre dos cerros de Las Pirguas y el Alto del Rodeo. En G. Ortiz, B. Ventura (Eds.), *La mitad verde del mundo andino* (pp. 131–152). EFIUNJU, Jujuy.

Barrientos, G., Goñi, R., Zangrando, A., Del Papa, M., García Guraieb, S., Arregui, M. J. y Negro, C. (2007). Human taphonomy in southern Patagonia: a view from the Salitroso Lake basin (Santa Cruz, Argentina). En M. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons, M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and zooarchaeology in Argentina* (pp. 187-201). *British Archaeological Reports, International Series* 1601, Oxford.

Barrientos, G., Sarmiento, P.L. y Galligani, P.E. (2016). Evaluación de la diagénesis ósea mediante el uso de microscopía electrónica de barrido (MEB): aproximaciones analíticas aplicables a muestras arqueológicas. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 18, 1-13.

Bastir, M. y Rosas, A. (2016). Cranial base topology and basic trends in the facial evolution of Homo. *Journal of Human Evolution* 91, 26–35.

Béguelin, M. y Gómez, S. (2011). Restitución de restos humanos: debates actuales y posibles escenarios futuros. X Congreso Argentino de Antropología Social. Buenos

Aires: Facultad de Filosofía y Letras, UBA.

Behrensmeyer, A.K. 1978. Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology* 4, 150–162.

Behrensmeyer, A.K., Gordon, K.D. y Yanagi, G.T. (1986). Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature* 319, 768–771.

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 Physical Anthropology* 129, 24–38.

Boyde, A. (1972). Scanning electron microscope studies of bone. En G.H. Bourne (Ed.), *The biochemistry and physiology of bone* (pp. 259-310). Academic Press, New York.

Boyde, A. y Jones, S.J. (1972). Scanning electron microscopic studies of the formation of mineralized tissues. En H.C. Slaukin, L.A. Bavaeta (Eds.), *Developmental aspects of oral biology* (pp. 243–274). Academic Press, New York.

Brachetta-Aporta N., Gonzalez P.N. y Bernal V. (2018). A quantitative approach for analysing bone modeling patterns from craniofacial surfaces in hominins. *Journal of Anatomy* 232, 3–14.

Brachetta-Aporta, N., Gonzalez, P.N. y Bernal V. (2019). Variation in facial bone growth remodeling in prehistoric populations from southern South America. *American Journal of Physical Anthropology* 169, 422-434.

Brachetta-Aporta, N. y D'Addona, L.A. (2020). Applying multivariate methods to dental development sequences for subadults from archaeological samples. *International Journal of Osteoarchaeology* 30, 218-224.

Bromage, T.G. (1982). Mapping remodelling reversals with the aid of the scanning electron microscope. *American Journal of Orthodontics* 81, 314–21.

Bromage, T.G. (1984). Interpretation of scanning electron microscopic images of abraded forming bone surfaces. *American Journal of Physical Anthropology* 64, 161–178.

Bromage, T.G. (1985). Systematic inquiry in test of negative/positive replica combinations for SEM. *Journal of Microscopy* 137, 209–216

Bromage, T.G. (1989). Ontogeny of the early human face. *Journal of Human Evolution* 18, 751–773.

Bromage, T.G. y Boyde, A. (2011). Bone Growth Remodeling of the Early Human Face. En D.H. Enlow,

