

*Universidad Nacional de Río Negro
Doctorado de la Universidad de Río Negro
Mención Ciencias de la Tierra*

TAFONOMÍA DE RESTOS ÓSEOS HUMANOS DEL NORTE PATAGÓNICO EN DIFERENTES CONTEXTOS AMBIENTALES Y SEDIMENTARIOS

Romina Clara Vazquez

*Tesis presentada para la obtención del grado de
Doctor de la Universidad Nacional de Río Negro*

Directora: Dra. Marien Béguelin

Codirector: Dr. Fernando M. Archuby

2020

Universidad Nacional de Río Negro

Doctorado de la Universidad Nacional de Río Negro

Mención Ciencias de la Tierra

**TAFONOMÍA DE RESTOS ÓSEOS
HUMANOS DEL NORTE PATAGÓNICO EN
DIFERENTES CONTEXTOS AMBIENTALES
Y SEDIMENTARIOS**

(Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor de la Universidad
Nacional de Río Negro)

Lic. Romina Clara Vazquez

Directora: Dra. Marien Béguelin

Codirector: Dr. Fernando M. Archuby

2020

A Ian y Robertino

AGRADECIMIENTOS

Aunque este es el primer apartado que aparece en este trabajo es el último que escribo, siendo ya las 4am. Así que espero no olvidarme de nadie porque fueron muchas las personas sin las cuales esta tesis no hubiese sido posible.

En primer lugar, quiero agradecer ampliamente a mis directores, Marien Béguelin y Fernando Archuby, por haberme dado la oportunidad de hacer esta tesis con ustedes. Agradecida por el respeto y compromiso con el cual trabajaron durante estos cinco años, por la paciencia y dedicación con la que me formaron, por incentivar me y guiarme en la reflexión de diversos aspectos de esta tesis. Además de eso, por las otras cosas también compartidas. Así que, si volviera el tiempo atrás, les volvería a elegir. También, quiero agradecer a Ignacio Cerda por su codirección en el último año de beca y guiarme en el análisis osteohistológico.

Al Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG) y Universidad Nacional de Río Negro por proveerme el marco institucional para desarrollar mi tesis. A la Universidad Nacional de Río Negro, además, por los subsidios otorgados para solventar los gastos requeridos para su realización. A los/las docentes e investigadores/as de dichas instituciones quienes en muchas oportunidades mostraron buena predisposición y atendieron a mis consultas.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a las/os evaluadoras/es de mi proyecto por haberme otorgado la beca que me permitió desarrollar la tesis doctoral.

A la Dirección Provincial de Patrimonio Cultural de la provincia del Neuquén por permitirme el acceso a la colección de restos óseos humanos. A todo su personal, en especial Claudia Della Negra por atender a mis consultas constantes. El gobierno de la provincia de Neuquén, a través de la Dirección Provincial de Áreas Naturales Protegidas, financió y facilitó las campañas a Hermanos Lazcano, Remeco y Aquihuecó. Mi agradecimiento especial a Lucía Redondo Caamaño.

A Margarita y Beto Sanmartín del Museo Ana María Biset de Caepe Malal y a la Comisión de Fomento del Curí Leuvú por su hospitalidad durante mis estadías. Al Titi Ricciuto y al personal del Museo Municipal y Centro de Interpretación El Charrúa de Aluminé por su calidez y su compromiso con nuestro trabajo, en particular durante la campaña a Remeco. Al personal del Museo Gregorio Álvarez de la Municipalidad de Neuquén por permitirme el acceso al material de Cueva Haichol.

A Valeria Bernal, Iván Pérez y Florencia Gordón porque de diferentes maneras estuvieron presentes en este proceso y aportaron significativamente a mi formación profesional.

A mi familia por haberme apoyado siempre y haber entendido mis largas ausencias. En especial a mi mamá por todas las velas que me ha dedicado cada noche para que me vaya bien. A Yami y Maxi, mi hermana y mi hermano, por su cariño constante en forma de videos, audios y fotos siempre. A mis tías y tíos y abuela Juana por su preocupación y acompañamiento a la distancia. Las/os quiero!

A mis viejas amigas Sol, Lau, Clari y Fabi. Soy una privilegiada de tenerlas de amigas después de tantos años.

A mis compañeras/os de la carrera y de la vida. A Nadi, Jorgito, Facu, Rebe, Luisi, Marian, Hei, Leo, Bruno. A la Colo, la Ro y Meli por haber estado presente siempre que las necesité y haber comprendido mis reiteradas ausencias.

Un agradecimiento especial para Tamara Navarro por su gran colaboración en la preparación de los cortes histológicos.

A mis amigos/as del instituto, esos/as de todos los días. Principalmente a Sam, Debo, Yeny, Richard, Dari, Pino, Ale y Lucho. ¡Gracias por todo el aguante! Los almuerzos, mates, charlas, salidas... su apoyo y compañía fue fundamental para sobrellevar los días de cansancio y poco ánimo. A Ale por el super aguante, principalmente, de los últimos tres días.

¡A todos y todas, GRACIAS!

ÍNDICE

RESÚMEN.....	XVII
ABREVIATURAS	XI
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
Referencias bibliográficas	4
CAPÍTULO II ASPECTOS TEÓRICOS	6
Introducción	7
Aportes de la tafonomía para la interpretación del registro bioarqueológico de Norpatagonia	8
Las Ciencias de la Tierra en el estudio del registro bioarqueológico	11
Alteraciones tafonómicas en restos óseos humanos.....	11
Referencias bibliográficas	16
CAPÍTULO III EL ÁREA DE ESTUDIO	29
Definición del área de estudio: características geológicas y ambientales.....	30
Geomorfología y relieve	31
Clima.....	33
Vegetación y fauna	34
Suelos.....	35
Definición del área de estudio: antecedentes y estado actual de las investigaciones bioarqueológicas en Norpatagonia.....	39
Estructura del registro bioarqueológico de la provincia del Neuquén	41
Desarrollo de las investigaciones tafonómicas en muestras de restos óseos humanos para la región el área de estudio	42
Referencias bibliográficas	45
CAPÍTULO IV OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	57
CAPÍTULO V MATERIALES.....	60
La muestra de estudio: características	61

Clasificación de los sitios: <i>casos</i>	64
Cronología	64
Caracterización de los sitios	65
Referencias bibliográficas	88
CAPÍTULO VI MÉTODOS	94
Introducción	95
1. Análisis macroscópico	95
1.2 Representación y fragmentación ósea.....	95
1.3 Modificaciones óseas	97
Modo de relevamiento	102
1.4 Determinación de sexo y estimación de la edad de muerte	103
2. Análisis microscópico	104
2.1 Preparación de los cortes delgados	106
2.2 Modificaciones microestructurales analizadas	107
3. Variables contextuales	112
3.1 Sedimentológicas	113
3.2 Climáticas	116
3.3 Otras variables ambientales	117
3.4 Arqueológicas	118
4. Análisis de datos	121
Referencias bibliográficas	123
CAPÍTULO VII RESULTADOS	130
Introducción	131
1. Análisis descriptivo de los efectos tafonómicos	131
1.1 Cuantificación ósea	131
1.2 Resultados del relevamiento de modificaciones	146
1.3 Análisis microscópico de los efectos tafonómicos.....	158

2. Descripción de las variables contextuales	165
3. Inferencias	170
3.1 Análisis tafonómico a escala de sitio	170
3.2 Análisis tafonómico a escala de sitio	184
3.3 Análisis tafonómico con la matriz del sitio Aquihuecó	190
3.4 Material excavado versus material superficial: el efecto de la bioestratinomía.....	194
Referencias bibliográficas	198
CAPÍTULO VIII DISCUSIÓN.....	201
Introducción	202
Patrones de preservación tafonómica con respecto a las variables ambientales	203
Bioestratinomía: efecto de la exposición subaérea sobre la supervivencia de los restos.....	214
Referencias bibliográficas	218
CAPÍTULO IX CONCLUSIONES.....	224
Referencias bibliográficas	228
ANEXOS.....	229

TAFONOMÍA DE RESTOS ÓSEOS HUMANOS DEL NORTE PATAGÓNICO EN DIFERENTES CONTEXTOS AMBIENTALES Y SEDIMENTARIOS

RESUMEN

En este trabajo se realizó un análisis tafonómico sobre restos óseos humanos provenientes de 30 sitios arqueológicos de Norpatagonia, particularmente de la provincia del Neuquén, correspondientes a grupos cazadores-recolectores del Holoceno medio-tardío hasta momentos históricos. Los objetivos fueron evaluar la integridad ósea de los restos humanos recuperados en los sitios arqueológicos, macroscópica y microscópicamente, a los efectos de identificar patrones o modos de preservación y asociarlos con historias tafonómicas específicas (*i.e.* combinaciones particulares de factores extrínsecos, tiempo y factores intrínsecos de los huesos) y, además, proponer modelos que permitan inferir los agentes y procesos que actuaron para dar lugar a los patrones de preservación identificados. La tafonomía provee un enfoque analítico a partir del cual se discuten los procesos y eventos *postmortem* que actúan a partir del deceso del individuo. Su abordaje se nutre de un marco teórico-metodológico proveniente de diversas áreas del conocimiento (bioarqueología, paleontología y química, de las Ciencias de la Tierra, la edafología, geomorfología y sedimentología). La evaluación del estado de preservación de la muestra de estudio se centró en el análisis de la representatividad ósea, del grado de fragmentación, del grado de pérdida ósea, del aspecto de la superficie cortical, y del aspecto de la microestructura ósea. El registro de los efectos tafonómicos a nivel macroscópico y microscópico requirió del uso de microscopio electrónico de barrido, microscopio óptico petrográfico, técnicas histológicas, e inspección ocular de los huesos con ayuda de lupa de mano. A los efectos de explicar los patrones de preservación tafonómica hallados, se utilizó un conjunto de variables contextuales, que caracterizan el entorno en el que transcurrieron los restos hasta su hallazgo. Estas fueron definidas como variables sedimentológicas (pH, materia orgánica, fósforo, carbonato de calcio, tamaño dominante de grano y selección); ambientales en sentido amplio (climáticas

como temperaturas media, mínima y máxima y precipitaciones medias anuales y tipo de clima; vegetación, tipo de suelo, metros sobre el nivel del mar, distancia a cuerpos de agua, distancia vertical a cuerpos de agua, geomorfología) y arqueológicas (cronología, tipo de entierro, estructura de entierro). Algunos datos de estas variables fueron generados para este trabajo y otros obtenidos de fuentes bibliográficas.

La evaluación de los efectos macroscópicos se abordó a partir de análisis multivariados (nMDS, permanova), bivariados (correlación) y univariados (análisis de la varianza y tablas de contingencia). Los análisis se centraron en una matriz por sitios. Algunos aspectos fueron evaluados a partir de una matriz por individuos de todos los sitios y otra restringida a Aquihuecó, el sitio con mayor cantidad de individuos estudiado en este trabajo. Las modificaciones tafonómicas a nivel microscópico se evaluaron de modo cualitativo y en comparación con los resultados de los efectos macroscópicos.

El registro bioarqueológico estudiado muestra un patrón constituido por enterratorios intencionales que restringen la bioestratinomía a las prácticas mortuorias de preparación del cadáver, por lo que la historia tafonómica de los conjuntos óseos de los sitios analizados para este trabajo está dominada por la diagénesis. La mayor parte consiste en sitios con entierros humanos primarios emplazados a cielo abierto, y unos pocos casos en cueva y alero. Para muchos de los individuos de los sitios que componen la muestra de estudio, la diagénesis fue casi la totalidad de su historia tafonómica (secuencia A: 1- muerte, 2- entierro, 3- diagénesis, 4- recuperación, 5- conservación [entierro mediado por congéneres; recuperación refiere a excavación arqueológica, rescate o similar; conservación implica acopio en colecciones]). Durante la diagénesis actuaron factores que provocaron modificaciones macroscópicas (corrosión, cambios en la coloración, depositación química y fracturas) y microscópicas (como ataque bacteriano, disolución, permineralización, etc). Estos factores dependen de cada ambiente en particular y afectaron de manera diferencial la preservación de los restos. Se identificaron tres escenarios iniciales para la historia diagenética de los restos óseos, con gran relevancia con respecto al producto final: 1- deterioro químico lento de la fase orgánica; 2- deterioro químico rápido de la fase mineral (disolución); 3- deterioro rápido de la fase orgánica por biodegradación. Otro

conjunto menor de sitios tuvo una historia diferente ya que parte de los restos óseos fueron expuestos a la intemperie y, por ende, a los procesos bioestratinómicos luego de su paso por la diagénesis (secuencia B: 1- muerte, 2- entierro, 3- diagénesis, 4- exhumación no antrópica, 5- bioestratinomía [meteorización], 6- recuperación, 7- conservación. Los resultados muestran que estos restos se encuentran con niveles de deterioro altos al cabo de 5-6 años, al punto de no ser reconocidos.

Se concluye que los agentes tafonómicos intervienen de modo asociado generando patrones de preservación particulares, de modo que en los individuos de sitios que compartieron condiciones ambientales parecidas (ambiente ecológico y ambiente sedimentario) se hallan rasgos tafonómicos similares a nivel macroscópico y microscópico. A su vez, del análisis de los cortes histológicos, se desprende que la preservación a nivel macroscópico no siempre coincide con lo observado microscópicamente.

Se identificaron dos patrones geoambientales que estarían en los extremos de un continuo multivariado, a través del cual se distribuyen los diversos sitios estudiados. El primero combina pH ácido con humedad, bajas temperaturas y presencia de vegetación densa y/o boscosa, que propician la alteración de la superficie de los restos en términos de corrosión, marcas de raíces y escamación. En el otro extremo, la combinación de pH alcalino, presencia de carbonato de calcio, mayores temperaturas, climas áridos con vegetación de baja densidad en ambientes fluviales, asociado a matrices sedimentarias de textura arenosa, dan lugar a restos caracterizados por bajos grados de corrosión, y altos de cambios en la coloración, además de incidencia moderada de agrietamiento y escamación.

Los restos más antiguos (~4000 años) se caracterizan por niveles bajos o ausentes de corrosión, escamación, pérdida de material óseo y marcas de raíces. Se infiere que los restos con altos niveles de esos efectos tafonómicos no llegaron a preservarse.

Gran parte de los restos estudiados presentan evidencias tempranas de disolución mineral y/o ataque bacteriano. Esas características llevan al deterioro temprano y pérdida de los huesos en poco tiempo. Este resultado podría contribuir a explicar la escasez del registro óseo humano del Holoceno temprano y medio de

Patagonia. Además, aquellos restos que siguieron diagénesis menos agresivas (*e.g.* sitio Aquihucó), persisten por pocos años una vez expuestos a la meteorización. El análisis detallado permite identificar fenómenos superpuestos que hacen que la interpretación de la historia tafonómica de los restos sea muy compleja.

Los resultados alcanzados en este trabajo han permitido generar información valiosa y original sobre los procesos y agentes que participaron en la preservación de restos óseos humanos arqueológicos del noroeste de la Patagonia y aportar las primeras explicaciones tafonómicas sobre los patrones hallados en la región. A futuro se espera profundizar en este estudio a través de la implementación de tecnologías como DRX y CT, y análisis de los factores intrínsecos de los individuos como la densidad mineral ósea.

ABREVIATURAS

Ad: adulto

Conj: conjunto

C o Cuadr: cuadrícula

Dcha: derecha

Ent: entierro

Estr o Estruct: estructura

Esq: esqueleto

Fem: femenino

Ind: individuo

Indet: indeterminado

Izq: izquierda

Jov: joven

Masc: masculino

Med: medio

Nd: no determinado

Prob: probable

Sub: subadulto

Sup: superficie

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los restos óseos humanos son considerados una fuente de información valiosa para la comprensión de los aspectos biológicos y socioculturales de las poblaciones humanas que habitaron en el pasado (Boyd, 1996; Bukistra y Ubelaker, 1994; Bush y Zbevil, 1991; Carr, 1995; O'Shea, 1984). En Argentina las investigaciones bioarqueológicas han sido paulatinamente desarrolladas en diversas temáticas como la reconstrucción de los estilos de vida, el uso del cuerpo, las estrategias adaptativas, comprensión de economías de subsistencia, paleopatologías, hábitos alimenticios, disrupción social y tensión social (Mendonça et al., 2012), y en su conjunto representan un insumo para estudios demográficos, ecológicos y evolutivos (por ejemplo Bernal et al., 2018; Gordón et al., 2018, 2019; Perez et al., 2017). El alcance de los estudios realizados a partir de los restos óseos depende en gran medida de los materiales disponibles, que llegan al investigador luego de pasar por una secuencia de procesos tafonómicos que alteran la información contenida en estos. Cantidad, calidad y disponibilidad, son una función de la acción de procesos sobre los restos óseos a lo largo de su historia *postmortem* y de la capacidad de los investigadores para comprender esa historia. La *historia tafonómica* contempla desde el momento de la muerte del individuo hasta su hallazgo y posterior resguardo en instituciones, guiadas por políticas pertinentes al estado de guarda y condiciones de acceso al material (Aranda et al., 2016; Fernández-Jalvo y Monfort, 2008; Lyman, 1994; Nash y Petraglia, 1987).

A lo largo de los últimas dos décadas, en Norpatagonia se han abordado diversas líneas de investigación con base en datos arqueológicos, bioarqueológicos y etnohistóricos tendientes a discutir la variabilidad biológica y cultural (para una síntesis de las principales líneas ver Gordón et al., 2017). Sin embargo, hasta ahora no se había abordado de manera sistemática el estudio tafonómico de los restos óseos humanos. En este trabajo se analizan los restos óseos humanos provenientes de 30 sitios arqueológicos de grupos cazadores-recolectores del Holoceno medio-tardío hasta momentos históricos provenientes de la Norpatagonia, Argentina, con la finalidad de comprender y explicar el estado de preservación del material

bioarqueológico y hacer inferencias sobre sus historias tafonómicas.

El principal propósito de esta investigación es, por un lado, aportar al conocimiento general sobre el estado de preservación del registro bioarqueológico, infiriendo a través de las modificaciones de los huesos, los procesos y agentes responsables y, por el otro, contribuir así a la actual discusión sobre la ausencia de registro de restos óseos humanos tempranos en este sector, a través del análisis de la integridad del registro bioarqueológico correspondiente al Holoceno medio-tardío (*ca.* 8.000 a 200 años AP), proveniente de sitios arqueológicos del Noroeste de la Patagonia desde una perspectiva principalmente tafonómica. Su abordaje también se nutre de áreas del conocimiento tales como la geología, paleontología, química, biología y edafología.

Este trabajo consta de nueve capítulos comenzando con el presente (**capítulo I**) en el que se presenta el problema con su marco teórico. En el **capítulo II** se expanden los aspectos teóricos. En el **capítulo III** se define el área de estudio de acuerdo con sus características geológicas y ambientales. También, se desarrollan los antecedentes en las investigaciones arqueológicas y bioarqueológicas del noroeste de la Patagonia y, finalmente, se mencionan las investigaciones tafonómicas realizadas hasta el presente para el área de estudio. En el **capítulo IV** se explicitan los objetivos generales y específicos, y las hipótesis de trabajo. En el **capítulo V** se describe la muestra de estudio y se detallan los criterios para su selección. Para cada sitio arqueológico se desarrolla un apartado con la información arqueológica disponible. En el **capítulo VI** se presentan las estrategias metodológicas para la caracterización sexo-etaria de aquellos individuos que no contaban con tal información, el relevamiento de la información ósea macroscópica y microscópica, y el análisis de la matriz que los contenía. También se explican los análisis estadísticos utilizados para la contrastación de las hipótesis. En el **capítulo VII** se presentan los resultados obtenidos, que se discuten en el **capítulo VIII**. En el **capítulo IX** se expresan las consideraciones finales acompañada de una agenda de trabajo. Cada capítulo presenta sus **Referencias bibliográficas**. Las tablas se presentan en **Anexos**.

Referencias bibliográficas

- Aranda, C., Luna, L., Costanzo, N., Contissa, V., Gámez, N., Godoy, P., y Zuccala, K. (2016). Conservación e investigación en el área de Antropología Biológica del Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti (Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos). *Antropología Portuguesa*, 31, 11–28.
- Bernal, V., Pérez, S.I., Postillone, M.B., y Rindel, D. (2018). Hunter-gatherer persistence and demography in Patagonia (southern South America): the impact of ecological changes during the Pleistocene and Holocene. En *Hunter-Gatherer Adaptation and Resilience. An Bioarchaeological Perspective* (pp. 47–64).
- Boyd, D. (1996). Skeletal correlates of human behavior in the Americas. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 3(3), 189–251.
- Bukistra, J.E., y Ubelaker, D.H. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. En J.E. Buikstra y D.H. Ubelaker (Eds.), *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archeological Survey Research Series 44.
- Bush, H., y Zbelevil, M. (1991). Pathology and health in past societies: an introduction. En H. Bush y M. Zbelevil (Eds.), *Health in Past Societies: Biocultural Interpretations of Human Skeletal Remains in Archaeological Context* (pp. 3–9). Bar Internacional Series 567.
- Carr, S. (1995). Mortuary practices: their social, philosophical-religious, circumstantial and physical determinants. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 2(2), 105–200.
- Fernández-Jalvo, Y., y Monfort, M.D.M. (2008). Experimental taphonomy in museums: Preparation protocols for skeletons and fossil vertebrates under the scanning electron microscopy. *Geobios*, 41(1), 157–181. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2006.06.006>
- Gordón, F., Barberena, R., y Bernal, V. (2017). *El poblamiento del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento*. En F. Gordón, R. Barberena y V. Bernal (Eds.). 1a ed. Aspha Ediciones.
- Gordón, F., Perez, S. I., Hajduk, A., Lezcano, M. y Bernal, V. (2018). Dietary patterns in human populations from northwest Patagonia during Holocene: an approach using Binford's frames of reference and Bayesian isotope mixing models. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10, 1347 - 1358.
- Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, D., Della Negra, C., Vazquez, R.C., Cobos, V.A., y Pérez, I.S.

- (2019). Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia Argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones en Antropología*, 20(1), 93–105.
- Lyman, R.L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Press, Cambridge University.
- Mendonça, O.J., Bordach, A.M., y Arrieta, M.A. (2012). Arqueología y bioarqueología. Interacciones y perspectivas para el registro fragmentado de una evidencia incompleta. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 14, 23–32.
- Nash, D.T., y Petraglia, M.D. (1987). *Natural formation processes and the archaeological record: present problems and future requisites*. En D.T. Nash y M.D. Petraglia (Eds.). BAR International Series 352.
- O’Shea, J. (1984). *Mortuary variability: An archaeological investigation*. Academic Press.
- Pérez, S.I., Postillone, M.B., y Rindel, D. (2017). Domestication and human demographic history in South America. *American Journal of Physical Anthropology*, 163, 44–52. <https://doi.org/doi:10.1002/ajpa.23176>.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TEÓRICOS

Introducción

Transcurrieron 80 años desde la publicación que definió a la tafonomía como el estudio de las leyes del enterramiento, es decir la transición de los organismos muertos desde la biósfera a la litósfera (Efremov, 1940). Durante estas ocho décadas, la tafonomía, que en sus comienzos fue un conjunto de técnicas auxiliares a la investigación de restos fósiles de diversos organismos, se ha constituido como una disciplina autónoma e imprescindible en los estudios que abordan la vida del pasado. A partir de esa definición pionera, el campo disciplinar, inicialmente enfocado en los sesgos provocados por los procesos de fosilización y de formación de yacimientos fósiles, se ha expandido para incluir a todos los restos de organismos y otros tipos de materiales. La paleontología (Dietl y Flessa 2011), la arqueología (Forbes, 2014) y la antropología forense (Schotsmans et al., 2017) entre otras, han ampliado el marco teórico-metodológico de la tafonomía para abordar nuevas preguntas a sus ejes de investigación. En el transcurso de su desarrollo se propusieron diversas definiciones del término (*e.g.* Behrensmeyer y Kidwell, 1985; Johnson, 1985; Olson, 1980; Shipman, 1981), todas coincidentes en que la tafonomía es el estudio de los procesos que han afectado al registro fósil, de la intensidad de la acción de esos procesos y del resultado de esa afección. Al mismo tiempo, la acumulación de información tafonómica generó un cambio de perspectiva de la disciplina, que pasó de la identificación de algo negativo (“sesgos”) en el registro, al aprovechamiento de los resultados para la identificación precisa de aspectos ambientales del pasado.

A partir de la década de 1970, la paleoantropología promovió el desarrollo de la tafonomía para interpretar el contexto paleoecológico de los conjuntos de fósiles (*e.g.* Behrensmeyer, 1975) así como para discernir comportamientos humanos de los no-humanos en el registro fósil (Lyman y Fox, 1989; Shipman y Phillips-Conroy, 1977; Shipman y Phillips, 1976).

Se definieron dos etapas tafonómicas por las cuales pasaban los restos de los organismos, la bioestratinomía y la diagénesis (Behrensmeyer y Kidwell, 1985).

Vista como una sucesión de eventos ordenados temporalmente, la bioestratinomía comprende aquellos procesos que le ocurren al organismo desde su muerte hasta antes del enterramiento, mientras que los eventos posteriores hasta su recuperación corresponden a la diagénesis, caracterizada por la prevalencia de fenómenos químicos y geológicos sobre los restos. El límite entre ambas fases está dado por el enterramiento (Fernández-López y Fernández-Jalvo, 2002; Lyman, 2010).

En las décadas de 1970 y 1980, la tafonomía se incorporó en las investigaciones arqueológicas con el fin de comprender los procesos involucrados en la formación del registro arqueológico (Binford, 1977; Gifford, 1981; Schiffer, 1972, 1987). Al igual que en la paleontología, en la arqueología existía la preocupación por la pérdida de información, los sesgos y la distorsión en el registro arqueológico (*e.g.* Isaac, 1967; Schiffer, 1972).

La tafonomía también fue crucial en el marco de las investigaciones forenses y, consecuentemente, en la resolución de problemas médico-legales (Dirkmaat et al., 2008; Dirkmaat y Passalacqua, 2012). La determinación de los intervalos *postmortem*, la reconstrucción de los eventos acontecidos antes y después de la depositación del individuo y la distinción entre los efectos provocados por la acción humana de aquellos de otra naturaleza fueron temáticas desarrolladas y profundizadas a partir de su interpretación en el marco teórico-metodológico de la tafonomía (Haglund y Sorg, 1997).

Finalmente, como consecuencia del aumento de trabajos tafonómicos generados en las diversas disciplinas, desarrollados desde su aparición, en los últimos años surgió el debate acerca de qué es la tafonomía en la esfera internacional (Behrensmeyer et al., 2018; Domínguez-Rodrigo et al., 2011; Lyman, 2010).

En la esfera nacional, Suby (2012) señala que el análisis tafonómico en restos óseos humanos se generó como consecuencia del desarrollo teórico-metodológico previamente producido en las sistemáticas investigaciones zooarqueológicas y en las ciencias forenses (*e.g.* Gómez, 2000; Mondini, 2002; Gutiérrez, 2004; Martín, 2006; Otaola, 2012). Sin embargo, tanto la base teórica como metodológica deben ser readecuadas para el estudio de restos óseos humanos arqueológicos (González, 2012) debido a que aquellas fueron

desarrolladas en el seno de las problemáticas pertinentes a esas disciplinas y que se diferencian de las propias de la bioarqueología (en líneas generales, la zooarqueología estudia conjuntos óseos faunísticos para resolver problemas vinculados a la dieta y subsistencia de poblaciones pasadas y las preguntas de la antropología forense están vinculadas a casos médico-judiciales). La investigación tafonómica llevada a cabo en muestras de restos óseos humanos realizado por González (2012) resulta pionera no solamente para la región de estudio (Ecotonal Pampa-Patagonia e Interserrana Bonaerense) y sino para la temática investigación, que recientemente comenzaron a desarrollarse (ver *Capítulo III*).

En este trabajo se adopta una definición amplia de la tafonomía como el estudio de los procesos y agentes que modifican los restos (óseos humanos) desde el momento de la muerte del individuo hasta que los restos son recuperados. Su objetivo es inferir los procesos y agentes que actuaron mediante 1. el análisis de las marcas macro y microestructurales observables en los elementos óseos presentes y 2. el análisis de la ausencia de elementos y rasgos ultraestructurales, respecto a lo esperado. Esto requiere de un enfoque multidisciplinario que contemple el análisis de factores intrínsecos y extrínsecos (Baxter, 2004; Galloway, 1997; Henderson, 1987), incluyendo en este último los antrópicos acontecidos en el contexto sistémico (Schiffer, 1983), como son los comportamientos relacionados con la muerte. Se busca que los resultados que se desprendan de este análisis contribuyan no sólo para dar conocimiento del estado de preservación de los conjuntos óseos e inferir sus trayectorias tafonómicas sino también para aportar a las discusiones teóricas actuales de la bioantropología como es la escasez de registro bioarqueológico para momentos tempranos en Norpatagonia.

Aportes de la tafonomía para la interpretación del registro bioarqueológico de Norpatagonia

En el marco de los estudios sobre poblaciones humanas del pasado la aplicación de criterios tafonómicos se volvió relevante para la interpretación de los conjuntos óseos humanos dado que las inferencias realizadas a partir de ellos dependen directamente de su estado de preservación (Bernal et al., 2017; Gordón

et al., 2019; Pérez et al., 2016). Un tema central en estas investigaciones son los cambios en el tamaño y la estructura de la población (Bocquet-Appel, 2002; Chamberlain, 2006). En los estudios sobre la dinámica poblacional los restos óseos constituyen, si no la más valiosa, una de las más importantes fuentes de información paleodemográfica.

La Patagonia fue el último territorio del mundo en ser poblado por *Homo sapiens*. El momento y forma en que se produjo su ocupación por parte de sociedades cazadoras-recolectoras, así como los posteriores cambios demográficos, han sido foco de diversos debates en las últimas décadas (Dillehay, 2009; Goebel et al., 2008; Kelly, 2003; Méndez et al., 2015; Pérez et al., 2016; Salemme y Miotti, 2008; Steele y Politis, 2009). Sobre la base de la evidencia arqueológica distintos autores sugirieron que el poblamiento se habría producido hace alrededor de 14.000 años (Miotti y Salemme 2003; Prates et al., 2013; Steele y Politis, 2009). El patrón de ocupación no fue homogéneo a través de la región. La costa Atlántica como la Pacífica reflejaron un patrón de ocupación similar y simultáneo, mientras que la Cordillera de los Andes fue ocupada más tardíamente (Borrero, 1994 y 1995; Miotti y Salemme, 2003; Prates et al., 2013). Estudios basados en datos moleculares y fechados radiocarbónicos proponen un momento más temprano para el poblamiento de Norpatagonia, entre los 17000-14000 años AP (Pérez et al., 2016). Pérez y colaboradores (2016) señalan que en momentos posteriores al poblamiento inicial, se produjo un incremento paulatino del tamaño de la población, con una marcada aceleración entre los 7000-5000 años AP y alcanzando su máximo crecimiento a los 1000 años AP. Otros estudios también proponen que las poblaciones humanas fueron pequeñas y estables a lo largo del Pleistoceno final y Holoceno temprano y que han incrementado su densidad demográfica durante el Holoceno tardío, principalmente entre los 1000 y 500 años AP (Barberena et al., 2015; Gustavo Martínez et al., 2013; Zubimendi et al., 2015). Sin embargo, los hallazgos de restos óseos humanos con fechados radiocarbónicos comprendidos en el período Pleistoceno y el Holoceno medio resultan escasos (Barrientos, 2002; Barrientos et al., 2007; Borrero, 2001; Guichón et al., 2001) y, en el caso del área aquí estudiada, restringido a dos sitios, Traful (7000 años AP; Crivelli Montero et al., 1993) y Cueva Epullán Grande (7900 ± 70 años AP; 7550 ± 70 años AP; Crivelli Montero et al., 1996).

Algunas hipótesis buscan explicar esta ausencia del registro bioarqueológico para momentos tempranos en prácticas mortuorias como el abandono a la intemperie, en la destrucción de los cuerpos y/o en la disposición en lugares que impiden su preservación (Barrientos, 2002; Borrero, 2001; Dillehay, 2000; Guichón et al., 2001). Otros autores han señalado que para explicar los procesos que generan este registro mortuario, es necesario considerar tanto las prácticas culturales del pasado, como los procesos de formación del registro, sin perder de vista que las estrategias de muestreo empleadas también pueden incidir (Barrientos, Goñi, Zangrando, Del Papa, et al., 2007; Guichón et al., 2001). Bernal y colaboradores (2017) mostraron para esta área un aumento en la cantidad de entierros hacia el Holoceno tardío que podría estar asociado a la intensidad de ocupación humana, pero no descartan que el sesgo tafonómico pueda influenciar los patrones encontrados.

Como se mencionó al inicio de este apartado, los restos óseos constituyen una de las más importantes fuentes de información paleodemográfica, y las interpretaciones que se hagan a partir de éstos estarán basadas de acuerdo al material disponible. Si este material está sesgado por procesos tafonómicos no conocidos entonces puede generar problemas metodológicos y, consecuentemente, afectar la interpretación de los resultados paleodemográficos (Jackes, 2011). En este sentido, los estudios tafonómicos aportan a la evaluación de posibles sesgos introducidos en el registro bioarqueológico debido a la influencia de factores intrínsecos y a la acción de factores extrínsecos. Estos estudios han comenzado a desarrollarse sólo recientemente en los últimos tres años para la región centro-meridional (Guichón Fernández, 2017). Para esta región, Guichón Fernández (2017) sugiere la existencia de una tendencia de preservación diferencial de acuerdo con la edad, ya que los individuos subadultos hallados en sitios arqueológicos se preservan menos que los adultos debido a que son más susceptibles a la acción de procesos y agentes tafonómicos. En Norpatagonia, el área de estudio de este trabajo, se realizaron las primeras comparaciones preliminares sobre preservación ósea en dos sitios arqueológicos de antigüedad similar pero con preservaciones muy disímiles (Vazquez, 2019). Los resultados indicaron un alto contenido de carbonato de calcio sobre los restos mejor preservados, formando una capa de grosores variables, de modo que actuaron

como una protección de los huesos, resultado similar al alcanzado en González (2014). En el otro sitio la disolución ósea fue el principal proceso de deterioro.

Las Ciencias de la Tierra en el estudio del registro bioarqueológico

La incorporación de los conceptos, métodos y técnicas de las Ciencias de la Tierra (*e.g.* Geomorfología, Edafología, Sedimentología, Edafología, Petrología) a las investigaciones arqueológicas se formalizó en la década del 1970 como un nuevo campo disciplinar denominado *geoarqueología* (Butzer, 1982).

Waters (1992) definió la matriz del sitio arqueológico como el medio físico donde se halla depositado el material arqueológico, cuyos componentes son suelos y sedimentos. Los procesos que dan origen y predominan en estos componentes son diferentes, es por esto que suelo y sedimento no son términos sinónimos (Waters, 1992), ni deben ser considerados como contenedores pasivos (Favier Dubois, 2009). Debido a esto es esperable encontrar huesos con efectos diferenciales entre los conjuntos óseos. En este sentido, resulta relevante conocer y entender el impacto de las características físicas y químicas de la matriz de cada sitio bioarqueológico, la dinámica de sus procesos y la interacción con el agua ya que condicionan la diagénesis de los huesos (Collins et al., 2002; Hedges y Millard, 1995; Nielsen-Marsh, 2002; Nielsen-Marsh y Hedges, 2000) y la distribución espacio-temporal del registro (Favier Dubois, 2009) para inferir los procesos que actuaron sobre los restos óseos. Esto es particularmente importante en el contexto de la variabilidad geoambiental existente en Norpatagonia, área de estudio en este trabajo (ver capítulo III *El área de estudio*).

Alteraciones tafonómicas en restos óseos humanos

A partir del deceso de un individuo múltiples factores extrínsecos comienzan a actuar de forma simultánea, resultando en un proceso de modificación continua a través del tiempo hasta el momento de su hallazgo. En arqueología, el lugar donde se produce el hallazgo de restos óseos humanos se

denomina sitio bioarqueológico. Cada sitio posee una configuración particular actual como resultado de las distintas combinaciones de los factores que intervinieron a lo largo de su historia.

Los procesos tafonómicos modifican los restos de los organismos. Pueden identificarse procesos y agentes tafonómicos (Johnson, 1985). El *agente tafonómico* es la causa física de la modificación producida en el resto o conjunto (*e.g.* raíces, carnívoros, humanos). Pueden intervenir a favor o en contra de su preservación (Adamonis y Concheyro, 2008; Denys, 2001; Guichón et al., 2001; Gutiérrez, 2009; Lyman, 1994). El *proceso tafonómico* es la acción dinámica del agente sobre el resto o conjunto (*e.g.* corrosión de la superficie cortical, desarticulación, otros). El *efecto tafonómico* es la modificación resultante en el resto o conjunto (*e.g.* surcos, orificios, pérdida de tejido óseo). Finalmente, la *historia tafonómica* constituye un modelo de inferencia de una secuencia de eventos tafonómicos que afectan los restos óseos (Gifford-Gonzalez, 1991; Gutiérrez, 2004; Johnson, 1985; Lyman, 1994).

Homo sapiens es la única especie que se desarrolló en nuestro continente que posee un lenguaje simbólico y, por este motivo, la relación con sus muertos marca una gran distinción con el resto de los animales. Al menos desde el inicio del Pleistoceno las personas enterraron a sus muertos en entierros individuales o múltiples como así también en casos más complejos, en áreas formales de entierros (Barrientos, 2002; Barrientos et al., 2007; Brandt, 1988; Meiklejohn y Zbelevil, 1991; Sealy, 2006; Walter et al., 2003; Walthall, 1999). Las prácticas de enterramiento de los muertos a lo largo del tiempo se han ido modificando, complejizando e individualizando en las distintas sociedades. Este comportamiento intencional y diferencial frente a los muertos resulta en una fase bioestratinómica ausente o reducida en la historia *postmortem* de los restos humanos (a diferencia de otros mamíferos, los humanos que son parte de un enterramiento no quedan expuestos a la meteorización y/o transporte ya que son enterrados luego de su muerte). De este modo, gran parte del cuerpo teórico relacionado con la tafonomía de vertebrados (por ejemplo, los estadios de meteorización de Behrensmeyer (1978)) son de aplicación limitada para el caso de restos humanos.

Las prácticas relacionadas con la disposición del cadáver (lugar de entierro -cielo abierto, alero, cueva-; presencia o ausencia de estructuras de entierro; tipo de entierro -primario o secundario) pueden considerarse como agentes tafonómicos que actúan durante la bioestratinomía y son parte del contexto sistémico en términos de interpretación arqueológica (Schiffer, 1972, 1987). Los tratamientos funerarios, propios de las sociedades humanas, resultan significativos en la historia tafonómica de un conjunto óseo ya que reducen o anulan la acción de los procesos bioestratinómicos no antrópicos. A su vez, las prácticas mortuorias pueden modificar las características de los huesos, por ejemplo, la alteración por incineración, desarticulación para transporte (mediante paquetes funerarios), así como definen su disposición en las etapas posteriores (si son enterrados, protegidos). Finalmente, los restos pueden ser exhumados y vueltos a enterrar por medio de otras prácticas culturales (entierros secundarios; huaqueo) (Bello y Andrews, 2006; Manifold, 2012). Las prácticas culturales en torno a la muerte tienen una importancia significativa en la preservación de los restos óseos humanos (Lieverse et al., 2006), y su conocimiento es relevante al momento de discutir el estado de preservación de un conjunto (Henderson 1987).

A partir de la idea de que los restos estudiados en este trabajo no han pasado por la etapa bioestratinómica, o lo han hecho de modo muy breve a causa de las prácticas de entierro, surge que la etapa diagenética es crucial para la comprensión de los fenómenos que originaron los patrones tafonómicos encontrados. Luego de la muerte de un individuo comienza una secuencia de modificaciones denominadas *transformaciones cadavéricas* (Trezza, 2006). En momentos inmediatos a la muerte se producen cambios microscópicos que involucran complejas reacciones químicas y biológicas (autólisis y putrefacción). El mecanismo de la descomposición cadavérica es igual para todos los individuos (Tsokos, 2004); sin embargo, la tasa de descomposición varía de acuerdo con aspectos fisiológicos de cada individuo, con condiciones climáticas (temperatura, precipitaciones, radiación solar, humedad) y con la actividad de la fauna y los microorganismos (Forbes et al., 2017). Estos aspectos son relevantes desde el punto de vista tafonómico. Por ejemplo, en ambientes secos, la descomposición es inhibida por la deshidratación de los tejidos blandos (Di Maio y Di Maio, 2001), quedando así los restos esqueléticos bajo el resguardo de la piel. La importancia de

los tejidos blandos reside en que mantiene a los elementos óseos juntos y articulados (Lyman, 1994). Saukko y Knight (2004) señalan que la descomposición también depende de la distancia vertical con respecto a un cuerpo de agua (un cuerpo que permanece elevado tendrá mejor preservación que aquel que se ubicado en la llanura de inundación de un valle, expuesto a los cambios de nivel de la napa freática). Numerosos trabajos señalaron que los individuos enterrados, con o sin estructura, se descomponen a una tasa más lenta que aquellos en superficie, en el mismo entorno (Dix y Graham, 2000; Fiedler y Graw, 2003; Mann et al., 1990; Rodríguez, 1997).

Una vez muerto el individuo, si no media un rápido sepultamiento los tejidos blandos son removidos y el esqueleto queda expuesto y vulnerable a ser desarticulado y, eventualmente, dissociado de las unidades anatómicas y dispersado por la superficie (Hill, 1979). Otra de las consecuencias de la exposición a la intemperie, es la meteorización de los huesos. Este fenómeno ha sido analizado a través de estudios actualísticos realizados con mamíferos de diversos tamaños y en diversos contextos ambientales (*e.g.* Andrews, 1995; Andrews y Whybrow, 2005; Behrensmeyer, 1978; Massigoge et al., 2009; Tappen, 1994). Sus resultados indicaron que los efectos de la meteorización difieren según las características del ambiente y según las categorías de edad. Suby (2006, 2007) atribuyó a los niveles de densidad mineral ósea un rol relevante en la preservación diferencial de los restos óseos recuperados en Tierra del Fuego (Patagonia Austral), *i.e.* los restos de mayor densidad mineral ósea son los que logran sobrevivir y los que finalmente son recuperados. El transporte de partes esqueléticas es otro proceso bioestratinómico provocado por diversos agentes, siendo los más estudiados el transporte hídrico (*e.g.* Behrensmeyer, 1975; Gutiérrez y Kaufmann, 2007; Kaufmann et al., 2011) y la acción de animales (*e.g.* Binford, 1985; Haglund et al., 1989; Kaufmann, 2016; Mondini y Muñoz, 2008).

La diagénesis ósea es definida como el conjunto de todos los procesos *postmortem* que alteran las características físicas, químicas y biológicas de los restos óseos tras el sepultamiento (Behrensmeyer et al., 1989; Jans, 2014; Retallack, 1990). El hueso está compuesto por una fracción mineral (hidroxiapatita) y una orgánica (principalmente de colágeno) y su supervivencia está en función de la diagénesis de estos componentes (Nielsen-Marsh y Hedges, 2000). Los efectos

diagenéticos están vinculados con cambios en la composición y estructura de la matriz ósea como así también en la ubicación espacial de los elementos óseos, como consecuencia de fenómenos tales como biodegradación, relleno sedimentario, mineralización, bioturbación, bioerosión, disolución, entre otros. Los agentes responsables de estas alteraciones son físicos, químicos y biológicos (Bell et al., 1996; Collins et al., 2002; Garland, 1993; Jans, 2008; Reiche et al., 2011; Schultz, 1997; Stout, 1978; Turner-Walker y Jans, 2008), como el pH y la textura de la matriz donde se alojan los huesos y la circulación de agua (Hedges et al., 1995; Hedges y Millard, 1995; López-Costas et al., 2016; Pike et al., 2001; Turner-Walker y Jans, 2008). Estos tres aspectos están íntimamente relacionados. La circulación de líquidos por los espacios interporales está asociada a la textura (granulometría) de la matriz y a la disponibilidad de agua por precipitaciones y/o cercanía de la capa freática. La combinación de matrices sedimentarias con pH ácido, porosas y permeables (como son los arenosos y gravosos de buen drenaje) influenciados por las oscilaciones del nivel de la napa freática, han sido definidos como desfavorables para la preservación ósea (Pike et al., 2001, Turner-Walker, 2008; López-Costa, 2016). El pH de la matriz es considerado el factor extrínseco más importante en la diagénesis del hueso una vez que se han perdido todos los tejidos blandos (Garland y Janaway, 1988). Las raíces de las plantas son otro de los agentes que pueden actuar sobre los huesos tanto en la bioestratinomía como en la diagénesis. Producen cambios estructurales (fracturas) en los huesos, espaciales (desplazamiento de elementos óseos) y morfológicos (cambios en la coloración del hueso y marcas dendríticas desde suaves a profundas en la superficie cortical) (Pokines y Baker, 2014; Lyman, 1994). Si el proceso diagenético no se interrumpe y continúa en el tiempo culmina con la desintegración y disolución de los restos que no son recuperados o, excepcionalmente, con su fosilización (Grupe, 2007). Pero existe la posibilidad de que, por causas antrópicas o ambientales, los restos sean exhumados y, consecuentemente, queden expuestos a los procesos de la bioestratinomía.

El resultado final de una historia tafonómica es una combinación de los procesos que actúan y modifican los restos óseos. Asimismo, el estado de los restos óseos no sólo depende de los factores extrínsecos, sino también de los intrínsecos (porosidad, densidad mineral ósea, estado nutricional del individuo, forma y

tamaño del hueso, edad, entre otros) (Henderson, 1987; Manifold 2012). De todos éstos, la densidad mineral ósea es el factor intrínseco más significativo (Willey et al., 1997). Finalmente, el tiempo interviene modificando la probabilidad de que actúen los agentes tafonómicos (Barrientos et al., 2007; Gutiérrez, 2001).

Los estudios histológicos llevados a cabo desde una perspectiva tafonómica (histotafonomía *sensu* Bell, 2012) han permitido explorar la integridad microestructural del tejido óseo en distintos ambientes de depositación (*e.g.* Bell, 2012; Bell et al., 1996; Garland, 1993; Hanson y Buikstra, 1987; Hedges et al., 1995; Hermann, 1986; Jans et al., 2004; Jans, 2008; Nicholson, 1998; Nielsen-Marsh y Hedges, 2000; Roberts et al., 2002; Schmidt-Schultz y Schultz, 2007; Stout, 1978; Turner-Walker, 2008; Turner-Walker y Jans, 2008), distinguir las alteraciones tafonómicas de las patológicas (Bell, 1990), y obtener información ambiental (Bell et al., 1996; Pesquero et al., 2010). La evaluación de la preservación de los restos óseos a escala macroscópica no es suficientemente informativa respecto a su preservación microestructural o molecular (Stout, 1978; Garland, 1993; Hanson y Buikstra, 1987; Jans et al., 2002; Kontopoulos et al., 2016; Garland, 1989; Nicholson, 1998). Fernández-Jalvo y Andrews (2016) plantean la necesidad de profundizar las investigaciones tendientes a obtener una mejor identificación de los orígenes de estas modificaciones. Para una revisión crítica sobre las principales contribuciones de la histología a bioarqueología y paleopatología, así como las ventajas y limitaciones de la microscopía ver Assis y colaboradores (2016).