- M.G. Hans (Eds.), *The Essentials of Facial Growth* (pp. 319–344). W B Saunders Co, Philadelphia.
- Buikstra, J. y Ubelaker, D. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. Arkansas Archaeological Survey, Fayetteville.
- Desántolo, B. y Bernal, V. 2016. Los estudios de histología ósea en antropología biológica. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 18, 1–3.
- Enlow, D.H. (1963). *Principles of bone remodelling*. Thomas CC Publisher, Springfield.
- Enlow, D.H. (1966). A comparative study of facial growth in Homo and Macaca. *American Journal of Physical Anthropology* 24, 293–308.
- Enlow, D.H. y Hans, M.G. (1996). *Essentials of facial growth*. WB Saunders, Philadelphia.
- Ferembach, D., Schwidetzky, I. y Stloukal, M. (1977). Raccomandazioni per la determinazione dell'età e del sesso sullo scheletro. *Rivista di Antropologia* 60, 5–51.
- Fernández-Jalvo, Y. y Marín Monfort, M.D. (2008). Experimental taphonomy in museums: preparation protocols for skeletons and fossil vertebrates under the Scanning Electron Microscopy. *Geobios* 41, 157–181.
- Fisk, S., Berna, F., Merrett, D.C. y Cardoso, H. F.V. (2019). Post-mortem gross composition changes and differential weathering of immature and mature bone in an experimental burial environment. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 101904.
- Gifford-Gonzalez, D. (2018). *An Introduction to Zooarchaeology*. Springer International Publishing, Suiza.
- Gómez Otero, J. y Novellino, P. (2011). Diet, nutritional status and oral health in hunter-gatherers from the central-northern coast of Patagonia and the Chubut River lower valley, Argentina. *International Journal of Osteoarchaeology* 21, 643–659.
- González, A.R. (1972). Descubrimiento arqueológico en la Serranía de Las Pirguas, Pcia. de Salta. *Revista de la Universidad Nacional de La Plata* 24, 388–392.
- 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, 133–154.
- Gordon, C. y Buikstra, J.E. (1981). Soil pH, Bone Preservation, and Sampling Bias at Mortuary Sites. *American Antiquity* 46, 566-571.
- Gordón, F. (2011). Dinámica poblacional, conflicto y violencia en el norte de Patagonia durante el Holoceno Tardío: un estudio arqueológico. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Guichón Fernández, R. (2017). Evaluación de sesgos en la representación de los individuos subadultos en chenques del holoceno tardío final del lago salitroso (Santa Cruz). Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales 4, 125-135.
- Gutierrez, M.A., González, M.E., Álvarez, M.C., Massigoge, A. y Kaufmann, C.A. (2016). Meteorización ósea en restos de guanaco y ñandú. *Arqueología* 22, 57-84.
- Guy, H., Masset, C. y Baud, C.A. (1997). Infant Taphonomy. *International Journal of Osteoarchaeology* 7, 221-229.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electronica* 4, 1–9.
- Henderson, J. (1987). Factors determining the state of preservation of human remains. En A. Boddington, A. Garland, R. Janaway (Eds.), *Death, decay and reconstruction. Approaches to archaeology and forensic science* (pp. 43-54). Biddles Ltd., Guilford and King's Lynn, Londres.
- Janjua, M.A. y Rogers, T.L. (2008). Bone weathering patterns of metatarsal v. femur and the postmortem interval in Southern Ontario. *Forensic Science International* 178, 16–23.
- Knusel, C.J. y Robb, J. (2016). Funerary taphonomy: an overview of goals and methods. *Journal of Archaeological Science* 10, 655–673.
- Lacruz, R.S., Bromage, T.G., O'Higgins, P., Arsuaga, J.L., Stringer, C., Godinho, R.M., Warshaw, J., Martínez, I., Gracia-Tellez, A., Bermúdez de Castro, J.M. y Carbonell, E. (2015). Ontogeny of the maxilla in Neanderthals and their ancestors. *Nat Commun* 6: 8996.
- Lehmann-Nitsche, R. (1910). *Catálogo de la Sección Antropología del Museo de La Plata*. Imprenta Coni Hnos, Buenos Aires.
- Lema, V.S. (2009). Criterios de selección en los procesos de manipulación vegetal: el potencial de la información etnobotánica en la interpretación de restos arqueobotánicos de Cucurbita sp. *Darwiniana*, 35–55.
- Lotto, F.P. (2016). Inestabilidad del desarrollo y plasticidad en estructuras craneofaciales de poblaciones humanas de Sudamérica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales

y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Lyman, R.E. y Fox, G.L. (1989). A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science* 16, 293-317.

Lyman, R.E. (1994). *Vertebrate taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge.

Lyman, R.E. (2010). What taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference. *Journal of Taphonomy* 8, 1-16.

Manifold, B.M. (2015). Skeletal preservation of children's remains in the archaeological record. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology* 66, 520-548.

Marks, S.C. y Odgren, P.R. (2002). Structure and Development of the Skeleton. *Principles of Bone Biology*, 3-15.

Martin, B.R., Burr, D.B., Sharkey, N.A. y Fyhrie DP. (2015). *Skeletal tissue mechanics*. Springer, New York.

Martinez-Maza, C., Rosas, A. y Nieto-Diaz, M. (2010). Identification of bone formation and resorption surfaces by reflected light microscopy. *American Journal of Physical Anthropology* 143, 313-320.

Martinez-Maza, C., Rosas, A. y Nieto-Diaz, M. (2013). Postnatal changes in the growth dynamics of the human face revealed from the bone modelling patterns. *Journal of Anatomy* 223, 228-241.

Massigoge, A., González, M., Kaufmann, G. y Gutiérrez, M.A. (2010). Observaciones actualísticas sobre meteorización ósea en restos esqueléticos de guanaco. En M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana* (pp. 215-228).

Editorial Libros del Espinillo, Buenos Aires.

McCollum, M.A. (2008). Nasomaxillary remodeling and facial form in robust *Australopithecus*: a reassessment. *Journal of Human Evolution* 54, 2-14.

Mitteroecker, P., Gunz, P., Neubauer, S. y Müller, G. (2012). How to explore morphological integration in human evolution and development? *Journal of Evolutionary Biology* 39, 536-553.

Perez, S.I. (2006). Influencia de la deformación artificial del cráneo sobre la morfología facial: implicancias para los estudios de relaciones evolutivas inter-poblacionales. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 8, 37-55.

R Core Team. (2014). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Schultz, J.J., Hawkins, M.M. y Mitchell, AT. (2018). Skeletal weathering in Central Florida: A preliminary approach for developing a scoring protocol to estimate time since death. *Forensic Science International* 290:85-93.

Scott, N., Neubauer, S., Hublin, J.-J. y Gunz, P. (2014). A shared pattern of postnatal endocranial development in extant hominoids. *Evolutionary Biology* 41, 572-594.

Stout, S.D. (1978). Histological structure and its preservation in ancient bone. *Journal of Current Anthropology* 19, 601-604.

Zangrando, A.F., Del Papa, M., Negro, C. y Arregui, M.J. (2004). Estudios tafonómicos y de procesos de modificación ósea postdeposicionales en entierros humanos de la cuenca del lago Salitroso (NO de la Provincia de Santa Cruz). En M.T. Civalero, P. Fernández, G. Guraieb (Eds.), *Contra Viento y Marea, Arqueología de Patagonia* (pp. 375-386). INAPL-SAA, Buenos Aires.