Referencias bibliográficas

- Adamonis, S., y Concheyro, A. (2008). Fossilización. En H.H. Camacho y M.I. Longobucco (Eds.), *Los invertebrados fósiles* (pp. 25–45). Vázquez-Mazzini Editores.
- Andrews, P. (1995). Experiments in taphonomy. *Journal of Archaeological Science*, 22(April 1994), 147–153. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0016>
- Andrews, P., y Whybrow, P. (2005). Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi. *Palaeontología Electrónica*, 8(1), 23A:17p. http://palaeo-electronica.org/paleo/2005_1/andrews23/issue1_05.htm

- Assis, S., Santos, A.L., y Keenleyside, A. (2016). Paleohistology and the study of human remains: past, present and future approaches. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 18(2), 1–17. <https://doi.org/10.17139/raab.2016.0018.02.02>
- Barberena, R., Prates, L., y De Porras, M.E. (2015). The human occupation of northwestern Patagonia (Argentina): Paleoeological and chronological trends. *Quaternary International*, 356, 111–126. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.055>
- Barrientos, G. (2002). The archaeological analysis of death-related behaviors from an evolutionary perspective: Exploring the bioarchaeological record of early american hunter-gatherers. En G. Martínez y J.L. Lanata (Eds.), *Perspectivas Integradoras entre Arqueología y Evolución. Teoría, Método y Casos de Aplicación* (pp. 221–253). INCUAPA.
- Barrientos, G., Goñi, R., Zangrando, A., Del Papa, M., Guraieb, S.G., Arregui, M.J., y Negro, C. (2007). Human Taphonomy in Southern Patagonia: a view from the Salitroso Lake Basin (Santa Cruz, Argentina). En M.A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons, y M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 187–201). BAR International Series 1601. Archaeopress.
- Baxter, K. (2004). Extrinsic factors that effect the preservation of bone. *Nebraska Anthropologist*, 19, 38–45.
- Behrensmeyer, A.K. (1975). The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages east of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 146(10), 473–578.
- (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150–162. <https://doi.org/10.2307/2400283>
- Behrensmeyer, A.K., Denys, C., y Brugal, J.P. (2018). What is taphonomy and what is not? *Historical Biology*, 30(6), 718–719. <https://doi.org/10.1080/08912963.2018.1432919>
- Behrensmeyer, A.K., Gordon, K.D., y Yanagi, G.T. (1989). Nonhuman bone modification in Miocene fossils from Pakistan. En R. Bonnichsen y M.H. Sorg (Eds.), *Bone Modification* (pp. 99–120). University of Maine, Center for the study of the First Americans.
- Behrensmeyer, A.K. y Kidwell, S.M. (1985). Taphonomy 's contributions to paleobiology. *Paleobiology*, 11(1), 105–119.

- Bell, L.S. (1990). Palaeopathology and diagenesis: an SEM evaluation of structural changes using backscattered electron imaging. *Journal of Archaeological Science*, 17(1), 85–102. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(90\)90016-X](https://doi.org/10.1016/0305-4403(90)90016-X)
- Bell, L.S. (2012). Histotaphonomy. En C. Crowder y S.D. Stout (Eds.), *Bone histology: an anthropological perspective* (pp. 241–251). CRC Press.
- Bell, L.S., Skinner, M.F., y Jones, S.J. (1996). The speed of post mortem change to the human skeleton and its taphonomic significance. *Forensic Science International*, 82(2), 129–140. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(96\)01984-6](https://doi.org/10.1016/0379-0738(96)01984-6)
- Bello, S.M., Andrews, P. (2006). The intrinsic pattern of preservation of human skeletons and its influence on the interpretation of funerary behaviours. En Gowland, R.L., Knüsel, C.J. (Eds.), *Social Archaeology of Funerary Remains*. Oxbow Books, Oxford, pp. 1–13.
- Bernal, V., Cobos, V.A., Pérez, S.I., y González, P.N. (2017). La estructura espacial del registro bioarqueológico de la provincia del Neuquén durante el Holoceno. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1ra ed, pp. 123–144). Aspha Ediciones.
- Binford, L. (1977). General introduction. En L. Binford (Ed.), *For theory building in archaeology* (pp. 1–10). Academic Press.
- (1985). Human ancestors: changing views of their behavior. *Journal of Anthropological Archaeology*, 4(4), 292–327. [https://doi.org/10.1016/0278-4165\(85\)90009-1](https://doi.org/10.1016/0278-4165(85)90009-1)
- Bocquet-Appel, J.P. (2002). Paleanthropological traces of a neolithic demographic transition. *Current Anthropology*, 43, 637–649.
- Borrero, L.A. (2001). Regional taphonomy: The scales of application to the archaeological record. En H. Buitenhuis y W. Prummel (Eds.), *Animals and Man in the Past*. (pp. 17–20). ARC-Publicatie 41.
- Brandt, S.A. (1988). Early Holocene mortuary practices and hunter-gatherer adaptations in southern Somalia. *World Archaeologist*, 20, 40–56.
- Butzer, K.W. (1982). *Archaeology as Human Ecology. Method and Theory for a Contextual Approach*.

- Chamberlain, A.T. (2006). *Demography in Archaeology*. Cambridge, University Press.
- Collins, M.J., Hiller, J., Smith, C.I., Roberts, J.P., Prigodich, R.V, Wess, T.J., y Millard, A.R. (2002). The survival of organic matter in bone: a review. *Archaeometry*, 3(44), 383–394.
- Crivelli Montero, E., Curzio, D., y Silveira, M. (1993). La estratigrafía de la cueva Traful I (Provincia de Neuquén). *Praehistoria*, 1, 9–160.
- Crivelli Montero, E., Pardiñas, U., Fernández, M., Bogazzi, M., Chauvin, A., Fernández, V., y Lezcano, M. (1996). La Cueva Epullán Grande (Provincia del Neuquén, Argentina). *Praehistoria*, 2, 17–160.
- Denys, C. (2001). Bones. In D. E. Briggs y P. R. Crowter (Eds.), *Palaeobiology II* (pp. 264–269). Blackwell Science.
- Di Maio, V.J.M., y Di Maio, D.J. (2001). *Forensic Pathology*. CRC Press.
- Dillehay, T. (2000). *The Settlement of the Americas. A New Prehistory*. Basic Books.
- Dillehay, T. (2009). Probing deeper into first American studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 106, 971–978.
- Dirkmaat, D.C., Cabo, L.L., Ousley, S.D., y Symes, S.A. (2008). New perspectives in forensic anthropology. *American Journal of Physical Anthropology*, 137(S47), 33–52. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20948>
- Dirkmaat, D.C, y Passalacqua, N.V. (2012). Forensic Taphonomy. En D.C. Dirkmaat (Ed.), *A Companion to Forensic Anthropology* (pp. 473–476). Chichester, West Sussex.
- Dix, J., y Graham, M. (2000). *Time of Death, Decomposition and Identification: An atlas*. CRC Press.
- Domínguez-Rodrigo, M., Fernández-López, S., y Alcalá, L. (2011). How can taphonomy be defined in the XXI century? *Journal of Taphonomy*, 9(1), 1–13.
- Efremov, I. (1940). Taphonomy a new branch of paleontology. *Pan- American Geologist*, LXXIV(2), 81–93.
- Favier Dubois, C.M. (2009). Geoarqueología: explorando propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico. En R. Barberena, K. Borrazo, y L.A. Borrero (Eds.), *Perspectivas actuales en arqueología argentina* (pp. 33–54). CONICET-

IMHICIHU.

Fernández-Jalvo, Y., y Andrews, P. (2016). *Atlas of taphonomic identifications. 1001+Images of fossil and recent mammal bone modification*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>

Fernández-López, S. R., y Fernández-Jalvo, Y. (2002). The limit between biostratinomy and fossildiagenesis. En M. de Renzi, M.V. Pardo Alonso, M. Belinchón, E. Peñalver, P. Montoya, y A. Márquez-Aliaga (Eds.), *Current topics on taphonomy and fossilization* (pp. 27–36). Col.lecció Encontres.

Fiedler, S., y Graw, M. (2003). Decomposition of buried corpses, with special reference to the formation of adipocere. *Naturwissenschaften*, 90, 291–300.

Forbes, S. (2014). Taphonomy in bioarchaeology and human osteology. En C. Smith (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 7219–7224). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2>

Forbes, S.L., Perrault, K.A., y Comstock, J.L. (2017). Microscopic post-mortem changes: the chemistry of decomposition. *Taphonomy of Human Remains: Forensic Analysis of the Dead and the Depositional Environment*, 26–38. <https://doi.org/10.1002/9781118953358.ch2>

Galloway, A. (1997). The process of decomposition: a model from the Arizona - Sonoran desert. En W.D. Haglund y M.H. Sorg (Eds.), *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (pp. 139–150). FL: CRC Press.

Garland, A.N. (1993). A histological study of archaeological bone decomposition. En Gisela Grupe y A.N. Garland (Eds.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis* (pp. 109–126). Springer.

Garland, A.N., y Janaway, R.C. (1988). The taphonomy of inhumation burials. *Burial Archaeology Conference*.

Gifford-Gonzalez, D.P. (1991). Bones are not enough. Analogues, knowledge and interpretive strategies in zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 40, 215–254.

Gifford, D.P. (1981). Taphonomy and paleoecology: A critical review of Archaeology's sister disciplines. En M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (pp. 157–235). Academic Press.

Goebel, T., Waters, M.R., y O'Rourke, D.H. (2008). The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas. *Science*, 319, 1497–1502.

Gómez, G. (2000) Análisis tafonómico y paleoecológico de los micro y meso mamíferos del sitio arqueológico de Arroyo Seco 2 (Buenos Aires, Argentina) y su comparación con la fauna actual. Tesis de Doctorado inédita. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid. España.

González, M. (2012). Procesos de formación en el registro bioarqueológico de la subregión Pampa Húmeda y área ecotonal Pampa-Patagonia. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría. Ms.

(2014). Procesos de formación y efectos tafonómicos en entierros humanos: el caso del sitio Arroyo Seco 2 en la región pampeana, Argentina. *Relaciones de La Sociedad Argentina de Antropología*, 39(1), 175–202.

Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, D., Della Negra, C., Vázquez, R.C., Cobos, V.A., y Pérez, I.S. (2019). Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones En Antropología*, 20(1), 93–105.

Grupe, G. (2007). Diagenetic Processes. En W. Henke y I. Tattersall (Eds.), *Handbook of Paleoanthropology* (pp. 241–259). Springer.

Guichón Fernández, R. (2017). Evaluación de sesgos en la representación de los individuos subadultos en chenkés del Holoceno tardío final del Lago Salitroso (Santa Cruz). *Cuadernos Del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano – Series Especiales*, 4(4), 125–135.

Guichón, R.A., Barberena, R., y Borrero, L.A. (2001). ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos humanos en Patagonia Austral? *Anales Instituto Patagonia. Serie Cs. Hs. (Chile)*, 29, 103–118.

Gutiérrez, M.A. (2001). Bone Diagenesis and Taphonomic History of the Paso Otero 1 Bone Bed, Pampas of Argentina. *Journal of Archaeological Science*, 28(12), 1277–1290. <https://doi.org/10.1006/jasc.2000.0648>

(2004). *Análisis tafonómicos en el Área Interserrana (Provincia de Buenos Aires)*.

Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. La Plata.

(2009). Tafonomía, ¿tiranía o multivocalidad? En R. Barberena, K. Borrazzo, y L.A. Borrero (Eds.), *Perspectivas actuales en arqueología Argentina* (pp. 57–87). IMHICIHU.

Gutiérrez, M.A. y Kaufmann C.A. (2007). Criteria for the identification of formation processes in Guanaco (*Lama guanicoe*) bone assemblages in fluvial-lacustrine environments. *Journal of Taphonomy* 5 (4): 151-176.

Haglund, W.D., Reay, D.T., y Swindler, D.R. (1989). Canid scavenging/disarticulation sequence of humans in the Pacific Northwest. *Journal of Forensic Sciences*, 3(34), 587–606.

Haglund, W., y Sorg, M. (1997). *Forensic Taphonomy*. CRC Press.

Hanson, D.B., y Buikstra, J.E. (1987). Histomorphological alteration in buried human bone from the lower Illinois Valley. Implications for palaeodietary research. *Journal of Archaeological Science*, 14(5), 549–563. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90038-0)

Hedges, R.E.M., y Millard, A R. (1995). Bones and Groundwater: towards the modelling of diagenetic processes. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), 155–164. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0017>

Hedges, R.E.M., Millard, A.R., y Pike, A.W.G. (1995). Measurements and relationships of diagenetic alteration of bone from three archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 22(2), 201–209. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0022>

Henderson, J. (1987). Factors determining the state of preservation of human remains. En A.N. Boddington, R. Garland, y R. Janaway (Eds.), *Death, Decay, and Reconstruction* (pp. 43–54). Manchester University Press.

Hermann, P. (1986). Two examples of biogenous dead bone decomposition and their consequences for taphonomic interpretation. *Journal of Archaeological Science*, 13, 417–430.

Hill, A. (1979). Disarticulation and scattering of mammal skeletons. *Paleobiology*, 5, 261–274.

Isaac, G.L. (1967). Towards the interpretation of occupation debris: some experiments and

- observatios. *The Kroeber Anthropol. Soc. Pap.*, 37, 31–57.
- Jackes, M. (2011). Representativeness and Bias in Archaeological Skeletal Samples. *Social Bioarchaeology*, 14, 107–146. <https://doi.org/10.1002/9781444390537.ch5>
- Jans, M., Nielsen-Marsh, C., Smith, C., Collins, M., y Kars, H. (2004). Characterization of microbial attack on archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 31, 87–95.
- Jans, M.M.E., Kars, H., Nielsen-Marsh, C.M., Smith, C.I., Nord, A.G., Arthur, P., y Earl, N. (2002). In situ preservation of archaeological bone: a histological study within a multidisciplinary approach. *Archaeometry*, 44(3), 343–352. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00067>
- Jans, M. (2014). Microscopic destruction of bone. En J.T. Pokines y S.A. Symes (Eds.), *Manual of forensic taphonomy* (London, Ne, pp. 19–35). CRC Press. Taylor y Francis Group.
- Jans, M.M.E. (2008). Current Developments in Bioerosion of Bone. A Review. *Current Developments in Bioerosion*, 1974, 397–413. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-77598-0>
- Johnson, E. (1985). Current developments in bone technology. En M.B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (Issue 8, pp. 157–235). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-003108-5.50010-5>.
- Kaufmann, C.A. (2016). Análisis tafonómico de una asociación faunística generada por pequeños carnívoros de la región pampeana. *Intersecciones en Antropología* 17, 363–373.
- Kaufmann, C., Gutiérrez, M. A., Álvarez, M. C., González, M.E., Massigoge, A., (2011). Fluvial dispersal potential of guanaco bones (*Lama guanicoe*) under controlled experimental conditions: the influence of age classes to the hydrodynamic behavior. *Journal of Archaeological Science* 38, 334–344. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.09.010>.
- Kelly, R.L. (2003). Colonization of new land by hunter-gatherers: expectations and implications based on ethnographic data. En Routledge (Ed.), *Colonizations of Unfamiliar Landscapes: The Archaeology of Adaptation* (pp. 44–57).
- Kontopoulos, I., Nystrom, P., y White, L. (2016). Experimental taphonomy: post-mortem microstructural modifications in *Sus scrofa domesticus* bone. *Forensic Science International*, 266, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.06.024>

- Lieverse, A.R., Weber, A.W., y Goriunova, O.I. (2006). Human taphonomy at Khuzhir-Nuge XIV, Siberia: a new method for documenting skeletal condition. *Journal of Archaeological Science*, 33(8), 1141–1151. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.12.001>
- López-Costas, O., Lantes-Suárez, Ó., y Martínez Cortizas, A. (2016). Chemical compositional changes in archaeological human bones due to diagenesis: Type of bone vs soil environment. *Journal of Archaeological Science*, 67, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.02.001>
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Press, Cambridge University.
- (2010). What Taphonomy Is, What it Isn't, and Why Taphonomists Should Care about the Difference. *Journal of Taphonomy*, 8(1), 1–16.
- Lyman, R.L., y Fox, L. (1989). A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science*, 16, 293–317.
- Manifold, B. (2012). Intrinsic and extrinsic factors involved in the preservation of non-adult skeletal remains in archaeology and forensic science. *Bulletin of the International Association for Paleodontology*, 6(2), 51–69.
- Mann, R.W., Bass, W.M., y Meadows, L. (1990). Time since death and decomposition of the human body: Variables and observations in case and experimental field studies. *Journal of Forensic Sciences*, 1(35), 103–111.
- Martin, F. M. (2006). Carnívoros y Huesos Humanos de Fuego-Patagonia: Aportes desde la Tafonomía Forense. Colección Tesis de Licenciatura, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Martínez, G., Flensburg, G., y Bayala, P.D. (2013). Chronology and human settlement in northeastern Patagonia (Argentina): Patterns of site destruction, intensity of archaeological signal, and population dynamics. *Quaternary International*, 301, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.03.027>
- Massigoge, A., González, M., y Kaufmann, C. (2009). Observaciones actualísticas sobre meteorización ósea en restos esqueléticos de guanaco. En M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda, y C. Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana: Vol. I* (pp. 309–322). Editorial Libros del Espinillo.
- Meiklejohn, C., y Zbelevil, M. (1991). Health status of European populations at the

- agricultural transition and the implications for the adoption of farming. En H. Bush y M. Zbevelil (Eds.), *Health in Past Societies* (pp. 129–145). bar Internacional Series 567.
- Méndez, C., Prates, L., y Yacobaccio, H. (2015). Palaeodemography in southern South America. *Quaternary International*, 356, 1–3.
- Mondini, M. (2003). Formación del registro arqueofaunístico en abrigos rocosos de la Puna argentina. Tafonomía de carnívoros. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Ms
- Mondini, M. y Muñoz, A.S. (2008). Pumas as taphonomic agents: a comparative analysis of actualistic studies in the Neotropics. *Quaternary International* 180, 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.08.013>.
- Neil Garland, A. (1989). Microscopical analysis of fossil bone. *Applied Geochemistry*, 4(3), 215–229. [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(89\)90021-8](https://doi.org/10.1016/0883-2927(89)90021-8)
- Nicholson, R. (1998). Bone Degradation in a Compost Heap. *Journal of Archaeological Science*, 25(5), 393–403. <https://doi.org/10.1006/jasc.1997.0208>
- Nielsen-Marsh, C. (2002). Biomolecules in fossil remains Multidisciplinary approach to endurance. *The Biochemist*, June, 12–14.
- Nielsen-Marsh, C.M., y Hedges, R.E.M. (2000). Patterns of diagenesis in bone II: effects of acetic acid treatment and the removal of diagenetic CO₃²⁻. *Journal of Archaeological Science*, 27, 1151–1159. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0538>
- Olson, E. (1980). Taphonomy: its history and rol in community evolution. En A.K. Behrensmeyer y A. Hill (Eds.), *Fossils in the making* (pp. 5–19). University of Chicago.
- Otaola, C. (2012). Zooarqueología en la Cordillera del Sur de Mendoza: un enfoque tafonómico. Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Pérez, S.I., Postillone, M.B., Rindel, D., Gobbo, D., González, P.N., y Bernal, V. (2016). Peopling time, spatial occupation and demography of Late Pleistocene–Holocene human population from Patagonia. *Quaternary International*, 425, 214–223. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.05.004>
- Pesquero, M.D., Ascaso, C., Fernández-Jalvo, Y., y Alcalá, L. (2010). A new taphonomic

- bioerosión in a Miocene lakeshore environment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 2, 295, 192–198.
- Pike, A.W.G., Nielsen-Marsh, C., y Hedges, R.E.M. (2001). Modelling bone dissolution under different hydrological regimes. En A.R. Millard (Ed.), *Archaeological Sciences '97. Proceedings of the conference held at the University of Durham 2nd - 4th September 1997* (pp. 127–132). British Archaeological Reports, International Series 939. Archaeopress.
- Pokines, J.T. y Baker, J.E. (2014). Effects of burial environment on osseous remains. En J.T. Pokines y S.A. Symes (Eds.), *Manual of Forensic Taphonomy* (pp. 73-114). CRC Press.
- Reiche, I., Chadeaux, C., Müller, K., y Gourrier, A. (2011). Towards a better understanding of alteration phenomena of archaeological bone by a closer look at the organic / mineral association at micro- towards a better understanding of alteration phenomena of archaeological bone by a closer look at the organic / m. *ArcheoSciences, Revue d'archéométrie*, 35, 143–158. <https://doi.org/10.4000/archeosciences.3075>
- Retallack, G. (1990). *Soils of the Past*. Harper Collins Academic.
- Roberts, S., Smith, C., Millard, A.R., y Collins, M. (2002). The taphonomy of cooked bone: characterizing boiling and its physic-chemical effects. *Archaeometry* 2, 44, 485–494.
- Rodríguez, W.C. (1997). Decomposition of buried and submerged bodies. En W. D. Haglund y M.H. Sorg (Eds.), *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (pp. 459–467). FL: CRC Press.
- Salemme, M.C., y Miotti, L.L. (2008). Archeological hunter-gatherer landscapes since the latest Pleistocene in Fuego-Patagonia. *Developments in Quaternary Sciences*, 11, 437–483.
- Saukko, P., y Knight, B. (2004). *Knight's Forensic Pathology* (3ra edición). <https://doi.org/10.1201/b13642>
- Schiffer, M. B. (1972). Archaeological context and systemic context. *American Antiquity*, 37, 156–165.
- Schiffer, M.B. (1983). Society for american archaeology toward the identification of formation processes. *American Antiquity*, 48(4), 675–706.

- (1987). *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press.
- Schmidt-Schultz, T., y Schultz, M. (2007). Well preserved non-collagenous extracellular matrix proteins in ancient bone and teeth. *International Journal of Osteoarchaeology*, 17, 91–99.
- Schultz, M. (1997). Microscopic investigation of excavated skeletal remains: a contribution to paleopathology and forensic medicine. En W.D. Haglund y M.Sorg (Eds.), *Forensic Taphonomy: The Postmortem Fate of Human Remains* (pp. 201–222). CRC Press.
- Sealy, J. (2006). Diet, Mobility, and Settlement Pattern among Holocene Hunter-Gatherers in Southernmost Africa. *Current Anthropology*, 47, 569–596.
- Shipman, P. (1981). *Life History of a Fossil*. Harvard.
- Shipman, P., y Phillips-Conroy, J. (1977). Hominid tool-making versus carnivore scavenging. *American Journal of Physical Anthropology*, 46, 77–86.
- Shipman, P., y Phillips, J. (1976). On scavenging by hominids and the other carnivores. *Current Anthropology*, 17, 170–172.
- Steele, J., y Politis, G. (2009). AMS 14C dating of early human occupation of southern South America. *Journal of Archaeological Science*, 36, 419–429.
- Stout, S.D. (1978). Histological structure and its preservation in ancient bone. *Current Anthropology*, 19(3), 601–604.
- Suby, J.A. (2006). Estudio metodológico-comparativo de densidad mineral ósea de restos humanos por Absorciometría Fotónica (DXA). *Intersecciones en Antropología*, 7, 277–285. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179514531020>
- (2007). Metodologías de análisis de densidad mineral ósea sobre restos óseos humanos de Patagonia Austral. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos* (pp. 381–390). Ediciones CEQUA, Chile. Publicación de las VI Jornadas de Arqueología de la Patagonia.
- (2012). *La salud de nuestros antepasados. Una mirada sobre la Paleopatología*. Laboratorio de Ecología Evolutiva Humana.
- Tappen, M. (1994). Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science*, 21(5), 667–673. <https://doi.org/10.1006/jasc.1994.1066>

- Trezza, F. (2006). *La data de la muerte. Las transformaciones cadavéricas*. Editorial Dosyuna.
- Tsokos, M. (2004). *Postmortem changes and artifacts occurring during the early postmortem interval*. En M. Tsokos (Ed.), *Forensic Pathology Reviews* (pp. 183–237). Humana Press.
- Turner-Walker, G. (2008). The chemical and microbial degradation of bones and teeth. *Advances in Human Palaeopathology*, 3–29. <https://doi.org/10.1002/9780470724187.ch1>
- Turner-Walker, G. y Jans, M. (2008). *Reconstructing taphonomic histories using histological analysis*. 266, 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.024>
- Vazquez, R.C. (2019). Tafonomía y preservación diferencial de restos óseos humanos del norte de la provincia del Neuquén (República Argentina). *Revista Del Museo de Antropología*, 2(2), 81–92. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31048/1852.4826.v12.n2.19400>
- Walter, N., Prous, A., González-José, R., Kipnis, R., y Powell, J. (2003). Early Holocene human skeletal remains from Santana do Riacho, Brazil: Implications for the settlement of the New World. *Journal of Human Evolution*, 45, 19–42.
- Walthall, J. A. (1999). Mortuary behavior and Early Holocene land use in the North American midcontinent. *North American Archaeologist*, 20, 1–30.
- Waters, M.R. (1992). *Principles of Geoarchaeology*. The University of Arizona Press.
- Willey, P., Galloway, A., y Snyder, L. (1997). Bone mineral density and survival of elements and element portions in the bones of the Crow Creek massacre victims. *American Journal of Physical Anthropology*, 104(June 1995), 513–528. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(199712\)104:4<513::AID-AJPA6>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(199712)104:4<513::AID-AJPA6>3.0.CO;2-S)
- Zubimendi, M., Ambrustolo, P., Zilio, L., y Castro, A. (2015). Continuity and discontinuity in the human use of the North Coast of Santa Cruz (Patagonia Argentina) through its radiocarbon record. *Quaternary International*, 356, 127–146. <https://doi.org/doi:10.1016/j.quaint.2014.09.035>

CAPÍTULO III

EL ÁREA DE ESTUDIO

Definición del área de estudio: características geológicas y ambientales

La Patagonia es la porción más austral del continente americano y ocupa los actuales territorios de Argentina y Chile. En particular, la Patagonia argentina se ubica en la porción Este cubriendo una vasta extensión de territorio (800.000 km²). La divisoria de aguas en la Cordillera de los Andes la separa al Oeste de la Patagonia chilena. Al Este se encuentra delimitada por el océano Atlántico y el límite Sur de la provincia de Tierra del Fuego.

El área de estudio de este trabajo está constituida por el territorio de la actual provincia del Neuquén, ubicada en el extremo septentrional y occidental de la región patagónica argentina, entre los paralelos 36°08' y 41°06' de latitud Sur y los meridianos 60° y 71° 58' de longitud Oeste. Hacia el Norte está delimitada por los ríos Barrancas y Colorado que la separan de la provincia de Mendoza, al Sud Sudoeste, por el lago Nahuel Huapi y el río Limay que constituyen el límite con la provincia de Río Negro, y hacia el Oeste limita con Chile (Figura 3.1). Se caracteriza por presentar un relieve que varía en sentido longitudinal Oeste-Este. El desarrollo altitudinal, longitudinal y latitudinal de la provincia se ha traducido en una gran variedad de climas (*i.e.* precipitaciones y temperatura), biodiversidad (*i.e.* flora y fauna) y características geológicas (*i.e.* geomorfológicas y edáficas) (Pereyra et al., 2011).

En virtud de la relevancia que presenta el marco geológico-ambiental en los estudios tafonómicos (ver capítulo II *Aspectos Teóricos*) es necesaria la caracterización de esos aspectos en el área de estudio definida para este trabajo. Considerando que las investigaciones recientes proponen que las condiciones paleoclimáticas y paleoambientales del Holoceno son similares a las actuales (De Porras, 2017; Fernández et al., 2012), la caracterización se llevó a cabo sobre la base de la información actual. Los estudios paleoclimáticos indican que en el norte de la Patagonia durante en los últimos 4000 años predominaron las condiciones semiáridas

(Schäbitz, 2003), aunque se registraron cambios ambientales menores durante el Período Cálido Medieval (siglo X y XIII de nuestra era) con un aumento de la temperatura y aridez (Villalba, 1990, 1994) y durante la Pequeña edad de Hielo (siglos XIV a XIX) con un clima más frío y húmedo. Los resultados alcanzados por De Porras (2017) en el área son preliminares, sin embargo, las investigaciones siguen en curso tendientes a establecer los escenarios paleoambientales desde la transición Pleistoceno-Holoceno del noreste de Neuquén a partir del análisis de series de madrigueras fósiles (polen, macro-restos vegetales y parásitos) el cual pretende contribuir con el conocimiento del pasado climático y ambiental del norte de Patagonia. La profundización en los estudios paleoclimáticos serán de gran interés para futuros trabajos.

Geomorfología y relieve

De acuerdo con el desarrollo altitudinal, hacia el sector occidental se registran las máximas alturas, superiores a 2000 msnm, que no llegan a cubrir el 8% de la provincia. Un tercio de la superficie provincial está comprendida entre los 1000 y 1500 msnm, y más de la mitad se ubica entre los 750 y 1500 msnm. En la zona de valles de los ríos Neuquén y Limay, las altiplanicies alcanzan alturas en el orden de los 300 a 350 msnm (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). En cuanto a las pendientes, el 45% de la superficie posee pendientes inferiores al 8%; el 30% presenta pendientes de 8 al 30%, y en sólo un 8% las pendientes superan el 70% (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011).

Las características que presenta el relieve en la provincia se deben a la estructura geológica y a procesos de naturaleza tectónica y volcánica producidos en la historia geológica, sumado a aquellos acontecidos durante el Cenozoico (Ferrer et al., 2006). A partir de esto, distinguen tres zonas geomorfológicas: occidental, central y oriental. La zona occidental se caracteriza por cordones montañosos dispuestos de norte a sur separados por valles profundos y paralelos (Ferrer et al., 2006; Pereyra et

al., 2011). Aquí se registran las máximas alturas siendo la cumbre del volcán Lanín la cota máxima (3776 msnm). El rasgo morfológico distintivo de esta zona deriva de la erosión glacial, principalmente, y en menor medida de la acumulación glaciaria. Existe

Figura 3. 1 Ubicación del área de estudio (territorio de la provincia del Neuquén) delineada en rojo.



una faja occidental de relieve muy acusado con fuertes pendientes asociadas a rocas intrusivas y metamórficas y otra faja oriental mesetiforme que se corresponde con planicies lávicas. La zona central presenta un paisaje estructural; aquí las estructuras se encuentran plegadas y fracturadas generando una configuración compleja de estrechos valles anticlinales y sinclinales, zigzagueantes divisorias, serranías de asimétrico perfil y fenómenos de inversión de relieves. En los tramos de

mayor altitud la presencia de paisaje volcánico es característico, donde se destacan, hacia el norte de la provincia, los cerros Tromen (3800 m), Negro y Waile (~3500 m), y el volcán Tilhue (2600 m). El cerro Domuyo es el más elevado de Neuquén (4709 m). Finalmente, la zona oriental está caracterizada por un paisaje estructural mesetiforme donde la acción de los agentes geomórficos exógenos ha intervenido condicionada por la posición horizontal de los estratos, de origen continental y edad mesozoica. El macizo del Auca Mahuida, al noreste, es una excepción a este paisaje ya que se trata de un paisaje de origen volcánico. Esta zona se caracteriza por amplias divisorias de aguas con pendientes exiguas lo que resulta en un escurrimiento difuso mantiforme principalmente. Vinculadas a cursos de ríos principales como el río Colorado o el curso inferior del río Neuquén se observan geoformas que poseen superficies planas tales como planicies aluviales elevadas y antigua planicie aluvial pedemontana disecada. Los pedimentos, bajadas, conos aluviales, terrazas bajas aluviales, planicies de inundación y cuencas centrípetas son otras de las geoformas características. La zona topográficamente más baja corresponde a Bajo de Añelo (223 msnm). El resto del paisaje queda comprendido entre 400 y 800 msnm. Las geoformas de origen eólico no son una expresión muy manifiesta como si lo es para el resto del territorio, pero algunas acumulaciones de arena pequeñas se registran de forma dispersa (e.g. PicúnLeufú, Cutral-co, Arroyitos del Chocón). Lo que comúnmente se conoce como médano se registra en los márgenes del río Colorado y en la periferia del Bajo de Añelo (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011).

Clima

De acuerdo con las características climáticas, la provincia presenta dos sectores bien diferenciados separados por una zona de transición (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). El sector occidental, en relación con la ubicación de la Cordillera de los Andes y sus procesos orogénicos, está caracterizado por la presencia de vientos húmedos que descargan su humedad en intensas precipitaciones. Estas alcanzan los 2500 mm anuales y en ciertos sectores los 3500 mm, específicamente en el extremo

sudoccidental. Siguiendo hacia el este, y en menos de 100 km, las precipitaciones disminuyen bruscamente a valores de 500 mm y hasta 200 mm anuales. Consecuentemente, en el sector oriental se registran precipitaciones inferiores a esos valores (150 mm anuales). En el período invernal, en ambos sectores, se producen la mayor cantidad de precipitaciones. En cuanto a la temperatura, el sector occidental presenta temperaturas medias anuales entre 12° y 8° C; esto se debe a que el territorio presenta mayor altitud y está expuesto a vientos del oeste. De forma contraria, en el sector oriental y en gran parte de la provincia, las temperaturas medias anuales rondan los entre los 14° y 12° C. En función de los valores de temperaturas y precipitaciones, en gran parte de Neuquén se registra un marcado déficit hídrico, siendo Añelo el territorio más comprometido; por el contrario, la franja andina presenta exceso anual de agua, con déficits estacionario pequeños en época estival (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011).

Vegetación y fauna

La distribución de la vegetación sigue el mismo patrón decreciente que se registra para las precipitaciones. De Oeste-Este, según la división propuesta de (Cabrera, 1994), la provincia de Neuquén puede dividirse en las siguientes provincias fitogeográficas: Altoandina, Subantártica, Patagónica y del Monte. La provincia Altoandina está caracterizada por vegetación arbórea, conformando el Bosque andino-patagónico. Los bosques de *Araucaria araucana*, de *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus* sp. son los más representativos en este distrito. En la zona de valles y ecotonos dominan las especies herbáceas tales como los coirones (*Stipaspecieso*, *S. humiles*, *S. chrysophila*) y el neneo (*Mulinum spinosum*) que conforman la estepa herbácea; luego, la estepa se vuelve arbustiva y rala donde se encuentra la jarilla (*Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*), matasebo (*Monthea aphylla*), y otras especies como calafate (*Berberis microphylla*), molle (*Schinus molle*) y alpataco (*Prosopis alpataco*). Esta última formación es la dominante en el territorio provincial (Pereyra et al., 2011).

Entre los principales mamíferos se encuentran el guanaco (*Lama guanicoe*), el puma (*Puma concolor*), el gato huiña (*Leopardus guigna*), el zorro gris chico (*Duscisyon gymnocercus griseus*), el zorro colorado (*Duscisyon culpaeus*), el chinchillón serrano (*Lagidium viscacia*), la mara (*Dolichotis patagonum*), el piche (*Zaedyus pichyi*), el tatú peludo (*Chaetophractus villosus*), el gato de pajonal (*Felis colocolo*), el gato montés (*Felis geoffroyi*), el hurón (*Galictis cuha*), entre otras especies (Morello et al., 2012).

Suelos

Se han reconocido suelos que pertenecen a los siguientes Órdenes: Inceptisol, Alfisol, Histosol, Vertisol, Entisol, Aridisol, Molisol y Andisol (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). Los cuatro últimos mencionados resultan los más predominantes. Los Entisoles son los que revisten mayor representatividad areal (35%). Se los ubica en las regiones áridas y en gran parte de los suelos cultivados por riego, y se caracterizan por ser de nulo o escaso desarrollo pedogenético, carente de horizontes diagnósticos, con perfiles simples y abundantes propiedades provenientes del material parental. Específicamente, se los localiza en unidades geomórficas recientemente estabilizadas en el contexto de extrema aridez, condiciones que explican el escaso desarrollo de estos suelos. Son altamente susceptibles a la erosión hídrica, y además son suelos profundos y muy permeables, pobres en materia orgánica con baja retención hídrica (Pereyra et al., 2011). Los Aridisoles (18% de extensión territorial) son suelos típicos de regiones áridas, pero de sectores estables del paisaje. Poseen coloraciones claras, con pH neutros a alcalinos y bajo contenido de materia orgánica (menos del 1%). Están asociados a una estepa arbustiva muy rala (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). Los Andisoles se ubican en la zona occidental de la provincia. Su presencia se relaciona con el bosque de *Nothofagus* y el bosque mixto de Ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y *Nothofagus*. Presentan moderado grado de desarrollo y generalmente carecen de horizontes diagnósticos. Se caracterizan por pH ligeramente ácidos y retención de fosfatos (superior al 80%). Su origen se debe a la acumulación de material piroclástico proveniente de frecuentes erupciones volcánicas

de los Andes y de condiciones climáticas de exceso hídrico. Poseen alta susceptibilidad a la erosión cuando sectores del bosque se encuentran desprovistos de vegetación (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). Los Molisoles se ubican en algunos tramos del sector cordillerano y se difunden en el sector pedemontano ocupando el 8% de la provincia. Se asocia con regiones húmedas y subhúmedas con vegetación de estepas gramíneas y praderas, con mayor excedente hídrico estacional. Dominan en sectores bajos del paisaje, valles glaciarios y planicies glacifluviales. Los perfiles generalmente son sencillos, con texturas francas y moderado grado de estructuración del horizonte (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011). Los suelos pertenecientes a los Órdenes Inceptisol, Alfisol, Histosol y Vertisol son los que menor representación tienen en el territorio provincial. Los Inceptisoles son suelos embrionarios con secuencias de horizontes sencillos. En general presentan pH ácidos. Soportan vegetación de bosque bajo condiciones climáticas de exceso hídrico. Los Alfisoles ocupan una estrecha franja discontinua adosada al sector cordillerano, con vegetación herbácea o estepa herbáceo-arbustiva. Su origen está vinculado a materiales finos carentes de cenizas volcánicas recientes. El horizonte superficial suele ser delgado y suele poseer una consistencia dura en seco. Los Histosoles representan el 0.03% de la provincia. Su extensión está casi restringida al sector cordillerano, en sitios de difícil acceso de superficies discontinuas y de pequeñas dimensiones. Estos suelos son los que tienen el contenido más alto de materia orgánica, superior al 20%. Las condiciones de drenaje restringido y están continuamente saturados en agua. Se encuentran en fondo de valles cordilleranos y en depresiones de faldeos de inclinación leve, soportando una vegetación higrófila. Finalmente, los Vertisoles (1% de extensión areal) poseen una textura fina. Sus perfiles son poco contrastados de tonos oscuros. Son muy plásticos y adhesivos en estaciones húmedas. En estaciones secas su consistencia es dura a muy dura. Los horizontes subsuperficiales son compactos y con baja permeabilidad para el agua y el aire; además, poseen alta capacidad de almacenamiento hídrico (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011).

En función de los factores previamente descriptos (geología, clima, y vegetación), Ferrer y colaboradores (2006) dividen la provincia de Neuquén en dos

grandes regiones pedogenéticas: 1. Región Andina y 2. Región Extra-andina. A su vez cada una se subdivide en Subregiones: la primera en 1.1 Húmeda montañosa y 1.2 Subhúmeda montañosa; y la segunda en 2.1 Subhúmeda de planicies, colinas y serranías, 2.2 Árida serrana y 2.3 Árida mesetiforme. La distribución de cada región y subregión se presenta en la Figura 3.2 y las características de cada se encuentran resumidas en el Tabla 3.1. Como fue mencionado en el capítulo II *Aspectos Teóricos* esta información resulta relevante para discutir la incidencia de los agentes y procesos geoambientales y ecológicos sobre la preservación ósea del área de estudio.

Figura 3. 2 Mapa con las regiones y subregiones edáficas (tomado de Pereyra et al., 2011)

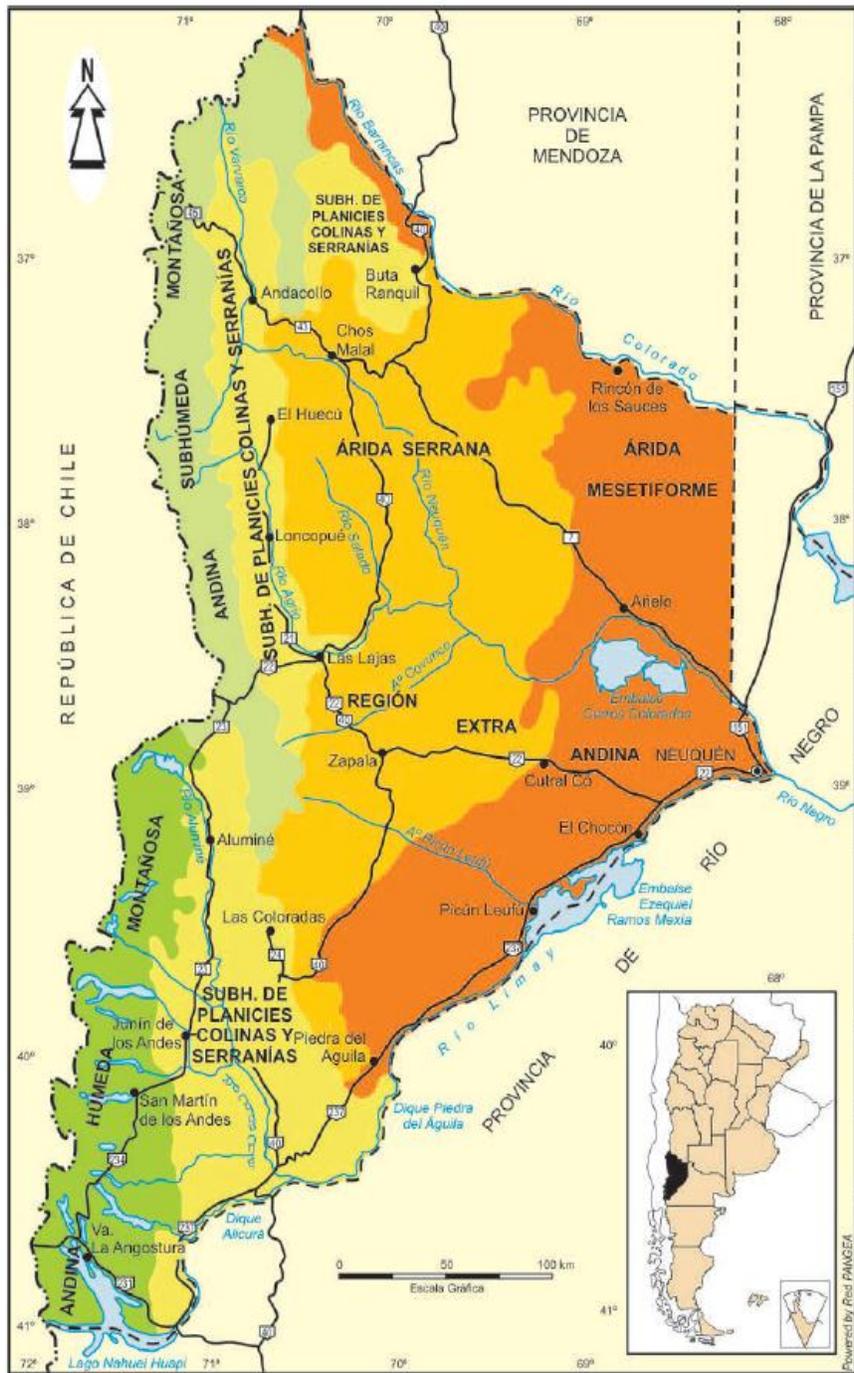


Tabla 3. 1 Características principales de las regiones y subregiones edáficas según Pereyra y colaboradores (2011).

Región	ANDINA		EXTRA-ANDINA		
Subregión	Húmeda montañosa	Subhúmeda montañosa	Suhúmeda de planicies, colinas y serranías	Árida serrana	Árida mesetiforme
Altitud (m)	2000-1500		1500-700	700-350	350-100
Tipo de clima	Perhúmedos a Húmedos	Húmedos a Subhúmedos	Subhúmedos secos a Semiáridos	Semiáridos a Áridos	Áridos
Vegetación	Bosque denso	Estepa herbácea. Bosque aislado y ralo	Estepa herbáceo-arbustiva	Estepa arbustiva	
Proceso geomórfico dominante	Glacial		Volcánico sin control estructural. Fluvial sin control estructural	Fluvial con control estructural en su totalidad	
Suelos principales (nivel de orden)	Andisoles. Alfisoles. Histosoles. Inceptisoles		Entisoles. Molisoles	Aridisoles. Entisoles	

Definición del área de estudio: antecedentes y estado actual de las investigaciones bioarqueológicas en Norpatagonia

El conocimiento de las poblaciones que habitaron en el pasado en el noroeste patagónico ha sido generado principalmente a partir de los trabajos de rescate arqueológico y, en menor medida (aunque creciente en la última década), de investigaciones arqueológicas sistemáticas y planificadas. Hasta el momento, hay registrados alrededor de 60 sitios arqueológicos con entierros humanos para toda el área de estudio (Bernal et al., 2017). De acuerdo con el origen de la excavación (rescate o excavación planificada) la información que se obtiene de los sitios bioarqueológicos varía considerablemente en términos de calidad y cantidad.

Los rescates arqueológicos son intervenciones de emergencia que se realizan ante el hallazgo fortuito de material arqueológico o bioarqueológico susceptible de ser

afectado o que está siendo alterado por diversos agentes, principalmente obras de infraestructura pública o privada, u otros proyectos de inversión. En la provincia del Neuquén estos últimos se iniciaron en la década de 1960 en el contexto de la construcción de cinco represas hidroeléctricas sobre el río Limay: Alicura, Piedra del Águila, El Chocón, Arroyito y Pichi Leufú (Ramos, 2013) y sobre el río Neuquén, el complejo hidroeléctrico Cerros Colorados (Sanguinetti de Bórmida, 1974). Otros rescates realizados en la provincia tienen su origen en la fuerte acción erosiva del viento sobre la superficie, que provoca la exposición parcial o total de material a cielo abierto (*e.g.* Béguelin y Vazquez, 2015; Cúneo y Della Negra, 1999), en la remoción de suelo por obras públicas (*e.g.* Hajduk et al., 2000) y, los saqueos de patrimonio cultural (*e.g.* Béguelin et al., 2017). Si bien gran parte de las tareas de rescate se llevaron a cabo desde la Dirección de Cultura de la provincia del Neuquén (autoridad de aplicación de la legislación provincial), en ocasiones han sido realizadas por personal no especializado (como agentes de la policía local, bomberos o vecinos). Las condiciones en las que se recupera el material arqueológico y bioarqueológico depende, entonces, del estado en que se encuentra el material antes del rescate y del proceso de rescate.

En cuanto a las excavaciones planificadas, esta región cuenta con una extensa historia de investigaciones arqueológicas (Biset y Varela, 1991; Casamiquela, 1990; Crivelli Montero et al., 1993, 1996; Fernández, 1988-90, 1983; Goñi 1986-87; Hajduk, 1981-82; Hajduk y Cúneo, 1997-98; Marcellino, 1988-90, 1994; Sanguinetti de Bórmida 1997; Silveira 1996); sin embargo, en las últimas dos décadas, se llevaron a cabo estudios sistemáticos en el marco de proyectos interdisciplinarios acreditados, vinculados a la investigación de procesos bioculturales de alcance regional (Gordón et al., 2017). La ejecución de esos proyectos permitió la generación de un *corpus* de datos acerca del registro bioarqueológico de los grupos cazadores-recolectores del Holoceno de la provincia de Neuquén. Los resultados más conspicuos de estos proyectos fueron publicados recientemente en un libro compilado por Gordón y colaboradores (2017). En particular se analizó la distribución espacial y temporal del registro bioarqueológico (Bernal et al., 2017); la composición de la dieta a través del

análisis de isótopos de C y N, y de micro restos vegetales (Gordón y Novellino, 2017; Gordón et al., 2017); el estado de salud y nutrición de las poblaciones a través del análisis de bioindicadores paleopatológicos óseos y dentales (Gordón y Novellino, 2017); la variación morfológica craneofacial (Cobos y Bernal, 2017) y postcraneana (Beguelin, 2017); el análisis de las prácticas de modificación artificial del cráneo (Wiggenhauser, 2017). Acompañan a estos estudios contribuciones bioantropológicas acerca de la diversidad de linajes maternos en el noroeste de la Patagonia a partir del análisis de ADN mitocondrial, tanto antiguo como actual (Postillone y Pérez, 2017).

Estructura del registro bioarqueológico de la provincia del Neuquén

A partir de la última década, se inició el estudio de los patrones de distribución espacial y temporal de sitios de entierro en su vinculación con aspectos ecológicos y climáticos, así como también la composición sexo-etaria de las muestras recuperadas, las propiedades estructurales de los entierros y el material cultural asociado (Bernal et al., 2017). El registro bioarqueológico hallado en Neuquén se caracteriza por una gran profundidad temporal y una distribución espacial heterogénea.

Con respecto a la distribución cronológica, a pesar de la profundidad temporal registrada y estimada a partir de diferentes líneas de evidencia (Pérez et al., 2016), la mayor parte de los sitios con entierros son asignables al Holoceno tardío, distribuidos temporalmente entre los 4600 años AP y momentos históricos (Florencia Gordón et al., 2019). Para el Holoceno temprano/medio la señal bioarqueológica resulta escasa y está representada solamente por los sitios Traful (Crivelli Montero, 2010; Crivelli Montero et al., 1993) y Cueva Epullán Grande (Crivelli Montero et al., 1996). En cuanto a la modalidad de entierros, se presentan entierros de tipos primarios y secundarios, simples y múltiples, siendo los primeros los más frecuentes. Los entierros secundarios no habrían sido una práctica frecuente entre los cazadores-recolectores de la región. Solamente se han registrado tres casos de diferente cronología y ubicación espacial. En el norte neuquino, los sitios Aquihucó (Holoceno medio) (Della Negra y Novellino,

2005) y Caepe Malal (reciente) (Hajduk et al., 2000) presentaron casos de entierros secundarios, al igual que en el centro-este de la provincia el sitio Loma de la Lata (600 años AP) (Biset, 1989).

La presencia de sitios con múltiples entierros como Hermanos Lazcano, Aquihucó, Loma de La Lata o Caepe Malal, sugiere una recurrencia en el uso del espacio para fines mortuorios. Es destacable que los dos primeros sitios presentan una gran profundidad temporal (*i.e.* entre 4.600 y 3500 años AP; ver capítulo V *Materiales*), lo cual sugiere que las áreas de entierro en los cazadores-recolectores del norte neuquino se habrían producido en momentos más tempranos que en el resto de la Patagonia (ver discusión sobre la asignación de categorías clasificatoria, como áreas *persistentes o formales* de entierro, en Della Negra et al., 2014). De acuerdo con la distribución espacial de los sitios, se observó un patrón no aleatorio y heterogéneo con una tendencia al agrupamiento de sitios en sectores particulares del espacio cercanos a cursos de agua permanente (Bernal et al., 2017).

Desarrollo de las investigaciones tafonómicas en muestras de restos óseos humanos para la región y para el área de estudio

Si bien en la Patagonia Argentina los trabajos tafonómicos en contextos arqueológicos fueron extensamente explorados (Borrero, 2001; Miotti 1998), las investigaciones se han concentrado en conjuntos arqueofaunísticos. Recién en las últimas décadas en el país se llevaron a cabo investigaciones tafonómicas en estudios que comprenden restos humanos (Acosta, 1997; Barrientos y Gutiérrez, 1996; Barrientos, 1997; Barrientos et al., 2007; Goñi et al., 2001; González, 2007, 2008, 2009, 2010, 2013, 2014; Gordón, 2009; Guichón Fernández, 2017; Guichón et al., 2000, 2001; Martin et al., 2004, 2006; Suby y Guichón, 2004; Tavarone et al., 2016; Vazquez, 2019; Zangrando et al., 2004). Barrientos y colaboradores (2007) en sus estudios de los entierros del Lago Salitroso, Santa Cruz, señalaron que los procesos postdepositacionales fueron cruciales para la preservación de los restos; Guichón y

colaboradores (2001) hallaron que la presencia y calidad de preservación de los huesos en sitios arqueológicos de Patagonia Sur varía en tiempo y espacio, y se asocia al ambiente de depositación; Borrero (2001) propuso el término tafonomía regional para describir la presencia de patrones regionales en el tipo de preservación de restos óseos. En otras regiones, como la pampeana, se han realizado avances significativos en el estudio de la tafonomía de restos óseos humanos (González, 2012, 2013, 2014). Sin embargo, la tafonomía humana no ha sido abordada de manera programática en ninguna región, sino que continúan siendo esfuerzos aislados de sitios particulares (Galligani, 2013; Guarido, 2014; Tavarone, 2014).

Para el área de estudio, hasta el momento, las investigaciones sobre tafonomía humana resultan sumamente escasas (Crivelli Montero et al., 1996; Mendonça et al., 1985-86). En trabajos posteriores sobre caracterización de sitios bioarqueológicos, aparecen mencionados aspectos tafonómicos de manera incipiente (*e.g.* Della Negra et al., 2014; Gordón et al., 2013). En recientes trabajos se iniciaron análisis exploratorios de las condiciones de preservación de muestras esqueléticas humanas correspondientes a diversos períodos temporales y a distintos ambientes depositacionales de la región, resultando en los primeros trabajos preliminares (Vazquez, 2014, 2019; Vazquez y D'Abramo, 2013; Vazquez et al., 2013, 2014, 2016). Estos estudios remarcaron la importancia de analizar y discutir los mecanismos tafonómicos que resultan en la preservación diferencial del registro bioarqueológico en la región, poniendo especial énfasis en los agentes y procesos extrínsecos (geológicos y ambientales) que actúan a escala de sitio. Además, se ha enfatizado en la importancia del sesgo tafonómico para calcular y corregir las estimaciones sobre la antigüedad del poblamiento y los tamaños poblacionales (Gordón et al., 2019; Pérez et al., 2016). Consecuentemente, es necesario discutir la evaluación de posibles sesgos en cuanto a la representatividad ósea en el registro bioarqueológico en el noroeste de la provincia del Neuquén.

En el capítulo anterior se señaló que la preservación del material óseo a nivel macroscópico no siempre está correlacionada con la microestructura interna del hueso (Garland, 1993, 1989; Hanson y Buikstra, 1987; Jans et al., 2002; Kontopoulos

et al., 2016; Nicholson, 1998; Stout, 1978) y la aplicación de técnicas histológicas y el uso del microscopio electrónico de barrido han sido útiles para explorar las alteraciones a nivel microestructural. En Argentina la aplicación de técnicas histológicas para contrastar hipótesis derivadas de problemas bioantropológicos y bioarqueológicos se han restringido a la evaluación de preguntas específicas (Restelli et al., 1997, 1999; Gutiérrez, 2001; Gutiérrez et al., 2001; Pan y Verri, 2002; Kozameh y Brunás, 2013). No obstante, los resultados obtenidos en los estudios realizados sugieren que estas técnicas tienen un gran potencial explicativo (Desántolo y Bernal, 2016). Por su parte, el uso del microscopio electrónico de barrido (MEB) en estudios con restos óseos humanos ha sido empleado satisfactoriamente pero han estado más estrechamente relacionados a objetivos de las ciencias médicas y forenses (*e.g.* Piga et al., 2009; Piga y Malgosa, 2012). Barrientos y colaboradores (2016) destacan positivamente la utilización del microscopio electrónico de barrido en el estudio de la diagénesis ósea. En nuestro país, dentro del campo de la bioarqueología, estas técnicas han sido escasamente incorporadas en la metodología de la investigación, limitada al estudio de restos óseos humanos, desde una perspectiva tafonómica, del sitio Río Salado-Coronda II en la provincia de Santa Fe (Galligani et al., 2016). Hasta el momento no han sido publicados trabajos similares para el noroeste de la Patagonia, por lo tanto, resulta una línea novedosa a explorar. Para seguir profundizando sobre la preservación de los restos óseos es necesario conocer aspectos microestructurales. Con tal información se optimiza el conocimiento del estado de preservación en que aparecen los restos bioarqueológicos. Por otra parte, una serie de preguntas biológicas pueden ser evaluadas desde una perspectiva histológica aportando evidencias novedosas y únicas en el país.

Con respecto a la aplicación de métodos y técnicas provenientes de las Ciencias de la Tierra en las investigaciones arqueológicas en Argentina adquirieron gran relevancia en los últimos 20 años (Favier Dubois, 2009; Kligman y Díaz País, 2013; Kligmann y Ratto, 2009; Mosquera, 2015) Para una revisión del estado actual de la Geoarqueología en Argentina ver Zárata (2016). Sin embargo, en el marco de los estudios bioarqueológicos, se implementaron fuertemente en la última década (*e.g.*

Barrientos et al., 2007; Galligani, 2016; Vazquez et al., 2016; Vazquez, 2019). Se destaca el interés de establecer la relevancia de los aspectos geológicos como factores en la preservación de los restos óseos humanos en distintos contextos depositacionales y cronológicos (Vazquez et al., 2016).

Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (1997). Tafonomía de restos óseos humanos del Norte de la Provincia de Buenos Aires. Actas de las II Jornadas Chivilcoyanas en Ciencias Sociales y Naturales pp. 11-15. Chivilcoy. Buenos Aires.
- Aldana, T. (2014). Análisis tafonómicos en restos óseos humanos arqueológicos de ambientes lacustres: sitio El Diquecito (Laguna Mar Chiquita, Córdoba). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Barrientos, G. (1997). Nutrición y dieta de las poblaciones aborígenes prehispánicas del sudeste de la región pampeana. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Barrientos, G. y Gutiérrez, M.A. (1996). Taphonomic and diagenetic processes of human bone remains in the Arroyo Seco 2 site, Pampean Region, Argentina. Trabajo presentado al 61st Annual Meeting, Society for American Archaeology. New Orleans. MS
- Barrientos, G, Goñi, R., Zangrando, A., Del Papa, M., Guraieb, S.G., Arregui, M.J., y Negro, C. (2007). Human taphonomy in southern patagonia: a view from the Salitroso Lake Basin (Santa Cruz, Argentina). En A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons, y M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 187-201). BAR International Series 1601. Archaeopress.
- Barrientos, G., Sarmiento, P.L., y Galligani, P. (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(2), 1-13. <https://doi.org/10.17139/raab.2016.0018.02.03>

- Beguelin, M. (2017). Morfología postcraneana de las poblaciones humanas neuquinas del Holoceno tardío. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 167–190). Aspha Ediciones.
- Béguelin, M., Gordón, F., Vazquez, R., y Bernal, V. (2017). *Informe preliminar de los materiales arqueológicos y bioarqueológicos recuperados en el sitio Remeco I. Dpto. Aluminé (Pcia. del Neuquén)*. Informe En solicitado por el Consejo Interestadual Pulmarí y el PICT-Agencia 2015-2134: "Dinámica poblacional humana y cambios en el nicho ecológico en el Noroeste de Patagonia durante el Holoceno". Financiada y facilitada por el Ministro de Seguridad, Trabajo y Ambiente de la Provincia de Neuquén.
- Béguelin, M., y Vazquez, R. (2015). *Informe preliminar de los materiales recuperados en el sitio Chacra Álvarez, Dpto. Chos Malal (Pcia. del Neuquén)*. Trabajo solicitado por la Secretaría de Patrimonio Cultural de la Provincia de Neuquén. Septiembre de 2015.
- Bernal, V., Cobos, V.A., Pérez, S.I., y Gonzalez, P.N. (2017). La estructura espacial del registro bioarqueológico de la provincia del Neuquén durante el Holoceno. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 123–144). Aspha Ediciones.
- Biset, A.M. (1989). Rescate de un cementerio indígena en Añelo, provincia del Neuquén. *I Jornadas-Taller sobre El uso del pasado, Simposio administración de bienes culturales*. La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.
- Biset, A.M., y Varela, G. (1991). El sitio arqueológico de Caepe Malal. Una contribución para el conocimiento de las sociedades indígenas del noroeste neuquino en el siglo XVIII. In M. T. Boschín (Ed.), *Cuadernos de investigación. Arqueología y Etnohistoria de la Patagonia Septentrional*. (pp. 18–35). IEHS.
- Borrero, L.A. (2001). Regional taphonomy: The scales of application to the archaeological record. En H. Buitenhuis y W. Prummel (Eds.), *Animals and Man in the Past. Essays in honour of Dr. A. T. Clason emeritus professor of archaeozoology Rijksuniversiteit Groningen, the Netherlands* (pp. 17–20). ARC-Publicatie 41.
- Cabrera, A.L. (1994). Regiones fitogeográficas argentinas. En *Enciclopedia Argentina de*

Agricultura y Jardinería (Buenos Aires). Acme.

Casamiquela, R. (1990). Los pueblos indígenas. *Ciencia Hoy* 7:18-28

Cobos, V., y Bernal, V. (2017). La evolución de la morfología facial de las poblaciones humanas de Neuquén durante el Holoceno medio-tardío. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 191–206). Aspha Ediciones.

Crivelli Montero, E. (2010). Arqueología de la Cuenca del río Limay. En R. Masera, J. Lew, y G.S. Peirano (Eds.), *Los ríos mesetarios norpatagónicos. Aguas generosas del Ande al Atlántico*. (pp. 261–338). Ministerio de Producción de Río Negro.

Crivelli Montero, E., Curzio, D., y Silveira, M. (1993). La estratigrafía de la cueva Trafal I (Provincia de Neuquén). *Praehistoria*, 1, 9–160.

Crivelli Montero, E., Pardiñas, U., Fernández, M., Bogazzi, M., Chauvin, A., Fernández, V., y Lezcano, M. (1996). La Cueva Epullán Grande (Provincia del Neuquén, Argentina). *Praehistoria*, 2, 17–160.

Cúneo, E., y Della Negra, C. (1999). *Rescate arqueológico en el sitio Hermanos Lazcano (paraje Chacay Melehue, cuenca del Curí Leuvú, departamento Chos Malal)*. Informe presentado a la Dirección General de Cultura de la Provincia del Neuquén. MS.

De Porras, M. E. (2017). Escenarios paleoambientales y paleoclimáticos de la Patagonia norte (Neuquén) desde el Tardiglacial. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 23–34). Aspha Ediciones.

Della Negra, C., y Novellino, P.S. (2005). “Aquihuecó”: un cementerio arqueológico, en el norte de la Patagonia, valle del Curi Leuvú - Neuquén, Argentina. *Magallania (Punta Arenas)*, 33(2), 165–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442005000200011>

Della Negra, C., Novellino, P.S., Gordón, F., Vazquez, R.C., Béguelin, M., y Bernal, V. (2014). Áreas de entierro en Noroeste de Patagonia: sitio Hermanos Lazcano (Chos Malal, Neuquén). *Runa*, 1, 5–20.

- Desántolo, B., y Bernal, V. (2016). Los estudios de histología ósea en Antropología Biológica. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 18(2), 1–3. <https://doi.org/10.17139/raab.2016.0018.02.01>
- Favier Dubois, C.M. (2009). Geoarqueología: explorando propiedades espaciales y temporales del registro arqueológico. En R. Barberena, K. Borrazo, y L.A. Borrero (Eds.), *Perspectivas actuales en arqueología argentina* (pp. 33–54). CONICET-IMHICIHU.
- Fernández, F.J., Teta, P., Barberena, R., y Pardiñas, U. (2012). Small mammal remains from Cueva Huenul 1, northern Patagonia, Argentina: Taphonomy and paleoenvironments since the Late Pleistocene. *Quaternary International*, 278, 22–31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.01.005>
- Fernández, J. (1983). Cronología y posición estratigráfica del llamado “Hombre Fósil” de Mata Molle. *Historia Natural*, 3(7), 57–72.
- (1988-1990). La cueva de Haichol. Arqueología de los pinares cordilleranos del Neuquén. *Anales de Arqueología y Etnología*, 43/45 (1-3):1-740.
- Ferrer, J.A., Irrisari, J., y Mendía, J.M. (2006). *Suelos de la provincia del Neuquén*. INTA-CFI-UN del Comahue.
- Galligani, P.E. (2013). *Tafonomía de los entierros humanos del sitio Río Salado-Coronda II (provincia de Santa Fe)*. Tesis de Licenciatura inédita. Universidad Nacional de Rosario, Santa Fé.
- Galligani, P.E., Terzaghi, M.R.F., y Barrientos, G. (2016). Los entierros humanos del sitio Río Salado-Coronda II: Una aproximación tafonómica a los procesos de modificación ósea posdeposicional en el centro-este de la provincia de Santa Fe, República Argentina. *Intersecciones en Antropología*, 17(2), 187–200.
- Garland, A.N. (1993). A histological study of archaeological bone decomposition. En G. Grupe y A.N. Garland (Eds.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis* (pp. 109–126). Springer.
- González, M.E. (2006). Estudios de interés tafonómico en los restos óseos humanos de la laguna Tres Reyes (Partido de Adolfo Gonzales Chaves). Aportes para el estudio de la

formación de contextos arqueológicos en ambientes lagunares de la provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría.

(2007). Estudios de interés tafonómico en los restos óseos humanos de laguna Tres Reyes 1 (Partido de Adolfo Gonzales Chaves, provincia de Buenos Aires). *Intersecciones en Antropología 8*: 215-233.

(2008). Cuantificación anatómica y dispersión espacial de restos humanos del sitio Laguna Tres Reyes 1 (Área Interserrana Bonaerense). *Comechingonia 11*: 47-77.

(2009). Análisis de los efectos tafonómicos en los restos óseos humanos de Laguna Tres Reyes 1: la actividad perturbadora de los roedores. En *Entre Pasados y Presentes II. Estudios Contemporáneos en Ciencias Antropológicas*, editado por T. Bourlot, D. Bozzuto, C. Crespo, A.C. Hetch y N. Kuperszmit, pp. 307-322. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires.

(2010). Huellas de corte y análisis contextual en restos óseos humanos de la cuenca inferior del río Colorado: implicaciones para el entendimiento de las prácticas mortuorias. En *Mamül Mapu: Pasado y Presente desde la Arqueología pampeana*, editado por M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda y M. Carrera Aizpitarte, Tomo I, pp. 193-210. Libros del Espinillo. Ayacucho.

(2012). Procesos de formación en el registro bioarqueológico de la subregión Pampa Húmeda y área ecotonal Pampa-Patagonia. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría. Ms

(2014). Procesos de formación y efectos tafonómicos en entierros humanos: el caso del sitio Arroyo Seco 2 en la región pampeana, Argentina. *Relaciones de La Sociedad Argentina de Antropología*, 39(1), 175-202.

Goñi, R.A. (1986-87). Arqueología de sitios tardíos en el valle del río Malleo, provincia del Neuquén. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología 17*: 37-66.

Goñi, R.A., Barrientos, G., Panarello, H., Valencio, S., y Luna, L. (2001). Cazadores de Patagonia Austral: aspectos poblacionales y análisis isotópicos. *Resúmenes y programa sintético del*

VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Antropología Biológica, 25.

Gordón, F., y Novellino, P. (2017). Patrones paleodietarios en el noroeste de la Patagonia Argentina durante el Holoceno tardío: bioindicadores de salud bucal e isótopos estables en restos óseos humanos. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 145–166). Aspha Ediciones.

Gordón, F, Beguelin, M., Vazquez, R.C., Cobos, V., Pucciarelli, H.M., y Bernal, V. (2013). El “ hombre fósil de Mata Molle” (Neuquén, Argentina): cronología y variación craneofacial en el contexto de las poblaciones de Patagonia y Sudamérica. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 15(1), 77–89.

Gordón, F. (2009). Tafonomía humana y lesiones traumáticas en colecciones de museos . Evaluación en cráneos del noreste de Patagonia. *Intersecciones en Antropología*, 10(1900), 27–41.

Gordón, F., Barberena, R., y Bernal, V. (2017). *El poblamiento del norte del Neuquén Estado actual del conocimiento* (F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (eds.); 1a ed.). Aspha Ediciones.

Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, Della Negra, C., Vazquez, R.C., Cobos, V.A., y Pérez, I.S. (2019). Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones en Antropología*, 20(1), 93–105.

Guarido, A.L. (2014). *Aproximación a los procesos de formación de los entierros humanos fechados entre ca. 3800 y 3600 años AP en Río Bote 1*. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.

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(4), 125–135.

Guichón, R.A., Barberena, R., y Borrero, L.A. (2001). ¿Dónde y cómo aparecen los restos óseos

- humanos en Patagonia Austral? *Anales Instituto Patagonia. Serie Cs. Hs. (Chile)*, 29, 103–118.
- Guichón, R.A., Muñoz, A.S. y Borrero, L.A. (2000). Datos para una tafonomía de restos óseos humanos en Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego, Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXV*: 297-313.
- Gutiérrez, M.A. (2001). Bone diagenesis and taphonomic history of the Paso Otero 1. Bone bed, Pampas of Argentina. *Journal of Archaeological Science*, 28(12), 1277–1290. <https://doi.org/10.1006/jasc.2000.0648>
- Gutiérrez, M., Martínez, G., y Nielsen, C. (2001). Alteración diagénética y preservación diferencial de los conjuntos óseos de la localidad arqueológica Paso Otero (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Estudios Geol.*, 299, 291–299.
- Hajduk, A. (1981-1982). Cementerio “Rebolledo Arriba”. Departamento Aluminé. Provincia de Neuquén. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XIV(2), 125–145.
- Hajduk, A. y Cúneo, A. (1997-98). Rescate arqueológico en San Martín de los Andes (Departamento Lácar, Provincia del Neuquén) y algunas reflexiones acerca de la cerámica con decoración valdiviana. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XXII-XXIII*: 319-342.
- Hajduk, A., Cuneo, E., Albornoz, A.M., Della Negra, C., y Novellino, P.S. (2000). Nuevas investigaciones desarrolladas en el sitio Caepe Malal I (cuenca del Curí Leuvú, departamento Chos Malal, provincia de Neuquén). En *Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia* (pp. 297-313).
- Hanson, D.B., y Buikstra, J.E. (1987). Histomorphological alteration in buried human bone from the lower Illinois Valley. Implications for palaeodietary research. *Journal of Archaeological Science*, 14(5), 549–563. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90038-0)
- Jans, M.M.E., Kars, H., Nielsen-Marsh, C.M., Smith, C.I., Nord, A.G., Arthur, P., y Earl, N. (2002). In situ preservation of archaeological bone: a histological study within a multidisciplinary approach. *Archaeometry*, 44(3), 343–352.

<https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00067>

- Kligman, D.M., y Díaz País, E. (2013). Mirando lo invisible. Primeros análisis físico-químicos de los sedimentos de los sitios Tolombón y Angastaco (provincia de Salta). En I. Williams y C.M.B. (Eds.), *Al borde del imperio. Paisajes sociales, materialidad y memoria en áreas periféricas del Noroeste Argentino* (pp. 253–272). Sociedad Argentina de Antropología.
- Kligmann, D.M., y Ratto, N. (2009). Aportes de la sedimentología a la arqueología: el caso del sitio Fiambalá 1. En O.M. Palacios, C. Vázquez, T. Palacios, y E. Cabanillas (Eds.), *Arqueometría Latinoamericana: 2do. Congreso Argentino y 1ro. Latinoamericano* (pp. 199–208). Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).
- Kontopoulos, I., Nystrom, P., y White, L. (2016). Experimental taphonomy: post-mortem microstructural modifications in *Sus scrofa domesticus* bone. *Forensic Science International*, 266, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.06.024>.
- Kozameh, L. F. y Brunas, O. M. (2013). Enfermedad de Paget en un individuo prehispánico del Delta del Paraná, confirmado por examen histológico y datación radiocarbónica. *Cuad Inst Nac Antropol series especiales 1(1)*, 114-120.
- Marcellino A.J. (1988-1990). Estudio osteológico de restos humanos arqueológicos. En: Fernández, J. (Ed.). *La cueva Haichol. Arqueología de los pinares cordilleranos de Neuquén. Anales de Arqueología y Etnología 43-45*:539-580.
- Martin, F.M. (2006). Carnívoros y huesos humanos de Fuego-Patagonia: aportes desde la tafonomía forense. Colección Tesis de Licenciatura, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.
- Mendonça, O.J., Cocilovo, J.A. y Pereda, I. (1984-1985). Observaciones de interés tafonómico en los restos óseos humanos del sitio “Las Lagunas” (Provincia del Neuquén). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología XVI*: 235-248.
- Miotti, L. (1998). Zooarqueología de la meseta central y costa de Santa Cruz. Un enfoque de las estrategias adaptativas aborígenes y los paleoambientes. *Revista del Museo de Historia Natural de San Rafael 10 (1/4)*: 3-306.
- Morello, J., Matteucci, S., Rodríguez, A., y Silva, M. (2012). *Ecorregiones y complejos*

ecosistémicos argentinos (J. Morello, S. Mateucci, A. Rodríguez, y Silva (eds.); 1a. ed.). Orientación Gráfica Editora.

Mosquera, B. (2015). Geoarqueología del sitio Cueva Maripe, Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Comechingonia*, 19(1), 155–182. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Neil Garland, A. (1989). Microscopical analysis of fossil bone. *Applied Geochemistry*, 4(3), 215–229. [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(89\)90021-8](https://doi.org/10.1016/0883-2927(89)90021-8)

Nicholson, R. (1998). Bone degradation in a compost heap. *Journal of Archaeological Science*, 25(5), 393–403. <https://doi.org/10.1006/jasc.1997.0208>.

Pan, F. y Verri, S. (2002). Histomorfometría aplicada a restos óseos humanos arqueológicos: técnicas de desgaste vs meteorización. *Cienc Morfol (La Plata)* 6(9),3-16.

Pereyra, F.X., Irisarri, J.A., y Ferrer, J.A. (2011). Suelos: factores de formación, procesos pedogenéticos y distribución. *Neuquén*, 871–880.

Pérez, S.I., Postillone, M.B., Rindel, D., Gobbo, D., Gonzalez, P.N., y Bernal, V. (2016). Peopling time, spatial occupation and demography of Late Pleistocene–Holocene human population from Patagonia. *Quaternary International*, 425, 214–223. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.05.004>

Piga, G., y Malgosa, A. (2012). Aplicaciones de técnicas físico-químicas en Antropología Forense. *Cuadernos de Medicina Forense*, 18(1), 09–17. <https://doi.org/10.4321/S1135-76062012000100002>

Piga, G., Thompson, T.J.U., Malagosa, A., y Enzo, S. (2009). The potencial of X-ray diffraction (XRD) in the analysis of burned remains from forensic contexts. *Journal of Forensic Sciences*, 54(3), 534–539.

Postillone, M.B., y Pérez, I.S. (2017). El estudio de la diversidad del ADN mitocondrial en poblaciones humanas del Noroeste de Patagonia: estado actual y perspectivas futuras. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 207–218). Aspha Ediciones.

- Ramos, M. (2013). Patrimonio arqueológico de la cuenca del Río Limay. Agentes y procesos que lo destruyen. *Atek Na*, 3:75-110.
- Restelli, M., Batista, S., Bruno, M., Salceda, S. A. (1999). Observaciones histológicas en hueso y diente provenientes de excavaciones arqueológicas. *Cienc Morfol (La Plata)* 3, 25-37.
- Restelli, M. A., Batista, S. L., Vasallo, M. L., Maliandi, N. E., Méndez, M. G., Salceda, S. A. (1997). Aportes de las técnicas micro y ultraestructurales sobre restos esqueléticos a la bioantropología. Actas II Jornadas Chivilcoyanas en Ciencias Sociales y Naturales de Chivilcoy. p. 123-128.
- Sanguinetti de Bórmida, A.C. (1974). Investigaciones arqueológicas en Loma de La Lata, Planicie Banderita y Bajo de Mari Menuco (provincia del Neuquén). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, Nueva Serie, VII*: 289-310. Buenos Aires.
- (1997). Prehistoria de Nordpatagonia (Investigaciones arqueológicas en la cuenca río Limay, Pcias. de Río Negro y Neuquén). *Anales de la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires* 49:5-29.
- Schäbitz, F. (2003). Estudios polínicos del Cuaternario en las regiones áridas del sur de Argentina. *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*, 5(2), 291-299.
- Silveira, M.J. (1996). Alero Los Cipreses (provincia del Neuquén, República Argentina). En: J. Gómez Otero (Ed.), *Arqueología. Solo Patagonia* (pp. 107-118). CENPAT-CONICET.
- Stout, S.D. (1978). Histological structure and its preservation in ancient bone. *Current Anthropology*, 19(3), 601-604.
- Suby, J.A., y Guichón, R.A. (2004). Densidad ósea y frecuencias de hallazgos en restos humanos en el Norte de Tierra del Fuego. Análisis exploratorio. *Intersecciones en Antropología*, 5, 95-104. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179514529008>
- Vazquez, R.C. (2014). Primeros resultados del relevamiento de variables tafonómicas en muestras esqueléticas humanas del noroeste patagónico. En A. Castro Esnal, M.L. Funes, M. Grosso, N. Kuperszmit, A. Murgo, y G. Romero (Eds.), *Entre pasados y presentes IV. Estudios contemporáneos en Ciencias Antropológicas* (1a ed, pp. 419-433). Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología.

- (2019). Tafonomía y preservación diferencial de restos óseos humanos del norte de la provincia del Neuquén (República Argentina). *Revista Del Museo de Antropología*, 12(2), 81–92. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31048/1852.4826.v12.n2.19400>
- Vazquez, R.C., y D´Abramo, S. (2013). Efecto de los efectos tafonómicos sobre la preservación de restos humanos en el Norte neuquino. En *Libro de Resúmenes de las Undécimas Jornadas Nacionales de Antropología Biológica*, p. 162. ISBN: 978-978-27445-1-9.
- Vazquez, R.C., Gordón, F., y Beguelin, M. (2014). Preservación diferencial de restos humanos en sitios a cielo abierto del norte neuquino, República Argentina. *IX Jornadas de Arqueología de La Patagonia*, 75.
- Vazquez, R., Gordón, F., y Beguelin, M. (2013). Preservación diferencial en muestras de restos óseos humanos en ambientes de norpatagonia y pampa. En R. Bárcena y S. Martín (Eds.), *XVIII Congreso Nacional de Arqueología Argentina* (pp. 514–515). Universidad Nacional de La Rioja.
- Vazquez, R.C., Beguelin, M., y Archuby, F.M. (2016). Efecto del ambiente sedimentario en la preservación de restos óseos humanos. *Ciencias Morfológicas*, 18(1), 62.
- Villalba, R. (1990). Climatic fluctuations in Northern Patagonia in the Last 1000 years as inferred from tree-ring records. *Quaternary Research*, 34, 346–360.
- (1994). Climatic fluctuations in northern Patagonia during the last years as inferred from tree-ring records. *Climatic Change*, 26, 183–197.
- Wiggenhauser, N. (2017). Estudio de las modificaciones culturales del cráneo en las poblaciones prehistóricas de Neuquén. Un análisis de morfometría geométrica en 2 y 3 dimensiones. En F. Gordón, R. Barberena, y V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 219–264). Aspha Ediciones.
- Zangrando, F., Del Papa M., Negro C. y Arregui, M.J. (2004). Estudios tafonómicos en entierros humanos de la cuenca del lago Salitroso, Santa Cruz. En M. Civalero, P. Fernández y A. Guráieb (Eds.), *Contra viento y marea. Arqueología de Patagonia* (pp. 375-386). Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Sociedad Argentina de

Antropología, Buenos Aires.

Zárate, M. (2016). Estado actual de la geoarqueología en la Argentina. *Intersecciones en Antropología*, 17, 7-18.

CAPÍTULO IV

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Sobre la base de los aspectos teóricos y antecedentes desarrollados en los capítulos precedentes, el objetivo general de este trabajo es evaluar la integridad ósea de los restos humanos recuperados en sitios arqueológicos del norte de la Patagonia, particularmente en la provincia del Neuquén, macroscópica y microscópicamente, a los efectos de identificar patrones o modos de preservación y asociarlos con historias tafonómicas específicas (*i.e.* combinaciones particulares de factores extrínsecos, tiempo y factores intrínsecos de los individuos, tales como sexo y edad) y, además, proponer modelos que permitan inferir los agentes y procesos que actuaron para dar lugar a los patrones de preservación identificados.

En particular, se plantea:

- a) Caracterizar la preservación macroscópica y microscópica (efectos tafonómicos) de los restos óseos humanos de distintos sitios y de diferentes antigüedades, a fin de inferir los procesos y agentes que han influenciado la configuración actual de registro bioarqueológico de cada sitio.
- b) Caracterizar los sitios de los que se extrajeron los restos óseos en función de: antigüedad; tipo de sitio (cielo abierto, alero, cueva); aspectos ecoambientales (clima, flora y fauna) y geológicos (geoformas, suelos, sedimentos).
- c) Evaluar la preservación macroscópica y microscópica de los restos humanos en función de los aspectos descriptos en b), a los efectos inferir potenciales asociaciones entre los dos conjuntos de variables (tafonómicas y ambientales en sentido amplio).
- d) Elaborar modelos que mejoren la comprensión de la relación entre los factores que inciden en la preservación de los restos óseos humanos (extrínsecos, intrínsecos, tiempo) y los patrones tafonómicos hallados.

De esta manera se espera aportar interpretaciones que sumen al debate del poblamiento sudamericano, a través del conocimiento de los aspectos tafonómicos de los sitios de los grupos cazadores-recolectores en el norte de Patagonia durante el Holoceno.

Considerando como hipótesis general que los patrones de preservación de los restos óseos humanos están estrechamente vinculados a sus historias tafonómicas,

esto es, el tiempo que estuvieron expuestos a las condiciones propias de cada ambiente de depositación (factores extrínsecos), combinado con los aspectos intrínsecos de los restos, se derivan las siguientes hipótesis:

H1: El estado de preservación de los restos óseos humanos de sitios arqueológicos es variable. Esta variación está asociada a las diferentes condiciones a las que estuvieron expuestos a lo largo de sus historias tafonómicas y/o a sus características intrínsecas.

H2- Considerando que los agentes tafonómicos actúan a lo largo del tiempo, ante iguales condiciones, los restos más antiguos presentarán grados de modificación mayores que los más modernos;

H3- Alguno/s de los factores tienen mayor incidencia en la preservación de los huesos; por ejemplo, los restos alojados en ambientes sedimentarios con pH bajo (ácido) se hallan peor preservados;

H4- El patrón de modificación tafonómica a nivel microestructural aporta información diferente y complementaria de lo observado a nivel macroscópico.

CAPÍTULO V

MATERIALES

La muestra de estudio: características

La muestra está conformada por los restos óseos de individuos hallados en 30 sitios arqueológicos, provenientes del área de estudio previamente definida, distribuidos en los departamentos de la provincia de Neuquén según se detalla en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Enumeración de los sitios con entierros humanos considerados en este trabajo.

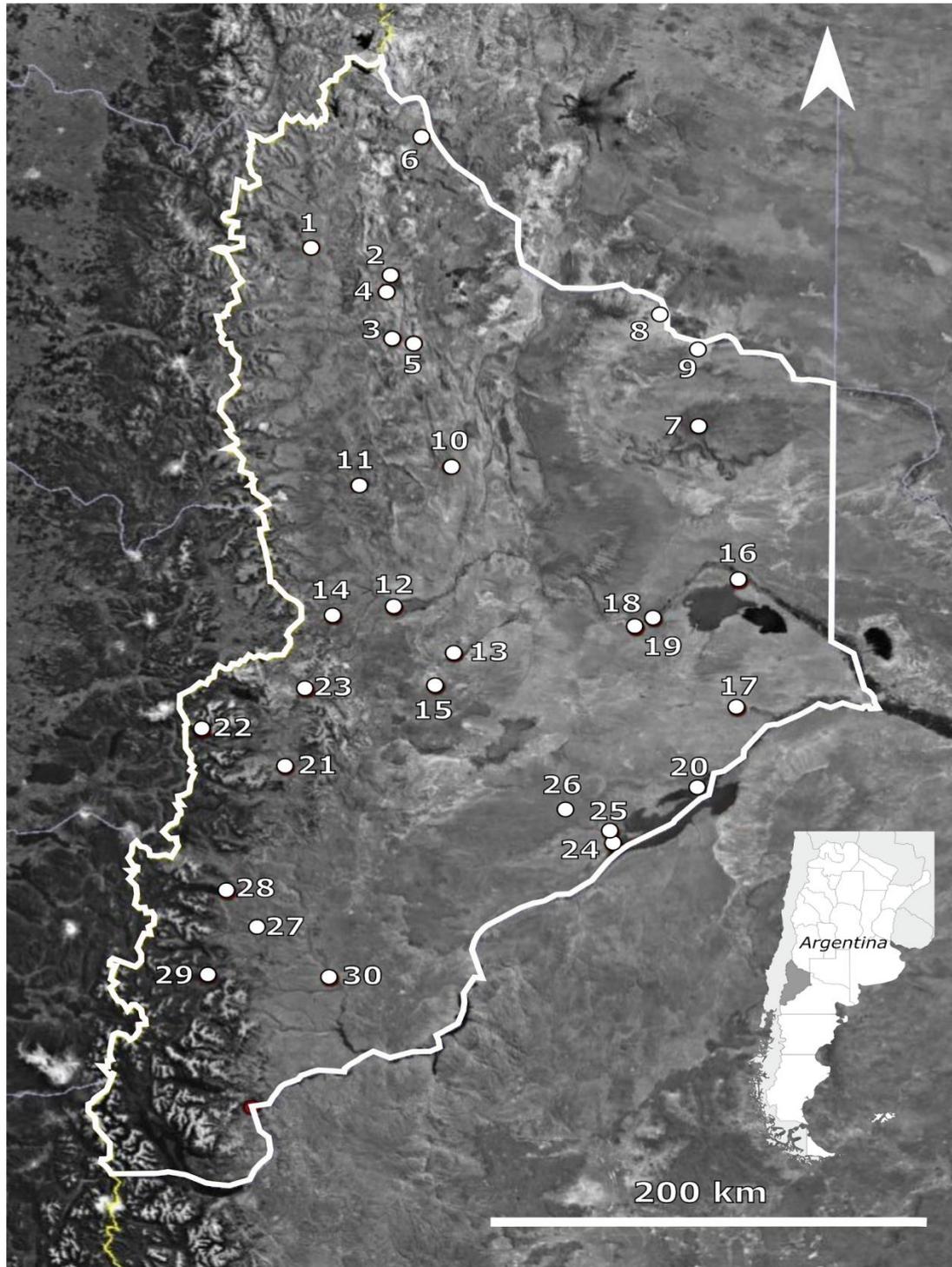
Departamento	N° (Fig 5.1)	Sitio	Sigla
Minas	1	El Panteón 1	EP
Chos Malal	2	Aquihucó	Aqh
	3	Hermanos Lazcano	HL
	4	Caepe Malal	CM
	5	Chacra Álvarez	ChA
	6	Cochico Márquez	ChM
Pehuenches	7	Cueva Ruka	CRk
	8	Los Zorrillos	LZ
	9	Rincón de Los Sauces	RSau
Loncopué	10	Chorriaca	Chor
	11	Millaín	Mil
Picunches	12	Alonqueo	Alq
	13	Piera	Pie
	14	Cueva Haichol	CH
Zapala	15	Michacheo	Mic
Confluencia	16	Loma de La Lata	LdL
	17	Retamal	SR
	18	Plaza Huincol	PH
	19	Sauzal Bonito	SB
	20	Moro I	MI
Aluminé	21	Campo Ayoso	Cay
	22	Remeco I	Rco
	23	Kilca	Kil
Picún Leufú	24	Grande	Gde
	25	Chacra Bustamante	ChB
	26	El Sauce	Sau
Huiliches	27	Vía Christi	VC
	28	Huechulafquen	Hue
Lacar	29	Pocaullo	Pilo
	30	Mata Molle	MM

Como se puede observar en la Figura 5.1, la distribución geográfica de los sitios es extensiva e incluye diferentes contextos (clima, ambiente de depositación, hidrología, etc.) en todo el territorio de la provincia, de acuerdo con sus características (ver capítulo III *El área de estudio*). Esta selección permitió contar con una amplia variación de valores de los diferentes factores estudiados.

La elección se circunscribe a esta región debido al avance significativo en los estudios arqueológicos y bioarqueológicos en las últimas décadas (para una síntesis reciente ver Gordón et al., 2017). Estos aportes incrementaron el conocimiento sobre las poblaciones humanas prehistóricas del actual territorio neuquino otorgando un marco contextual adecuado para plantear problemáticas tafonómicas a nivel regional. Más de 20 años de investigaciones sistemáticas en la provincia dieron como resultado una importante suma de información cronológica (Gordón et al., 2019) bioarqueológica (Béguelin, 2017; Bernal et al., 2017; Cobos y Bernal, 2017; Gordón y Novellino, 2017; Postillone y Perez, 2017; Wiggenhauser, 2017), arqueológica (Barberena et al., 2017; Cúneo, 2017; Navia et al., 2017; Rindel, 2017) y ambiental (De Porras, 2017; Fernández et al., 2012) sobre los individuos y poblaciones que habitaron la región durante el Holoceno.

Los restos óseos se encuentran depositados en diversas instituciones públicas: EP, Aqh, HL, ChM, ChA, LZ, RSau, Chor, Mil, Alq, Pie, Mic, LdL, SR, PIH, MI, Cay, Kil, Gde, ChB, Sau, SB, VC, Hue y Pllo están albergados en la Dirección de Cultura de la provincia de Neuquén (Neuquén capital); el material del sitio CH se encuentra en el Museo Gregorio Álvarez (Neuquén capital); en el Museo Ana María Biset (Chos Malal, Neuquén) se encuentra el material de los sitios CM, Aqh y HL; en el Museo Municipal y Centro de Interpretación "El Charrúa" (Aluminé, Neuquén) se aloja el material del sitio Rco; y finalmente, el Museo de La Plata (La Plata, Buenos Aires) tiene bajo su guarda los restos del sitio MM y CRk.

Figura 5. 1 Ubicación geográfica de los sitios arqueológicos analizados. 1-El Panteón 1; 2-Aquihuecú; 3-Hermanos Lazcano; 4-Caepe Malal; 5-Chacra Álvarez; 6-Cochico Márquez; 7-Cueva Ruka; 8-Los Zorrillos; 9-Rincón de Los Sauces; 10-Chorriaca; 11-Millaín; 12-Alonqueo; 13-Piera; 14-Cueva Haichol; 15-Michacheo; 16-Loma de La Lata; 17-Retamal; 18-Plaza Huincul; 19-Sauzal Bonito; 20-Moro I; 21-Campo Ayoso; 22-Remeco I; 23-Kilca; 24-Grande; 25-Chacra Bustamante; 26-El Sauce; 27-Vía Christi; 28-Huechulafquen; 29-Pocaullo; 30-Mata Molle.



Clasificación de los sitios: *casos*

La información disponible sobre cada uno de los 30 sitios es dispar, principalmente debido a las circunstancias de recuperación de cada uno de ellos. De acuerdo con la cantidad y calidad de información para cada sitio bioarqueológico, en este trabajo se estableció una clasificación en diferentes *casos de sitios*. Cada *caso* corresponde a todos los restos óseos humanos recuperados en un sitio arqueológico. Éstos se pueden definir en cuatro tipos en orden descendente de cantidad y calidad de información: *Caso A*- sitios resultado de excavaciones planificadas en los que se ha podido intervenir durante la excavación registrando datos tafonómicos y geológicos *in situ*, y se evaluó a *posteriori* la signatura tafonómica de los elementos en el laboratorio; *Caso B*- sitios resultado de excavaciones planificadas que han sido excavados con anterioridad por otras/os investigadoras/es, que cuenten con información de campo significativa en materia tafonómica, a partir de informes y/o publicaciones científicas, en los que sea posible relevar aspectos geológicos en el campo y/o tafonómicos a partir de colecciones; *Caso C*- sitios resultado de excavaciones planificadas que han sido excavados con anterioridad por otras/os investigadoras/es que se encuentran pobremente documentados y en los que resultó necesario acudir al sitio en busca de información contextual¹; y *Caso D*- sitios resultado de rescates con nula o escasa información asociada. Esta última categoría puede agrupar materiales provenientes de localizaciones aproximadas ya en su gran mayoría responden a denuncias o donaciones realizadas por vecinos y, en algunos casos, rescates *ad hoc* ejecutados por fuerzas de seguridad, bomberos o vecinos.

Esta clasificación no asume supuestos asociados a aspectos culturales (como podría incluir el concepto “cementerio” o “área de entierro”), sino que se basa exclusivamente en la calidad y cantidad de información disponible.

Cronología

¹Esto fue posible para los casos que contaban con algún detalle sobre su geolocalización.

La mayor parte de los sitios que componen la muestra poseen algún tipo de referencia cronológica; 16 de los sitios cuentan con uno o más fechados radiocarbónicos, cinco de ellos fechados relativos asignados por el contexto y nueve no poseen ningún tipo de referencia cronológica. Si bien la variable tiempo es relevante para evaluar hipótesis, en este trabajo no se estableció como un criterio de selección excluyente.

En la Tabla 5.2 se presenta la cantidad de *casos de sitios* en relación con el tipo de información cronológica que éstos poseen. El detalle de esta información se desarrolla en el Anexo V.I. Con respecto a la información cronológica y las características sobre el origen de la excavación, serán ampliadas para cada sitio en el desarrollo de sus antecedentes. De esta manera quedó conformada una muestra cronológica y ambientalmente heterogénea, ampliamente distribuida en términos geográficos considerando la extensión de la provincia.

Tabla 5. 2 Cantidad de individuos y sitios según el caso y la información cronológica.

Casos	Tipo de información cronológica			N individuos	N sitios
	Fechado radiocarbónico	Contextual	Sin fechado		
A	74	4	0	78	4
B	21	4	0	25	8
C	10	0	0	10	6
D	1	2	14	17	12
Total	106	10	14	130	30

Caracterización de los sitios

En los siguientes apartados se desarrollan brevemente los antecedentes más relevantes de los sitios de la muestra de estudio. En la Tabla 5.3 se sintetizan sus características respecto del tipo de sitio (cielo abierto, cueva, alero), tipo de entierro (primario, secundario), estructura de enterramiento (ausencia o presencia de estructuras que contengan los restos óseos), lugar de emplazamiento (descripción del lugar concreto donde se produjo el hallazgo), situación altitudinal (metros sobre el nivel del mar), unidad topográfica y proceso geomórfico dominante relacionado con el sitio (Ferrer et al., 2006; Pereyra et al., 2011), y cronología.

1. El Panteón 1 (EP)

EP es un sitio a cielo abierto que se encuentra en un valle de la cuenca superior del río Neuquén, limitado por la Cordillera del Viento al Este, la Cordillera de los Andes al O, por la unión de ambos cordones al N y los ríos Nahueve (6 km aproximadamente) y Neuquén (5 km aproximadamente) al Sur, ubicado a 1145 msn, en la localidad Las Ovejas, departamento Minas (36°58' S y 70°45' O). En líneas generales, el paisaje se caracteriza por una zona altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

El sitio se emplaza en un campo a menos de 2km del pueblo y ha sido visitado por los vecinos durante décadas para recoger materiales que afloraban, principalmente luego de las lluvias. Eso provocó una perturbación importante del sitio desde su disposición original. Entre los materiales arqueológicos hallados durante la excavación se encuentran además de restos óseos humanos, cerámica, cuentas vítreas, arqueofauna (principalmente *Equus ferus*) y fragmentos líticos. El hallazgo de cuentas vítreas (*chakiras*) permitió estimar la cronología del sitio en el siglo XIX. Pese a encontrar el sitio alterado se pudo generar información sobre su cronología, uso del caballo en contexto funerario, variabilidad tecnológica, prácticas de modificación cultural del cráneo y sobre el estado de preservación de los restos óseos humanos (Béguelin et al., 2015; Navarro, 2016; Vazquez et al., 2016). La perturbación del registro, principalmente aquel producto del huaqueo, no permitió identificar el tipo de enterramiento característico para este sitio.

2. Aquihuecó (Aqh)

Aqh es un sitio a cielo abierto que se encuentra emplazado en la porción superior de un médano eólico, dispuesto en una terraza fluvial del río Curi Leuvú, frente al paraje homónimo, en el departamento Chos Malal (37°05'S y 70°22'O). El sitio dista 500 m respecto de la margen izquierda del río Curi Leuvú y altitudinalmente se ubica a 1170 msnm (Figura 5.2). El paisaje se caracteriza por una zona de altitudes medias, de sierras y colinas, de clima subhúmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

Este sitio presenta una cronología que abarca entre 4.304 ± 59 y 3650 ± 70 años AP, sobre la base de siete fechados realizados hasta el momento (Della Negra et al.,

2009; Della Negra y Novellino, 2005; Gordón et al., 2019a; Lema et al., 2012; Perez et al., 2009).

En 1997 se realizó el primer reconocimiento del sitio a partir de una denuncia realizada por el hallazgo de restos óseos humanos. A partir de ese momento se realizaron sucesivas excavaciones (en los años 2003-2006-2007-2012-2017). Debido al tipo de emplazamiento (médano eólico) y la acción eólica fuertemente erosiva característica del lugar, al comienzo de cada campaña se hallaba material óseo en superficie. Por este motivo este sitio cuenta con un gran volumen de material hallado en superficie, además del excavado (Gordón, et al., 2019b).

La particularidad de este sitio reside principalmente en el elevado número de individuos (NMI=64) adultos y subadultos de ambos sexos que han sido inhumados en un espacio físico acotado durante la transición Holoceno medio - Holoceno tardío (Della Negra y Novellino, 2005; Della Negra et al., 2009; Gordón et al., 2019a, b). Todas las inhumaciones son entierros primarios. Otra particularidad es la presencia de tres modalidades de entierros: lajas horizontales dispuestas sobre el individuo, rocas andesíticas de fractura natural trapezoidal dispuestas de manera vertical (Della Negra e Ibáñez 2012; Della Negra et al., 2009) y la presencia de una acumulación de rocas en círculo por encima del individuo (Gordón et al., 2019b). Entre el material cultural hallado, asociados a los esqueletos, se encuentran molinos y manos de moler, cuentas de valvas, cantos rodados de entre 10 y 30 cm, instrumentos con filo, puntas de proyectil y preformas (Della Negra y Novellino 2005, Ibáñez Saint Paul et al., 2018).

En un estudio tafonómico preliminar se determinó que los restos óseos de este sitio presentan buenas condiciones de preservación asociadas a una matriz sedimentaria de pH alcalino. Se discutió el papel de los depósitos de carbonato de calcio en relación a la preservación, ya que fue la variable estudiada más prevaeciente (Vazquez, 2019).

Figura 5.2 Aquihuecó: vista panorámica del sitio en el Valle de Curi Leuvú (indicado con la flecha roja).



3. Hermanos Lazcano (HL)

Hermanos Lazcano es un sitio a cielo abierto en el valle del arroyo Chacay Melehue, principal afluente del río Curi Leuvú, departamento de Chos Malal (37°15'S y 70°27'O) (Cúneo y Della Negra, 1999). Se ubica en el lado oriental de la Cordillera del Viento a unos 1156 msnm, y a 500 m de la margen del río Chacay Melehue, en un sector elevado del paisaje (Figura 5.3). El sitio se encuentra emplazado en un depósito de sedimentos aluviales ligera a moderadamente compactados con presencia de cubierta vegetal y con un sector parcialmente erosionado (Vazquez, 2019). El lugar se caracteriza por paisaje serrano con vegetación de estepa arbustiva, de clima semiárido a árido.

HL corresponde a un sitio exclusivo de entierro que incluye inhumaciones múltiples con alta concentración de individuos (n=15) en un área delimitada, en un lugar elevado del paisaje, con gran visibilidad (Della Negra et al., 2014; Vazquez et al.,

2016), similar al sitio Aqh. Este sitio está datado radiocarbónicamente sobre material óseo humano en 3780 ± 50 años AP (Della Negra et al., 2014) y 4016 ± 33 años AP (Gordón et al., 2019a).

La recuperación del material arqueológico y bioarqueológico hallado en el sitio se realizó mediante recolecciones superficiales y excavaciones sistemáticas realizadas en tres campañas en los años 1999, 2008 y 2015, en el marco de acciones de rescate llevadas a cabo por la Secretaría de Cultura de Neuquén y de proyectos orientados a la generación e integración de información arqueológica y bioantropológica en el norte neuquino (Cúneo y Della Negra, 1999; Della Negra et al., 2014; Vazquez et al., 2016). A diferencia de Aqh, donde los materiales superficiales se encontraban dispersos por la superficie, en HL el material de superficie se ha observado expuesto pero retenido por la matriz sedimentaria. Entre los materiales arqueológicos recuperados se encuentran elementos de molienda, instrumentos líticos tallados, bola de boleadora, litos alargados de andesita de corte trapezoidal, base de molino y cuentas de collar confeccionadas con valvas (Della Negra e Ibáñez Saint Paul, 2012).

Figura 5.3 Hermanos Lazcano: a) vista panorámica del sitio (indicado con la flecha roja); b) depósito de sedimentos aluviales vegetado. Se observa mayor grado de compactación del depósito hacia la parte inferior del mismo; c) Detalle de la matriz sedimentaria que aloja a los restos. El hueso está parcialmente expuesto sostenido por la matriz.



4. Caepe Malal (CM)

El sitio CM I está ubicado en la margen derecha del valle del río Curí Leuvú, a 32 km al norte de la ciudad de Chos Malal, en el departamento homónimo. Se trata de un sitio a cielo abierto que se encuentra a una altura de 1032 msnm y a 560 metros de distancia respecto al río. Sus coordenadas geográficas son 37° 09'S y 70° 23'O (Figura 5.4). CM I se encuentra emplazado a los pies de abanicos aluviales. El paisaje se caracteriza por una zona de altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

En este sitio se han hallado enterramientos primarios, secundarios y superposición de tumbas, indicando la utilización de este espacio con fines de entierro.

CM fue descubierto en 1984 durante la apertura de un canal de riego. Desde ese momento se realizaron sucesivos trabajos de campo en los años 1986, 1987, 1990, 1991 y 1997 (Hajduk y Biset, 1991, 1996). Se trata de un cementerio del siglo XVIII en el que se halló una alta densidad de entierros (Biset y Varela, 1991; Hajduk, 1991). No se halló material arqueológico ni bioarqueológico en superficie.

Entre los materiales arqueológicos hallados se encontraron objetos de cobre, de hierro, cuentas vítreas, cerámica, fragmentos de cuero de un yelmo, un sable de hierro y bola de boleadora. Todas las inhumaciones fueron realizadas directamente en tierra sin presencia de estructuras. La cerámica es muy abundante y preferentemente estaban localizadas cerca del cráneo y parte superior del cuerpo. Además de material óseo humano, se hallaron restos faunísticos de caballo (Hajduk, Cuneo, Albornoz, Della Negra, & Novellino, 2000).

Figura 5. 4 Caepe Malal: vista panorámica actual del lugar del hallazgo (indicado con flecha roja). En el recuadro blanco se puede observar en detalle el aspecto de la matriz. Actualmente se ha emplazado un corral de engorde de ganado vacuno en el campo lindante al sitio.



5. Chacra Álvarez (ChA)

ChA es un sitio a cielo abierto localizado en el año 2014 a partir de una denuncia por el hallazgo de restos óseos humanos en superficie, radicada en la Fiscalía Única de la V Circunscripción Judicial, Chos Malal. Se intervino mediante un peritaje de oficio cuyos resultados sugirieron para aquellos restos -del entierro primario de un individuo- una cronología mayor a doscientos años, asignándolos a la categoría de arqueológicos (Lanciotti, 2014). Los restos de este individuo fueron trasladados oportunamente a la morgue judicial de la ciudad de Neuquén, pero no fue posible acceder al material para su estudio tafonómico. El informe observa un individuo probablemente masculino de edad estimada entre 16 y 22 años. Se registró pigmento rojo en el cráneo, y asociados al esqueleto partes de una valva de molusco y concentración de piedras pequeñas en la porción inferior del esqueleto. Se menciona también en el informe la *“pésima conservación de los restos y humedad del sedimento lo que produjo que gran cantidad de restos se rompiera o desintegrara”* (Lanciotti, 2014).

Ante un nuevo hallazgo el año siguiente, la Fiscalía giró la denuncia a la Secretaría de Patrimonio Cultural de la Provincia de Neuquén que a su vez solicitó el rescate del hallazgo a miembros del equipo de investigación donde se desarrolla el presente trabajo. Los restos se emplazaban en la actual Chacra Sucesión Álvarez, lindante con la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales de la ciudad de Chos Malal, en el departamento homónimo (37°23'S y 70°16'O) (Figura 5.5). Se hallaron depositados en la planicie de inundación del río Neuquén, a unos 650 metros de la margen del río, y a una altura de 1146 metros sobre el nivel del mar (Béguelin y Vazquez, 2015). El lugar se caracteriza por un paisaje serrano con vegetación de estepa arbustiva, de clima semiárido a árido. Durante las tareas de rescate realizadas en el año 2015, se recuperaron restos óseos pertenecientes a dos individuos, un subadulto cuyos escasos restos se encontraban dispersos en superficie y un adulto enterrado, a excepción de su cráneo parcialmente expuesto. El postcráneo del adulto estaba a una profundidad máxima de 20 cm. Se trataba de un entierro primario que no poseía una estructura de entierro, pero estaba cubierto por pigmento rojo y rodeado de una envoltura que podría consistir en cuero, tela o madera. No se encontró otro material arqueológico asociado (Béguelin y Vazquez, 2015). La datación radiocarbónica sobre un fragmento de hueso arrojó un fechado de 330 ± 32 años AP (Gordón et al., 2019a).

Figura 5. 5 Sitio Chacra Álvarez: a) vista general del lugar del hallazgo de restos óseos superficiales (indicado con la flecha roja); b) individuo adulto.



6. Cochico Márquez (ChM)

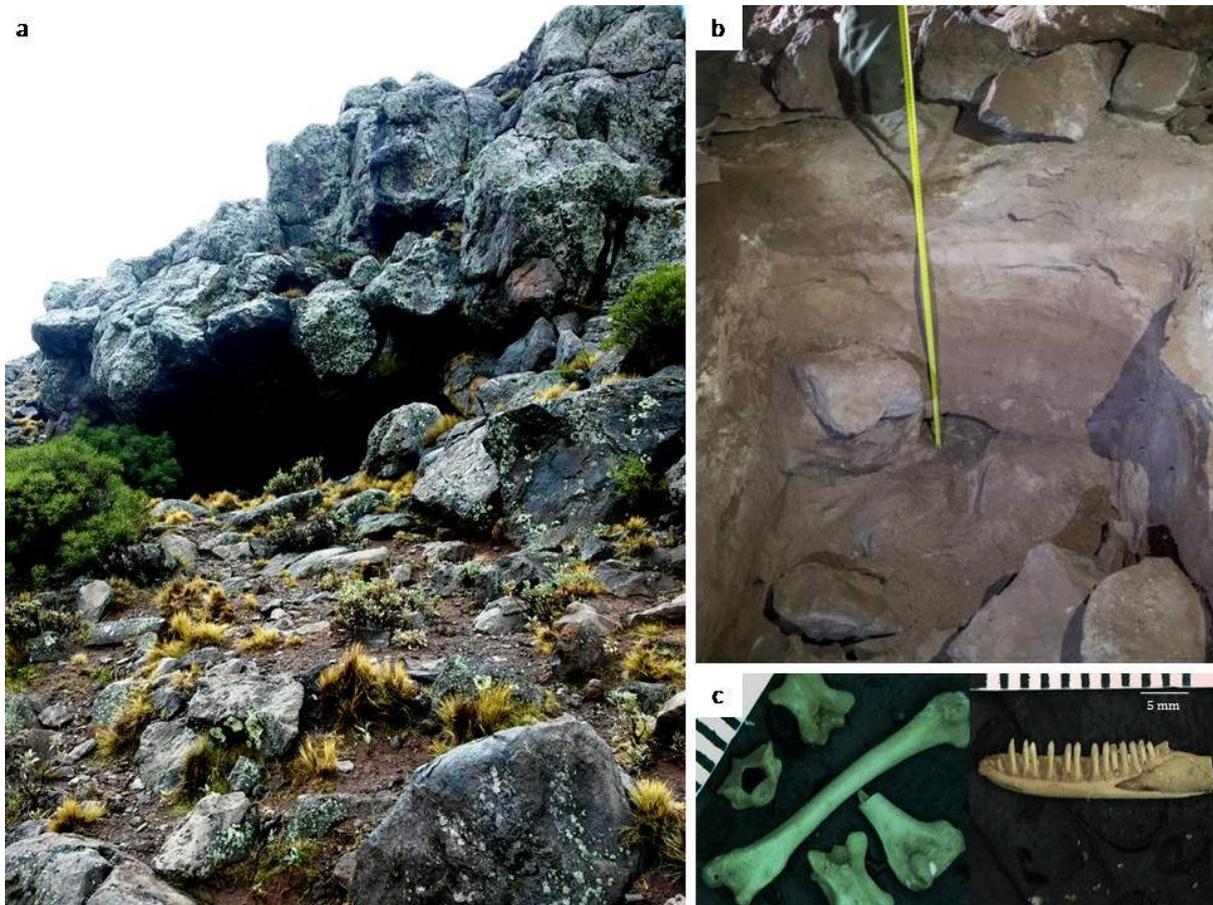
El sitio ChM se encuentra ubicado sobre la ladera de un cañadón a 1,5 km de la comisión de Fomento Coyuco-Cochico, de la localidad homónima, departamento de Chos Malal (36°29'S y 70°13'O) (Gordón et al., 2019a). Se ubica a 1500 msnm y a 150 metros de la margen de un afluente del río Barrancas. Se trata de un sitio a cielo abierto dispuesto en el contexto del paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predomina en esta región.

Es un entierro cuyo hallazgo fue fortuito, realizado por operarios municipales en el año 2013, durante el desarrollo de tareas con máquinas retroexcavadoras. Además de los restos humanos fue recuperado material cultural (una lasca y una posible piedra de moler) y restos óseos faunísticos (*i.e. Ctenomys y Lama guanicoe*). Los restos humanos se encontraron en superficie y también enterrados. Motas de carbón dispersas fueron halladas cercanas al entierro. Durante la excavación se observaron grandes cantidades de raíces que atravesaban los huesos (Bernal, 2018 com. pers.). Se realizó un fechado radiocarbónico sobre un fragmento óseo humano que arrojó un valor de 2449 ± 34 años AP (Gordón et al., 2019a).

7. Cueva Ruka (CRk)

El sitio CRk es una cueva en las coladas basálticas del complejo Auca Mahuida en el área natural protegida del mismo nombre, norte del departamento de Ñeelo ($37^{\circ}45'$ S y $68^{\circ}53'$ O) (Figura 5.6). En esta región predomina una vegetación de estepa arbustiva y el clima es árido. En particular, el interior de la cueva es húmedo como producto de las filtraciones de agua desde el techo y paredes (Rindel y Perez, 2016). Si bien el sitio fue excavado parcialmente hasta el momento (dos sondeos de $0,50 \times 0,50$ m y una excavación sistemática de 3m^2) (Rindel et al., 2018), los restos analizados permitieron definirlo como un sitio de actividades múltiples. Se recuperaron materiales líticos, cerámicos, restos óseos de fauna (principalmente guanaco y pequeños animales), y escasos restos óseos humanos (un fragmento de costilla y un calcáneo izquierdo) a partir de los cuales no se puede inferir prácticas culturales de entierro. Se destacan las pinturas rupestres observadas en la cueva. Se realizaron dos dataciones sobre hueso de guanaco. Una arrojó un fechado de 96 ± 32 años AP y la otra de 5147 ± 37 años AP (Gordón et al., 2019a). Las investigaciones en esta cueva están en curso.

Figura 5. 6 Cueva Ruka: a) vista exterior de la cueva; b) perfil norte de la excavación, y c) restos óseos de pequeños animales.



8. Los Zorrillos (LZ)

LZ es un sitio a cielo abierto hallado en la localidad de Rincón de Los Sauces, departamento Pehuénches. De acuerdo con la posición altitudinal de la localidad, el sitio se encontraría a unos 580 msnm y a una distancia de 800 m del río Colorado. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predomina en esta región. Se halló en el año 2006 como resultado de un rescate arqueológico realizado a partir de una denuncia por la exposición de restos óseos humanos en la superficie. Asociado a los restos óseos humanos se encontraron restos de caballo, restos de pelo y cuero cabelludo humano, restos de tela, una vasija y objetos metálicos asignables a tiempos históricos (Della Negra, 2017 com. pers.).

9. Rincón de los Sauces (RSau)

RSau es un sitio a cielo abierto hallado como resultado de un rescate arqueológico realizado en el año 2003 a partir de una denuncia realizada por el hallazgo de restos humanos en la localidad Rincón de los Sauces, al norte del departamento de Pehuenches (Della Negra, com. pers. 2019). De acuerdo con la localización geográfica de la localidad, el sitio se encontraría a unos 580 msnm y a unos 800 m del río Colorado. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predomina en esta región. El sitio no posee fechado radiocarbónico, y se desconoce si había material cultural asociado a los restos humanos.

10. Chorriaca (Chor)

Chorriaca es un sitio ubicado en la localidad homónima, departamento de Loncopué, a 1140 msnm y sobre la margen de un canal fluvial (39°32' S y 69°18' O). El lugar se caracteriza por paisaje serrano con vegetación de estepa arbustiva, de clima semiárido a árido.

Se trata de un alero formado en una roca sedimentaria donde en el año 2015 fueron hallados restos óseos humanos en superficie (Figura 5.6 A). Se realizó la denuncia policial en el Destacamento Chorriaca y consecuentemente el rescate de los materiales. El sitio posee un fechado radiocarbónico de 1152 ± 33 años AP (Gordón et al., 2019a). Los restos óseos fueron hallados en una oquedad entre la pared del alero y la superficie (Figura 5.7 B). Entre el material cultural asociado a los restos humanos, se halló un tembetá. También se recuperaron restos óseos faunísticos.

En el año 2017 con permiso de los miembros de la comunidad mapuche Kilapi, se visitó el sitio con el fin de obtener datos geológicos. Se observó que había nuevos huesos en superficie (Figura 5.7 C) y que no había estructura de entierro asociada a los restos.

Figura 5. 7 Chorriaca: a) vista general del sitio, b) vista particular del lugar del hallazgo, c) oquedad entre la pared de la roca y la superficie con nuevo material óseo registrado en el año 2017.



11. Millaín (Mil)

Mil se trata de un sitio de entierro a cielo abierto ubicado en $38^{\circ} 0'S$ y $70^{\circ}32''O$, departamento de Loncopué (Bernal et al., 2017). Las características generales de la zona son altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva. Se encontraría muy próximo al río Agrio.

Además de restos óseos humanos de un individuo, se encontraron cuentas de vidrio. Este hallazgo permite definir cronológicamente al sitio como histórico o reciente.

12. Alonqueo I (Alq)

Alonqueo I se trata de un sitio de entierro a cielo abierto ubicado en 38°32'S 70°22'O, departamento Picunches (Bernal et al., 2017). El paisaje se caracteriza por una zona altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva. Se estima que estaría a un poco más de 2 kilómetros de distancia del curso de agua más cercano.

Además de los restos óseos humanos de un individuo se recuperó material óseo de fauna. Cronológicamente se lo definió como reciente (Gordón y Novellino, 2017).

13. Piera (Pie)

Piera es un sitio de entierro a cielo abierto que se encuentra ubicado en el departamento Picunches (38°45'S y 70° 4'O) (Bernal et al., 2017). Se sitúa a 3 km del río Covunco y de la localidad Mariano Moreno (850 msnm). El lugar se caracteriza por un paisaje serrano con vegetación de estepa arbustiva, de clima semiárido a árido.

En este sitio se hallaron los restos óseos pertenecientes a un individuo asociado con material cultural (tortera y bola de boleadora). Recientemente se obtuvo un fechado radiocarbónico para este sitio en 229 ± 32 años AP a partir de material óseo humano (Gordón et al., 2019a).

14. Cueva Haichol (CH)

El sitio CH (Fernández, 1991; Fernández y Panarello, 2001) se encuentra en el valle del río Haichol, tributario del río Agrio, departamento de Picunches. La cueva está localizada a 15 km al este de la cordillera andina, en los niveles intermedios de las faldas cordilleranas a unos 1500 msnm. El paisaje circundante se caracteriza por una zona altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

En la cueva se recuperaron restos óseos humanos correspondientes a un número mínimo de 17 individuos de diferentes cronologías. También se hallaron huevos de choique (*Pterocnemia pennata*) y valvas de almejas fluviales (*Diplodon patagonicus*) (Fernández, 1988-1990), abundante material lítico, una pieza circular de

cestería, un fragmento de caña de coihue decorada con motivos geométricos, pipas de fumar y tembetás.

De acuerdo con los materiales hallados en esta cueva, el sitio fue definido no sólo como un lugar de entierro sino también como un espacio de actividades múltiples. Presenta una secuencia cronológica que abarca desde los 7000 años AP hasta momentos de contacto hispano-indígena.

15. Michacheo (Mic)

Mic es un sitio de entierro a cielo abierto ubicado en el departamento Zapala. Se encuentra a 9 km de la ciudad de Zapala, similar distancia de los ríos Covunco (al norte) y Santo Domingo (a sur) (38°53'S y 70°10'O). El lugar se caracteriza por paisaje serrano con vegetación de estepa arbustiva, de clima semiárido a árido.

De acuerdo con Lema y colaboradores (2012) los restos óseos se encontraron en un médano edafizado, que fueron expuestos como resultado de la acción de máquinas retroexcavadoras. Entre el material cultural del sitio se halló cerámica con restos de molienda y material lítico (Lema et al., 2012). A partir de los microrrestos vegetales adheridos a la superficie de los elementos de molienda se identificó el procesamiento de *Prosopis p.* y granos de *Zea mays*. Un fechado radiocarbónico sobre hueso humano arrojó un valor de 1.860 ± 40 años AP (Lema et al., 2012).

16. Loma de la Lata (LdL)

LdL está ubicado en el paraje homónimo en tierras de la comunidad Mapuche Paynemil, departamento Confluencia (38°25' S y 68°41' O). Es un sitio a cielo abierto que se encuentra a 2 km del río Neuquén y a 428 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predominan en esta región.

En el año 1988 agentes de YPF hallaron fortuitamente restos óseos humanos en la cumbre de una barda de arenisca (Cúneo, 2004). Luego de las tareas de rescate se determinó que se trata de un sitio de entierros múltiples de cazadores-recolectores localmente llamado Cerro de los Indiecitos. Los restos están emplazados en relictos de un cuerpo medanoso afectado por la erosión eólica, en la cima de un pequeño morro de areniscas finas, limolitas y fangolitas rojizas de la Formación Los Bastos, de edad Cretácica Superior (Garrido, 2010).

Asociado al material óseo se hallaron diversos objetos (*i.e.* proyectil de limbo triangular alargado y bases cóncavas, tembetás, valvas perforadas, collares confeccionados con caracoles, cuentas realizadas con valvas de moluscos y con rocas de color verde azuladas que contienen minerales de cobre) (Perez et al., 2009).

El sitio no fue excavado en su totalidad. *In situ*, en el Museo de Sitio, quedaron los restos de 13 individuos; por el contrario, 19 individuos fueron exhumados (Cúneo et al., 2016).

Se obtuvieron dos fechados por AMS a partir de piezas dentales, uno de 740 ± 40 años AP y la otra de 600 ± 60 años AP (Cúneo et al., 2016; Pérez et al., 2009).

17. Retamal (SR)

Retamal es un sitio de entierro a cielo abierto que se encuentra ubicado a 20 km al noroeste de la localidad de Senillosa, departamento Confluencia ($38^{\circ} 59'S$ y $68^{\circ} 43'O$). Se ubica a 16 km del río Limay y a 320 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predominan en esta región.

Este sitio fue hallado por un vecino, el Sr. Marcelo Retamal en 2004. Según su relato, una vez que halló el esqueleto, lo excavó y lo colocó en una lata, que luego volvió a enterrar (Della Negra, com. pers., 2018).

En este sitio fue hallado un individuo masculino, adulto joven, en posición flexionada asociado a una punta de flecha de proyectil bifacial apedunculada (Della Negra ms.). El fechado radiocarbónico indicó una antigüedad de 190 ± 60 años AP (LP-1689) para este individuo (Della Negra ms, Della Negra, 2005). Otro fechado señala una antigüedad de 600 años AP (Pérez et al., 2009).

18. Plaza Huincul (PIH)

PIH se trata de un alero de arenisca donde se produjo el hallazgo y rescate de un entierro humano en el año 2007 (Coria, 2007). De acuerdo a la descripción del informe, el sitio estaría en la meseta Buena Esperanza, a 35 km en línea recta hacia el norte de Plaza Huincul, próximo al río Neuquén y a una elevación de unos 600 msnm.

El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predominan en esta región.

Asociados con los restos humanos se hallaron varias piedras lajas acumuladas en el borde del alero, una chaquiras y un pequeño fragmento de cerámica.

19. Sauzal Bonito (SB)

SB es un sitio de entierro a cielo abierto que se encuentra en el departamento de Confluencia (38°36' S y 69° 6' O). De acuerdo con una ubicación aproximada estaría emplazado en las cercanías del río Neuquén. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predomina en esta región. No se cuenta con información cronológica.

20. Moro I (MI)

MI se trata de un rescate del año 2005 ante una denuncia por el hallazgo de restos óseos humanos de un individuo subadulto. Se encontraba depositado en posición fetal entre dos rocas, al pie de un paredón en la margen norte del río Limay (39° 15' S y 68° 48' O) a aproximadamente 6 kilómetros al sur de la Villa El Chocón. La distancia al cuerpo de agua más cercano es 3 km, al Embalse Ezequiel Ramos Mexia y la elevación es de 400 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predomina en esta región. El individuo fue fechado radiocarbónicamente en 1770 ± 60 años AP (Gordón et al., 2019).

21. Campo Ayoso (Cay)

Cay es un sitio de entierro a cielo abierto del cual existe escasa información. Se halló en la localidad Aluminé (932 msnm) del departamento homónimo, en 39°14' S y 70°55' O. El área se caracteriza por una zona de altitudes medias, de sierras y colinas, de clima subhúmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva. No posee fechado radiocarbónico.

22. Remeco I (Rco)

Remeco I está localizado en la margen izquierda del arroyo homónimo (departamento Aluminé) a la vera de la ruta provincial 11 que une Ñorquinco con

Moquehue (39°04' S y 71°19' O). Se encuentra a 1140 msnm y a 350 metros del río Remeco. El área se caracteriza por un paisaje montañoso y muy húmedo (las precipitaciones alcanzan los 2500 mm anuales) con gran desarrollo de bosques de *Araucaria* y *Nothofagus* (Figura 5.8). Geológicamente predominan en el paisaje los basaltos columnares, modelados por procesos glaciares que dieron lugar a morenas y circos glaciares.

Este sitio es un cementerio a cielo abierto que ocupa una superficie de aproximadamente 320 m², compuesto por entierros en cistas de lajas y en sedimento. Hasta el momento fueron excavados 21 m² donde se recuperaron cuatro individuos en cistas y uno en sedimento, acompañados de restos óseos de fauna, materiales cerámicos, lítico, elementos metálicos, valvas de molusco, textil, cuentas de collar vítreas y cuero (Béguelin, Gordón, Vazquez, & Bernal, 2017). De acuerdo con los materiales asociados se infiere que se trata de un sitio Postcontacto.

Figura 5.8 Remeco I. Vista del paisaje boscoso donde se emplaza el sitio. En el centro de la imagen se observan algunas lajas pertenecientes a los entierros. La imagen fue obtenida antes de comenzar las tareas de excavación.



23. Kilca (Kil)

A partir de una denuncia la policía rescató en 2007 los restos de un individuo que se encontraban a cielo abierto. Sobre ese sitio hay poca información disponible. Al igual que el sitio Cay, se encuentra ubicado en el departamento de Aluminé en 38°54' S y 70°48' O. El paisaje se caracteriza por altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

24. Grande (Gde)

El sitio Gde es un sitio a cielo abierto localizado a 15 km de noroeste de la localidad de Picún Leufú, en una isla en el curso medio del río Limay (39°35' S y 69°15' O) (Della Negra y Novellino, 2002). El entierro fue hallado a unos 200 m del río y a 380 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predominan en esta región.

Se hallaron tres individuos asociados con cerámica decorada y no decorada y material lítico, como puntas de proyectil pedunculadas y apedunculadas, instrumentos de doble filo, una mano y una base de molino, un colgante de madera, piedras con incisiones y cuentas de valva y hueso (Della Negra y Novellino, 2002).

Se realizó un fechado radiocarbónico por AMS sobre colágeno de material óseo humano y arrojó una antigüedad de 670 ± 40 años AP (Della Negra y Novellino, 2002).

25. Chacra Bustamante (ChB)

ChB es un sitio de entierro a cielo abierto ubicado 3 km al sudoeste de la localidad de Picún Leufú, en el departamento homónimo (39°32' S y 69°18' O) (Figura 5.9). Se encuentra a 1 km del río Picún Leufú y a 400 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva son características particulares que predominan en esta región.

Fue excavado en el marco de un rescate durante el año 1992 (Cúneo et al., 2002). El material cultural asociado a los restos consistió en puntas de proyectil de pequeñas dimensiones, instrumental óseo, cerámica lisa y decorada, raspadores y artefactos de molienda. Un fechado radiocarbónico arrojó como resultado 450 ± 40 años AP (Cúneo et al., 2002). En el marco de este trabajo de tesis, en el año 2017 y con el permiso del Sr. Bustamante, se accedió a la chacra para relevar datos geológicos y ambientales.

Figura 5. 9 Chacra Bustamante: a) vista del campo lindero; b) vista actual del lugar del hallazgo, el campo fue desmalezado y nivelado para siembra; c) detalle de la matriz. Según el relato del Sr. Bustamante, su campo tenía las mismas características que el lindero antes de realizar los trabajos de limpieza que terminaron exponiendo los restos óseos.



26. El Sauce (Sau)

El Sauce es un sitio a cielo abierto que se encuentra a aproximadamente 20 km al noroeste de la localidad de Picún Leufú, en la margen superior del río homónimo (39°27' S y 69°31' O). Se encuentra emplazado en la antigua llanura de inundación del río Picún Leufú, a 490 msnm. El paisaje mesetiforme de clima árido, acompañado con una vegetación de estepa arbustiva, son características particulares que predomina en esta región.

Se registró una punta de flecha de obsidiana incrustada en el cuerpo de una vértebra dorsal. Al momento no se cuenta con fechados para este sitio.

27. Vía Christi (VC)

VC es un sitio con entierro a cielo abierto hallado en el departamento de Huiliches. El hallazgo se produjo en las inmediaciones del parque temático *Vía Christi* (39°56' S y 71° 5' O), ubicado en la localidad de Junín de los Andes a unos 820 msnm. El área se caracteriza por un paisaje montañoso y muy húmedo, con gran desarrollo de bosques. No se cuenta con información sobre material cultural asociado al entierro, ni información cronológica.

28. Huechulafquen (Hue)

El sitio Huechulafquen se ubica en el departamento de Huiliches (39°50' S y 71°20' O). Se trata de un sitio a cielo abierto donde fue hallado un individuo sobre un médano próximo al lago homónimo, como resultado de un rescate arqueológico (Pérez et al., 2009). El área se caracteriza por un paisaje montañoso y muy húmedo, con gran desarrollo de bosques. No se halló material cultural asociado y no se cuenta con información cronológica.

29. Pocaullo (Pllo)

Este sitio es producto de un rescate arqueológico realizado en el año 1994. Se trata de un sitio a cielo abierto ubicado a 2 km al NE del casco urbano de San Martín de los Andes, departamento Lácar, a unos 160 m de la margen izquierda del arroyo Calbuco, en el sector de la denominada Chacra 2 (40°08' S y 71°19' O) (Hajduk y Cúneo, 1997-1998). El área se caracteriza por un paisaje montañoso y muy húmedo, con gran desarrollo de bosques. El hallazgo se produjo a causa de los trabajos de construcción del edificio de una Estación Transformadora para el Ente Provincial de Energía del Neuquén. El sitio se ubica cronológicamente en 710 ± 40 (Della Negra y Novellino, 2002).

Según el perfil realizado por Hajduk y Cúneo (1997-1998) en el sector del hallazgo la superficie presentaba una delgada cobertura vegetal. Luego un manto de suelo limo -arenoso con abundante materia orgánica y clastos de basalto que se extiende hasta un metro de profundidad. Es a esta profundidad donde se produjeron

los hallazgos. Por debajo se observó una capa de grava arenosa con clastos redondeados de hasta 50 cm de diámetro.

30. Mata Molle (MM)

El sitio MM fue hallado en el año 1942, 2 km aguas arriba en la intersección de la ruta nacional N°40 y la barranca norte del cañadón del Arroyo Mata Molle, afluente del río Collón-Cura, en la localidad de San Martín de los Andes, departamento Lacar (Groeber, 1946). En líneas generales, el paisaje se caracteriza por una zona altitudes medias, de sierras y colinas, de clima algo húmedo y prevalencia de estepa herbácea y arbustiva.

Se trata de un sitio a cielo abierto de enterramientos múltiples conformado por dos individuos adultos (Gordón et al., 2013). La datación radiocarbónica, realizada varias décadas después de su hallazgo, indica una antigüedad de 3270 ± 46 años AP (Gordón et al., 2013).

Tabla 5. 3 Características bioarqueológicas y geológicas generales de los sitios. Referencias: msnm: metros sobre el nivel del mar; s/inf: sin información; SuH P, C yS: subhúmedo de planicies, colinas y serranías; AS: árida serrana; AM: árida mesetiforme; HM: húmeda montañosa. El asterisco (*) indica que esos datos son aproximados en función de informes o comunicaciones personales.

Sitio	Tipo de sitio	Tipo de entierro	Estructura de entierro	Lugar de emplazamiento	msnm	Unidad topográfica	Proceso geomórfico dominante	Cronología
Alq	cielo abierto	s/inf	s/inf	s/inf	s/inf	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	Post-contacto
Aqh	cielo abierto	primario	ausencia	médano eólico	1170	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	3817 ±59/ 4304 ± 59
CM	cielo abierto	primario, secundario	ausencia	depósitos aluviales (abanico)	1032*	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	200-300 años AP; siglo XVIII
Cay	cielo abierto	s/inf	s/inf	s/inf	s/inf	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	Sin fechado
ChA	cielo abierto	primario	ausencia	llanura de inundación proximal	1146	AS	Fluvial	330 ± 32
ChB	cielo abierto	primario	ausencia	llanura de inundación distal	400	AM	Fluvial	450 ± 50
CH	cueva	primario	ausencia	interior de la cueva	1500*	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	fechados entre 7020 y 225 años AP
Chor	alero	s/inf	ausencia	margen del canal	1143	AS	Fluvial	1152 ± 33
ChM	cielo abierto	nd	ausencia	s/inf	1500*	AM	Fluvial	2449 ±34
CRk	cueva	nd	ausencia	interior de la cueva	1720*	AM	Fluvial	96 ± 32; 5147 ± 37
EP	cielo abierto	nd	ausencia	nd	1445*	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	Postcontacto
Gde	cielo abierto	primario	ausencia	barra	380*	AM	Fluvial	Sin fechado
HL	cielo abierto	primario	ausencia	depósitos aluviales	1556	AS	Fluvial	3780; 4016 ± 33
Hue	cielo abierto	primario	ausencia	médano	900*	HM	Glacial	Sin fechado
Kil	cielo abierto	s/inf	s/inf	s/inf	s/inf	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	Postcontacto
LdL	cielo abierto	primario	ausencia	relictos de cuerpo medanoso	428*	AM	Fluvial	740 ± 40
LZ	cielo abierto	s/inf	s/inf	s/inf	1018*	AS	Fluvial	Sin fechado
MI	alero	primario	s/inf	s/inf	400*	AM	Fluvial	1770
Mic	cielo abierto	primario	ausencia	médano edafizado	969*	AS	Fluvial	1.860 ± 40
Mil	cielo abierto	s/inf	s/inf	s/inf	s/inf	SuH P,C yS	Volcánico. Fluvial	Sin fechado

MM	cielo abierto	primario	ausencia	antigua llanura de inundación	600*	SuH P, C y S	Volcánico. Fluvial	3270 ±46
Pie	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	850*	AS	Fluvial	229 ± 32
PIH	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	600*	AM	Fluvial	Sin fechado
Pllo	cielo abierto	primario	ausencia	<i>s/inf</i>	160*	HM	Glacial	710 ± 40
Rco	cielo abierto	primario	presencia	pie de montaña	1440	HM	Glacial	Postcontacto
RSau	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	580*	AM	Fluvial	Sin fechado
Sau	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	490	AM	Fluvial	Sin fechado
SB	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	500*	AM	Fluvial	Sin fechado
SR	cielo abierto	primario	ausencia	<i>s/inf</i>	320*	AM	Fluvial	190 ± 60; 600
VC	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	820*	HM	Glacial	Sin fechado

Referencias bibliográficas

Barberena, R., Giesso, M., Fernández, M. V., Rughini, A., Cotegoso, V., Lucero, G., ... Romero, G. (2017). Geografía humana y tecnología en el norte de Neuquén: proyecto de geoquímica de obsidianas. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (pp. 35-52). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

Béguelin, M. (2017). Morfología postcraneana de las poblaciones humanas neuquinas del Holoceno tardío. En F Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 167-190). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

Béguelin, M., Gordón, F., Vazquez, R., & Bernal, V. (2017). *Informe preliminar de los materiales arqueológicos y bioarqueológicos recuperados en el sitio Remeco I. Dpto. Aluminé (Pcia. del Neuquén)*. Neuquén.

Béguelin, M., Navarro, T., Wiggerhauser, N., D'Addona, L., Cassiodoro, G., & Gordón, F. (2015). Primeros resultados del sitio arqueológico post-contacto El Panteón 1 (Las Ovejas, Neuquén). Aprehensión del patrimonio y generación de conocimiento científico. En *VI*

Congreso Nacional de Arqueología Histórica. Mendoza.

Béguelin, M., & Vazquez, R. (2015). *Informe preliminar de los materiales recuperados en el sitio Chacra Álvarez, Dpto. Chos Malal (Pcia. del Neuquén)*. Neuquén.

Bernal, V., Cobos, V. A., Perez, S. I., & Gonzalez, P. N. (2017). La estructura espacial del registro bioarqueológico de la provincia del Neuquén durante el Holoceno. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1ra ed, pp. 123-144). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

Biset, A. M., & Varela, G. (1991). El sitio arqueológico de Caepe Malal. Una contribución para el conocimiento de las sociedades indígenas del noroeste neuquino en el siglo XVIII. En M. T. Boschín (Ed.), *Cuadernos de investigación. Arqueología y Etnohistoria de la Patagonia Septentrional*. (pp. 18-35). Tandil: IEHS.

Cobos, V., & Bernal, V. (2017). La evolución de la morfología facial de las poblaciones humanas de Neuquén durante el Holoceno medio-tardío. En Florencia Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 191-206). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

Cuneo, E. (2004). Huellas del pasado, miradas del presente: la construcción social del patrimonio. *Intersecciones en Antropología* 5:81-94.

Cúneo, E., & Della Negra, C. (1999). *Rescate arqueológico en el sitio Hermanos Lazcano (paraje Chacay Melehue, cuenca del Curí Leuvú, departamento Chos Malal)*.

Cúneo, E. M., Della Negra, C., & Novellino, P. (2002). Nuevos aportes a la Arqueología del Valle del Arroyo Picún Leufú. Sitios con restos óseos humanos. Provincia del Neuquén. En *Libro de resúmenes de V Jornadas de Arqueología de la Patagonia*. Buenos Aires.

Cúneo, E. M. (2017). Sitio Buraleo: representaciones rupestres del “estilo Guaiquivilo” en el noroeste neuquino, departamento Minas, República Argentina. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (pp. 75-100). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

Cúneo, E. M., Hajduk, A., Novellino, P. S., & Azar, P. F. (2016). Rescate de un cementerio de cazadores-recolectores prehistóricos: sitio Loma de la Lata (provincia del Neuquén, República Argentina). *Intersecciones en Antropología* 17: 315-325.

De Porras, M. E. (2017). Escenarios paleoambientales y paleoclimáticos de la Patagonia norte

- (Neuquén) desde el Tardiglacial. En Florencia Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 23-34). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Della Negra, C.; Novellino, P. (2002). Nuevos Estudios Sobre Los Antiguos Habitantes De La Cuenca Del Río Limay: Sitio Grande, Departamento Picun Leufú, Provincia del Neuquén. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, XXVII*, 101-113.
- Della Negra, C. (2005). Sitios arqueológicos con restos óseos humanos en la provincia del Neuquén, su relevancia y análisis comparativo. En *Libro de resúmenes. Actas IV Congreso Regional de Historia del Neuquén*. Junín de los Andes.
- Della Negra, C. E., & Novellino, P. S. (2005). «Aquiuecó»: un cementerio arqueológico, en el norte de la Patagonia, valle del Curi Leuvú - Neuquén, Argentina. *Magallania (Punta Arenas)*, 33(2), 165-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442005000200011>
- Della Negra, C., Novellino, P., Gordón, F., Vazquez, R. C., Béguelin, M., & Bernal, V. (2014). Áreas de entierro en Noroeste de Patagonia: sitio Hermanos Lazcano (Chos Malal, Neuquén). *Runa*, 1, 5-20.
- Della Negra, C., Novellino, P., Perez, I., & Hajduk, A. (2009). Investigaciones arqueológicas y bioarqueológicas en el sitio Aquíhuco (norpatagonia): nuevos resultados. En M. Salemme, F. Santiago, M. Álvarez, E. Piana, M. Vázquez, & E. Mansur (Eds.), *Arqueología de Patagonia: una Mirada desde el Último Confín* (pp. 669-676). Ushuaia: Utopías.
- Fernández, F. J., Teta, P., Barberena, R., & Pardiñas, U. (2012). Small mammal remains from Cueva Huenul 1, northern Patagonia, Argentina: Taphonomy and paleoenvironments since the Late Pleistocene. *Quaternary International*, 278, 22-31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.01.005>
- Fernández, J. (1988-1990). La cueva de Haichol. Arqueología de los pinares cordilleranos del Neuquén. *Anales de Arqueología y Etnología*, 43/45(1-3), 1-740.
- Fernández, J., & Panarello, H. (2001). Cazadores recolectores del Holoceno medio y superior de la Cueva Haichol, región cordillerana central del Neuquén, República Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, (XXVI), 9-30.
- Ferrer, J. A., Irrisari, J., & Mendía, J. M. (2006). *Suelos de la provincia del Neuquén*. Buenos Aires: INTA-CFI-UN del Comahue.
- Garrido, A. C. (2010). Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca

- Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 12(2), 121-177.
- Gordón, F., & Novellino, P. (2017). Patrones paleodietarios en el noroeste de la Patagonia Argentina durante el Holoceno tardío: bioindicadores de salud bucal e isótopos estables en restos óseos humanos. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 145-166). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Gordón, F., Beguelin, M., Vazquez, R. C., Cobos, V., Pucciarelli, H. M., & Bernal, V. (2013). El "Hombre Fósil de Mata Molle" (Neuquén, Argentina): cronología y variación craneofacial en el contexto de las poblaciones de Patagonia y Sudamérica. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 15(1), 77-89.
- Gordón, F., Barberena, R., & Bernal, V. (2017). *El poblamiento del norte del Neuquén Estado actual del conocimiento*. (Florenca Gordón, R. Barberena, & V. Bernal, Eds.) (1a ed). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, D., Della Negra, C., Vazquez, R. C., Cobos, V. A., & Perez, I. S. (2019)a. Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones en Antropología*, 20(1), 93-105.
- Gordón, F., Béguelin, M., Novellino, P., & Archuby, F. (2019)b. Paleodemographic inferences of the Northwest of Patagonia. Insights from the Aquihuecú Site, Neuquén Province, Argentina. *Chungara*, 51(3), 363-380. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562019005001302>
- Groeber, P. (1946). Geología del arroyo Mata-Molle (Gobernación del Neuquén). *Notas del Museo de La Plata (Geología)*, (11), 329-344.
- Hajduk, A., & Biset, A. M. (1991). Las cuentas vítreas del sitio arqueológico Caepe Malal I (Departamento Chos Malal, Neuquén) como indicadores temporales. En M. T. Boschín (Ed.), *Cuadernos de investigación. Arqueología y Etnohistoria de la Patagonia Septentrional*. (pp. 36-48). Tandil: IEHS.
- Hajduk, A., & Biset, A. M. (1996). El sitio arqueológico Caepe Malal I (cuenca del río Curí Leuvú, provincia de Neuquén). En J. Gómez Otero (Ed.), *Sólo Patagonia* (pp. 77-87). Puerto Madryn: CENPAT-CONICET.

- Hajduk, A., Cuneo, E., Albornoz, A. M., Della Negra, C., & Novellino, P. (2000). Nuevas investigaciones desarrolladas en el sitio Caepe Malal I (cuenca del Curí Leuvú, departamento Chos Malal, provincia de Neuquén). En *Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*. (pp. 297-313).
- Hajduk, A., & Cúneo, E. M. (1998). Rescate arqueológico en San Martín de los Andes (departamento Lácar, provincia del Neuquén) y algunas reflexiones acerca de la cerámica con decoración valdiviana. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXII-XXIII, 319-341.
- Ibáñez Saint Paul, V., Della Negra, C., Gordillo, S., & Hajduk, A. (2018). La importancia simbólica de un adorno personal arqueomalacológico a inicios del Holoceno tardío en Aquihucó, Neuquén, Patagonia Argentina. *Atek Na*, (7), 79-112.
- Lanciotti, M. (2014). Informe pericial forense sobre Hallazgo de Restos Humanos en Chos Malal. Elevado al Ministerio Público Fiscal V Circ. Judicial del Tribunal Superior de Justicia de Neuquén-Chos Malal. Inédito.
- Lema, V. S., Della Negra, C., & Bernal, V. (2012). Explotación de recursos vegetales silvestres y domesticados en Neuquén: implicancias del hallazgo de restos de maíz y algarrobo en artefactos de molienda del holoceno tardío. *Magallania (Punta Arenas)*, 40(1), 229-247. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442012000100013>.
- Navarro, T. (2016). Archaeofaunal analysis of el panteon 1 site (Las Ovejas, Neuquén). *Zaranda de Ideas*, 14(1), 41-54.
- Navia, M., Della Negra, C., & Álvarez, M. (2017). Análisis líticos de artefactos provenientes de dos sitios superficiales en el norte de Neuquén, Argentina. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (pp. 53-74). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Pereyra, F. X., Irisarri, J. A., & Ferrer, J. A. (2011). Suelos: factores de formación , procesos pedogenéticos y distribución. En *Neuquén* (pp. 871-880).
- Perez, S. I., Della Negra, C., Novellino, P., Gonzalez, P., Bernal, V., Cuneo, E., & Hajduk, A. (2009). Deformaciones artificiales del cráneo en cazadores-recolectores del Holoceno Medio-Tardío el Noroeste de Patagonia. *Magallania (Punta Arenas)*, 37(2), 7-20. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442009000200005>.
- Postillone, M. B., & Perez, I. S. (2017). El estudio de la diversidad del ADN mitocondrial en

- poblaciones humanas del Noroeste de Patagonia: estado actual y perspectivas futuras. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 207-218). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Rindel, D. (2017). Explorando la variabilidad en el registro zooarqueológico de la provincia del Neuquén: tendencias cronológicas y patrones de uso antrópico. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (pp. 1001-1122). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Rindel, D. D., Perez, S. I., Villanueva, G. R., & Gobbo, D. (2018). Investigaciones arqueológicas en el noreste de Neuquén: evidencias materiales y tendencias distribucionales preliminares, 99-110.
- Vazquez, R. C. (2019). Tafonomía y preservación diferencial de restos óseos humanos del norte de la provincia del Neuquén (República Argentina). *Revista del Museo de Antropología*, 12(2), 81-92.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31048/1852.4826.v12.n2.19400>
- Vazquez, R., Beguelin, M., & Archuby, F. M. (2016). Efecto del ambiente sedimentario en la preservación de restos óseos humanos. *Ciencias Morfológicas*, 18(1), 62.
- Wiggenhauser, N. (2017). Estudio de las modificaciones culturales del cráneo en las poblaciones prehistóricas de Neuquén. Un análisis de morfometría geométrica en 2 y 3 dimensiones. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a. ed, pp. 219-264). Buenos Aires: Aspha Ediciones.

CAPÍTULO VI

MÉTODOS

Introducción

En este trabajo la evaluación del estado de preservación de un individuo está definido a partir de la consideración de cinco aspectos: 1) la representatividad de las unidades anatómicas, 2) el grado de fragmentación, 3) el grado de pérdida ósea, 4) el aspecto de la superficie cortical, y 5) el aspecto de la microestructura ósea. En este sentido, la muestra ósea requirió de la implementación de diversos métodos, técnicas y equipamiento de inspección macroscópica y microscópica.

Cabe mencionar que todos los procedimientos de estudio realizados sobre los restos óseos humanos fueron realizados de conformidad con las normas éticas profesionales y legislación vigente (Aranda et al., 2007; Código Deontológico del ICOM; Ley Nacional N° 25.743 y Ley Provincial N° 2.184).

1. Análisis macroscópicos

1.1 Representación y fragmentación ósea

Para la evaluación del estado de representación y fragmentación ósea, en primer lugar, se calcularon las medidas de cuantificación ósea y a partir de éstas, los índices de representación y fragmentación ósea para cada sitio de la muestra de estudio. Para esto la evaluación se realizó por individuo, luego esas observaciones fueron promediadas por sitio.

Se realizó la contabilización y clasificación de todo el material óseo recuperado en los sitios arqueológicos de la muestra de estudio. La unidad mínima de análisis utilizada en este trabajo fue el espécimen óseo, término que hace referencia a un fragmento o un elemento óseo completo (Grayson, 1984). Se calcularon las medidas de cuantificación ósea NSP o total de especímenes óseos, NISP o número de especímenes óseos identificables, NUSP o número de especímenes óseos no identificables, MNE o número mínimo de elementos y MNI o número mínimo de individuos (Mengoni Goñalons 1999; Lyman, 1994, 2008; Mengoni Goñalons, 2010).

A partir de las medidas de cuantificación se calcularon los índices de representación (IRO) y fragmentación (IFO) ósea por individuo, que luego fueron promediados por sitio.

El IRO (este índice es una reformulación del BRI, según su denominación original en inglés, Bello et al., [2006]) estima la representatividad de cada unidad anatómica en la muestra, y se calcula como el cociente entre el MNE y el NEE (Números de Elementos óseos Esperados). Sus resultados arrojan valores entre 0 y 1. Los valores cercanos a 0 indican baja representación y los cercanos a 1 alta representación ósea. En otros trabajos este índice es definido como índice de completitud (*e.g.* García Guraieb et al. 2015; Guichón Fernández, 2017). El IRO fue calculado teniendo en cuenta un número de elementos esperables o NEE para el rango etario de cada individuo. El NEE varía considerablemente durante la etapa subadulta y debido a esto será diferente para cada cohorte etaria. El NEE fue definido a partir de trabajos previos (García Guraieb et al., 2019; Guichón Fernández y García Guraieb, 2019; Guichón Fernández, 2017, 2019), pero resultó modificado debido a que no todos los elementos del cráneo (*i.e.* lagrimal, etmoides, esfenoides, vómer, hioides, nasal y palatino) y postcráneo (*i.e.* coxis) fueron tenidos en cuenta para este trabajo. Para los individuos adultos se determinó un NEE de 186. En la Tabla 6.1 se expresa el NEE para cada cohorte etaria y la cantidad de individuos que incluye cada caso. En el Anexo VI.I se pueden observar los elementos óseos seleccionados para los análisis de cuantificación ósea con su respectivo NEE y cohorte etaria correspondiente.

Tabla 6. 1 Cantidad de elementos esperados para cada cohorte etaria.

Cohorte etaria	Número de elementos esperados (NEE)	Referencias
0 - 0,9	256	Modificado de García Guraieb et al., 2019; Guichón Fernández, 2017, 2019; Guichón Fernández
2 - 3,9	333	
4 - 5,9	329	

6 - 9,9	315	y García Guraieb, 2019.
10 - 13,9	303	
Adulto	186	Este trabajo

El IFO es el cociente entre en NISP y el MNE (Lyman, 1994). Con el objetivo de obtener un índice comparable con el IRO, en este trabajo se siguió la propuesta de Mondini (2003), de aplicar la relación MNE/NISP. Esta relación ha sido utilizada en estudios previos realizados sobre restos óseos humanos (*e.g.* García Guraieb, 2010; García Guraieb et al., 2010; Garizoain et al., 2016; Guichón Fernández, 2017; Luna, 2008; Martínez y Flensburg, 2018). Este índice puede adquirir valores entre 0 y 1, de tal manera que los valores más cercanos a 0 son indicativos de mayor fragmentación y los cercanos a 1 de menor fragmentación. El cálculo de IFO resulta muy eficiente para restos esqueléticos con todos sus fragmentos identificados. Sin embargo, en aquellos casos donde las muestras presentan numerosos fragmentos no identificables, el IFO subestima la magnitud de la fragmentación ya que solamente tiene en cuenta los identificables (NISP). De esta manera ese índice no describe la real dimensión de la fragmentación cuando una proporción grande de los fragmentos no se pueden identificar. Para corregir ese sesgo, se propone un índice adicional denominado *índice de fragmentación 2* (IFO2). IFO2 no sólo tiene en cuenta el número de especímenes identificados para un elemento óseo (NISP) sino que también incluye el número de especímenes que no han podido ser identificados para un elemento óseo (NUSP). Este índice se obtiene dividiendo el MNE por el total de especímenes contabilizados (NSP).

1.2 Modificaciones óseas

El análisis macroscópico consistió en el registro de las siguientes modificaciones, tomando como unidad de análisis el elemento óseo: 1) modificaciones por pérdida ósea; 2) modificaciones que afectan la forma; 3) modificaciones que penetran el tejido cortical del hueso; y 4) modificaciones superficiales (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Estas modificaciones se estudiaron de forma descriptiva, de acuerdo con su morfología, sin

asumir el proceso y agente que las origina. En los siguientes apartados cada una de éstas es definida y luego, hacia el final, se explica el modo de relevamiento.

En particular, sólo el análisis del material de recolección superficial del sitio Aquihuecó fue evaluado de acuerdo a los estadios de meteorización de Behrensmeyer (1978).

Modificaciones por pérdida ósea (MPO)

La pérdida ósea ha sido definida como la destrucción postdeposicional del tejido y la desaparición de partes del hueso que no se relacionan con causas patológicas como la osteopenia y la osteoporosis (Barrientos et al., 2007). En este trabajo, además se refiere a la pérdida total (*i.e.* ausencia) de un elemento óseo. Este efecto tafonómico puede ser resultado de diversos agentes, y por este motivo no siempre pueden ser determinados; sin embargo, la identificación de esta modificación resulta útil para medir la intensidad de las dinámicas postdeposicionales de los procesos y agentes tafonómicos (Barrientos et al., 2007).

La pérdida parcial de tejido óseo, cortical o trabecular, en un elemento no altera el estado de representatividad de este mismo en un individuo. Por el contrario, la ausencia total de un o más elementos óseos será reflejada directamente en la representatividad ósea para ese individuo.

Modificaciones que afectan la forma (MAF)

Las MAF incluyen efectos tafonómicos como la abrasión, el redondeamiento, la deformación y las fracturas *postmortem*. Las tres primeras implican la modificación del hueso, pero sin llegar a fracturarlo. La abrasión (Abr) es el desgaste que se produce por fuerzas de fricción y que origina una modificación de la morfología original del total de la superficie del hueso o sólo de sus extremos (Olsen y Shipman, 1988). Incluye algún grado de pulido o redondeamiento (Red) en los huesos, ya sea por los extremos o en el total del hueso. La abrasión puede ocurrir en diferentes momentos de la historia *postmortem* de un individuo y como consecuencia de distintos procesos. Entre los procesos abióticos que pueden provocar abrasión se incluye el transporte de los huesos por agua en un ambiente sedimentario, el transporte de los granos de sedimentos impactando en los huesos, la erosión eólica y el pisoteo por animales (Bromage, 1984;

Shipman y Rose, 1988; Lyman, 1994). Entre los procesos bióticos se pueden mencionar la acción antrópica y de carnívoros, el pisoteo en sustrato orgánico, bioturbación, bioerosión acuática, y corrosión provocada por el agua (Shipman, 1988; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Como fue mencionado previamente, el efecto de la abrasión dependerá del tipo de hueso, de su tamaño y de su estado (*i.e.* fresco, seco o fosilizado), como así también del tipo de sedimento al que está en contacto el hueso (grava, arena gruesa, arena fina, arcilla, limo) (Shipman y Rose, 1988). Para que se produzca el redondeamiento en la superficie del hueso es necesario un tiempo de exposición prolongado al proceso tafonómico (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

La fractura se define como la ruptura del hueso debido a la aplicación de una fuerza contra el mismo que resulta mayor a la que este puede soportar (Johnson, 1985). Existen tres tipos de fracturas de acuerdo al momento en que sucede en la vida del individuo: *antemortem*, *perimortem* y *postmortem*. Las fracturas *postmortem* son aquellas que se dan luego de la muerte del individuo, y son de particular interés en este estudio. Diversos agentes y procesos pueden provocar fracturas *postmortem* similares. La razón por la que un hueso seco se fractura radica en la pérdida de propiedades viscoelásticas propias de un hueso en estado fresco. El hueso seco aumenta su rigidez y se vuelve más propenso a fracturarse (Johnson, 1985). Villa y Mahieu (1991) expresan que las fracturas que se dan *in situ*, generalmente, son producto del tipo de superficie (*i.e.* cóncavo o convexo) y suele presentar los fragmentos cercanos unos de los otros.

Otro tipo de modificación es la deformación (Def). Esta modificación se da cuando los huesos han sido modificados respecto de su tamaño, forma, estructura pero no han logrado ser fracturados en el proceso (Fernández-López, 2000; Lyman, 1994; Shipman, 1981). Este tipo de modificación generalmente se da por la compactación del sedimento suprayacente al hueso. Es necesario que la depositación del sedimento ocurra de forma lenta para poder producir la deformación plástica del hueso sin llegar a fracturarlo (Shipman, 1981). También es necesario que el hueso aún presente un estado fresco luego de la muerte del individuo, es decir, que conserve su elasticidad.

Modificaciones que penetran el tejido cortical del hueso (MPTC)

Este tipo de modificación incluye, por un lado, la escamación y el agrietamiento y, por el otro, la corrosión.

El agrietamiento de la superficie cortical (Agr) es definido como el punto de partida para el surgimiento de fisuras y grietas que penetran por debajo de la superficie del hueso, pero sin que esto resulte en pérdida de tejido óseo. La causa del agrietamiento se debe a la contracción del hueso por pérdida de agua y/o de materia orgánica. Aunque comúnmente esta modificación es asociada a procesos y agentes bioestratinómicos (*i.e.* meteorización; Behrensmeyer, 1978; Andrews, 1990) también puede manifestar de aquellos diagenéticos como la sustitución de un elemento mineral por otro. El reemplazo químico genera aumento de la porosidad del hueso y así en las posibilidades de agrietamiento (Fernández-López, 2000).

La escamación (Esc) es la pérdida de tejido óseo que resulta en la exposición de hueso subperiosteal a diferentes profundidades (exfoliación). Generalmente se asocia con el agrietamiento del hueso, entonces aquellos fragmentos óseos de la superficie se desprenden a lo largo de los bordes de las grietas. En una primera etapa, tanto los bordes de las grietas como las escamas se encuentran afilados, pero si la escamación continua se vuelven filosos y redondeados. Cuando el grado de escamación es avanzado y estas aumentan de tamaño y se unen, el hueso puede perder toda la superficie cortical. El grado de modificación está afectado por las condiciones climáticas y el grado de protección ambiental (*i.e.* vegetación, humedad relativa). Dentro de los procesos abióticos que provocan esta modificación se puede mencionar la meteorización (Behrensmeyer, 1978), la exposición al fuego, la exposición al calor (en agua hirviendo), la presión sedimentaria y los ambientes alcalinos (Fernández-Jalvo 1992; Fernández-Jalvo et al. 1998). Entre los procesos orgánicos se incluyen la digestión y las marcas de raíces (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

La corrosión (Corr) es definida como modificaciones superficiales que surgen del ataque químico producto de la acción biológica o geoquímica. Esto implica que el hueso debe estar expuesto a condiciones húmedas químicamente reactivas y aisladas del contacto directo con el aire. La corrosión puede darse en huesos enterrados y en íntimo contacto con el suelo, cubierto por una densa capa de vegetación; también puede surgir en aquellos casos en que los huesos han estado inmersos en agua estancada por un tiempo prolongado y, de esta manera, se vuelven vulnerables al ataque biológico (*e.g.* acidez del agua) (Fernández-Jalvo et al., 2010; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Lloveras et al., 2014).

Modificaciones superficiales (MS)

Las MS incluyen tres tipos de modificaciones: marcas lineales, hoyos y perforaciones, y cambios en el color del hueso.

Las marcas lineales se definen como marcas con longitudes cuatro veces su anchura y su largo. Son surcos que penetran en la superficie del hueso, ya sea por incisión, donde se corta el tejido óseo, o por disolución química, donde el tejido óseo ha sido penetrado por acción química. Estas marcas pueden estar originadas por procesos y agentes abióticos y bióticos. Entre los primeros se incluyen marcas provocadas por el movimiento de piedras sobre el hueso o por el impacto de la piedra sobre el hueso por la acción del viento o el agua (*i.e.* abrasión). Entre los segundos se incluyen marcas realizadas por animales, plantas y microorganismos (hongos y bacterias) (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Lyman, 2004). En este trabajo se relevaron aquellas marcas superficiales lineales, por un lado, con trayectorias rectas y paralelas (líneas paralelas, LP) y, por el otro, aquellas que presentaron un patrón dendrítico (líneas de patrón dendrítico, LPD).

Por su parte, los hoyos (H) son definidos como marcas encontradas sobre la superficie del hueso, en cambio, las perforaciones (P) son marcas que penetran dentro del tejido del hueso. Estos dos tipos de marcas se caracterizan por tener longitudes menores que cuatro veces su ancho, lo que las distingue de las marcas lineales. De acuerdo con el agente que las provoca varían considerablemente en profundidad y tamaño. La variación también reside en el tipo y porción del hueso que ha sido afectado como también en la edad del individuo (*i.e.* subadulto o adulto). A partir de las marcas resulta difícil distinguir el agente tafonómico que la ocasionó; esto quiere decir que diferentes agentes pueden ocasionar marcas similares, y con frecuencia un mismo agente puede producir distintas marcas. Los agentes y procesos responsables pueden ser de origen abiótico y biótico. Entre los primeros se incluye abrasión por viento o agua, percusión antrópica y pisoteo; y entre los segundos, las marcas son el resultado del accionar de animales, plantas y microorganismos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Los cambios en el color del hueso (Col) (*i.e.* decoloración, tinción) aportan información sobre la velocidad del entierro o sobre la exposición a factores medioambientales, tales como ácidos húmicos, ambiente oxidante, fuego o agua. Los

huesos pueden cambiar de color rápidamente dentro y entre estratos sedimentarios u horizontes, en el caso de los suelos. El cambio de color depende del tipo y tamaño del hueso, como así también la edad del individuo (*i.e.* subadulto o adulto). La información que provee el cambio en el color del hueso resulta muy valiosa para inferir aspectos de la historia tafonómica. El color del hueso está asociado con las características del ambiente de depositación. Los huesos que están parcialmente enterrados pueden tener el extremo expuesto de color más claro que el extremo enterrado, o los huesos que yacen sobre el lodo en el agua oxigenada que fluye pueden teñirse de negro de manera diferencial debido a la precipitación de dióxido de manganeso. En este sentido, Fernández-Jalvo y Andrews (2016) señalan que en estos casos existe una señal tafonómica muy clara con información sobre el entorno local. Los procesos y agentes que afectan el color del hueso, como en los casos anteriores, pueden ser bióticos y abióticos. Entre los primeros se incluye los efectos por lixiviación de agua, precipitación y depósitos de minerales y efectos por exposición al fuego. Entre los segundos, ácidos orgánicos del suelo, actividad antrópica, depositación de carbón, crecimiento de raíces, ataque microbiano (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Modo de relevamiento

Las modificaciones óseas macroscópicas fueron relevadas de acuerdo con el porcentaje de superficie afectada para cada elemento óseo: 0%, 1-25%, 26-50%, 51-75% y 76-100%, con excepción de las fracturas *postmortem*, que fueron evaluadas por medio del índice de fragmentación ósea, y de la ausencia de elementos óseos completos, que se evaluaron a través del índice de representación ósea (ver apartado *Representación y fragmentación ósea* de este capítulo). Aquellos especímenes que no lograron ser asignados a un elemento óseo (NUSP) no fueron incluidos en este análisis. El porcentaje de superficie afectada por una modificación se determinó a partir del material disponible del elemento óseo, material considerado como el 100%; por ejemplo, observo un fémur incompleto (mi 100%) que presenta menos mitad de esa superficie afectada por marcas dendríticas (porcentaje de superficie afectada 26-50% de mi 100%). Se consideró 100% de un elemento al 100% del material disponible, independientemente de que se presentara la unidad anatómica completa o le faltara algún fragmento. Para el caso de unidades anatómicas que incluyen más de un hueso

(e.g. costillas, vértebras, mano, pie o los huesos en los individuos subadultos), la unidad de análisis aquí es el elemento óseo en sentido más amplio, es decir, no se analizó y registró por separado cada hueso que compone, por ejemplo, al tarso sino el tarso en su conjunto. El mismo registro se realizó para los huesos de los individuos subadultos. Esta variable se denominará como *Elementos Observados* (E obs). Para los análisis a nivel sitio se promediaron en primer lugar las observaciones por individuo, que luego fueron promediadas entre sí.

La técnica de relevamiento consistió en la observación macroscópica sobre la superficie cortical de cada elemento óseo, a través de la observación a ojo desnudo y con uso de lupas de mano y de pie con luz fría (con aumento de hasta 10X).

1.3 Determinación de sexo y estimación de la edad de muerte

Dentro del análisis macroscópico se incluyen los métodos para la llevar a cabo la caracterización sexo-etaria de la muestra, dada la importancia que reviste la dicha información en los estudios con material bioarqueológico.

El sexo en adultos se determinó a partir de la región subpúbica, en la amplitud de la escotadura ciática mayor y la presencia de surco preauricular (Buikstra y Ubelaker, 1994; Phenice, 1969). También se tomaron en cuenta indicadores morfológicos del cráneo (Acsadi y Nemeskeri, 1970; Buikstra y Ubelaker, 1994) y los diámetros máximos de la cabeza del fémur y del húmero (M. Béguelin et al., 2011; M. Béguelin y Gonzalez, 2008). En los subadultos, el sexo se determinó de acuerdo a indicadores morfológicos del ilion (*i.e.* ángulo de la escotadura ciática, criterio del arco, curvatura de la cresta ilíaca, elevación de la superficie auricular) y la mandíbula (*i.e.* prominencia del mentón, forma del arco dental anterior, eversión del gonion, ángulo mandibular) (Loth y Henneberg, 2001; Luna, 2008; Molleson et al., 1998; Schutkowski, 1993; Weaver, 1980).

La estimación de la edad de muerte en individuos adultos se realizó mediante el análisis de la sínfisis púbica (Brooks y Suchey, 1990) y los cambios en la superficie auricular y retroauricular del ilion (Lovejoy et al., 1985; Meindl y Lovejoy, 1985), el sistema latero-anterior de cierre de suturas craneanas (Meindl y Lovejoy, 1985) y el estado de los elementos de fusión tardía (*i.e.* epífisis de clavículas, cresta ilíaca y sincondrosis basioccipital) (Buikstra y Ubelaker, 1994). Para individuos subadultos, la

edad se estimó mediante la secuencia de formación y erupción dental, elementos de fusión temprana (*i.e.* centros de osificación primaria en pelvis, vértebras y occipital) y fusión de epífisis y tamaño de diversos elementos (Scheuer y Black, 2000; Buikstra y Ubelaker, 1994).

2. Análisis microscópico

Para la evaluación del estado de preservación de la microestructura ósea se seleccionaron 10 fémures de individuos adultos de distintos sitios arqueológicos. Con fines comparativos, se incluyó un caso de un fémur recuperado por recolección superficial, quedando conformada una muestra de $n=11$. De cada uno de ellos se obtuvo una sección delgada. Se trabajó con un tamaño muestral reducido para minimizar la cantidad de material a alterar. A su vez, como se explica más abajo, se llevó a cabo un protocolo de restauración de cada elemento intervenido (Navarro, Jannello, Cerda, Béguelin, & Vazquez, 2018).

La selección de esta submuestra fue constituida según una serie de criterios: convencional, geológico, cronológico y de preservación. En relación con el primer criterio, la unidad anatómica seleccionada fue el fémur debido a que la mayor parte de los estudios histológicos sobre material óseo humano han utilizado secciones delgadas de este hueso (Hollund et al., 2012; Maat *et al.*, 2001; Maggiano et al., 2016; Singh y Gunberg, 1970). Respetar esta convención permite hacer comparaciones con los resultados publicados. Sin embargo, en Argentina y en Patagonia en particular no hay estudios osteohistológicos previos de restos arqueológicos. Con respecto al criterio geológico, como se mencionó en el capítulo III, se utilizó la propuesta de Pereyra y colaboradores (2011), quienes dividen la provincia del Neuquén en distintas regiones y subregiones según aspectos ecoambientales y geológicos. Los individuos fueron seleccionados considerando su origen de modo que provienen de sitios arqueológicos distribuidos en estas regiones. Por su parte, la submuestra está conformada por individuos de diferentes cronologías que abarcan todo el rango temporal de fechados

sobre restos humanos disponibles para la provincia, que se extiende entre 4600¹ años cal. AP y momentos históricos (Gordón et al., 2019). Por último, un criterio de selección entre los fémures de cada subregión fue optar, en la medida de lo posible, por aquellos que ya se hallaron fracturados al momento de la excavación a nivel de la diáfisis media. De esta manera se minimizó el daño en elementos completos.

A su vez, cuatro de esas secciones fueron seleccionados para análisis con microscopio electrónico de barrido (MEB). En el apartado *Modificaciones microestructurales*, de este capítulo, se explican estos estudios.

La Tabla 6.2 contiene información sobre la conformación de esta submuestra.

Tabla 6.2 Descripción de la muestra para análisis microscópicos según las regiones y subregiones edáficas de Pereyra y colaboradores (2011) y según su cronología. También se explicita el instrumento empleado en cada muestra.

N°	Sitio/ Individuo	Región edáfica	Subregión edáfica	Lateralidad del fémur	Cronología	Técnica	
						Histológica	MEB
1	Aqh entierro (Ind 24)	Extra-Andina	Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Derecho	3817 ± 59/ 4304 ± 59	x	x
2	Sau	Extra-Andina	Árida Mesetiforme	Derecho	Sin fechado	x	x
3	Rco - Ind 1 - Estr 2	Andina	Húmeda Montañosa	Derecho	Pos-contacto	x	x
4	HL - Ind 1 - Cuadr 4	Extra-Andina	Árida Serrana	Derecho	3780; 4016 ± 33	x	x
5	ChM	Extra-Andina	Árida Mesetiforme	Derecho	2449 ± 34	x	
6	Cay - Ind 1	Extra-Andina	Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Derecho	Sin fechado	x	
7	Gde	Extra-Andina	Árida Mesetiforme	Izquierdo	670 ± 40 AP	x	
8	Mil	Extra-Andina	Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Derecho	Sin fechado	x	
9	SR	Extra-Andina	Árida Mesetiforme	Derecho	190 ± 60; 600	x	
10	CM - Ind VIII	Extra-Andina	Subhúmeda de planicies, colinas y	Derecho	200-300 años AP; siglo XVIII	x	

¹ Los restos humanos recuperados en el sitio Cueva Haichol cuentan con fechados que ascienden a 5650 años AP. Sin embargo, ese material no estaba disponible.

			serranías				
11	Aqh superficie	Extra-Andina	Subhúmeda de planicies, colinas y serranías	Derecho	3817 ± 59/ 4304 ± 59	x	

2.1 Preparación de los cortes delgados

Los cortes delgados se obtuvieron utilizando el método desarrollado por Navarro y colaboradores (2018) donde se propuso un protocolo con procedimientos de obtención de cortes delgados al alcance de laboratorios de reciente formación. Siguiendo este protocolo, el primer paso consistió en el *registro* de la morfología original de la pieza (*i.e.* medición de sus dimensiones y obtención de imágenes digitales 2D) y *documentación* de información sobre la pieza (procedencia, lateralidad, edad, sexo y antigüedad). El segundo paso fue la *obtención de la muestra*. Siguiendo las recomendaciones establecidas en los protocolos propuestos por Bukistra y Ubelaker, (1994) y Cambra-Moo y colaboradores (2012), se seleccionó el centro de la diáfisis del fémur como sitio de muestreo (específicamente a la mitad de la longitud máxima). En el caso de los fémures incompletos, la definición del centro de la diáfisis fue estimada. Desde ese punto se extrajo una sección de aproximadamente un 1 cm de ancho utilizando una sierra de precisión. En los fémures completos se efectuaron dos cortes transversales al eje longitudinal de la diáfisis; en muchos casos se aprovechó la fractura del hueso y desde allí se realizó solo un corte transversal. Luego se señaló con marcador indeleble la cara proximal para identificar de manera inequívoca el lado proximal y distal en la sección de hueso. La sierra de precisión cuenta con un disco diamantado que permite realizar una sección limpia y perder la menor cantidad de material (aproximadamente 1 mm) posible. Finalizado este paso, se continuó con la *restauración de la pieza*. A aquellos huesos que estaban completos antes del corte, se les realizó tareas de restauración con el objetivo de recuperar la integridad y el aspecto original del fémur cortado y evitar la pérdida de landmarks valiosos para otros estudios. La restauración consistió en el reemplazo del fragmento óseo extraído por material sintético que copiaba la forma y el tamaño exactos del primero. El cuarto paso es la *inclusión de la muestra ósea en resina epoxi* de dos componentes (resina DICAST LY 554

y endurecedor DICURE HY 554) libre de solventes, de viscosidad media. Se utilizó una proporción de 20% del peso de la resina en endurecedor y se preparó en una temperatura no inferior a 20 °C. El resultado final de este procedimiento fue la obtención de una pastilla que contiene la muestra ósea inmersa en la resina consolidada. Esta pastilla fue *pulida y montada* por una de sus caras al portaobjeto. Para el pulido se utilizó la desbastadora automática y polvos abrasivos de carburo de silicio de distintas granulometrías (entre 80 y 800). Durante el proceso de desbaste se utilizó un vaporizador de agua y detergente para generar una superficie de mayor viscosidad entre el disco de desbaste y la muestra. El movimiento de la pastilla se realizó desde el centro del plato hacía unos de sus extremos para obtener un pulido homogéneo. Una vez logrado el pulido, la pastilla se impregnó en una mezcla de resina (40%), endurecedor (10%) y alcohol (50%). Se pinceló el material con sucesivas capas de la mezcla hasta saturarlo por completo y lograr que la resina penetrara en todos los poros de la muestra ósea. Finalizada esta tarea, se desbastó nuevamente la superficie a montar en el portaobjeto para eliminar los restos de resina derramados en la impregnación. Por último, la muestra fue adherida al portaobjeto utilizando una mezcla de resina epoxi y endurecedor. El procedimiento finalizó una vez que fraguó la resina (entre 24 y 36 horas). El último paso de este proceso fue la *obtención de la sección delgada*, cuando la muestra fue seccionada transversalmente con la sierra de precisión buscando obtener el espesor mínimo. Una vez realizado este corte la muestra fue desbastada nuevamente con polvo de carburo de silicio. Todo el procedimiento se vaporizó con una solución de agua y detergente. La sección delgada se consideró finalizada cuando alcanzó un espesor que permitiera ver la microestructura del hueso al microscopio tanto con luz plana como con luz polarizada. Como criterio general, el espesor óptimo es aquel que permite que la muestra sea atravesada completamente por la luz del microscopio.

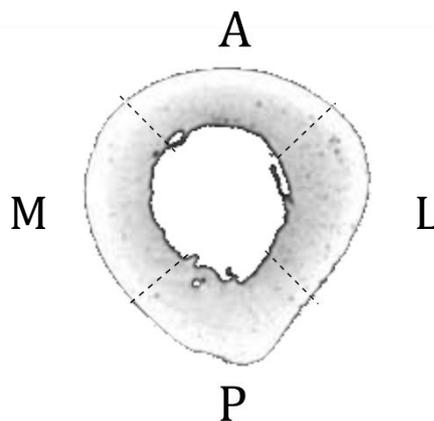
De esta manera se obtuvieron secciones delgadas enteras de los fémures seleccionados. Todo el procedimiento fue diseñado específicamente para esta muestra ya que no existían protocolos que se ajustaran a la particularidad del caso. Los resultados obtenidos fueron publicados en un trabajo (Navarro et al., 2018), donde se puede conocer con mayor detalle cada etapa del protocolo.

2.2 Modificaciones microestructurales analizadas

La descripción y evaluación de las alteraciones microestructurales fueron realizadas en zonas específicas de cada sección delgada. Desde una vista superior de toda la sección (*i.e.* vista proximal), estas zonas se definen como: anterior, posterior, medial y lateral (Figura 6.1).

En cada zona de las secciones delgadas, en primer lugar, se evaluó el estado de preservación de las siguientes microestructuras óseas: 1) canales de Havers; 2) laminillas; 3) lagunas de osteocitos; 4) canalículos; 5) canales de Volkman; 6) capa endosteal; y 7) capa periosteal. Se registró su presencia (1, 2, 3) o ausencia (0). La condición de presencia adopta tres posibilidades: presente y bien definida (3); presente y regularmente definida (2); o presente y mal definida (1).

Figura 6. 1 Representación del patrón de muestreo de una sección transversal de la mitad de la diáfisis de un fémur izquierdo. Las cuatro letras corresponden a las secciones examinadas. A, anterior; M, medial; P, posterior; L, lateral.



En segundo lugar, se evaluó la presencia de microfisuras. Jans y colaboradores (2002) definen microfisura a las fisuras que se dan a nivel de la osteona y se considera que surgen de los procesos de remineralización (Grupe y Dreses-Werringloer, 1993; Piepenbrink, 1986). Entre las causas de la microfisura se puede mencionar la pérdida del componente orgánico del hueso (Piepenbrink, 1986); o también puede deberse a la depositación de carbonato de calcio, que resulta en la desintegración de la

microestructura (Laafar, 1994). En este trabajo se registró la presencia o ausencia de esta alteración para cada zona de la sección delgada.

En tercer lugar, se analizó la supervivencia de la birrefringencia del colágeno mediante el Índice de Birrefringencia, desarrollado por Jans y colaboradores (2002). Cuando las secciones delgadas se examinan utilizando luz polarizada se hace visible un patrón de birrefringencia que consiste en alternancia de bandas de brillo y oscuridad, comúnmente conocido como Cruz de Malta. La intensidad de la birrefringencia depende de la cantidad y orientación de las fibras de colágeno, la presencia del mineral óseo y la orientación de la sección. Cuando hay descalcificación ósea la birrefringencia aún es visible, pero con intensidad reducida. La reducción o ausencia de birrefringencia podría interpretarse como el deterioro del colágeno, pero también podría indicar la pérdida de orientación de los cristales de hidroxapatita (Jans et al., 2002). La intensidad de la birrefringencia se relevó como (1) normal, comparable a un hueso fresco; (0,5) reducida o (0) ausente para cada zona de la sección delgada.

Para la evaluación de los tres aspectos microestructurales se utilizó el microscopio petrográfico marca ZEEIS modelo AXIO Imager.A2m con cámara acoplada, utilizando luz normal y luz polarizada con magnificaciones desde x25 a x100.

Por último, en las cuatro muestras seleccionadas para su análisis con MEB, se realizó el análisis composicional para detectar si hubo alteraciones diagenéticas identificables a nivel químico (*i.e.* cambios químicos en la composición del hueso) a través de un sistema de microanálisis por dispersión de energía de rayos x (EDS).

Para el análisis composicional de las cuatro muestras se utilizó un microscopio electrónico de barrido (MEB), marca Zeiss modelo Evo MA15 de presión variable. Cuenta con un detector de electrones secundarios (SE), un detector de electrones retrodispersados (BSD) y un sistema de microanálisis por dispersión de energía de rayos x (EDS) modelo AZtecEnergy Standard 20, marca Oxford Instruments Nanoanalysis, que le permiten realizar microimágenes y microanálisis con una magnificación continuamente variable entre 5x y 1.000.000x. Se obtuvieron imágenes de gran aumento y nitidez.

A modo de síntesis, en la Tabla 6.3 se presenta un resumen de todos los métodos empleados en el relevamiento de los efectos tafonómicos macro y microscópicos.

Tabla 6. 3 Síntesis de los métodos macroscópicos y microscópicos empleados y su modo de relevamiento.

Modificaciones		Modo de relevamiento	Instrumento	
Modificaciones macroscópicas	Modificaciones por pérdida de tejido o de unidades anatómicas		Porcentaje de superficie afectada: 0%; 1-25%; 26-50%; 51-75%; 76-100%. * índice de fragmentación ósea	Observación a ojo desnudo. Lupa de mano. Lupa de pie con luz fría (con aumento de hasta 10X)
	Modificaciones que afectan la forma	Abrasión		
		Redondeamiento		
		Deformación		
		Fracturas <i>postmortem</i> *		
	Modificaciones superficiales	Marcas lineales		
		Hoyos y perforaciones		
		Cambios en el color del hueso		
	Modificaciones que penetran en el tejido	Agrietamiento		
		Escamación		
Corrosión				
Representatividad ósea		Medidas de cuantificación ósea; índice de representatividad y fragmentación ósea.		
Fragmentación ósea				
Modificaciones microscópicas	Estado de preservación de las microestructuras	Canales de Havers	Registro de presencia (0, bien definida; 1, regularmente definida; 2, mal definida) - ausencia (3); en cada zona de la sección (anterior, posterior, medial, lateral).	Microscopio óptico petrográfico. Microscopio electrónico de barrido (MEB)
		Laminillas		
		Lagunas de osteocitos		
		Canalículos		
		Canales de Volkman		
		Capa endosteal		
		Capa periosteal		
		Microfisuras		

	Birrefringencia	0= normal; 0,5= reducida; 1= ausente; en cada zona de la sección (anterior, posterior, medial, lateral).	
	Análisis composicional químico	Imágenes de electrones secundarios	Microscopio electrónico de barrido (MEB)

3. Variables contextuales

A los efectos de explicar los patrones de preservación tafonómica identificados, se utilizó un conjunto de variables de tipo contextuales, que caracterizan el entorno en el que transcurrieron los restos hasta su hallazgo. Estas variables se pueden agrupar en: aquellas que caracterizan la matriz sedimentaria en la que se hallaron los restos; variables sedimentológicas (pH, MO, P, CaCO³, tamaño dominante de grano y selección); ambientales en sentido amplio (climáticas como TMA, TMIN, TMAX y PreMedAn, tipo de clima; vegetación, tipo de suelo, metros sobre el nivel del mar, distancia a cuerpos de agua, distancia vertical a cuerpos de agua, geomorfología) y arqueológicas (cronología, tipo de entierro, estructura de entierro). Las variables ambientales *s.l.* no están disponibles para todos los sitios en todos los casos. Asimismo, algunas variables no fueron incluidas en los análisis estadísticos debido a que tienen poca representación (muchos datos perdidos) y escasa variación (“Tipo de entierro”, “Estructura de enterramiento”, “Lugar de emplazamiento”) (Tabla 6.4).

Tabla 6. 4 Síntesis de las variables explicadoras utilizadas.

Grupo	Variable	Tipo de variable	Fuente
Sedimentológicas	Textura	Ordinal (1: Limo/arcilla; 2: arena muy fina; 3: arena fina; 4: arena mediana; 5: arena gruesa; 6: arena muy gruesa; 7: grava)	Caracterización para este trabajo
	Selección	Ordinal (1: bien seleccionada 2: pobremente sel. 3: mal sel.)	Caracterización para este trabajo
	pH	Cuantitativa	Caracterización para este trabajo
	MO	Cuantitativa	Caracterización para este trabajo
	P	Cuantitativa	Caracterización para este trabajo
	CaCO ₃	Cuantitativa	Caracterización para este trabajo

Climáticas	Temperatura media anual	Cuantitativa	https://es.climate-data.org/
	Temperatura mínima	Cuantitativa	https://es.climate-data.org/
	Temperatura máxima	Cuantitativa	https://es.climate-data.org/
	Precipitaciones	Cuantitativa	https://es.climate-data.org/
	Tipo de clima	Nominal (SubSS; SemA; A; PerH)	Pereyra et al. 2011
Otras ambientales	Vegetación	Nominal (Eha; Ea;Bd)	Pereyra et al. 2011
	Tipo de suelo	Nominal (EM, AE, AAHI)	Pereyra et al. 2011
	Metros sobre el nivel del mar	Cuantitativa	Google Earth Pro
	Distancia a cuerpo de agua	Cuantitativa	Google Earth Pro
	Distancia vertical a cuerpo de agua	Cuantitativa	Google Earth Pro
	Geomorfología	Nominal (VF, F, G)	Pereyra et al. 2011
	Lugar de emplazamiento	Nominal (varios)	Caracterización para este trabajo.
Arqueológicas	Cronología	Cuantitativa	Varias (ver capítulo V, Anexo V.I)
	Tipo de sitio	Nominal (cielo abierto; alero; cueva)	Caracterización para este trabajo.
	Tipo de entierro	Nominal (primario; secundario)	Caracterización para este trabajo.
	Estructura de enterramiento	Nominal (P/A)	Caracterización para este trabajo.

3.1 Sedimentológicas

De acuerdo con el objetivo de caracterizar los sitios arqueológicos según aspectos geológicos que puedan incidir en la preservación ósea, se evaluaron las

matrices sedimentarias en las que se hallaron los restos, a partir de sus características texturales y químicas.

Para esto se obtuvieron y analizaron 48 muestras de matriz provenientes de 15 sitios. Estas muestras son de dos tipos, *asociada* y *control*. La primera, incluye aquellas extraídas del entorno inmediato al esqueleto o del interior de la cuadrícula, y la segunda se obtuvo por fuera de la cuadrícula o sector del hallazgo. Se utilizaron muestras recolectadas de sitios arqueológicos en los cuales se participó activamente de las tareas de excavación (casos tipo A) y, también, aquellas que han sido levantadas previamente por otras/os investigadoras/es durante la excavación y tienen una referencia precisa del lugar de su extracción (casos tipo B o C) (Tabla 6.5). Los sitios ChB, Chor y CM fueron excavados por otras/os investigadoras/es. Sin embargo, los datos disponibles sobre su ubicación permitieron localizarlos, por lo tanto, se accedió al lugar y se obtuvo la muestra de la matriz. Para estos casos, sólo se cuenta con muestra control. De los sitios restantes no se cuenta con muestras por ausencia de información sobre su ubicación o por imposibilidad de acceder al lugar en la actualidad (*e.g.* construcción de viviendas sobre el lugar del hallazgo de los restos).

Tabla 6. 5 Distribución de la muestra de matriz del registro bioarqueológico por sitio. Ver abreviatura de los nombres de los sitios en la Tabla 5.1.

Sitio	N muestras		Origen de la muestra
	Asociada	Control	
Alq	0	0	
Aqh	4	4	Para este trabajo
Cay	0	0	
ChA	3	1	Para este trabajo
ChB	0	1	Para este trabajo
CH	0	0	
ChM	1	0	Previo a este trabajo
Chor	1	1	Para este trabajo
CM	0	1	Para este trabajo
CRk	6	0	Para este trabajo
EP	3	1	Previo a este trabajo
Gde	1	0	Previo a este trabajo
HL	2	4	Para este trabajo
Hue	0	0	
Kil	0	0	
LdL	1	0	Previo a este trabajo

LZ	0	0	
MI	1	0	Previo a este trabajo
Mic	0	0	
Mil	0	0	
MM	0	0	
Pie	1	0	Previo a este trabajo
PIH	0	0	
Plo	0	0	
Rco	8	2	Para este trabajo
RSau	0	0	
Sau	0	0	
SB	0	0	
SR	1	0	Previamente
VC	0	0	Previo a este trabajo
Total	33	15	

Textura y selección

La caracterización textura de la matriz consiste en analizar el porcentaje de cada tamaño de grano en la matriz, medido en peso. Este análisis permite: 1) conocer la composición granulométrica de la muestra; 2) inferir propiedades (*i.e.* porosidad y permeabilidad); e 3) inferir sobre los agentes y el ambiente de depositación de los sedimentos.

El equipamiento necesario para este registro consistió en una estufa de precisión marca San Jorg, un equipo tamizador marca Zonytest, una balanza de precisión digital y un limpiador ultrasónico. Se seleccionaron seis tamices con mallas de diámetros nº 10, 18, 35, 60, 120 y 230. Cada uno de ellos retiene un tamaño de grano específico (grava, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina y arena muy fina, respectivamente). Además, el equipo cuenta con un recipiente de fondo donde caen los granos tamaño limo y arcilla.

Las muestras tipo A (*i.e.* recolectadas para este trabajo), en primer lugar, fueron secadas en la estufa hasta retirar toda la humedad. Luego, se colocaron aproximadamente 200 gramos de muestra en la batería de tamices y se tamizó durante tres o cuatro minutos. Los granos retenidos en cada tamiz fueron luego clasificados de acuerdo con la escala de Wentworth (1922) y pesados en la balanza para calcular la proporción de cada tamaño de grano respecto del peso total. Para

repetir este proceso, cada tamiz fue lavado por separado en el limpiador ultrasónico durante 40 y 60 minutos. Este equipo permite despegar los granos retenidos fuertemente en la malla luego del tamizado.

Por último, se definió el tipo de matriz para cada sitio de acuerdo con el diagrama triangular para la clasificación textural según tamaño de grano, utilizada para sedimentos no consolidados propuesto por Folk (1974) y se determinó la selección, de acuerdo con la proporción obtenida para cada tipo de grano.

Análisis químicos

Los análisis químicos realizados fueron: potencial de hidrógeno (pH), contenido de materia orgánica (MO), disponibilidad de fósforo (P) y porcentaje de carbonato de calcio (CO₃Ca). Todos fueron realizados en el Laboratorio de Servicios Agrarios y Forestales (LASAF), dependiente del Ministerio de Producción y Turismo, del gobierno de la provincia del Neuquén.

3.2 Climáticas

Los datos de clima (*i.e.* temperatura media anual, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitaciones) fueron extraídos de un modelo climático que cuenta con una base de datos generada a partir de más de 220 millones de puntos en el espacio con una resolución de 30 arc-segundos (Climate-data.org, 2020). Este modelo utiliza la información proveniente de miles de estaciones climáticas distribuidas en todo el mundo, entre los años 1982 y 2012. Los valores de temperatura para cada sitio se obtuvieron a través de hacer el promedio de las medias mensuales (*i.e.* media, mínima, máxima) registradas entre los años mencionados. El valor de las precipitaciones por sitio se obtuvo de la sumatoria de las medias mensuales registradas entre los mismos años.

Los datos sobre el tipo de clima (*i.e.* perhúmedo a húmedo (PerH), subhúmedo a semiárido (SubSS), semiárido (SemA), árido (A)) para cada sitio fueron tomados del trabajo de Pereyra y colaboradores (2011).

3.3 Otras variables ambientales

Los datos sobre el tipo de vegetación y suelo para cada sitio fueron tomados del trabajo de Pereyra y colaboradores (2011). De acuerdo con lo desarrollado en el capítulo III (*El área de estudio*), la muestra de estudio se caracteriza por tener sitios con los siguientes tipos de vegetación: el bosque denso (Bd), estepa herbácea-arbustiva (Ea) y estepa arbustiva (Ea). En lo que respecta a los tipos de suelos, los sitios se caracterizan por los siguientes tipos de órdenes de suelos: entisoles/molisoles (EM), aridisoles/ entisoles (AE) y andisoles/ alfisoles/ histosoles/ inceptisoles (AAHI).

Los datos referentes a la altura metros sobre el nivel del mar (msnm), la distancia lateral a cuerpo de agua (DistAgua) y la distancia vertical (DistAguaV) a cuerpo de agua se obtuvieron a través de la aplicación Google Earth Pro-2019, teniendo como referencia (aproximada o precisa, ver Tabla 5.3 en capítulo V *Materiales*) la ubicación del sitio. DistAgua se determinó midiendo en metros, con la regla que ofrece la aplicación, la distancia desde la ubicación del sitio (aproximada o precisa) al curso de agua más cercano o principal. DistAguaV se obtuvo de la resta entre el dato altitudinal del sitio (msnm) y el del río. DistAgua y DistAguaV se utilizaron como proxies de la interacción de los restos con el agua subterránea (a mayor cercanía a un cuerpo de agua, mayor es la probabilidad de que los restos estén expuestos al menos temporariamente al contacto con el agua). De acuerdo con trabajos previos, en sedimentos en los que hay una constante fluctuación del nivel freático (régimen de recarga) y/o constante flujo de agua (régimen de flujo), los restos óseos no presentan buena preservación (Pike, Nielsen-Marsh, & Hedges, 2001; Turner-Walker, 2008). Por su parte, en los regímenes de difusión, en los que los restos están enterrados en suelos saturados (en contacto con la freática) y/o resistentes al flujo de agua (suelos arcillosos), estos presentan mejores condiciones de preservación (Turner-Walker, 2008). El efecto de cada régimen está moderado a su vez por la cantidad de agua que interviene.

Para los análisis multivariados, la variable geomorfología representó el ambiente geomorfológico para cada uno de los sitios, tomado de Pereyra y colaboradores (2011). Se utilizaron las siguientes posibilidades según la zona

geomorfológica donde se ubican los sitios: Volcánico/Fluvial (VF), Fluvial (F), Glacial (G).

Por último, el lugar de emplazamiento para cada sitio se definió de acuerdo con la disponibilidad de información con respecto a su ubicación (ver Tabla 5.3 en capítulo V *Materiales*).

3.4 Arqueológicas

Para los análisis multivariados por sitio se utilizaron fechados publicados en trabajos previos. En aquellos sitios con más de un fechado se utilizó el punto medio entre el valor mayor y el menor (*i.e.* entre el fechado más antiguo y el más reciente; *Cronología inferida*, Tabla 6.6). Para los análisis a nivel individuo intersitios se completaron los casos sin fechados con el punto medio entre los valores mayor y menor del mismo sitio. En el caso de los análisis intrasitio (*i.e.* Aquihuecó) se utilizaron solamente individuos con fechados (*Cronología por fechado Radiocarbónico*, Tabla 6.6). La mayor parte de las cronologías recientes fueron inferidas por asociación con material cultural como caballo, hierro o vidrio. En esos casos se asignó la categoría cronológica “Postcontacto”. El resto de las variables arqueológicas se encuentran en la Tabla 5.3 del capítulo V *Materiales*.

Tabla 6.6 *Listado de fechados utilizados para los análisis multivariados, inferidos y obtenidos por fechados radiocarbónicos.*

Sitio/ Individuo	Cronología por fechado radiocarbónico	Cronología inferida	Referencias bibliográficas
Alq		Postcontacto	Gordón y Novellino, 2017
Aqh - Conj.2 - Ind1		3977	Della Negra y Novellino, 2005; Perez et al., 2009
Aqh - Conj.2 - Ind2		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent I		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent II		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent III		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent IV Esqueleto 1		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent IV Esqueleto 2		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009

Aqh - Ent V - Ind 1		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent V - Ind 2		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent V - Ind 3		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent VI		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent VII		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XV		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XVI - Ind1	3817		Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XVI - Ind2		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XVII		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XVIII		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XIX - Ind 1 y 2		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XX		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXI		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXII	4050		Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXIII	4172		Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXVIII		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXIX		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ent XXX		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 24		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 26		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 27	4280		Gordón et al., 2019
Aqh - Ind 30		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 31		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 32		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 33	4045		Gordón et al., 2019
Aqh - Ind 34	4304		Gordón et al., 2019
Aqh - Ind 35		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 36 A		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 36 C		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 37		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 38		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 39		3977	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009
Aqh - Ind 40	4165		Gordón et al., 2019

ChA - Ind 1	330		Gordón et al., 2019
ChA - Ind 2		330	
ChB - Ind 1		450	Della Negra y Novellino, 2002
ChB - Ind 2		450	
ChM	2449		Gordón et al., 2019
Chor	1152		Gordón et al., 2019
CM - Ent IV- Ind V		Postcontacto	Biset y Varela, 1991; Hajduk et al., 2000
CM - Ind VIII		Postcontacto	Biset y Varela 1991; Hajduk et al., 2000
CM - Ent I - Ind IX		Postcontacto	Biset y Varela 1991; Hajduk et al., 2000
EP		Postcontacto	Béguelin y Vazquez, 2015
Gde		670	Della Negra, Claudia; Novellino, 2002
Gde		670	
HL - Cuadr Y		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 1 - Cuadr 2		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 1 - Cuadr 4		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 2 - Cuadr 1		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 3 - Cuadr1/1B		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 3 - Cuadr 2		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 4 - Cuadr 1	4016		Gordón et al., 2019
HL - Ind 5 - Cuadr 1A		3898	Della Negra et al., 2014
HL - Ind 7 - Cuadr 1/1B		3898	Della Negra et al., 2014
HL- Ind 6 - Cuadr 1B		3898	Della Negra et al., 2014
Kil		Postcontacto	Gordón y Novellino, 2017
LdL		740	Cúneo, 2004; Cúneo et al., 2016; Della Negra, 2005
LdL		740	
MI	1770		Gordón et al., 2019
Mic	1870		Lema et al., 2012
MM - Ind 1		3270	Gordón et al., 2013
MM - Ind 2		3270	
Pie	229		Gordón et al., 2019
Pllo		710	Hajduk y Cúneo 1997-1998; Della Negra y Novellino 2002 (Hajduk y Biset, 1996)

Rco - Ind 1 - Estr 1		Postcontacto	Béguelin et al., 2017
Rco - Ind 1 - Estr 2		Postcontacto	
Rco - Ind 1 - Estr 3		Postcontacto	
Rco - Ind 4		Postcontacto	
SR	190		Della Negra ms; Della Negra, 2005

4. Análisis de datos

El abordaje estadístico de esta tesis comprende una serie de métodos de acuerdo con la complejidad de los datos. Sintéticamente, se cuenta con un conjunto de variables dependientes o descriptores, que son las “variables tafonómicas” (MPO, LPD, LP, COL, AGR, ESC, CORR, IRO, IFO2), y variables explicativas, que pueden dividirse entre intrínsecas (sexo y edad) y extrínsecas o ambientales en sentido amplio, que se pueden agrupar en aquellas que caracterizan la matriz sedimentaria en la que se hallaron los restos o “variables sedimentológicas” (pH, MO, P, CO3, tamaño dominante de grano y selección); ecoambientales (climáticas como TMA, TMIN, TMAX y PreMedAn y tipo de clima; vegetación, tipo de suelo, msnm, distancia a cuerpos de agua, geomorfología) y arqueológicas (cronología, tipo de entierro, estructura de entierro, lugar de emplazamiento y tipo de sitio). Las variables ambientales *s.l.* no están disponibles para todos los sitios en todos los casos. Asimismo, algunas variables no fueron incluidas en los análisis estadísticos debido a que tienen poca representación (muchos datos perdidos) y escasa variación (“Tipo de entierro”, “Estructura de enterramiento”, “Lugar de emplazamiento”). Por último, debido a los escasos sitios con restos óseos humanos depositados en cuevas (n=2) y aleros (n=2) la hipótesis de que sus restos presentan mejor estado de preservación que los sitios a cielo abierto no pudo ser evaluada con métodos estadísticos.

Las estrategias de análisis debieron acomodarse a las características de los datos y su disponibilidad en cada caso. Para la evaluación general a nivel de sitio, se optó por una estrategia de análisis indirecto (*indirect gradient analysis* en el sentido de Legendre y Legendre, 2012; Borcard et al., 2018). Esta consiste en la realización de un método de ordenamiento conocido como escalamiento multidimensional no

métrico (nMDS en dos dimensiones con distancia de Manhattan), para luego comparar los resultados de dicha ordenación (*i.e.* los ejes) con las variables ambientales *s.l.* Para la descripción de la estructura del ordenamiento, se calcularon correlaciones de Spearman entre cada uno de los ejes y las variables tafonómicas utilizadas, con el objetivo de inferir cuál/es de esas variables realizan aportes para la ordenación. Se descartó el uso del análisis de componentes principales para el ordenamiento (o el análisis de redundancia para la comparación con las variables ambientales) debido a que los datos no se ajustan a una distribución normal multivariada.

Los datos obtenidos fueron abordados con métodos estadísticos uni, bi y multivariados de manera exploratoria (estadísticas descriptivas y gráficos). Se utilizaron los programas estadístico libre como PAST (Hammer et al., 2001) y R (R Core Team, 2014). Para el caso de los sitios que cuentan con más de un individuo, los resultados fueron promediados primero para cada individuo (promedio de todos los restos óseos evaluados) y luego por sitio.

En los análisis bivariados en los que se detectó un patrón no lineal se transformaron los datos previos a calcular las correlaciones. En las variables medidas de cuantificación y modificaciones óseas macroscópicas se aplicó la transformación del arcoseno de la raíz cuadrada del valor de la variable. Posteriormente se realizó nuevamente el gráfico para evaluar el resultado.

Las comparaciones univariadas se realizaron por medio del análisis de la varianza (ANOVA) y, en el caso de hallar diferencias significativas, se realizaron comparaciones pareadas con el método de Tukey. En los casos en los que los datos presentan apartamientos importantes de los supuestos (heterogeneidad de varianzas entre grupos o patrones claramente no normales), los datos fueron analizados con el método no paramétrico equivalente basado en los rangos (Kruskall Wallis con la prueba de Dunn con la corrección de Bonferroni). Datos con pequeños apartamientos de la normalidad en presencia de homogeneidad de varianzas fueron abordados con ANOVA, en tanto este método es robusto para este tipo de situaciones (Mendenhall et al., 2008).

Referencias bibliográficas

- Acsádi, G., Nemeskéri, J. (1970). *History of Human Lifespan and Mortality*. Akademiai Kiado, Budapest.
- Andrews, P. (1990). *Owls, caves and fossils*. London: The University of Chicago Press.
- Aranda, C., Barrientos, G., Del Papa, M. C. (2007). Código deontológico para el estudio, conservación y gestión de restos humanos de poblaciones del y pasado. *Revista Argentina de Antropología Biológica* 16(2): 111-113.
- Barrientos, G., Goñi, R., Zangrando, A., Papa, M. Del, Guraieb, S. G., Arregui, M. J., & Negro, C. (2007). Human Taphonomy in Southern Patagonia: a view from the Salitroso Lake Basin (Santa Cruz, Argentina). En A. Gutiérrez, L. Miotti, G. Barrientos, G. Mengoni Goñalons, & M. Salemme (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 187-201). Oxford: BAR International Series 1601. Archaeopress.
- Béguelin, M., & Gonzalez, P. (2008). Estimación del sexo en poblaciones sudamericanas mediante funciones discriminantes para el fémur. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 10(2), 55-70.
- Béguelin, M., Lotto, F., & González, P. (2011). Estimación del sexo en cazadores-recolectores de Sudamérica a partir de variables métricas del húmero. *Intersecciones en Antropología*, (12), 61-68.
- Béguelin, Marien, Gordón, F., Vazquez, R., & Bernal, V. (2017). *Informe preliminar de los materiales arqueológicos y bioarqueológicos recuperados en el sitio Remeco I. Dpto. Aluminé (Pcia. del Neuquén)*. Neuquén.
- Béguelin, Marien, & Vazquez, R. (2015). *Informe preliminar de los materiales recuperados en el sitio Chacra Álvarez, Dpto. Chos Malal (Pcia. del Neuquén)*. Neuquén.
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150-162. <https://doi.org/10.2307/2400283>
- Bello, S. M., Thomann, A., Signoli, M., Dutour, O., & Andrews, P. (2006). Age and sex bias in the

- reconstruction of past population structures. *American Journal of Physical Anthropology*, (129), 24-38. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20243>
- Biset, A. M., & Varela, G. (1991). El sitio arqueológico de Caepe Malal. Una contribución para el conocimiento de las sociedades indígenas del noroeste neuquino en el siglo XVIII. En M. T. Boschín (Ed.), *Cuadernos de investigación. Arqueología y Etnohistoria de la Patagonia Septentrional*. (pp. 18-35). Tandil: IEHS.
- Bromage, T. G. (1984) Interpretation of Scanning Electron Microscopic Images of Abraded Forming Bone Surfaces. *American Journal of Physical Anthropology* 64: 161-178.
- Brooks, S., & Suchey, M. (1990). Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsàdi y Nemeskéri and Suchey-Brooks Methods. *Human Evolution*, (5), 227-238.
- Bukistra, J. E., & Ubelaker, D. H. (1994). *Standards for data collection from human skeletal remains*. (J. E. Buikstra & D. H. Ubelaker, Eds.), *Standards for data collection from human skeletal remains*. Fayetteville, Arkansas: Arkansas Archeological Survey Research Series 44.
- Climate-data.org. (2020). Climate-data.org. Recuperado de <https://es.climate-data.org/>
- Cuneo, E. (2004). Huellas del pasado , miradas del presente : la construcción social del patrimonio. *Intersecciones en Antropología* 5:, 5(8300), 81-94.
- Cúneo, E. M., Hajduk, A., Novellino, P. S., & Azar, P. F. (2016). Rescate de un cementerio de cazadores-recolectores prehispánicos : sitio Loma de la Lata 1 (provincia del, 315-325.
- Della Negra, Claudia; Novellino, P. (2002). Nuevos Estudios Sobre Los Antiguos Habitantes De La Cuenca Del Río Limay: Sitio Grande, Departamento Picun Leufú, Provincia del Neuquén. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXVII, 101-113.
- Della Negra, C. (2005). Sitios arqueológicos con restos óseos humanos en la provincia del Neuquén, su relevancia y análisis comparativo. En *Libro de resúmenes. Actas IV Congreso Regional de Historia del Neuquén*. Junín de los Andes.
- Della Negra, C. E., & Novellino, P. S. (2005). «Aqui huecó»: Un Cementerio Arqueológico, En El Norte De La Patagonia, Valle Del Curi Leuvú - Neuquén, Argentina. *Magallania (Punta Arenas)*, 33(2), 165-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442005000200011>

- Della Negra, Claudia, Novellino, P., Gordón, F., Vazquez, R. C., Béguelin, M., & Bernal, V. (2014). Áreas de entierro en Noroeste de Patagonia: sitio Hermanos Lazcano (Chos Malal, Neuquén). *Runa*, 1, 5-20.
- Fernández-Jalvo, Y., y Andrews, P. (1992). Small mammal taphonomy of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos), Spain. *Journal of Archaeological Science*, 19, 407-428.
- Fernández-Jalvo, Y., y Andrews, P. (2016). *Atlas of Taphonomic Identifications. 1001+Images of fossil and recent mammal bone modification*. (D. Eric & S. Eric, Eds.) (Vertebrate). Dordrecht Heidelberg New York London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7432-1>.
- Fernández-Jalvo, Y., Denys, C., Andrews, P., Williams, T., Dauphin, Y., y Humphrey, L. (1998). Taphonomy and palaeoecology of Olduvai Bed I (Pleistocene, Tanzania). *Journal of Human Evolution*, 34, 137-172.
- Fernández López, S. R. (2000). *Temas de Tafonomía*. Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid. 167 págs.
- García Guraieb, S., Guichón Fernández, R., Morlesín, M., Dibernardi, M., Goñi, R. (2019). Evaluación de sesgos y aspectos paleodemográficos de la serie osteológica de chenques tardíos del lago Salitroso (Santa Cruz, Argentina). Libro de resúmenes XIV Jornadas Nacionales de Antropología Biológica: 38. Jujuy, Argentina.
- Garizoain, G., Petrone, S., Mancuso, R. G., Plischuk, M., Desántolo, B., Inda, A. M., & Salceda, S. A. (2016). Análisis de preservación ósea y dentaria en dos grupos etarios: Su importancia en el estudio de conjuntos esqueléticos. *Intersecciones en Antropología*, 17(3), 353-362.
- Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, D., Della Negra, C., Vazquez, R. C., Cobos, V. A., & Perez, I. S. (2019). Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones en Antropología*, 20(1), 93-105.
- Gordón, F., Béguelin, M., Vazquez, R. C., Cobos, V., Pucciarelli, H. M., & Bernal, V. (2013). EL " HOMBRE FÓSIL DE MATA MOLLE " (NEUQUÉN , ARGENTI- TEXTO DE LAS POBLACIONES DE PATAGONIA Y SUDAMÉRICA. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 15(1), 77-89.
- Gordón, F., & Novellino, P. (2017). Patrones paleodietarios en el noroeste de la Patagonia

- Argentina durante el Holoceno tardío: bioindicadores de salud bucal e isótopos estables en restos óseos humanos. En F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (Eds.), *El poblamiento humano del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento y perspectivas*. (1a ed., pp. 145-166). Buenos Aires: Aspha Ediciones.
- Grayson, D. K. (1984). *Quantitative Zooarchaeology. Topics in the Analysis of Archaeological Faunas*. Orlando: Academic Press.
- Grupe, G., & Dreses-Werringloer, U. (1993). Decomposition phenomena in thin sections of excavated human bones. En G. Grupe & A. N. Garland (Eds.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis*. (pp. 27-36). Berlin: Springer.
- 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(4), 125-135.
- (2019). Análisis bioarqueológico de individuos subadultos en la costa norte del golfo San Matías (Río Negro): Explorando la preservación y la integridad anatómica. En *Arqueología de la Patagonia: el pasado en las arenas*: 481-491, Cenpat.
- Guichón Fernández, R. y García Guraieb, S. (2019). Ranking de supervivencia de elementos óseos de subadultos menores de 10 años en Lago Salitroso (Santa Cruz): implicaciones en la elección de métodos de asignación de sexo y estimación de la edad. En Fabra, M. (Eds.) *Metodologías para el estudio de restos esqueléticos en Argentina: actualizaciones de nuevas perspectivas*: 237-269. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades, eReader.
- Hajduk, A., & Biset, A. M. (1996). El sitio arqueológico Caepe Malal I (cuenca del río Curí Leuvú, provincia de Neuquén). En J. Gómez Otero (Ed.), *Sólo Patagonia* (pp. 77-87). Puerto Madryn: CENPAT-CONICET.
- Hajduk, A., Cuneo, E., Albornoz, A. M., Della Negra, C., & Novellino, P. (2000). Nuevas investigaciones desarrolladas en el sitio Caepe Malal I (cuenca del Curí Leuvú, departamento Chos Malal, provincia de Neuquén). En *Desde el País de los Gigantes. Perspectivas arqueológicas en Patagonia*. (pp. 297-313).
- Hollund, H. I., Jans, M. M. E., Collins, M. J., & Kars, S. M. (2012). What happened here? Bone

- histology as a tool in decoding the postmortem histories of archaeological bone from Castricum, The Netherlands. *International Journal of Osteoarchaeology*, (22), 537-548.
- Jans, M. M. E., Kars, H., Nielsen--Marsh, C. M., Smith, C. I., Nord, a G., Arthur, P., & Earl, N. (2002). In situ preservation of archaeological bone: a histological study within a multidisciplinary approach. *Archaeometry*, 44(3), 343-352. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00067>
- Johnson, E. (1985). Current developments in bone technology. En M. B. Schiffer (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* (pp. 157-235). New York: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-003108-5.50010-5>
- Laafar, S. (1994). L'apport de la microscopie optique a l'étude des ossements de milieu karstique. En M. Patou-Mathis (Ed.), *Outils peu élaborés en os et bois de cervidés IV, 6^e table ronde Taphonomie*. Treignes: Éditions du Cédarc.
- Lema, V. S., Della Negra, C., & Bernal, V. (2012). Explotación de recursos vegetales silvestres y domesticados en Neuquén: implicancias del hallazgo de restos de maíz y algarrobo en artefactos de molienda del holoceno tardío. *Magallania (Punta Arenas)*, 40(1), 229-247. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442012000100013>
- Loth, S., & Henneberg, M. (2001). Sexually dimorphic mandibular morphology in the first few years of life. *American Journal of Physical Anthropology*, (115), 179-186.
- Lovejoy, C., Meindl, R., Pryzbeck, T., & Mensforth, R. (1985). Chronological methamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, (68), 15-28.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Press, Cambridge University.
- Lyman, R. L. (2008). *Quantitative Paleozoology*. New York: Cambridge University Press.
- Maggiano, C. M., Maggiano, I. S., Tiesler, V. G., Chi-Keb, J. R., & Stout, S. D. (2016). Methods and theory in bone modeling drift: Comparing spatial analyses of primary bone distributions in the human humerus. *Journal of Anatomy*, 228(1), 190-202. <https://doi.org/10.1111/joa.12383>
- Martínez, G., & Flensburg, G. (2018). Nuevos contextos funerarios en la transición pampeano-patagónica (Pcia. de Buenos Aires, Argentina): aportes al holoceno medio y tardío inicial.

Chungara Revista de Antropología Chilena, 1-18.

- Meindl, R. S., & Lovejoy, O. (1985). Ectocranial suture closure: A revised method for the determination of skeletal age at death and blind tests of its accuracy. *American Journal of Physical Anthropology*, 66(68), 57-66.
- Mengoni Goñalons, G. L. (2010). Zooarqueología en la práctica: algunos temas metodológicos. *Xama*, (19), 83-113.
- Molleson, T., Cruse, K., & Mays, S. (1998). Some sexually dimorphic features of the human juvenile skull and their value in sex determination in immature skeletal remains. *Journal of Archaeological Science*, 25(8), 719-728.
- Navarro, T. G., Jannello, M., Cerda, I. A., Béguelin, M., & Vazquez, R. (2018). Protocolo para la preparación de secciones delgadas sin descalcificar de tejido óseo humano. *Revista del Museo de Antropología*, 11(1), 121-126.
<https://doi.org/10.31048/1852.4826.v11.n1.17007>
- Olsen, S. L., & Shipman, P. (1988). Surface modification on bone: trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, (15), 535-553.
- Pereyra, F. X., Irisarri, J. A., & Ferrer, J. A. (2011). Suelos: factores de formación , procesos pedogenéticos y distribución. En *Neuquén* (pp. 871-880).
- Perez, S. I., Della Negra, C., Novellino, P., Gonzalez, P., Bernal, V., Cuneo, E., & Hajduk, A. (2009). Deformaciones artificiales del cráneo en cazadores-recolectores del Holoceno Medio-Tardío el Noroeste de Patagonia. *Magallania (Punta Arenas)*, 37(2), 7-20.
<https://doi.org/10.4067/S0718-22442009000200005>
- Piepenbrink, H. (1986). Two examples of biogenous dead bone decomposition and their consequences for taphonomic interpretation. *Journal of Archaeological Science*, 13, 417-430.
- Pike, A. W. G., Nielsen-Marsh, C., & Hedges, R. E. M. (2001). Modelling bone dissolution under different hydrological regimes. En A. R. Millard (Ed.), *Archaeological Sciences '97. Proceedings of the conference held at the University of Durham 2nd - 4th September 1997* (pp. 127-132). Oxford: British Archaeological Reports, International Series 939. Archaeopress.

Rafael, S., & López, F. (2000). Temas de Tafonomía.

Scheuer, L., & Black, S. (2000). *Developmental Juvenile Osteology*. Londres: Academic Press.

Schutkowski, H. (1993). Sex determination of infant and juvenile skeletons: I. Morphognostic features. *American Journal of Physical Anthropology*, (90), 199-205.

Shipman, P. (1981). *Life History of a Fossil*. Cambridge University Press: Harvard.

(1988) Actualistic Studies of Animal Resources and Hominid Activities. En: *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*, editado por S. L. Olsen, pp. 261-285. British Archaeological Reports International Series 452.

Shipman, P. y J. J. Rose (1988) Bone Tools: An Experimental Approach. En: *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*, editado por S. L. Olsen, pp. 303-335. British Archaeological Reports International Series 452.

Singh, I. J., & Gunberg, D. L. (1970). Estimation of age at death in the human males from quantitative histology of bone fragment. *American Journal of Physical Anthropology*, 33(3), 373-392.

Turner-Walker, G. (2008). The Chemical and Microbial Degradation of Bones and Teeth. *Advances in Human Palaeopathology*, 3-29. <https://doi.org/10.1002/9780470724187.ch1>

Villa, P., & Mahieu, E. (1991). Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*, 21(1), 27-48. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(91\)90034-S](https://doi.org/10.1016/0047-2484(91)90034-S)

Weaver, D. (1980). Sex differences in the ilia of a known sex and age sample of fetal and infant skeletons. *American Journal of Physical Anthropology*, (52), 191-195.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS

Introducción

Este capítulo se organiza en tres partes: 1- Descripción de los efectos tafonómicos (variables tafonómicas, comprendidas como variables dependientes o variables respuesta). 2- Descripción de las variables explicativas estudiadas en este trabajo. 3- Inferencias acerca de la explicación de los patrones tafonómicos hallados.

1. Análisis descriptivo de los efectos tafonómicos

La base de datos del análisis de cuantificación ósea y del relevamiento de las modificaciones óseas por hueso se encuentran disponibles en el siguiente enlace (<https://drive.google.com/open?id=1bH1mUktTB3Oz10L3FtjfhVI2KS01NcZB>). No fueron incluidas en el manuscrito debido a sus tamaños.

1.1 Cuantificación ósea

Los resultados de los análisis de cuantificación ósea (medidas de cuantificación ósea e índices de representación y fragmentación ósea) por individuo y por sitio se presentan en la Tabla 7.1 y Tabla 7.2, respectivamente.

Tabla 7.1 Resultados de las medidas de cuantificación ósea (NISP, NUSP, NSP, MNE, MNI) e índices de representación y fragmentación ósea (IRO, IFO, IFO2) por individuo. En los casos de sitios con MNI >1 y en los que las colecciones no estaban organizadas por individuos los resultados están unificados en una fila. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Individuo	NISP					NUSP	NSP	MNE	MNI	NEE	IRO	IFO	IFO2
		Dcha	Izq	Axial	Indet	Total								
Alq		64	69	30	23	186	30	216	164	1	186	0,88	0,88	0,76
Aqh	Ent I	34	30	27	21	112	34	146	54	1	303	0,18	0,48	0,37
Aqh	Ent II	14	14	10	60	98	45	143	50	1	315	0,16	0,51	0,35
Aqh	Ent III	21	22	12	34	89	40	129	63	1	186	0,34	0,71	0,49

Aqh	Ent IV - Ind 1	25	32	17	71	146	50	196	76	1	186	0,41	0,52	0,39
Aqh	Ent IV - Ind 2	1	0	0	91	92	2	94	33	1	256	0,13	0,71	0,35
Aqh	Ent V - Ind 1	8	7	1	38	54	21	75	33	1	303	0,11	0,52	0,44
Aqh	Ent V - Ind 2	5	3	0	8	16	2	18	13	1	315	0,04	0,71	0,72
Aqh	Ent V - Ind 3	1	5	0	4	10	6	16	5	1	329	0,02	0,52	0,31
Aqh	Ent VI	22	29	4	22	77	73	150	57	1	186	0,31	0,74	0,38
Aqh	Ent VII	39	33	27	74	173	0	173	98	1	186	0,53	0,57	0,57
Aqh	Ent XV	4	5	0	132	140	0	140	33	1	256	0,13	0,24	0,24
Aqh	Ent XVI - Ind 1	63	54	19	121	257	50	307	106	1	186	0,57	0,41	0,35
Aqh	Ent XVI - Ind 2	2	1	0	0	3	0	3	3	1	256	0,01	1,00	1,00
Aqh	Ent XVII	6	2	0	106	114	36	150	13	1	256	0,05	0,11	0,09
Aqh	Ent XVIII	3	4	0	19	26	60	86	15	1	256	0,06	0,58	0,17
Aqh	Ent XIX - Ind 1 y 2	52	55	47	152	306	424	730	143	2	372	0,38	0,47	0,20
Aqh	Ent XX	8	18	1	8	35	0	35	35	1	186	0,19	1,00	1,00
Aqh	Ent XXI	23	25	18	17	83	60	143	48	1	186	0,26	0,58	0,33
Aqh	Ent XXII	11	20	30	19	80	0	80	34	1	303	0,11	0,43	0,44
Aqh	Ent XXIII	47	25	30	268	370	80	450	118	1	186	0,63	0,32	0,26
Aqh	Ent XVIII	4	4	2	11	21	19	40	11	1	186	0,06	0,52	0,28
Aqh	Ent XXIX	4	3	1	84	92	60	152	16	1	256	0,06	0,17	0,11
Aqh	Ent XXX	3	3	0	0	6	0	6	6	1	329	0,02	1,00	1,00
Aqh	Ind 1 (conj. 2)	48	50	25	4	127	78	205	64	1	303	0,21	0,50	0,31
Aqh	Ind 2 (conj. 2)	4	2	0	0	6	0	6	5	1	315	0,02	0,83	0,83
Aqh	Ind 24	28	21	26	33	108	0	108	54	1	186	0,29	0,50	0,50
Aqh	Ind 26	79	134	51	70	334	21	355	122	1	303	0,40	0,37	0,34
Aqh	Ind 27	55	65	29	35	184	0	184	126	1	186	0,68	0,68	0,68
Aqh	Ind 30	67	74	21	47	209	0	209	86	1	186	0,46	0,41	0,41
Aqh	Ind 31	50	43	30	26	149	0	149	113	1	186	0,61	0,76	0,76
Aqh	Ind 32	9	15	9	40	73	26	99	34	1	315	0,11	0,47	0,34
Aqh	Ind 33	47	83	39	31	200	0	200	131	1	186	0,70	0,66	0,66
Aqh	Ind 34	40	52	49	89	230	40	270	114	1	186	0,61	0,50	0,42
Aqh	Ind 35	35	16	44	81	176	0	176	56	1	329	0,17	0,32	0,30
Aqh	Ind 36 A	11	14	3	97	116	0	125	38	1	333	0,11	0,29	0,30
Aqh	Ind 36 C	6	1	1	38	46	8	54	27	1	333	0,08	0,59	0,50
Aqh	Ind 37	8	16	6	67	97	19	113	28	1	315	0,09	0,32	0,25
Aqh	Ind 38	43	49	46	43	181	0	181	105	1	186	0,56	0,58	0,58
Aqh	Ind 39	0	0	9	9	18	56	74	13	1	333	0,04	0,72	0,18
Aqh	Ind 40	35	49	43	22	149	70	219	90	1	186	0,48	0,60	0,41
Aqh	superficie	0	0	0	0	1772	7086	8858	1124	21	4184	0,27	0,63	0,13
Cay		31	40	14	26	111	7	118	70	3	558	0,13	0,63	0,59
CH		22	7	7	2	38	0	38	29	8	1488	0,02	0,76	0,76
CH		0	2	0	0	2	0	2	2	1	256	0,01	1,00	1,00
ChA	Ind 1	133	241	78	91	539	46	589	166	1	186	0,89	0,31	0,28

ChA	Ind 2	9	10	4	33	56	16	72	33	1	256	0,13	0,92	0,63
ChB	Ind 1	56	54	6	8	124	0	124	120	1	186	0,65	0,97	0,97
ChB	Ind 2	4	4	0	5	13	0	13	13	1	186	0,07	1,00	1,00
ChM		8	19	123	17	178	11	180	13	1	186	0,07	0,08	0,07
Chor		11	9	10	9	39	2	41	28	1	186	0,15	0,72	0,68
CM	Ent IV - Ind V	11	10	2	4	27	0	27	18	1	186	0,10	0,67	0,67
CM	VIII	43	17	28	0	88	0	88	76	1	186	0,41	0,86	0,86
CM	Ent I - Ind IX	37	40	23	57	158	0	157	129	1	186	0,69	0,82	0,82
CRk		0	1	0	1	2	0	2	2	1	186	0,01	1,00	1,00
EP		2	5	3	4	14	0	14	11	1	186	0,06	0,79	0,79
Gde	adultos	16	16	10	31	73	85	156	50	2	372	0,13	0,70	0,32
Gde	subadulto	0	0	1	0	1	0	1	1	1	256	0,00	1,00	1,00
HL	Ind 1 - Cuadr 2	5	5	6	8	24	41	65	11	1	186	0,06	0,46	0,17
HL	Ind 2 - Cuadr 1	14	13	13	2	42	51	93	8	1	303	0,03	0,19	0,09
HL	Ind 3 -Cuadr 1/1B	2	0	0	6	8	37	45	2	1	186	0,01	0,25	0,04
HL	Ind 3 - Cuadr 2	1	33	6	47	87	34	121	15	1	186	0,08	0,17	0,12
HL	Ind 7 -Cuadr 1/1B	0	0	5	20	25	17	42	3	1	303	0,01	0,12	0,07
HL	Ind 4 - Cuadr 1	19	12	5	4	40	12	52	14	1	186	0,08	0,35	0,27
HL	Ind 5 - Cuadr 1A	31	22	5	41	99	41	140	22	1	186	0,12	0,22	0,16
HL	Ind 6 - Cuadr 1B	12	27	6	0	45	14	59	6	1	186	0,03	0,13	0,10
HL	Ind 1 - Cuadr 4	12	8	4	18	41	70	112	16	1	186	0,09	0,39	0,14
HL	Cuadr Y	0	0	5	52	54	79	133	16	1	186	0,09	0,29	0,12
HL	superficie	0	0	0	0	0	154	154						
Hue		3	3	4	0	10	0	10	10	1	186	0,05	1,00	1,00
Kil		10	14	7	2	33	12	45	27	1	186	0,15	0,82	0,60
LdL	adulto	22	28	37	95	182	129	311	132	2	372	0,35	0,73	0,42
LdL	subadulto	16	13	26	30	85	12	97	50	3	975	0,05	0,59	0,52
LZ		8	11	17	35	71	59	130	38	1	186	0,20	0,54	0,29
MI		11	5	11	2	29	0	29	27	1	256	0,11	0,93	0,93
Mic		3	2	4	0	9	0	9	9	1	186	0,05	1,00	1,00
Mil		13	13	0	10	36	1	37	26	1	186	0,14	0,72	0,70
MM	Ind 1	15	20	13	45	93	0	93	54	1	186	0,29	0,57	0,57
MM	Ind 2	3	2	0	0	5	0	5	5	1	186	0,03	1,00	1,00
Pie		32	23	30	10	95	9	104	88	1	186	0,47	0,94	0,85
PIH		35	40	33	28	136	25	161	99	1	186	0,53	0,73	0,61
Plo		55	49	34	40	178	0	178	162	4	744	0,22	0,91	0,91
Rco	Ind 1 - Estruct 1	3	3	1	8	14	0	14	9	1	186	0,05	0,64	0,64

Rco	Ind 1 - Estruct 2	8	7	4	4	23	0	23	23	1	186	0,12	1,00	1,00
Rco	Ind 1 - Estruct 3	2	0	0	7	9	0	9	6	1	256	0,02	0,67	0,67
Rco	Ind 4	6	6	3	0	15	0	15	15	1	186	0,08	1,00	1,00
RSau		16	14	14	41	85	50	135	50	1	186	0,27	0,59	0,37
Sau		43	38	43	28	152	20	172	140	3	558	0,25	0,92	0,81
SB		2	2	3	2	9	0	9	8	1	186	0,04	0,89	0,89
SR		11	14	12	6	43	11	54	25	1	186	0,13	0,58	0,46
VC		5	5	3	5	18	20	38	13	2	372	0,03	0,72	0,34
Total		1830	2054	1370	2999	10021	9561	19582	5447	130	27979	0,19	0,54	0,28

Tabla 7.2 Resultados de las medidas de cuantificación ósea (NISP, NUSP, NSP, MNE, MNI) e índices de representación y fragmentación ósea (IRO, IFO, IFO2) por sitio. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	NISP					NUSP	NSP	MNE	MNI	NEE	IRO	IFO	IFO2
	Dcha	Izq	Axial	Indet	Total								
Alq	64	69	30	23	186	30	216	164	1	186	0,88	0,88	0,76
Aqh	965	1078	677	2092	6584	8466	15050	3393	62	14330	0,24	0,71	0,23
Cay	31	40	14	26	111	7	118	70	3	558	0,13	0,63	0,59
CH	22	9	7	2	40	0	40	39	9	1744	0,02	0,98	0,98
ChA	142	251	82	124	579	62	661	199	2	442	0,45	0,33	0,31
ChB	60	58	6	13	137	0	137	133	2	372	0,36	0,97	0,97
ChM	8	19	123	17	167	11	178	13	1	186	0,07	0,08	0,07
Chor	11	9	10	9	39	2	41	28	1	186	0,15	0,72	0,68
CM	91	67	53	61	272	0	272	223	3	558	0,40	0,82	0,82
CRk	0	1	0	1	2	0	2	2	1	186	0,01	1,00	1,00
EP	2	5	3	4	14	0	14	11	1	186	0,06	0,79	0,79
Gde	16	16	11	31	74	85	159	51	3	628	0,08	0,69	0,32
HL	96	120	55	198	466	550	1016	113	10	2094	0,05	0,24	0,11
Hue	3	3	4	0	10	0	10	10	1	186	0,05	1,00	1,00
Kil	10	14	7	2	33	12	45	27	1	186	0,15	0,82	0,60
LdL	38	41	63	125	267	141	408	182	5	1347	0,14	0,68	0,45
LZ	8	11	17	35	71	59	130	38	1	186	0,20	0,54	0,29
MI	11	5	11	2	29	0	29	27	1	256	0,11	0,93	0,93
Mic	3	2	4	0	9	0	9	9	1	186	0,05	1,00	1,00
Mil	13	13	0	10	36	1	37	26	1	186	0,14	0,72	0,70

MM	18	22	13	45	98	0	99	59	2	372	0,16	0,60	0,60
Pie	32	23	30	10	94	9	103	88	1	186	0,47	0,93	0,85
PIH	35	40	33	28	136	25	161	99	1	186	0,53	0,73	0,61
Pilo	55	49	34	40	178	0	178	162	4	744	0,22	0,91	0,91
Rco	19	16	8	19	61	0	61	53	4	814	0,07	0,87	0,87
RSau	16	14	14	41	85	50	135	50	1	186	0,27	0,59	0,37
Sau	43	38	43	28	152	20	172	140	3	558	0,25	0,92	0,81
SB	2	2	3	2	9	0	9	8	1	186	0,04	0,89	0,89
SR	11	14	12	6	43	11	54	25	1	186	0,13	0,58	0,46
VC	5	5	3	5	18	20	38	13	2	372	0,03	0,72	0,34
Total	1830	2054	1370	2999	10021	9561	19582	5447	130	27979	0,20	0,66	0,28

Medidas de cuantificación ósea

Para toda la muestra de estudio fueron contabilizados un total de 19582 especímenes óseos humanos (NSP); 10508 (53,61%) especímenes fueron recuperados a través de excavaciones y 9074 (46,38%) de recolecciones superficiales (8858 de Aquihuecó, 154 de Hermanos Lazcano, 52 de Chacra Álvarez y 10 de Huechulafquen).

Del total de especímenes (NSP), 9561 (48,82%) no fueron identificados para un elemento óseo (NUSP) debido a que carecían de partes diagnósticas; en tanto que 10021 (51,17%) especímenes fueron identificados para un elemento óseo (NISP). Con respecto a su identificación, para 3884 (47,06%) especímenes se determinó su lateralidad (*i.e.* NISP derecha; NISP izquierda), no siendo posible para 2999 (36,33%) de ellos (NISP indeterminado), debido a la ausencia de partes diagnósticas para esta determinación. En tanto 1370 (16,60%) especímenes corresponden al esqueleto axial.

El número mínimo de elementos óseos (MNE) para toda la muestra es de 5447, correspondiente a un número mínimo de individuos (MNI) de 130.

Determinación del sexo y estimación de la edad de muerte

La muestra final quedó conformada por 130 individuos de distintas categorías etarias, desde perinatos a adultos seniles, y de ambos sexos. Los individuos adultos representan el 71,53% (n=93) de la muestra; los subadultos, el 26,15% (n= 34) y el

2,30% (n= 3) de los individuos no pudo ser determinado. Para 50 individuos se obtuvo una estimación más precisa (en años) pero en 80 individuos esta estimación resultó en categorías etarias más amplias (subadulto, adulto), debido a la ausencia o destrucción parcial de unidades anatómicas diagnósticas para la edad. La caracterización sexo-etaria para este trabajo fue realizada sobre 34 individuos. Para los individuos restantes esa caracterización había sido realizada previamente por otros autores.

En total 43,07% de los individuos (n=56), fueron determinados en cuanto al sexo, el 7,69% (n= 10) permaneció indeterminado y el 49,23% (n= 64) no observado. Los individuos femeninos y masculinos están representados de manera equilibrada en la muestra de estudio (n= 30, 23,07% y n= 26, 26% respectivamente) (Figura 7.1). En la tabla 7.3 se detalla esta información para toda la muestra, discriminando los resultados alcanzados en este trabajo de los previamente estudiados.

Figura 7.1 Gráfico de mosaico representando la distribución por sexo y categoría etaria (subadultos, adultos) de los individuos que componen la muestra de estudio (n=130).

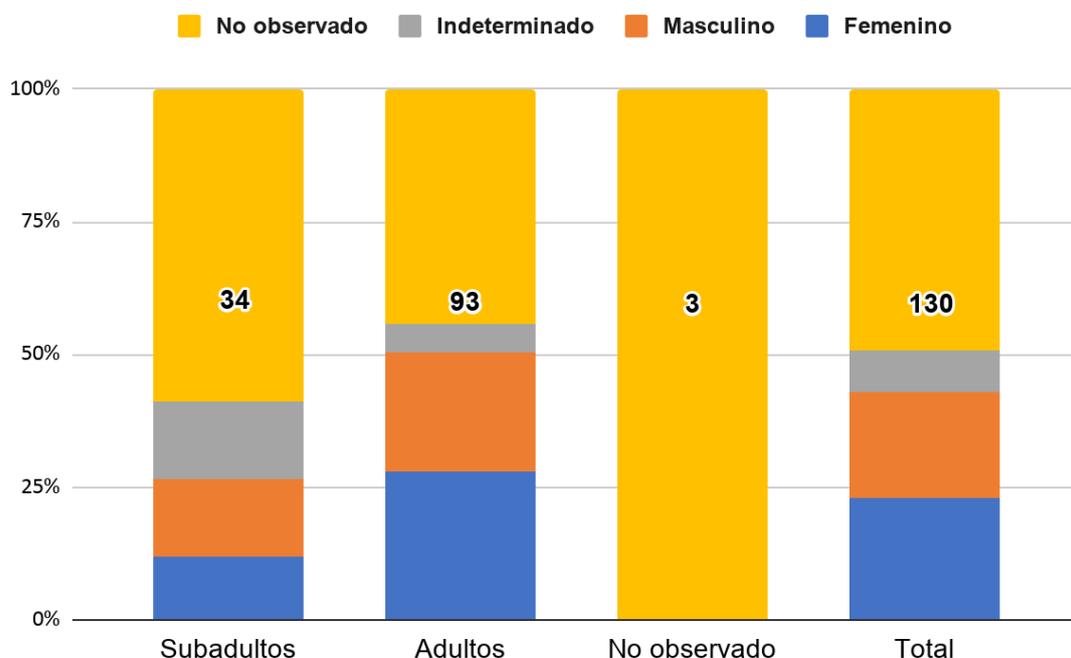


Tabla 7.3 Caracterización sexo-etaria para todos los individuos que componen la muestra. Las referencias bibliográficas y de los sitios pueden consultarse en el capítulo V de Materiales.

Sitio/ Individuo	Sexo	Edad en años	Referencias bibliográficas
Alq	indet	25 - 35	Gordón y Novellino 2017; Novellino, com pers., 2018
Aqh - Conj.2 - Ind1	fem	11 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Conj.2 - Ind2	indet	6 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent I	masc	11±1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent II	indet	8.5 ± 2.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent III	masc	ad	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent IV Esq 1	nd	ad	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent IV Esq 2	nd	0.25 ± 0.25	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent V - Ind 1	nd	~14	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent V - Ind 2	nd	~8	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent V- Ind 3	nd	4±1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent VI	indet	ad	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent VII	masc	42 ± 7	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XIX - Ind 1	fem	21 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XIX - Ind 2	fem	39.5 ± 5.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XV	nd	0.75 ± 0.25	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XVI - Ind1	fem	42 ± 7	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XVI - Ind2	nd	perinato	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XVII	nd	0.62 ± 0.1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XVIII	nd	perinato	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XX	masc	27 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXI	fem	21 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXII	indet	14 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXIII	masc	>50	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXIX	indet	0.08 ± 0.08	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXVIII	indet	25.5 ± 4.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ent XXX	indet	5 ± 0.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 24	fem	32 ± 12	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 26	masc	11 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 27	indet	21 ± 3	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 30	masc	ad	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 31	fem	22 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 32	fem	6 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 33	masc	26.5 ± 1.5	Gordón et al. 2019a

Aqh - Ind 34	masc	32 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 35	masc	5.5 ± 1.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 36 A	fem	3.5 ± 0.5	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 36 C	nd	sub	Este trabajo
Aqh - Ind 37	masc	6 ± 1	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 38	masc	37 ± 2	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 39	indet	~3	Gordón et al. 2019a
Aqh - Ind 40	masc	28.5 ± 1.5	Gordón et al. 2019a
Aqh- Recolección superficial	nd	ad (MNI= 19)	Gordón et al. 2019b
	nd	sub (MNI= 2)	Gordón et al. 2019b
Cay - Ind 1	fem	ad jov	Este trabajo
Cay - Ind 2	fem	ad	Este trabajo
Cay	nd	nd	Este trabajo
ChA - Ind 1	fem	ad jov	Béguelin y Vazquez 2015
ChA - Ind 2	nd	0.1 - 0.25	Béguelin y Vazquez 2015
ChB - Ind 1	masc	ad	Pérez et al. 2016 y este trabajo
ChB - Ind 2	nd	ad	Este trabajo
CH	nd	sub	Este trabajo
CH	fem	ad	Este trabajo
CH	masc	ad	Este trabajo
CH	masc	ad	Este trabajo
CH	nd	ad	Este trabajo
CH	nd	ad	Este trabajo
CH	nd	ad	Este trabajo
CH	nd	ad	Este trabajo
CH	nd	ad	Este trabajo
ChM	nd	ad	Este trabajo
Chor	fem	ad	Este trabajo
CM - Ent IV- Ind V	fem	39 - 50	Este trabajo
CM - Ind VIII	fem	35 - 45	Este trabajo
CM - Ent I - Ind IX	masc	35-45	Hajduk et al. 2000
CRk	nd	nd	Gordón et al. 2019b
EP	nd	ad	Béguelin et al. 2015
Gde	masc	45 - 50	Della Negra y Novellino 2002
Gde	masc	30 - 45	Della Negra y Novellino 2002
Gde	nd	8 o 9	Della Negra y Novellino 2002
HL - Cuadr Y	nd	ad	Vazquez et al. 2016
HL - Ind 1 - Cuadr 2	masc	ad	Della Negra et al. 2014

HL - Ind 1 - Cuadr 4	nd	ad	Vazquez et al. 2016
HL - Ind 2 - Cuadr 1	nd	sub	Della Negra et al. 2014
HL - Ind 3 - Cuadr1/1B	nd	ad	Della Negra et al. 2014
HL - Ind 3 - Cuadr 2	fem	ad	Della Negra et al. 2014
HL - Ind 4 - Cuadr 1	nd	ad	Della Negra et al. 2014
HL - Ind 5 - Cuadr 1A	fem	ad	Della Negra et al. 2014
HL - Ind 7 - Cuadr 1/1B	nd	sub	Della Negra et al. 2014
HL- Ind 6 - Cuadr 1B	nd	ad	Della Negra et al. 2014
Hue	fem	35 - 49	Este trabajo
Kil	fem	ad med	Este trabajo
LdL	masc	ad	Cúneo et al. 2015
LdL	masc	ad	Cúneo et al. 2015
LdL	nd	sub	Cúneo et al. 2015
LdL	nd	sub	Cúneo et al. 2015
LdL	nd	sub	Cúneo et al. 2015
LZ	nd	ad	Este trabajo
MI	masc	<1	Este trabajo
Mic	fem	15 - 18	Lema et al. 2012
Mil	nd	ad	Este trabajo
MM - Ind 1	masc	ad med -ad senil	Gordón et al. 2013
MM - Ind 2	probffem	ad senil	Gordón et al. 2013
Pie	fem	ad	Este trabajo
Pllo - Ind A	nd	20 - 31	Hajduk y Cúneo 1997 - 1998
Pllo - Ind B	nd	ad	Este trabajo
Pllo - Ind C	nd	35 - 43	Hajduk y Cúneo 1997 - 2000
Pllo - Ind D	nd	>50	Hajduk y Cúneo 1997 - 2001
PIH	masc	35 - 49	Este trabajo
Rco - Ind 1 - Estr 2	probffem	ad jov	Béguelin et al. 2017
Rco - Ind 1 - Estr 3	nd	perinato	Béguelin et al. 2017
Rco - Ind 4	probffem	ad jov	Béguelin et al. 2017
Rco - Ind 1 - Estr 1	probffem	ad	Béguelin et al. 2017
RSau	fem	ad	Este trabajo
Sau	fem	ad	Este trabajo
Sau	nd	ad	Este trabajo
Sau	nd	ad	Este trabajo
SB	probffem	ad	Este trabajo
SR	masc	18 - 25	Della Negra 2005, este trabajo
VC	probffem	ad	Este trabajo

VC	nd	nd	Este trabajo
----	----	----	--------------

En la Tabla 7.4 se resumen las categorías etarias representadas en la muestra respecto de la determinación del sexo, de acuerdo con la propuesta de Buikstra y Ubelaker (1994).

Tabla 7.4 Distribución sexo-etaria de la muestra de acuerdo con las categorías propuestas por Bukistra y Ubelaker (1994).

Categoría etaria	Sexo				Total
	Femenino	Masculino	Indeterminado	No observado	
Perinato	0	0	0	3	3
Infante	0	1	2	4	7
Niño	3	4	3	3	13
Adolescente	1	0	1	1	3
Subadulto	0	0	0	9	9
Ad. Joven	8	5	3	1	17
Ad. Medio	6	6	0	1	13
Ad. Senil	1	2	0	1	4
Adulto	11	8	1	38	58
No observado	0	0	0	3	3
Total	30	26	10	64	130

Índices de representación y fragmentación ósea

El cálculo del índice de representación ósea (IRO) para el total de la muestra de estudio arrojó un valor igual a 0,19. En tanto que para el índice de fragmentación ósea (IFO) se obtuvo un valor de 0,54; sin embargo, el resultado del índice de fragmentación alternativo (IFO2, desarrollado en el capítulo VI *Métodos*) arrojó un valor aún más bajo (0,28).

Los resultados obtenidos del IRO por individuo y por sitio se encuentran graficados en la Figura 7.2. Los resultados obtenidos para IRO de cada sitio se ubican

entre 0,01 y 0,53 de manera continua. Los únicos dos sitios en cueva (*i.e.* Cueva Ruka, Cueva Haichol) se ubican entre los primeros con los índices de representación ósea más bajos (0,01 y 0,02, respectivamente). Esta situación no era esperable para Cueva Haichol ya que se trata de un sitio *caso B* (*i.e.* resultado de excavaciones planificadas excavado por otras/os investigadoras/es y que cuenta con muy buena información asociada) que, de acuerdo con la bibliografía sobre este sitio, era esperable contar con un conjunto óseo más numeroso (Fernández, 1991, 2001). Es decir, que en este caso el valor de IRO sería resultado, mayormente, de efectos tafonómicos vinculados a la gestión institucional. La misma situación sucede para el sitio Loma de la Lata (MNI= 5 en este trabajo y MNI= 19 en Cúneo et al., 2016). Por su parte, el valor de IRO para Chorriaca puede estar fuertemente influenciado por imponderables en las tareas de rescate en ese sitio realizadas luego de la denuncia por el hallazgo de restos humanos, debido a que en la visita al sitio del año 2017 se observaron elementos óseos *in situ* que no se repiten con los relevados para este trabajo (podrían ser pertenecer al individuo analizado en este trabajo).

Con respecto a los sitios con MNI >1, Aquihucó, Caepe Malal, Chacra Álvarez y Chacra Bustamante presentaron notable variación en los valores de IRO obtenidos para sus individuos. Para los sitios Loma de la Lata y Mata Molle también se registró variación, pero menor. Hermanos Lazcano y Remeco presentaron valores similares para los IROs de sus individuos. Los valores de IRO más bajos corresponden a individuos subadultos (Figura 7.2 y Tabla 7.1).

En la Figura 7.3 se muestra la distribución de los valores obtenidos para los IRO de cada uno de los sitios desde el menor valor al mayor. A través de este gráfico se observa una notoria separación del sitio Alonqueo respecto del resto de los sitios, presentando el IRO más alto (0,88).

Figura 7.2 Boxplot con jitter de los resultados del IRO para cada individuo de cada sitio.

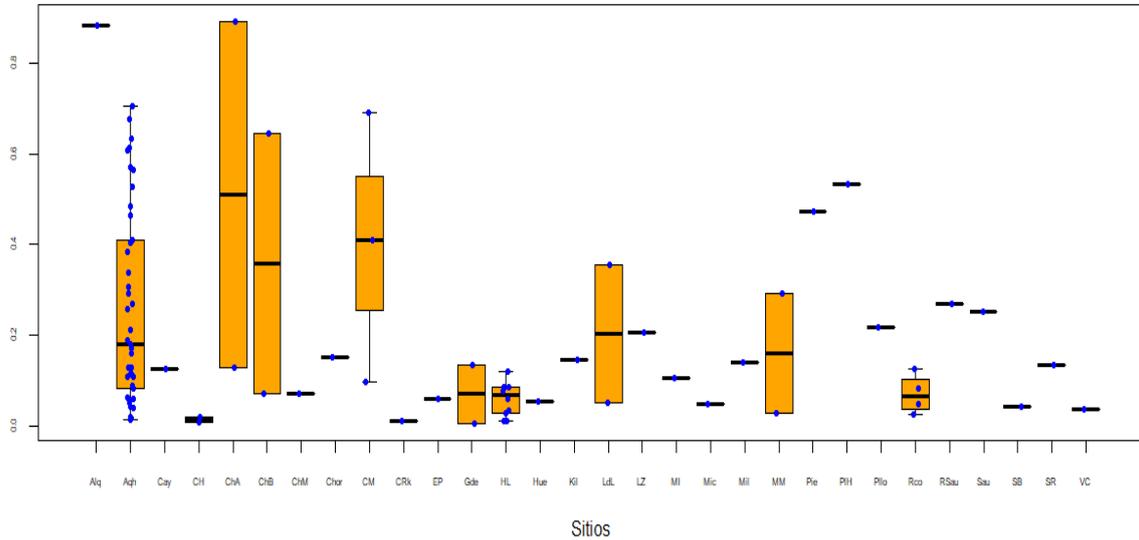
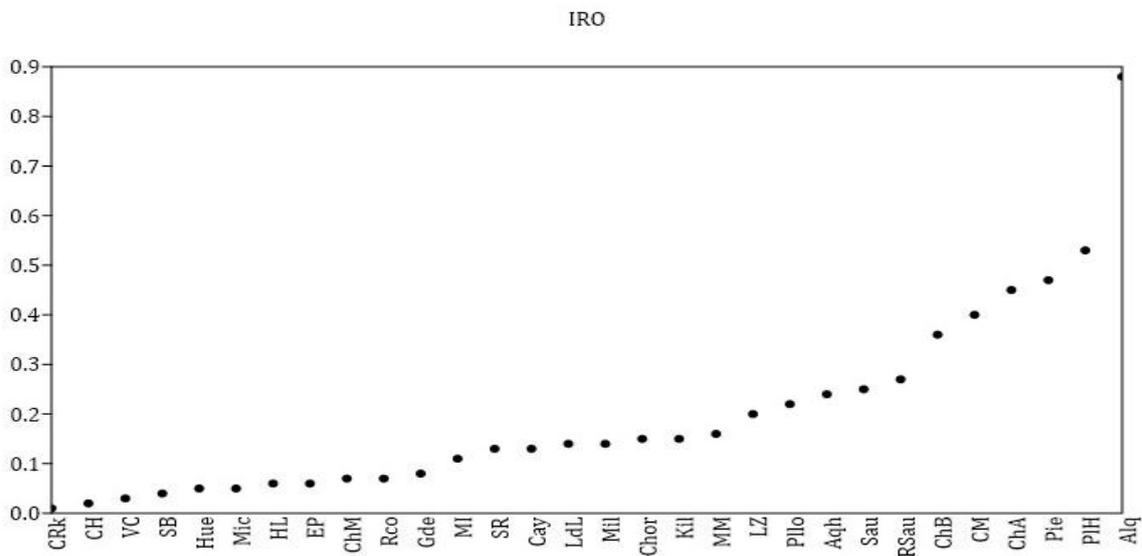


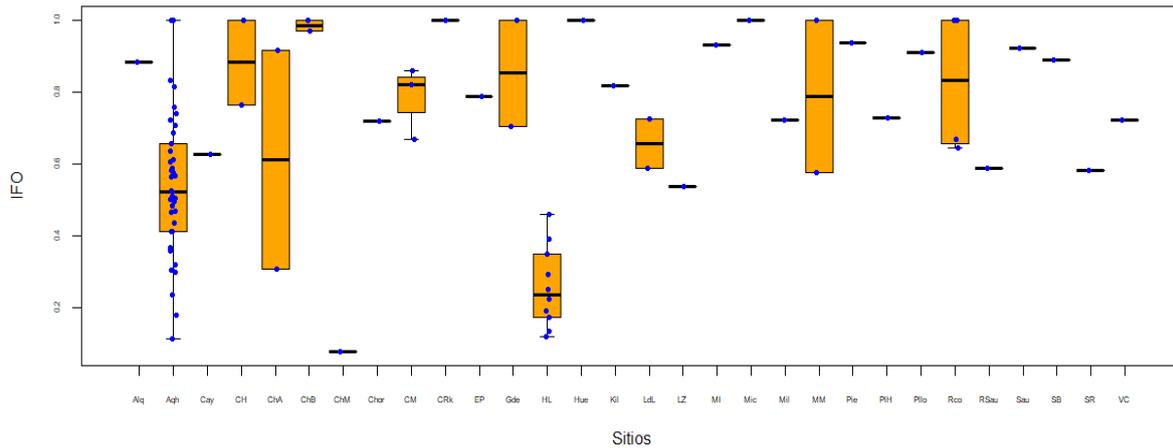
Figura 7.3 Distribución de los resultados del IRO por sitio desde el menor valor obtenido al mayor.



Los resultados obtenidos para los IFO de los individuos de cada sitio se presentan graficados en la Figura 7.4. Nuevamente, se observa una gran variación en los valores de los IFO obtenidos para los individuos de Aquihuecó, Chacra Álvarez y Mata Molle; en menor medida existe también variación en el resto de los sitios con MNI >1. Individuos

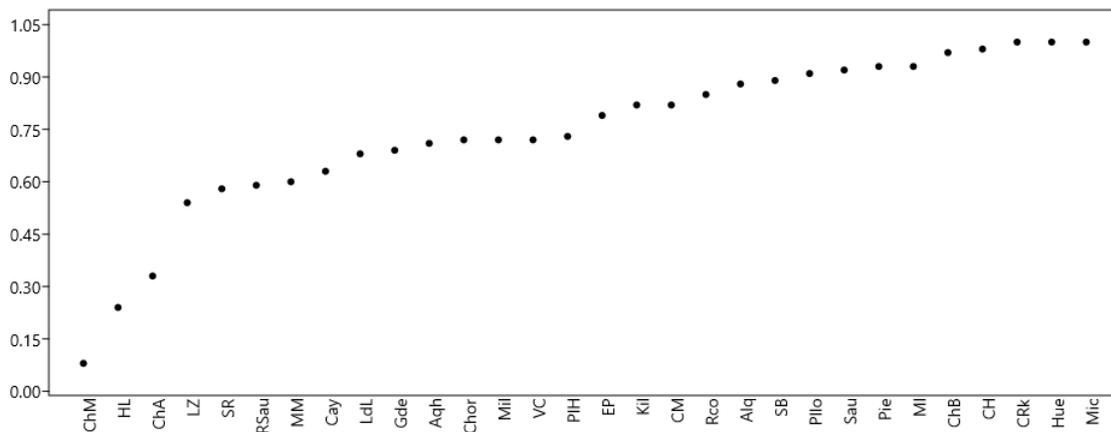
de los sitios Aquihucó, Cochico Márquez y Hermanos Lazcano presentaron los índices más bajos de IFO.

Figura 7.4 Boxplot con jitter de los resultados los IFO para individuo de cada sitio.



El IFO por sitio ubica a Cochico Márquez, Chacra Álvarez y Hermanos Lazcano entre los más afectados por la fragmentación. El resto de los sitios se distribuyen en el gráfico de la Figura 7.5 de manera ascendente y continua desde 0,54 (Los Zorrillos) a 1 (Cueva Ruka, Michacheo y Huechulafquen).

Figura 7.5 Distribución de los resultados del IFO por sitio desde el menor valor obtenido al mayor.



En la Figura 7.6 se presentan graficados los resultados de IFO2 para cada individuo de cada sitio. Para el 40% (n=12) de los sitios, los valores del IFO2 obtenidos no presentaron diferencias respecto de los alcanzados para los IFO debido a que se tratan de sitios en los cuales no se han registraron especímenes no identificables para un elemento óseo (NUSP). Para los sitios restantes (n=18), en los que sí se obtuvieron valores de NUSP, los resultados para los IFO2 fueron más bajos (*i.e.* reflejan mayor fragmentación ósea) que los alcanzados para los IFO, principalmente para el 23,33% (n=7) de los sitios cuyos valores son notoriamente inferiores. En la Figura 7.7 se presenta la distribución de los resultados del IFO2 para cada sitio.

Figura 7. 6 Boxplot con jitter de los resultados del IFO2 de cada individuo de cada sitio.

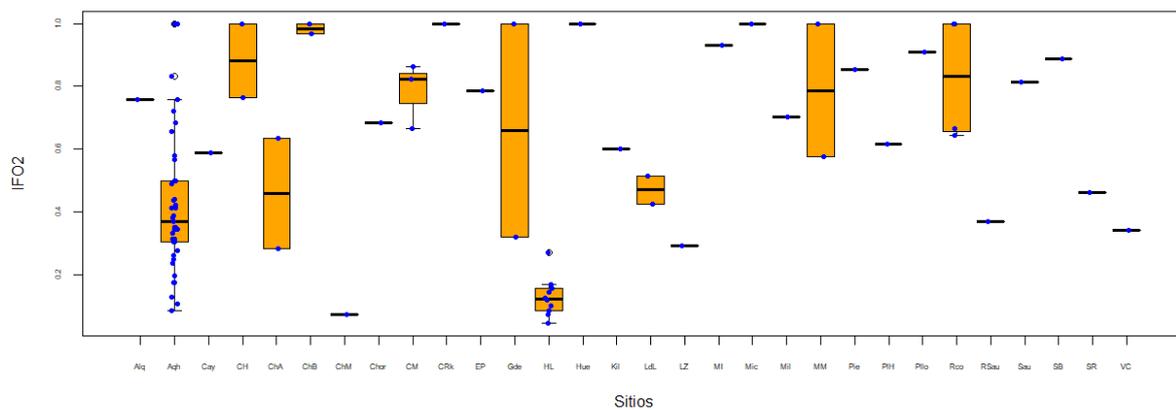
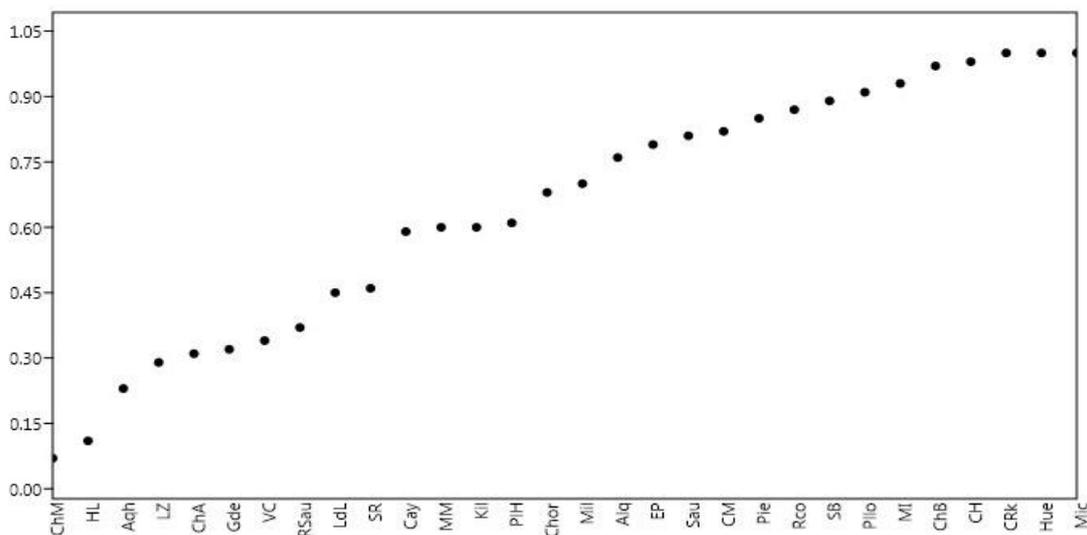


Figura 7. 7 Distribución de los resultados del IFO2 por sitio desde el menor valor obtenido al mayor.



Diferencias entre IFO e IFO2 para la evaluación de la fragmentación

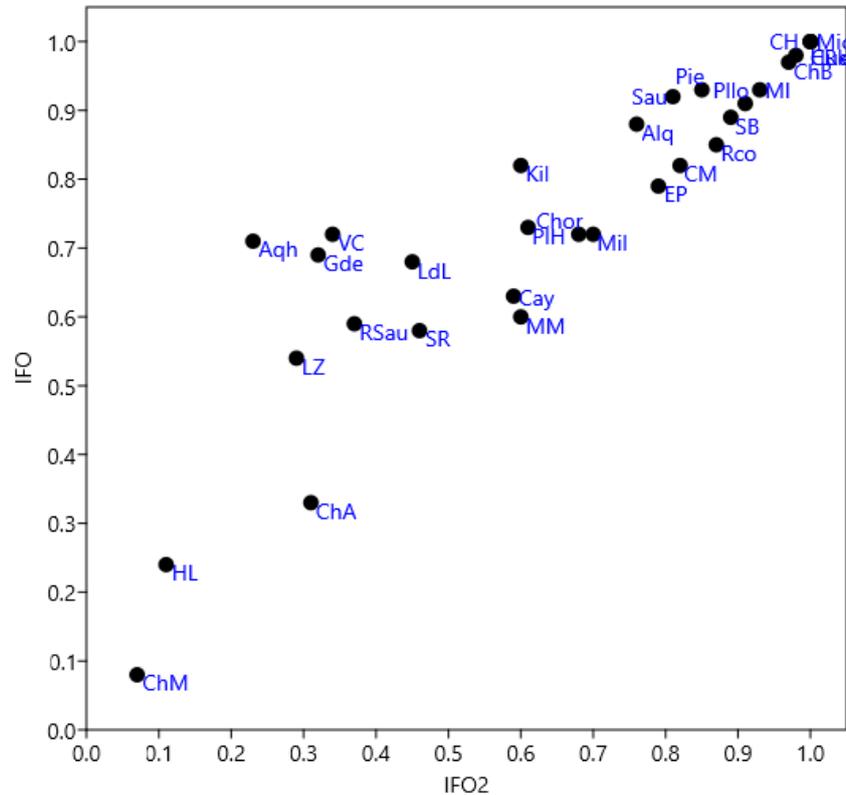
El uso de IFO2 como indicador del grado de fragmentación requiere de una evaluación de sus ventajas y desventajas. Para ello se calculó el índice de correlación de Spearman entre IFO e IFO2 y entre estos y el índice de representación (IRO). La correlación entre ambos índices de fragmentación es alta y significativa ($r=0,935$; $p=0,000$), lo que sugiere que ambos describen el patrón de manera similar. Por su parte, IRO no se correlaciona con ninguno de los índices de fragmentación (Tabla 7.5).

Tabla 7.5 En la parte inferior izquierda inferior de la tabla se presentan los valores de correlación de Spearman mientras que en la superior derecha se observan los valores de la prueba de significación de las correlaciones.

	IRO	IFO	IFO2
IRO		0,338	0,256
IFO	-0,181		4,00E-14
IFO2	-0,214	0,935	

En la Figura 7.8 se observa la relación entre IFO e IFO2. El IFO presentaría problemas en el caso de que hubiera elementos no identificables (excavaciones defectuosas, trato inapropiado de colecciones, exposición de los restos previo a la excavación, transporte por bioturbación, otros factores tafonómicos). Los puntos que se apartan de la bisectriz son indicativos de apartamientos entre los valores de IFO e IFO2 (e.g. Aquihuecó, Grande, Vía Christi).

Figura 7.8 Relación entre IFO e IFO2.



1.2 Resultados del relevamiento de modificaciones

Los resultados obtenidos del relevamiento macroscópico para cada individuo y para cada sitio se presentan en las Tablas 7.6 y Tabla 7.7 respectivamente.

El material óseo recuperado en superficie de los sitios Aquihuecó y Hermanos Lazcano no está contemplado en las tablas de resultados. Si lo están para los sitios Chacra Álvarez (individuo 2) y Huechulafquen. De Aquihuecó se recuperó un gran volumen de material en superficie que corresponde a casi la mitad de los especímenes óseos de la muestra de estudio (45,28%, n= 8858; ver Tabla 7.1). A través de una inspección ocular se observó cierta homogeneidad en este conjunto con respecto a los efectos en el color de los especímenes (ver más adelante el apartado *Cambio en el color original del hueso*). La evaluación cuantitativa sobre el estado de fragmentación se mencionó previamente (ver IFO/IFO2 en Tabla 7.5). El resto de las modificaciones no fueron analizadas sobre este conjunto. Con respecto al sitio Hermanos Lazcano, el

material de superficie corresponde a especímenes óseos no asignados para un elemento óseo (NUSP) y, como fue mencionado en el capítulo V *Materiales*, no se contemplan en este análisis. Por el contrario, el material superficial de Chacra Álvarez y Huechulafquen corresponde a elementos óseos.

Tabla 7.6 Valores obtenidos del relevamiento de las modificaciones óseas para cada individuo. Referencias: *Eo*, elementos óseos; *E obs*: elementos observados; *E esp*: elementos esperados; *MPO*: modificaciones por pérdida ósea; *MS*: modificaciones superficiales; *LPD*: líneas patrón dendrítico; *LP*: líneas paralelas; *Col*: cambios en la coloración; *MPTC*: modificaciones que penetran en el tejido cortical; *Agr*: agrietamiento; *Esc*: escamación; *Corr*: corrosión. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Individuo	MNI	EO		MPO		MPO en E obs		MS						MPTC					
			E obs	E esp	n	%	n	%	LPD		LP		Col		Agr		Esc		Corr	
									n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Aqh		1	38	38	24	63,16	24	63,16	29	76,32	0	0	37	97,37	11	28,95	7	18,42	0	0
Aqh	Ent I	1	33	43	30	69,77	20	60,61	15	45,45	3	9,09	33	100	27	81,82	6	18,18	0	0
Aqh	Ent II	1	17	39	36	92,31	14	82,35	3	17,65	1	5,88	17	100	9	52,94	0	0	0	0
Aqh	Ent III	1	24	38	29	76,32	15	62,50	2	8,33	2	8,33	23	95,83	16	66,67	0	0	0	0
Aqh	Ent IV-I 1	1	22	38	36	94,74	20	90,91	2	9,09	0	0	22	100	6	27,27	2	9,09	0	0
Aqh	Ent IV-I 2	1	9	39	39	100	9	100	0	0	0	0	9	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	Ent V-I 1	1	14	38	38	100	14	100	1	7,14	0	0	14	100	3	21,43	1	7,14	0	0
Aqh	Ent V-I 2	1	7	39	39	100	7	100	0	0	0	0	7	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	Ent V-I 3	1	5	39	39	100	5	100	1	20	0	0	5	100	2	40,00	0	0	0	0
Aqh	Ent VI	1	11	38	35	92,11	9	81,82	0	0	0	0	11	100	5	45,45	0	0	0	0
Aqh	Ent VII	1	33	38	32	84,21	27	81,82	21	63,64	0	0	33	100	20	60,61	0	0	0	0
Aqh	Ent XV	1	21	37	34	91,89	18	85,71	1	4,76	1	4,76	21	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	Ent XVI-I 1	1	32	38	27	71,05	21	65,63	13	40,63	0	0	32	100	10	31,25	0	0	0	0
Aqh	Ent XVI-I 2	1	3	38	38	100	3	100	0	0	1	33,33	3	100	2	66,67	0	0	0	0
Aqh	Ent XVII	1	15	38	38	100	15	100	0	0	0	0	15	100	1	6,67	0	0	0	0
Aqh	Ent XVIII	1	17	38	38	100	17	100	0	0	0	0	17	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	Ent XIX-I 1 y 2	2	60	76	54	71,05	38	63,33	31	51,67	2	3,33	60	100	28	46,67	0	0	0	0
Aqh	Ent XX	1	12	38	31	81,58	5	41,67	9	75	0	0	12	100	5	41,67	0	0	0	0
Aqh	Ent XXI	1	33	38	23	60,53	18	54,55	8	24,24	3	9,09	33	100	9	27,27	1	3,03	0	0
Aqh	Ent XXII	1	21	38	27	71,05	10	47,62	12	57,14	0	0	21	100	11	52,38	0	0	0	0
Aqh	Ent XXIII	1	38	38	26	68,42	26	68,42	25	65,79	2	5,26	38	100	18	47,37	0	0	0	0
Aqh	Ent XXVIII	1	15	38	38	100	15	100	0	0	0	0	15	100	1	6,67	0	0	0	0
Aqh	Ent XXIX	1	15	39	35	89,74	11	73,33	0	0	2	13,33	15	100	2	13,33	0	0	0	0
Aqh	Ent XXX	1	6	39	37	94,87	4	66,67	0	0	0	0	6	100	1	16,67	0	0	0	0
Aqh	Conj 2-I 1	1	30	38	34	89,47	26	86,67	3	10	0	0	29	96,67	14	46,67	0	0	0	0
Aqh	Conj 2-I 2	1	5	38	37	97,37	4	80	5	100	0	0	5	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	I 24	1	27	38	33	86,84	22	81,48	9	33,33	0	0	27	100	8	29,63	1	3,70	0	0
Aqh	I 26	1	35	38	32	84,21	29	82,86	24	68,57	0	0	35	100	20	57,14	0	0	0	0
Aqh	I 27	1	37	39	15	38,46	13	35,14	13	35,14	0	0	37	100	22	59,46	0	0	0	0
Aqh	I 30	1	29	38	35	92,11	26	89,66	21	72,41	0	0	29	100	5	17,24	0	0	0	0

Capítulo VII - Resultados

Aqh	131	1	38	38	22	57,89	22	57,89	27	71,05	0	0	38	100	13	34,21	0	0	0	0
Aqh	132	1	15	38	32	84,21	9	60	1	6,67	0	0	15	100	9	60,00	0	0	0	0
Aqh	133	1	38	38	18	47,37	18	47,37	27	71,05	0	0	38	100	9	23,68	0	0	0	0
Aqh	134	1	37	38	22	57,89	21	56,76	26	70,27	0	0	37	100	30	81,08	0	0	0	0
Aqh	135	1	26	38	33	86,84	21	80,77	14	53,85	0	0	25	96,15	7	26,92	0	0	0	0
Aqh	136 A	1	25	38	31	81,58	19	76	3	12	0	0	25	100	12	48,00	0	0	0	0
Aqh	136 C	1	9	38	36	94,74	7	77,78	0	0	0	0	9	100	1	11,11	0	0	0	0
Aqh	137	1	29	39	28	71,79	18	62,07	8	27,59	3	10,34	29	100	5	17,24	0	0	0	0
Aqh	138	1	33	38	32	84,21	27	81,82	13	39,39	0	0	33	100	10	30,30	0	0	0	0
Aqh	139	1	5	38	38	100	5	100	0	0	0	0	5	100	0	0,00	0	0	0	0
Aqh	140	1	35	38	26	68,42	23	65,71	35	100	1	2,86	35	100	12	34,29	0	0	0	0
Cay		3	33	114	113	99,12	32	76,22	22	66,67	1	3,03	0	0	2	6,06	21	63,64	22	66,67
ChA	11	1	36	38	28	73,68	26	72,22	10	27,78	0	0	27	75	10	27,78	1	2,78	0	0
ChA	12	1	18	39	33	84,62	13	72,22	4	22,22	0	0	15	83,33	8	44,44	2	11,11	0	0
ChB	11	1	30	38	27	71,05	19	63,33	30	100	0	0	25	83,33	2	6,67	3	10	0	0
ChB	12	1	3	38	38	100	3	100	2	66,67	0	0	2	66,67	0	0,00	1	33,33	0	0
CH		8	29	304	291	95,72	16	55,17	0	0	0	0	18	62,07	7	24,14	0	0	0	0
CH		1	2	39	37	94,87	0	0	0	0	0	0	1	50	0	0,00	0	0	0	0
ChM		1	12	38	38	100	12	100	0	0	1	8,33	0	0	0	0,00	0	0	12	100
Chor		1	21	38	28	73,68	11	52,38	11	52,38	0	0	18	85,71	1	4,76	0	0	0	0
CM	Ent IV - I V	1	19	38	33	86,84	14	73,68	1	5,26	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0
CM	I VIII	1	28	38	24	63,16	14	50	28	100	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0
CM	Ent I - I IX	1	33	38	27	71,05	22	66,67	33	100	0	0	1	3,03	0	0,00	0	0	0	0
CRk		1	2	38	38	100	2	100	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0
EP		1	12	38	38	100	12	100	5	41,67	0	0	0	0	2	16,67	0	0	12	100
Gde		2	35	76	69	90,79	28	80	20	57,14	0	0	29	82,86	13	37,14	15	42,86	0	0
Gde		1	1	38	38	100	1	100	1	100	0	0	1	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	16-C 1B	1	9	39	39	100	9	100	0	0	0	0	9	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	15-C 1A	1	21	38	38	100	21	100	0	0	0	0	21	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	13-C 1/1B	1	2	38	38	100	2	100	2	100	1	50	2	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	11-C 2	1	12	38	38	100	12	100	3	25	0	0	10	83,33	0	0,00	0	0	0	0
HL	12-C 1	1	7	38	38	100	7	100	4	57,14	0	0	7	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	13-C 2	1	13	38	38	100	13	100	2	15,38	0	0	13	100	1	7,69	0	0	0	0
HL	17-C 1/1B	1	4	43	43	100	4	100	0	0	0	0	4	100	0	0,00	0	0	0	0
HL	14-C 1	1	14	38	38	100	14	100	0	0	0	0	14	100	1	7,14	0	0	0	0
HL	C 4	1	15	38	38	100	15	100	4	26,67	1	6,67	15	100	2	13,33	1	6,67	0	0
HL	C Y	1	23	38	38	100	23	100	0	0	0	0	1	4,35	0	0,00	0	0	0	0
Hue		1	10	38	29	76,32	1	10	10	100	0	0	5	50	2	20,00	3	30	0	0
Kil		1	25	38	31	81,58	19	76	14	56	0	0	13	52	12	48,00	15	60	23	92
LdL		2	42	76	59	77,63	31	73,81	15	35,71	0	0	25	59,52	6	14,29	13	30,95	0	0
LdL		3	21	129	19	14,73	19	90,48	9	42,86	0	0	18	85,71	0	0,00	0	0	0	0
LZ		1	19	38	38	100	19	100	5	26,32	0	0	18	94,74	7	36,84	13	68,42	0	0
MI		1	19	39	29	74,36	9	47,37	13	68,42	0	0	5	26,32	4	21,05	3	15,79	0	0
Mic		1	9	38	32	84,21	3	33,33	5	55,56	0	0	9	100	0	0,00	0	0	0	0
Mil		1	4	38	35	92,11	1	25	3	75	0	0	2	50	2	50,00	0	0	0	0
MM	11	1	30	38	35	92,11	27	90	8	26,67	1	3,33	11	36,67	0	0,00	0	0	0	0
MM	12	1	5	38	37	97,37	4	80	5	100	0	0	5	100	0	0,00	0	0	0	0
Pie		1	36	38	16	42,11	14	38,89	4	11,11	0	0	14	38,89	2	5,56	0	0	0	0
Plllo		4	83	152	68	44,74	43	51,81	79	95,18	0	0	4	4,82	16	19,28	35	42,17	0	0
PIH		1	28	38	32	84,21	22	78,57	19	67,86	0	0	19	67,86	6	21,43	13	46,43	0	0

Rco	1 1-Estr 1	1	9	38	38	100	9	100	0	0	0	0	0	0	1	11,11	1	11,11	9	100
Rco	1 1-Estr 2	1	21	38	30	78,95	14	66,67	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	21	100
Rco	1 1-Estr 3	1	8	38	36	94,74	6	75	8	100	0	0	8	100	0	0,00	6	75	8	100
Rco	1 4	1	17	38	38	100	17	100	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	17	100
RSau		1	28	38	38	100	28	100	27	96,43	0	0	18	64,29	8	28,57	1	3,57	0	0
Sau		3	29	114	85	74,56	8	27,59	29	100	0	0	2	6,90	0	0,00	0	0	0	0
SB		1	8	38	38	100	8	100	7	87,50	0	0	3	37,50	1	12,50	5	62,50	7	87,50
SR		1	26	38	36	94,74	24	92,31	24	92,31	1	3,85	26	100	11	42,31	15	57,69	5	19,23
VC		2	13	76	38	50	13	100	8	61,54	0	0	2	15,38	0	0,00	6	46,15	13	100
Totales		109	1878	4178	3450	84,89	1359	71,56	876	55,6	27	0,84	1390	51,91	483	15,94	191	20,12	149	22,18

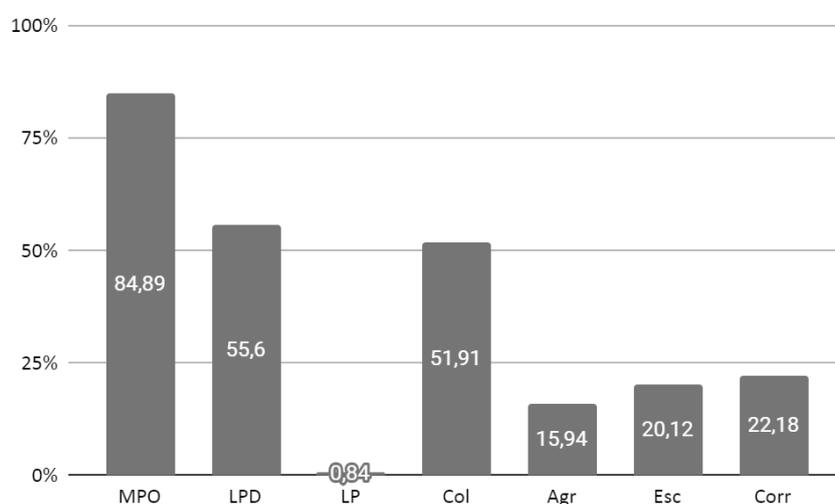
Tabla 7.7 Valores obtenidos del relevamiento de las modificaciones óseas por sitio. Ver referencias en Tabla 7.6. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	MPO en E obs		MS						MPTC					
			LPD		LP		Col		Agr		Esc		Corr	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Alq	24	63,16	29	76,32	0	0,00	37	97,37	11	28,95	7	18,42	0	0,00
Aqh	651	76,22	373	32,40	21	2,65	913	99,72	353	33,24	11	1,03	0	0,00
Cay	32	76,22	22	66,67	1	3,03	0	0,00	2	6,06	21	63,64	22	66,67
ChA	39	72,22	14	25,00	0	0,00	42	79,17	18	36,11	3	6,94	0	0,00
ChB	22	81,67	32	83,33	0	0,00	27	83,33	2	3,33	4	21,67	0	0,00
CH	16	27,59	0	0,00	0	0,00	19	56,03	7	12,07	0	0,00	0	0,00
ChM	12	100,00	0	0,00	1	8,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	100
Chor	11	52,38	11	52,38	0	0,00	18	85,71	1	4,76	0	0,00	0	0,00
CM	50	63,45	62	68,42	0	0,00	1	1,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00
CRk	2	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
EP	12	100,00	5	41,67	0	0,00	0	0,00	2	16,67	0	0,00	12	100,00
Gde	29	40,00	21	78,57	0	0,00	30	91,43	13	18,57	15	21,43	0	0,00
HL	120	100,00	15	22,42	2	5,67	96	88,77	4	3,13	1	0,74	0	0,00
Hue	1	10,00	10	100,00	0	0,00	5	50,00	2	20,00	3	30,00	0	0,00
Kil	19	76,00	14	56,00	0	0,00	13	52,00	12	48,00	15	60,00	23	92
LdL	50	82,14	24	39,29	0	0,00	43	72,62	6	7,14	13	15,48	0	0,00
LZ	19	100,00	5	26,32	0	0,00	18	94,74	7	36,84	13	68,42	0	0,00
MI	9	47,37	13	68,42	0	0,00	5	26,32	4	21,05	3	15,79	0	0,00
Mic	3	33,33	5	55,56	0	0,00	9	100,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Mil	1	25,00	3	75,00	0	0,00	2	50,00	2	50,00	0	0,00	0	0,00
MM	31	85,00	13	63,33	1	1,67	16	68,33	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Pie	14	38,89	4	11,11	0	0,00	14	38,89	2	5,56	0	0,00	0	0,00

PIH	22	78,57	19	67,86	0	0,00	19	67,86	6	21,43	13	46,43	0	0,00
Plo	43	51,81	79	95,18	0	0,00	4	4,82	16	19,28	35	42,17	0	0,00
Rco	46	85,42	8	25,00	0	0,00	8	25,00	1	2,78	7	21,53	55	100
RSau	28	100,00	27	96,43	0	0,00	18	64,29	8	28,57	1	3,57	0	0,00
Sau	8	27,59	29	100,00	0	0,00	2	6,90	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SB	8	100,00	7	87,50	0	0,00	3	37,50	1	12,50	5	62,50	7	87,5
SR	24	92,31	24	92,31	1	3,85	26	100,00	11	42,31	15	57,69	5	19,23
VC	13	100,00	8	61,54	0	0,00	2	15,38	0	0,00	6	46,15	13	100

Los resultados generales indican que la modificación más prevaleciente registrada en los elementos óseos (*E obs*) de la muestra de estudio es la modificación por pérdida ósea (MPO; 84,89%, n=3450), seguida por líneas de patrón dendrítico (LPD) que son asignables a marcas de raíces y están presentes en el 55,6% de los elementos (n= 876). La modificación del cambio del color original del hueso (Col) se presentó en el 51,91% (n=1390). En orden decreciente siguen la corrosión (Corr; 22,18%, n=149), la escamación (Esc; 20,12%, n=191), el agrietamiento (Agr; 15,94%, n=483) y las líneas paralelas (LP) asignables a marcas de roedores (0,84%, n=27). No se registraron modificaciones que afectan la forma (*i.e.* abrasión, redondeamiento, deformación) (Figura 7.9 y Tabla 7.7).

Figura 7.9 Frecuencia relativa de las modificaciones óseas analizadas para la muestra completa. Las modificaciones que afectan a la forma no fueron observadas. Ver referencias en Tabla 7.6.

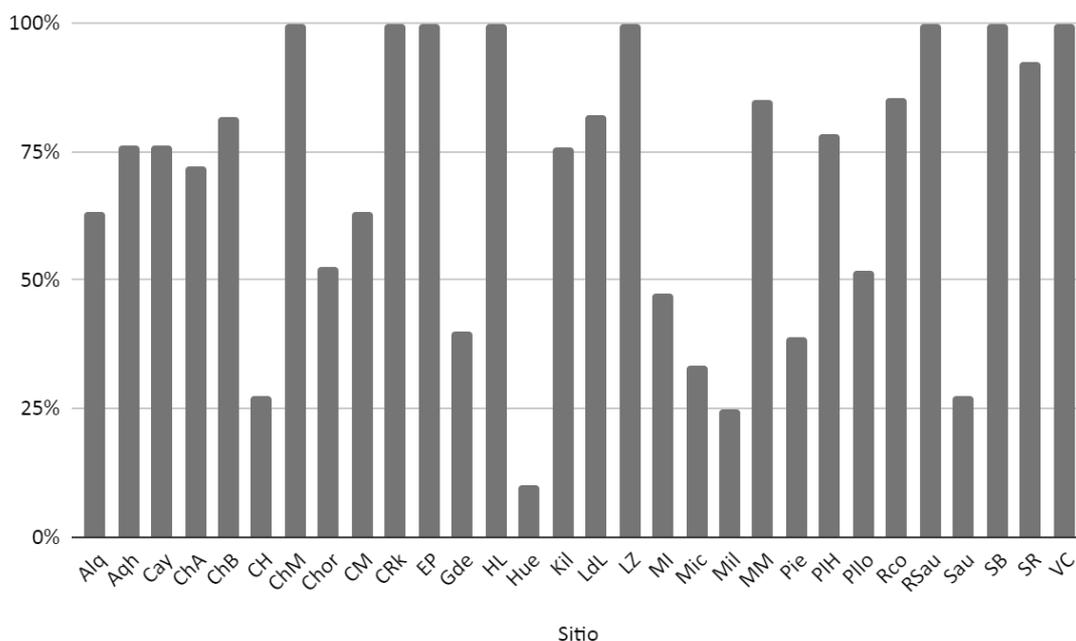


Modificaciones por pérdida ósea

El 84,89% del material óseo de la muestra presentó modificaciones por pérdida ósea (*i.e.* pérdida parcial de tejido óseo o de elementos óseos completos). De los elementos presentes, el 71,56% (n=1359) mostró pérdida parcial de tejido óseo. Entre estos están representados aquellos que han perdido entre el 1-25% de su tejido (21,69%, n=464), los que perdieron entre el 26-50% (14,82%, n=255), 51-75% (9,12%, n=158) y, finalmente aquellos elementos que perdieron más del 76% del tejido óseo (25,94%, n=481).

Esta modificación fue observada en todos los sitios de la muestra (ver Tabla 7.6 y 7.7; Figura 7.10). El 73% de los sitios (n= 22) presentan más del 50% de sus elementos afectados. Entre los más están los sitios Campo Ayoso, Cochico Márquez, Cueva Ruka, El Panteón, Hermanos Lazcano, Los Zorrillos, Rincón de los Sauces, Sauzal Bonito, Vía Christi. Por el contrario, Huechulafquen es notablemente el sitio en el que menos prevalece esta modificación.

Figura 7. 10 Porcentaje de presencia de elementos óseos con pérdida parcial de tejido (MPO) por sitio.



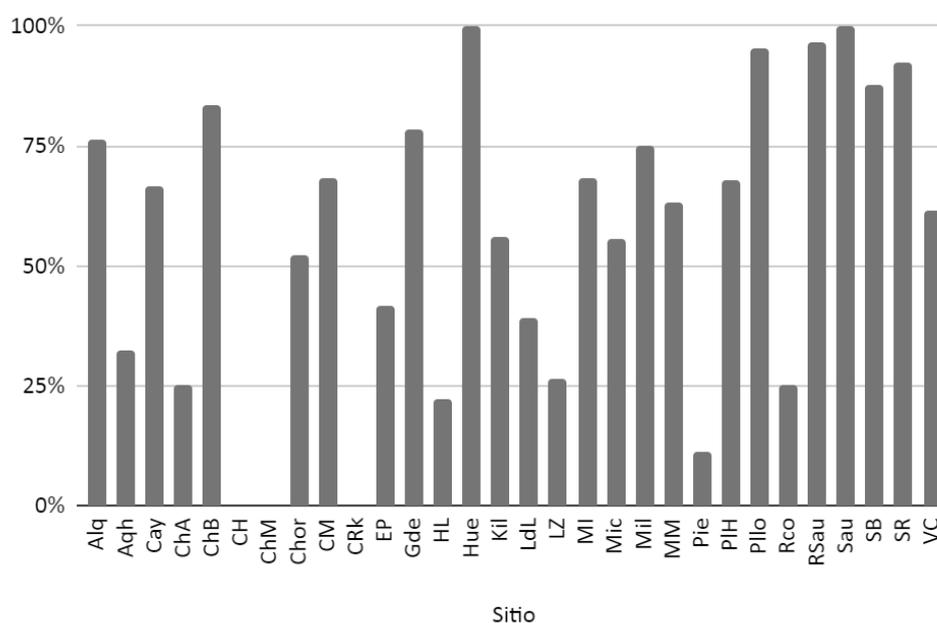
Modificaciones superficiales

Entre las modificaciones superficiales se registraron elementos óseos con marcas lineales de patrón dendrítico (LPD) que se interpretaron como marcas producidas por la acción de raíces, marcas lineales paralelas (LP) de corta longitud atribuibles a la acción de roedores y cambios en la coloración original de los elementos óseos. No se observaron hoyos ni perforaciones. A continuación, se describe la cuantificación de cada variable.

Líneas de patrón dendrítico: marcas de raíces

En el 40% de los sitios (n= 12) se registró menos 50% de afección para sus elementos óseos. En Cueva Haichol y Cochico Márquez estas marcas no fueron observadas. Del 60% restante (>50 % de afección por raíces) Huechulafquen y El Sauce tienen el 100% de sus huesos con esta modificación (ver Tabla 7.7 y Figura 7.11). El porcentaje de superficie afectada en los elementos óseos fue variable siendo los más representativos los intervalos 1-25% (38,13%, n=334) y 76-100% (24,77%, n=217).

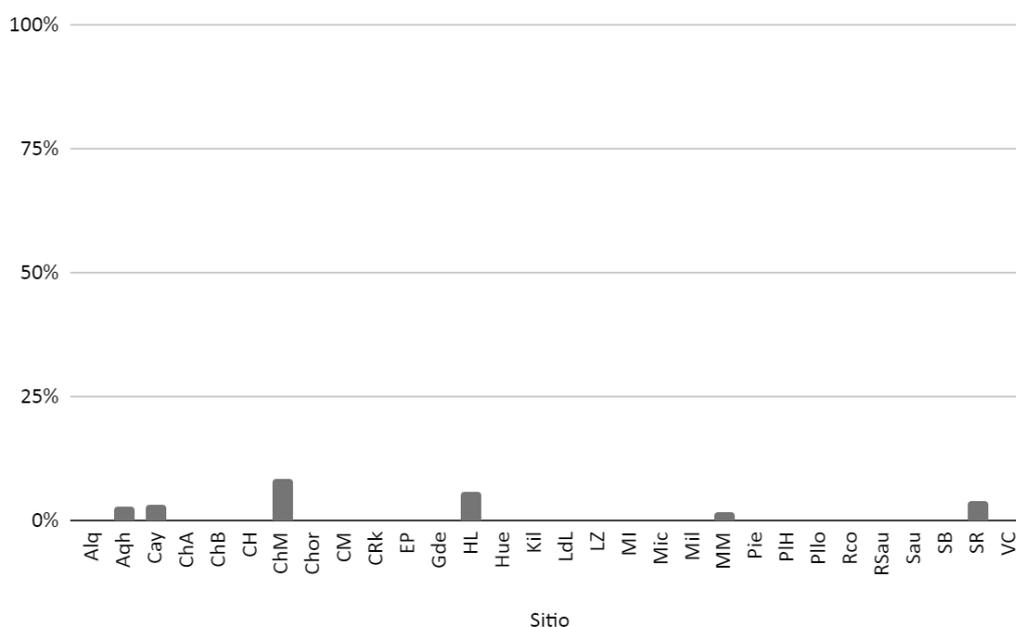
Figura 7. 11 Porcentaje de presencia de elementos óseos con líneas de patrón dendrítico (LPD) por sitio.



Líneas paralelas: marcas de roedores

Las marcas de roedores se registraron solamente en el 0,84% de los elementos óseos (n= 27) de la muestra, correspondientes al postcráneo (1 vértebra lumbar, 3 húmeros, 3 cúbitos, 4 radios, 1 clavícula, 2 costillas, 2 escápulas, 3 fémures y 2 tibias) y, en menor medida, al cráneo (1 parietal, 1 temporal, 1 malar y 3 mandíbula). De total, 21 elementos corresponden al sitio Aquihuecó; el resto de las marcas aparecen en los sitios Campo Ayoso, Chorriaca, Hermanos Lazcano, Mata Molle y Retamal (ver Tabla 7.7 y Figura 7.12). La frecuencia de elementos óseos afectados por esqueleto es de entre 1 y 3.

Figura 7. 12 Porcentaje de presencia de elementos óseos con líneas paralelas (LP) por sitio.



Cambio en el color original del hueso

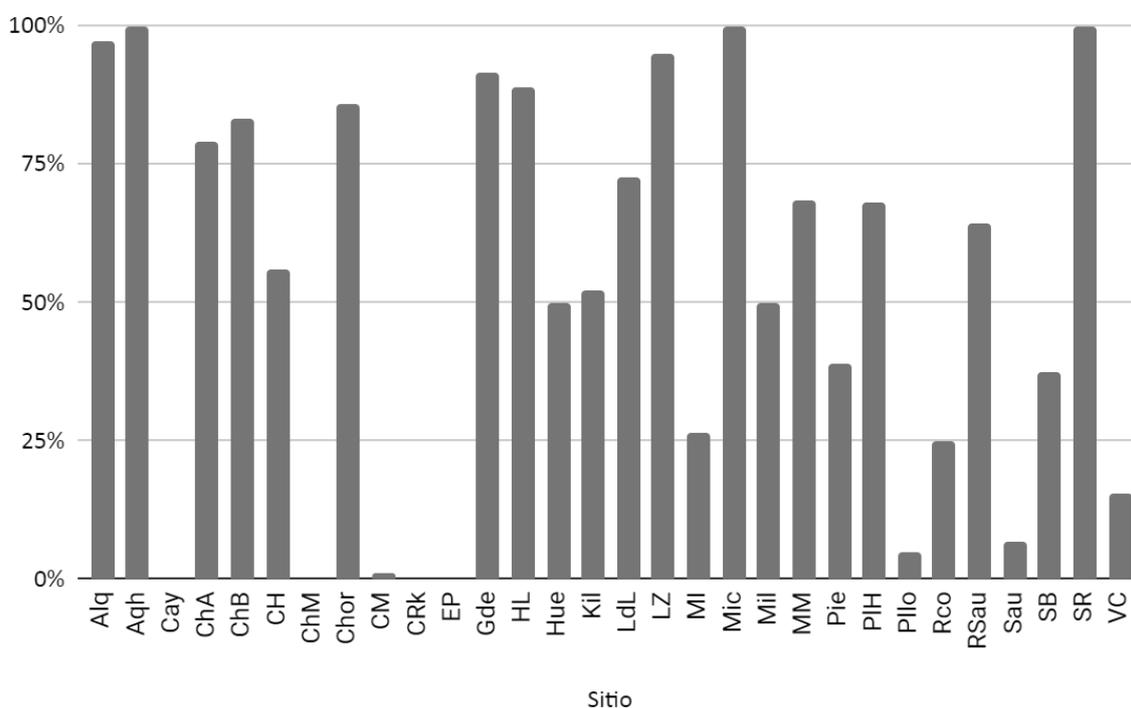
En el 26,87% (n= 26) de los sitios se registraron elementos óseos con esta modificación. Entre los sitios con elementos más afectados se encuentran Aquihuecó, Michacheo, Retamal, Alonqueo y Loma de la Lata. En el extremo opuesto, están los sitios Campo Ayoso, Cochico Márquez, Cueva Ruka y El Panteón los cuales no presentaron huesos afectados. En el 26,67% (n=8) de los sitios, no alcanzan al 50% de elementos alterados (ver tabla 7.7 y Figura 7.13).

Entre los elementos afectados se registraron huesos blanqueados (*i.e.* decoloración, depósitos químicos) y tinciones en tonos negros, verdes y rojizos-amarronados. Los tonos blancos fueron los más observados entre los elementos óseos (63,72%, n= 1602) recuperados mediante excavación (28,90%, n= 463) y por recolección superficial (71,09%, n= 1139; 1124 de Aquihuecó y 15 de Chacra Álvarez). En los primeros (*i.e.* excavados) se observó que el color blanco está asociado principalmente a la depositación de un precipitado químico sobre el hueso, que mediante el contacto con ácido clorhídrico provocó una reacción efervescente. Por consiguiente, se determinó que este compuesto es el carbonato de calcio (CaCO_3). La depositación se manifestó principalmente en forma de una película gruesa uniforme adherida a la superficie del hueso (76%, n= 352) y, en menor frecuencia, como una fina capa pulverulenta (15%, n= 69). En un porcentaje menor se observaron elementos óseos decolorados (9%, n= 42). El patrón de distribución sobre la superficie cortical, para ambos casos, es homogéneo. Las tinciones rojizas-amarronadas se observaron en el 3,42% (n=86) de los elementos óseos de la muestra, a modo de manchas distribuidas de forma heterogénea sobre la superficie del hueso. Con menor frecuencia se observaron tinciones negras (2,19%, n=55) y verdosas (0,93%, n= 13 en sitios Chaca Álvarez, Pocaullo y Loma de la Lata). Las tonalidades en negro se manifiestan como manchas difuminadas o puntos sobre la superficie del hueso. En estos casos, el patrón de distribución sobre la superficie cortical fue heterogéneo. Cabe mencionar que un elemento óseo pudo presentar más de una manifestación de color y patrones de distribución variables (homogéneo o heterogéneo).

Como fue mencionado previamente, para el análisis de esta modificación se tuvo en cuenta el material óseo de superficie recuperado en Aquihuecó (NSP= 8896). Este conjunto se destaca por presentar el 100% de los elementos con decoloración. A su vez el 100% de la superficie del elemento se observó alterado. Si se promedia el porcentaje de elementos afectados hallados en superficie con el hallados enterrados (99,67%, n= 913), da como resultado un 99,84% de elementos óseos con cambios en el color del hueso para Aquihuecó. En el caso particular del individuo 2 del sitio Chacra Álvarez, también hallado en superficie, el 83,33% (n= 15) de sus elementos presentaron

decoloración, al igual que para el sitio Huechulafquen (50%, n= 5). El patrón de distribución de la afección sobre la superficie cortical es homogéneo.

Figura 7. 13 Porcentaje de presencia de elementos óseos con cambios en la coloración del hueso (Col) por sitio.



Modificaciones que penetran en el tejido cortical

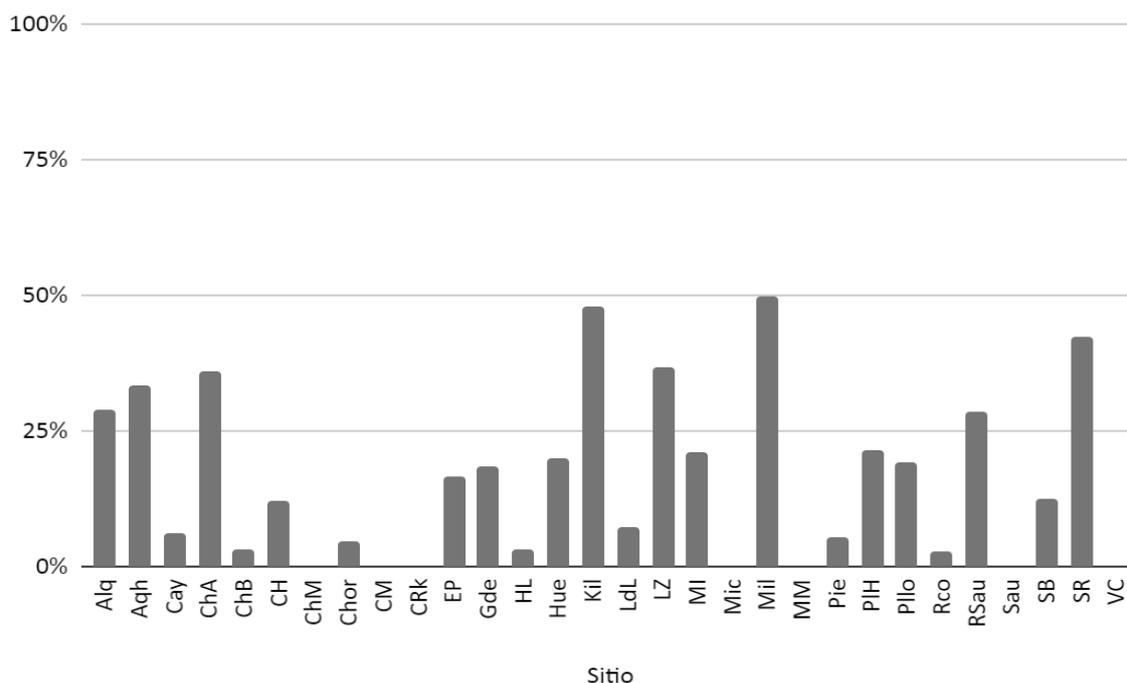
Con respecto a las modificaciones que penetran en la superficie cortical, para la muestra total el 15,94% (n= 483) de los elementos óseos presentó agrietamiento, el 20,12% (n= 191) escamación y el 22,18% (n= 149) corrosión.

Agrietamiento

Los sitios que presentaron mayor cantidad de elementos óseos con agrietamiento son Millaín, Kilca y Retamal. Finalmente, los sitios Cochico Márquez, Caepe Malal, Cueva Ruka, Michacheo, Mata Molle, El Sauce y Vía Christi no se registraron elementos óseos con esta modificación (ver Tabla 7.7 y Figura 7.14).

Con respecto al porcentaje de superficie afectada en los elementos óseos fue variable, siendo el intervalo 1-25% el más representativo (70,18%, n=346).

Figura 7. 14 Porcentaje de presencia de elementos óseos con agrietamiento (Agr) por sitio.



Escamación

La escamación de la superficie cortical se registró en 191 (20,12%) elementos óseos de 19 sitios arqueológicos (ver Tabla 7.7 y Figura 7.15) sin embargo el intervalo de afección más representativo es 1-25% (39,79%, n=76). El sitio Los Zorrillos seguido de Campo Ayoso, Kilca, Sauzal Bonito y Retamal son los más destacados y apenas superan un poco más allá del 50% de elementos óseos afectados. Por el contrario, Aquihucó, Chacra Álvarez, Hermanos Lazcano y El Sauce son los sitios con los porcentajes más bajos obtenidos (<10%).

Corrosión

Por último, la corrosión se registró en ocho sitios arqueológicos y con altos porcentajes de elementos óseos afectados, a excepción de Retamal (ver Tabla 7.7 y

Figura 7.16). La mitad elementos óseos afectados presentaron más del 50% de la superficie cortical con esta modificación.

Figura 7. 15 Porcentaje de presencia de elementos óseos con escamación (Esc) por sitio.

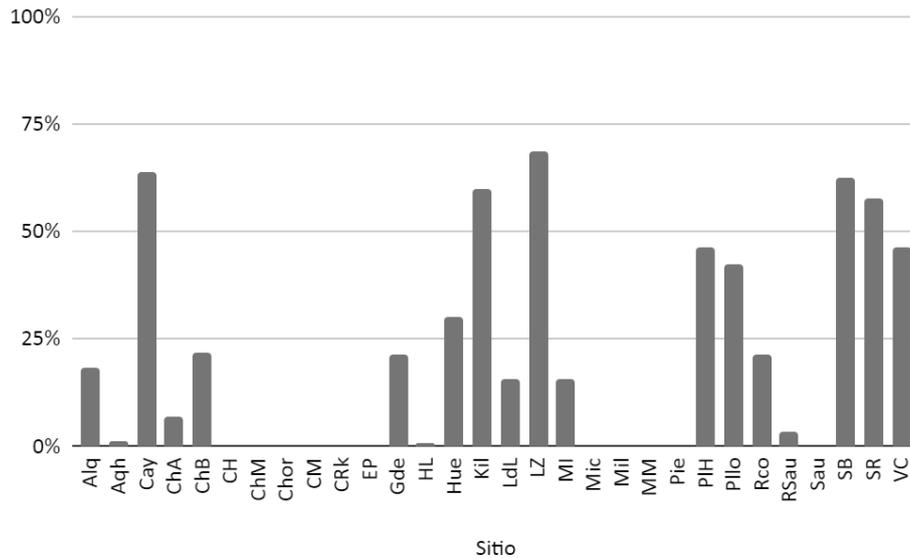
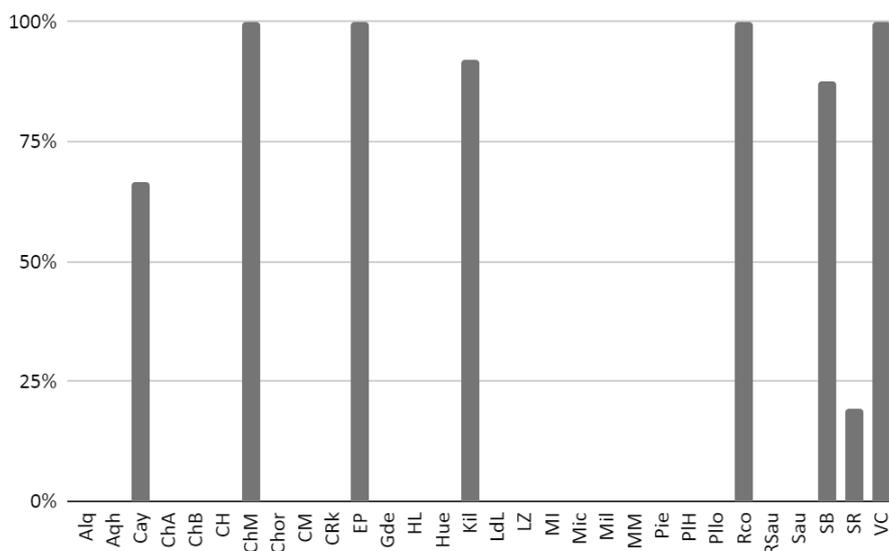


Figura 7. 16 Porcentaje de presencia de elementos óseos con corrosión (Corr) por sitio.



En el apartado Anexos se presentan imágenes fotográficas que ejemplifican las modificaciones óseas observadas en los elementos.

1.3 Análisis microscópicos de los efectos tafonómicos

El análisis de la microestructura ósea de 11 secciones delgadas de fémur, provenientes de distintos sitios arqueológicos (ver Tabla 6.2 en capítulo *Métodos*), presentó resultados variables. En el Anexo VII.I se pueden observar las caracterizaciones para cada sección analizada. Aquí se describirán los resultados agrupados según el grado de preservación general.

En cuatro de las secciones delgadas se observó buena preservación de las estructuras microscópicas (*i.e.* sitios El Sauce, Aquihuecó de entierro, Retamal y Grande; Figura 7.17 a-f). En los casos mencionados la integridad osteohistológica reflejó una preservación óptima. Todas las microestructuras (osteonas secundarias, laminillas, canales vasculares de Havers y Volkam, canalículos, capa periosteal y endosteal) fueron identificadas sin dificultad, aunque se diferencian de las características estructurales de un hueso fresco. Las lagunas de osteocitos se observaron ligeramente desordenadas y en ciertos sectores (sombreado con marrón, Figura 7.17 c y f) alteración diagenética.

A excepción de Aquihuecó, para las restantes tres secciones (El Sauce, Retamal y Grande) las propiedades ópticas no se vieron alteradas (*i.e.* buena birrefringencia) y presentaron microfisuras. En la sección delgada de Aquihuecó la birrefringencia se observó regular.

En otro grupo de secciones delgadas (*i.e.* sitios Campo Ayoso, Remeco, Millaín, Caepe Malal; Figura 7.18 g-j) las microestructuras no se observaron de forma nítida o algunas de ellas estaban ausentes, reflejando una preservación regular de su histología ósea. En dos secciones se registró la presencia de microfisuras y posibles trazas de bioerosión (Figura 7.18 h, i). Finalmente, las propiedades ópticas de todas las secciones delgadas se vieron alteradas, lo que evidencia una birrefringencia reducida o ausente (*i.e.* monorrefringente).

Figura 7. 17 Microfotografías de la sección transversal de la diáfisis medial de fémur. cH: canal de Havers; cV: canal de Volkman; O: osteona secundaria; flecha roja (m) indica microfisura; flecha azul indica laguna de osteocitos; flecha amarilla indica canalículos. A) Sitio El Sauce vista de la sección con luz plana mostrando buena preservación de las microestructuras y B) la misma sección del sitio El Sauce mostrando una osteona secundaria con microfisuras. C) Aquihuecó entierro, vista con luz plana de una osteona secundaria con sectores con alteración diagenética (sombreado de marrón). D) sitio Retamal, osteonas secundarias con luz polarizada mostrando buena birrefringencia (Cruz de Malta) y E) la misma sección, pero con luz normal. F) sitio Grande, vista de una osteona secundaria reflejando buena preservación con sectores con alteración diagenética (sombreado de marrón).

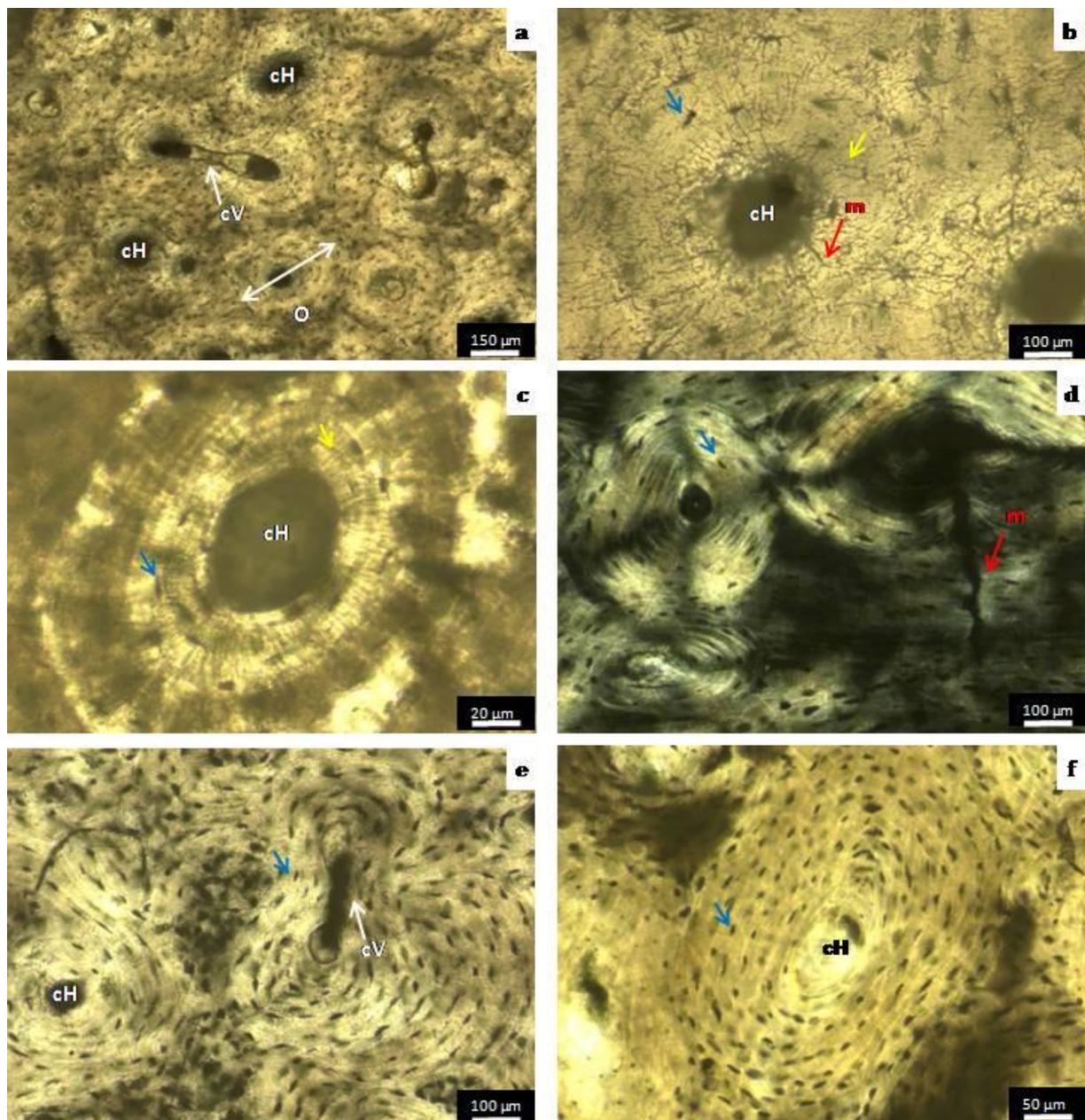
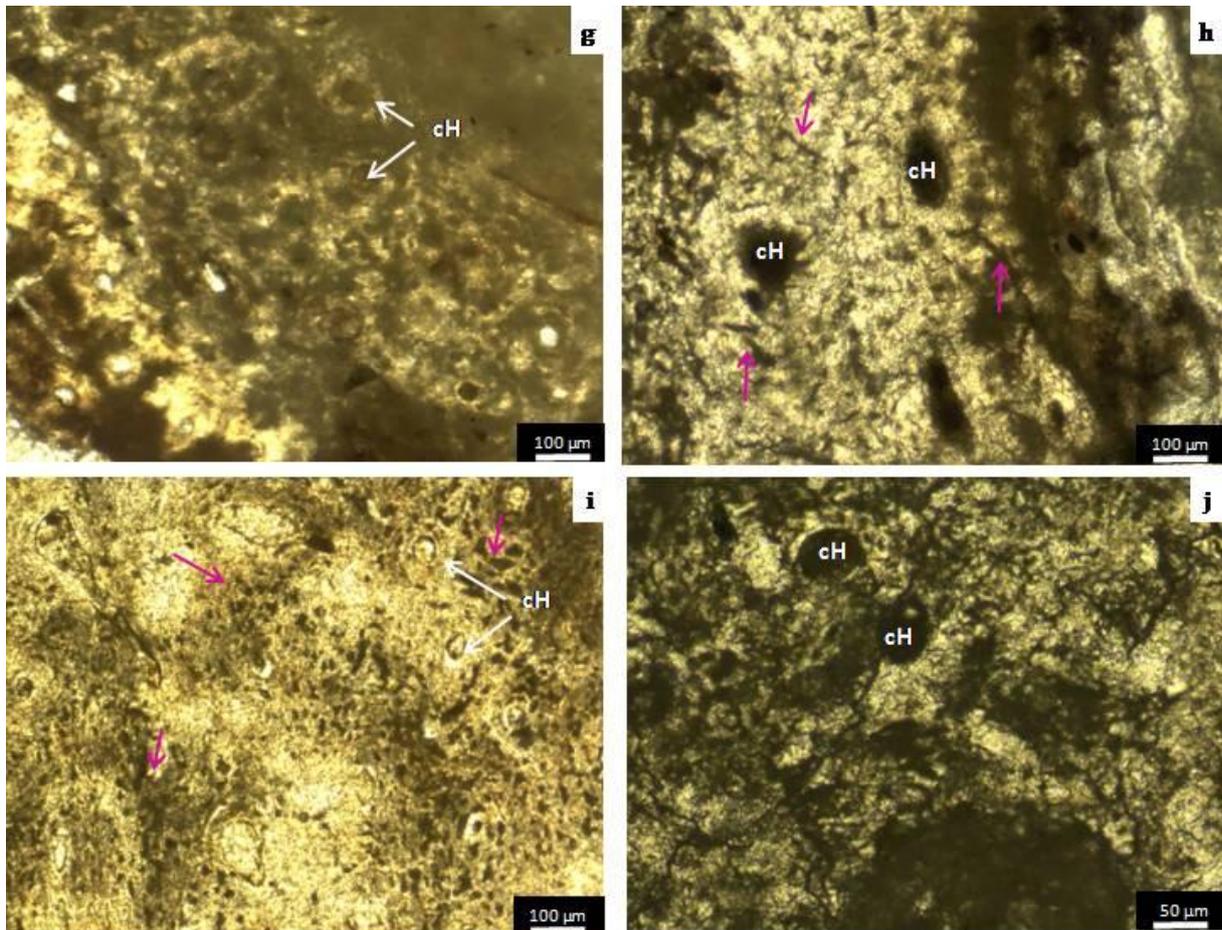
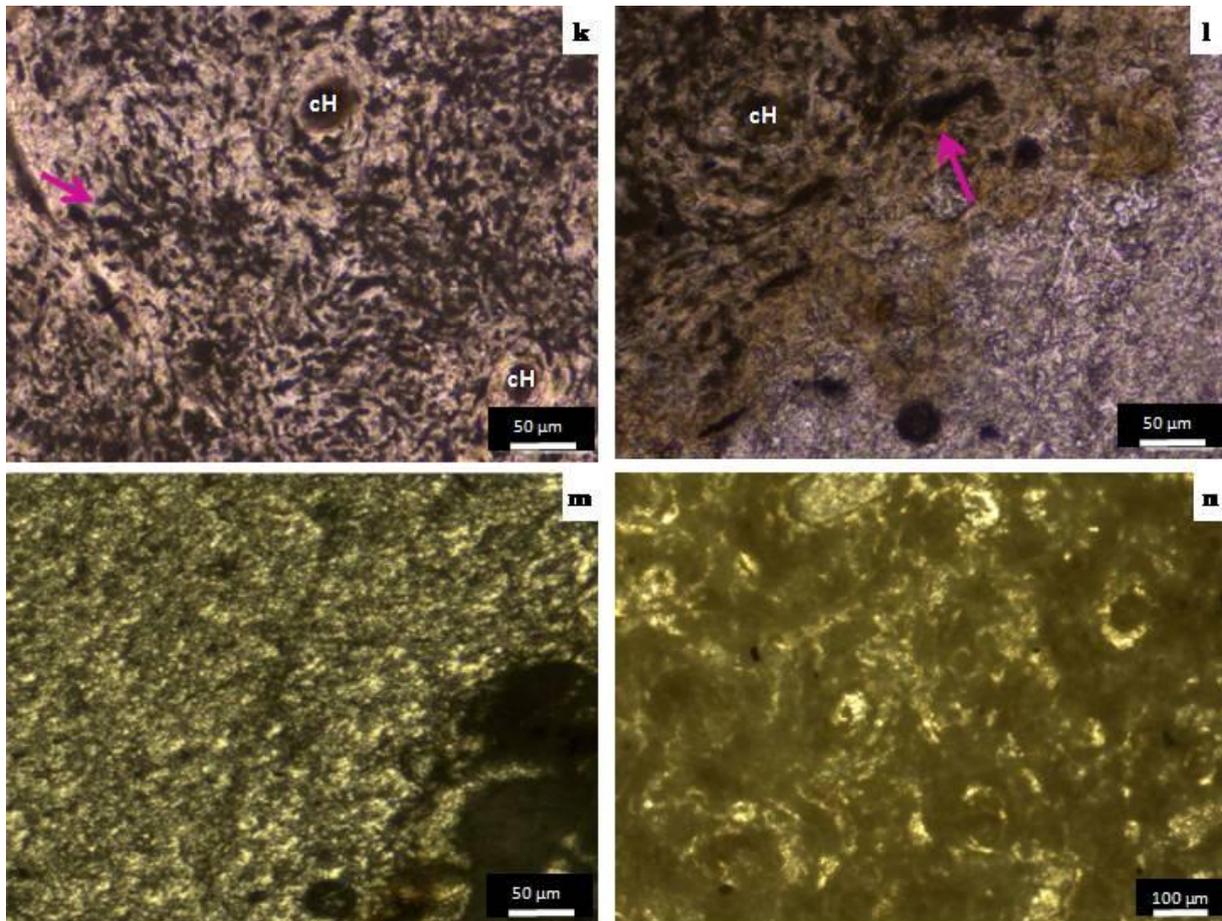


Figura 7. 18 Microfotografías de la sección transversal de la diáfisis medial de fémur. Referencias: cH: canal de Havers; flecha fucsia indica posibles trazas de bioerosión. G) Campo Ayoso. H) Remeco. I) Millaín. J) Caepe Malal. Las estructuras no son fácilmente identificables y muchas se encuentran ausentes.



Por último, las secciones analizadas provenientes de los sitios Hermanos Lazcano, Aquihucó de superficie y Cochico Márquez presentaron mala preservación osteohistológica (Figura 7.19 k-n). La mayoría de las microestructuras no están preservadas (*i.e.* laminillas, canalículos, osteocitos). Sólo se identificaron los canales vasculares de Havers y Volkman. En ninguna de estas secciones delgadas se observó la presencia de microfisuras. En Hermanos Lazcano las propiedades ópticas se vieron completamente alteradas resultando en una sección monorrefringente, a su vez que se detectaron posibles trazas de bioerosión (Figura 7.19 k, l); en cambio, en Cochico Márquez la birrefringencia se observó reducida.

Figura 7. 19 Microfotografías de la sección transversal de la diáfisis medial de fémur. Referencias: cH: canal de Havers; flecha fucsia indica posibles trazas de bioerosión. K) Hermanos Lazcano. L) Hermanos Lazcano, capa endosteal. M) Aquihuecó superficie. N) Cochico Márquez.



A través del análisis composicional con el microscopio electrónico de barrido en cuatro de los sitios seleccionados (*i.e.* Aquihuecó, Hermanos Lazcano, El Sauce, Remeco) no hay evidencias de reemplazo en la composición química de los huesos. En Remeco se observó una disminución de los elementos fósforo y calcio en sentido periostio-medioestio, lo que se interpreta como fenómeno de disolución (Figura 7.20). Este análisis permitió la obtención de imágenes que permiten observar la corrosión microestructural y gran volumen de microfisuras (Figura 7.21). En el resto de las secciones no se observaron alteraciones en los elementos, ni efectos de corrosión. Se observaron lugares (*i.e.* espacios generados por las microfisuras o de los canales vasculares) rellenos con

sedimento en Hermanos Lazcano (Figuras 7.22 y 7.23) y, también, espacios rellenos con carbonato de calcio (permineralización) y con granos de sílice (relleno sedimentario, Figura 7.24 y 7.25) en Aquihuecó.

Figura 7.20 Análisis MEB-EDS lineal mostrando la concentración de elementos desde el periostio al mediostio para la muestra Remeco. Nótese los bajos niveles de fósforo (P) y calcio (Ca) hacia la porción externa de la sección delgada (periostio), indicativo del mecanismo diagenético de disolución.

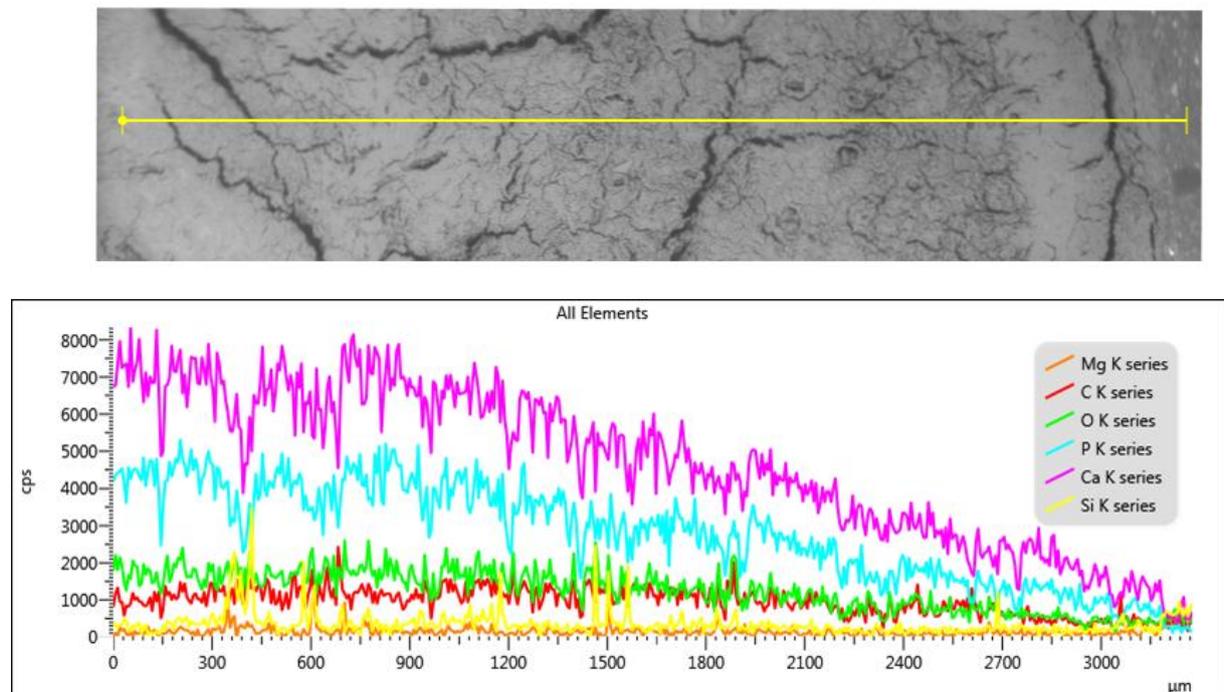


Figura 7. 21 Imagen MEB-HDBSD para Remeco. Nótese el deterioro en sentido periostio-mediostio, denominado corrosión. Las microfisuras se observan en la mayor parte la porción analizada.

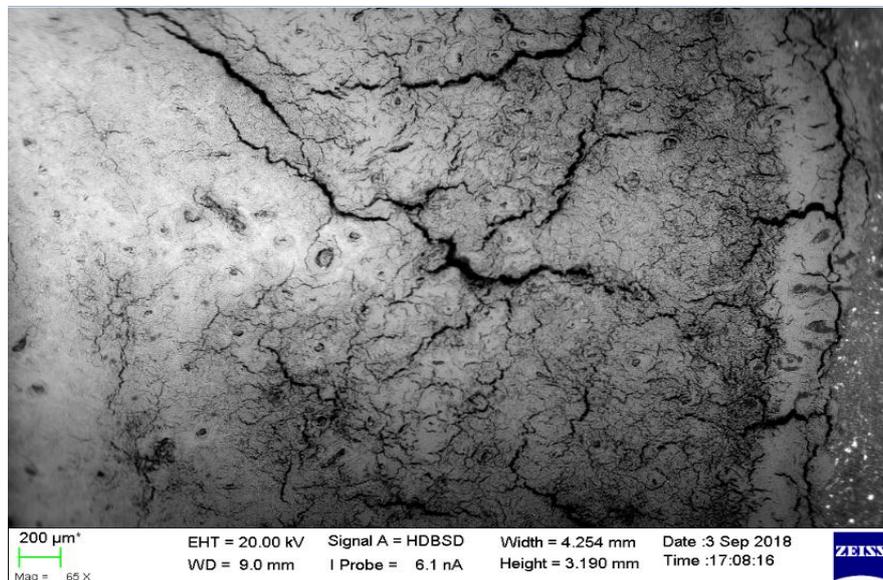


Figura 7. 22 Análisis MEB-EDS lineal mostrando la concentración de elementos desde el periostio al mediostio para la muestra Hermanos Lazcano. La distribución de los elementos no evidencia cambios en la composición. Nótese los picos de sílice (en fucsia), indicando relleno de espacios porosos con sedimento.

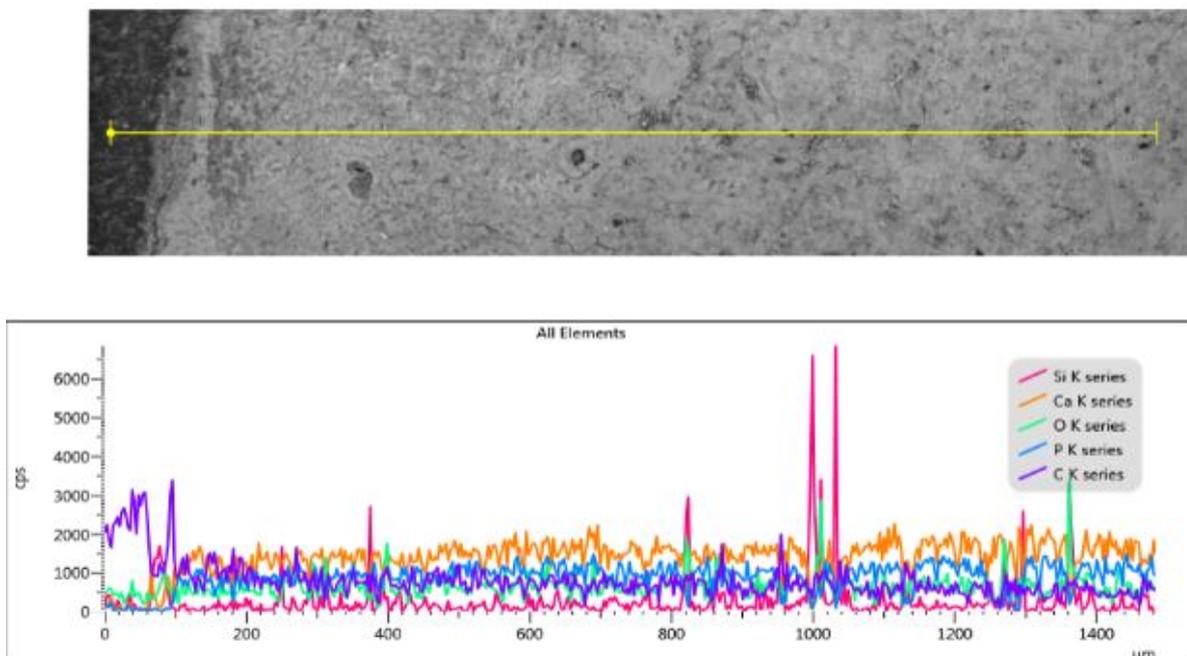


Figura 7. 23 Imagen MEB-HDBSD para Hermanos Lazcano. Canal de Havers relleno con granos provenientes de la matriz sedimentaria donde los restos estaban depositados.

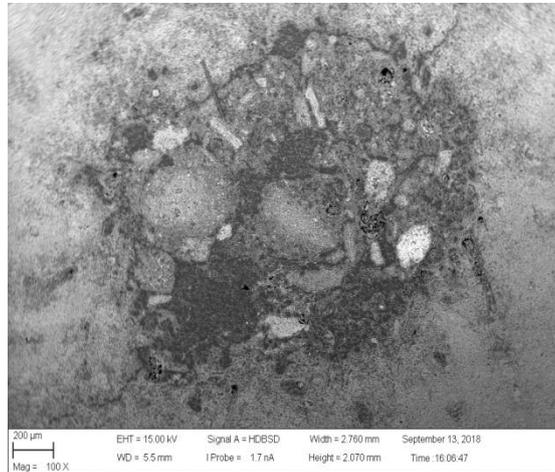


Figura 7. 24 Análisis MEB-EDS lineal mostrando la concentración de elementos desde el periostio al mediestio para la muestra Aquihuecó. La distribución de los elementos no evidencia cambios en la composición. Nótese los picos de sílice (en violeta), indicando relleno de espacios porosos con sedimento.

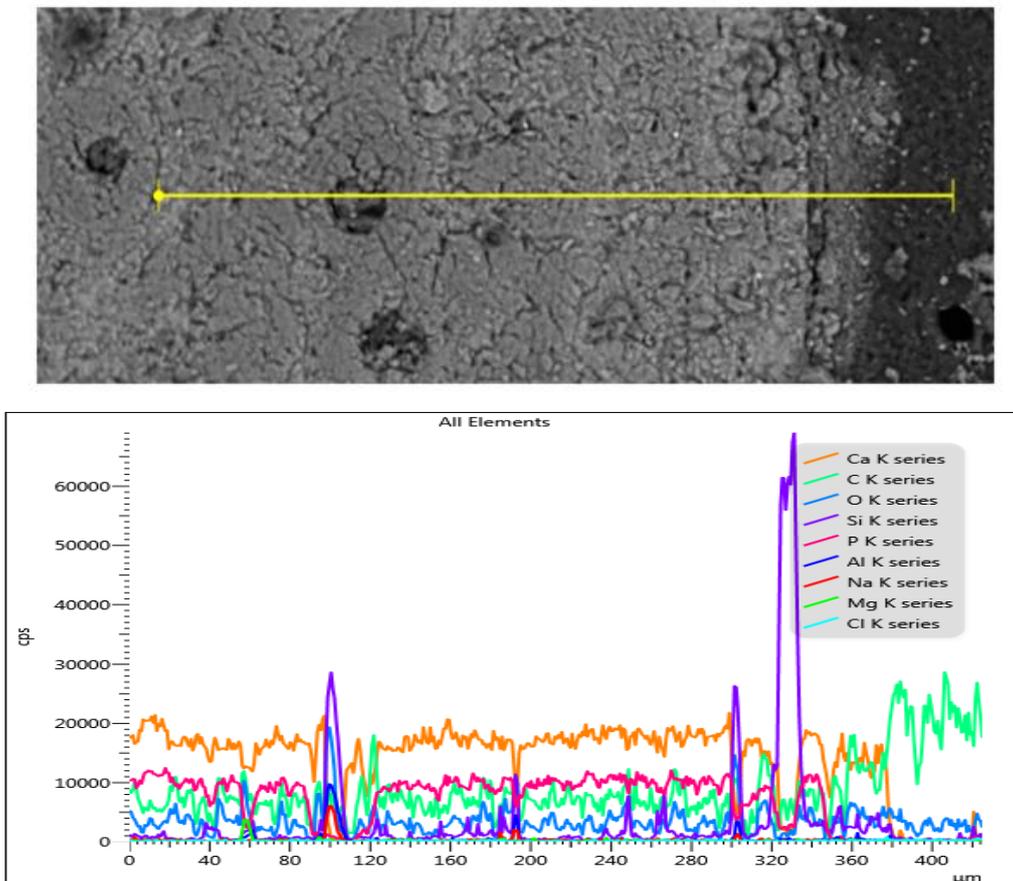
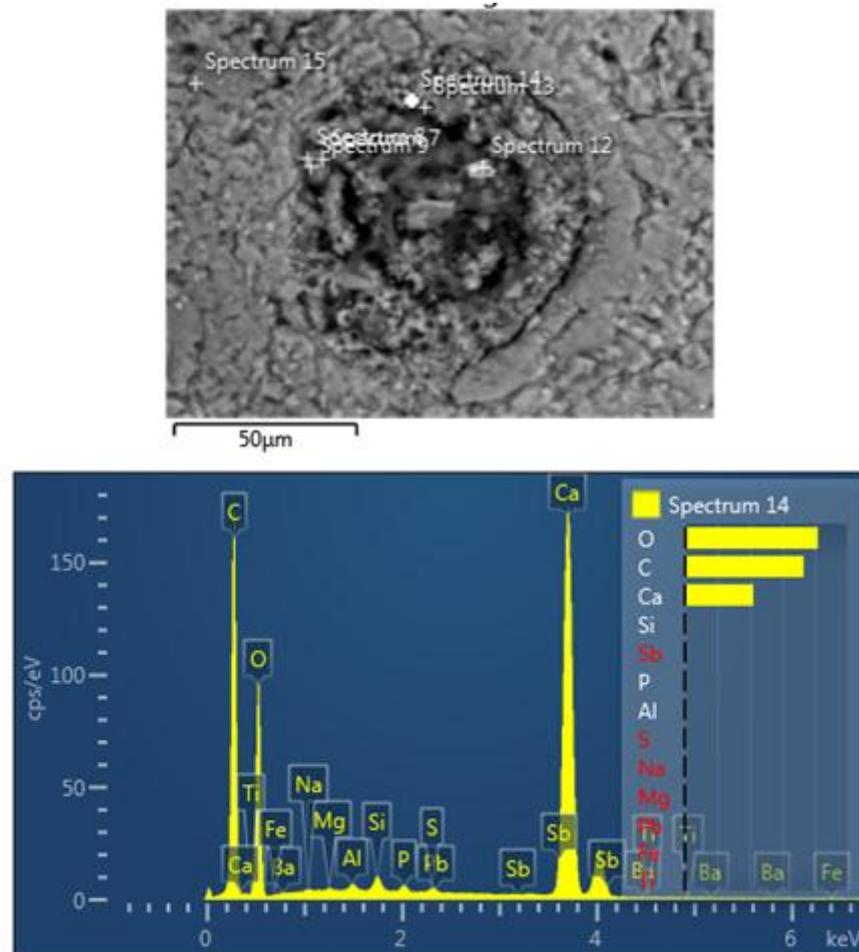


Figura 7.25 Imagen de un canal de Havers, gráfico y tabla de composición de elementos químicos para una muestra de Aquihuecó mostrando el fenómeno de permineralización.



2- Descripción de las variables contextuales

En los anexos VII.II y VII.IV se presentan los datos las variables contextuales, a excepción de los análisis granulométricos y químicos de los sedimentos que se desarrollan a continuación.

Análisis granulométrico

Realizado el tamizado de todas las muestras de matriz, se obtuvo el promedio para cada tipo de tamaño de grano por sitio analizado (Anexo VII.V; Figura 7.26). A

partir de estos valores, la matriz de cada sitio fue definida de acuerdo con el diagrama triangular para la clasificación textural según tamaño de grano, utilizada para sedimentos no consolidados propuesto por Folk (1974). De esta manera las muestras quedaron clasificadas en las siguientes texturas: *arena* (n= 8); *arena ligeramente gravosa* (n= 2); *arena fangosa* (n= 5) (Figura 7.27).

En 14 de los sitios los restos óseos estaban depositados en matrices de tipo sedimentarias. Asociados a estos depósitos se encuentran suelos con escaso desarrollo (Aridisoles, Entisoles, Molisoles). En Remeco, los restos se hallaron en un suelo desarrollado (Andisol).

A pesar de que la granulometría coincide entre algunos sitios, la composición puede diferir. Los restos óseos de Hermanos Lazcano se hallaron contenidos en una matriz sedimentaria de depósitos aluviales provenientes de la Formación Vaca Muerta, específicamente pelitas negras y calizas micríticas. En cambio, en Aquihuecó, Chacra Álvarez y Chacra Bustamante las matrices estaban compuestas de granos de sílice; en estos sitios difiere el tipo emplazamiento (ver capítulo V *Materiales*).

Figura 7. 26 Representación gráfica de los porcentajes de cada tamaño de grano por sitio. El tamaño de los círculos es proporcional a la cantidad de granos presentes. Referencias: G: grava; AMG: arena muy gruesa; AG: arena gruesa; AM: arena mediana; AF: arena fina; AMF: arena muy fina; L/A: limo y arcilla.

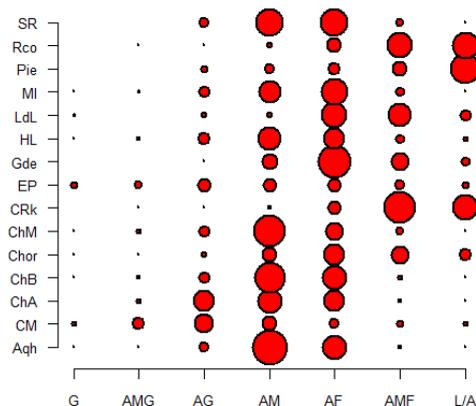
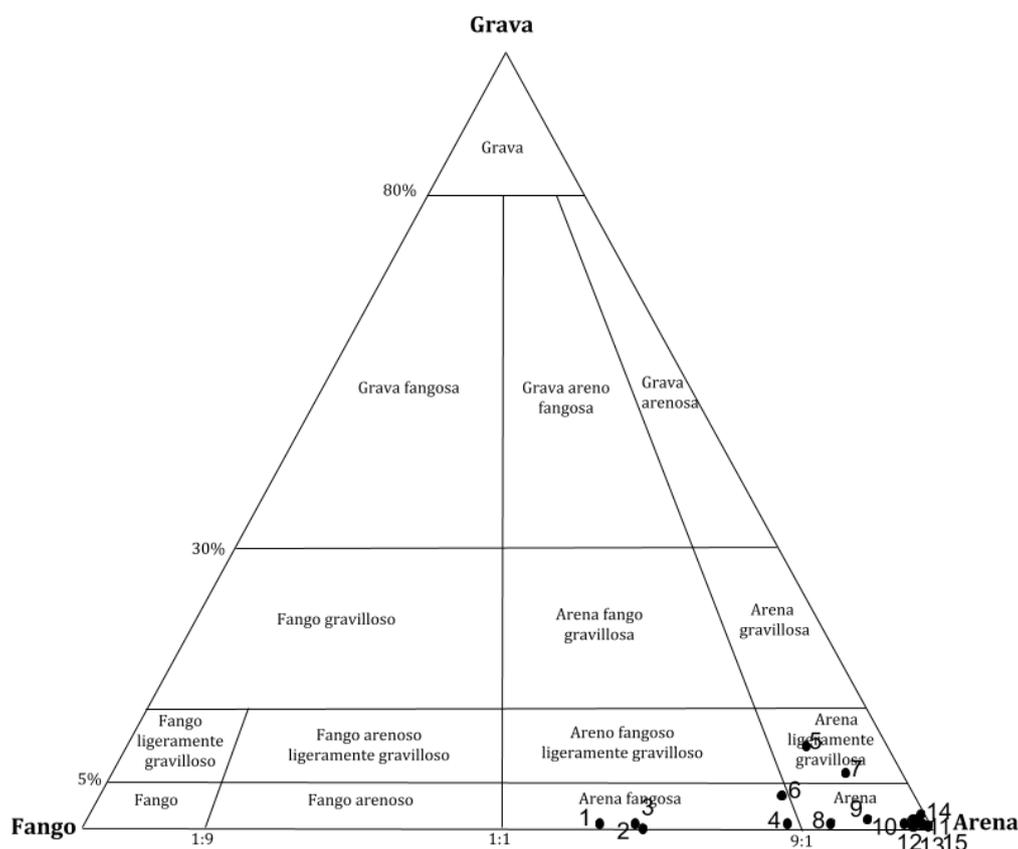


Figura 7. 27 Clasificación textural de las matrices de los sitios analizados según Folk (1974). Referencias: 1- Pie; 2- Rco; 3- CRk; 4- Chor; 5- EP; 6- LdL; 7- CM; 8- Gde; 9- HL; 10- SR; 11- Aqh; 12- ChB; 13- ChA; 14- ChM; 15- MI.



Análisis químico

Los resultados de los análisis químicos para cada una de las muestras (*i.e.* control y asociadas) de cada sitio se muestran en la Anexo VII.VI.

De los 15 sitios analizados, 12 (basados en 33 muestras) tienen pH ligeramente alcalino mientras que en los tres restantes este valor resultó ácido (basados en 15 muestras; Chacra Álvarez, Remeco y Cochico Márquez) (ver Figura 7.28 A). No se encontraron diferencias importantes en el pH entre muestras de un mismo sitio. En cuanto al porcentaje de materia orgánica, las muestras analizadas para el sitio de Remeco fueron las mejores provistas presentando valores entre el 11,86 y 16,13%, mientras que las de los sitios restantes presentaron bajos contenidos (Figura 7.28 B).

Con respecto a los valores obtenidos de fósforo, 18 muestras provenientes de siete sitios presentaron alto contenido (i.e. >30 ppm) (Figura 7.28 C). Por el contrario, en 27 muestras correspondientes a nueve sitios los valores fueron por debajo de los 10 ppm.

Por último, los resultados obtenidos para el porcentaje de CaCO_3 fueron variables, siendo Remeco el sitio con 0% de contenido de CaCO_3 y Hermanos Lazcano y Caepe Malal fuertemente carbonatados (i.e. 18,52% y 20,37%) (Figura 7.28 D).

En el análisis de componentes principales realizado a partir de los datos los resultados de los análisis químicos (Figura 7.29) se observa que algunos sitios se diferencian sustancialmente del resto. Remeco se distingue por altas concentraciones materia orgánica y pH ácido. Caepe Malal y Hermanos Lazcano se apartan por su alto contenido en carbonato de calcio y pH alcalino. El Panteón se caracteriza por altos niveles de materia orgánica. Retamal, Moro I y Piera se distinguen por sus niveles elevados de P disponible, lo mismo que los sitios. A excepción de Cochico Márquez, las restantes muestras se distribuyen hacia valores positivos del CP1, es decir, pH alcalino y variaciones menores en el resto de las variables químicas.

Figura 7. 28 Figura 7.X Box plot con los valores de pH (A), porcentaje de MO (B), fósforo en ppm (C), y porcentaje carbonato de calcio (D) de la matriz por sitio analizado.

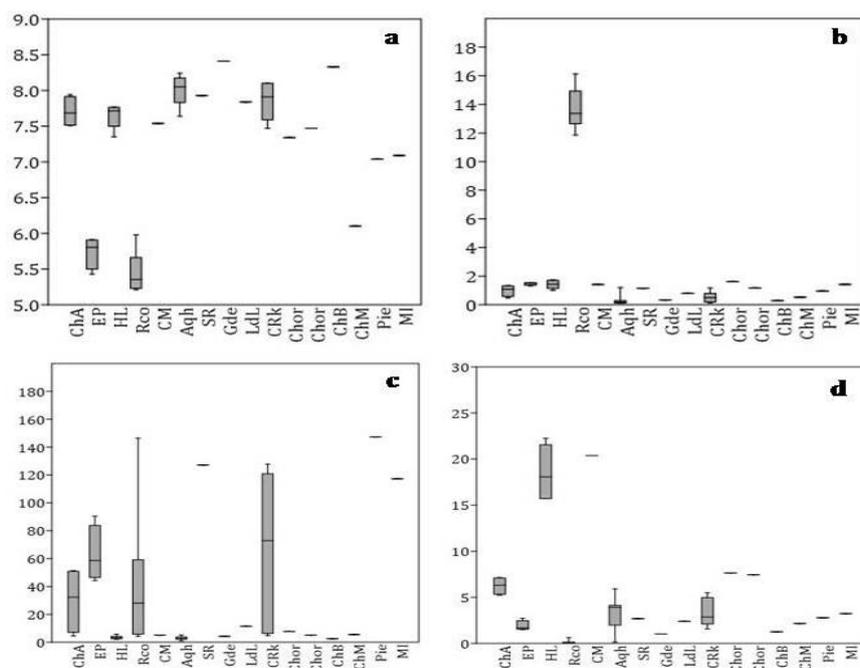
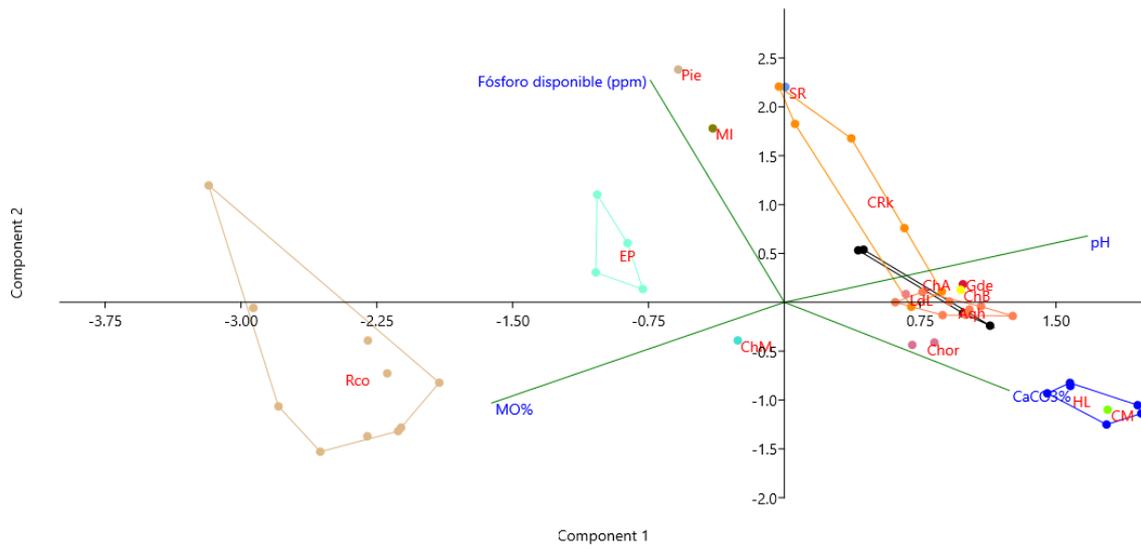


Figura 7. 29 Biplot de los dos primeros ejes del análisis de componentes principales realizado con la matriz de correlación de las variables químicas del sedimento.



3- Inferencias

Se construyeron tres matrices que fueron abordadas con estrategias similares: 1- matriz por sitio; 2- matriz por individuo; y 3- matriz del sitio Aquihucó (por individuo). Se optó por una estrategia de análisis indirecto (*indirect gradient analysis* en el sentido de Legendre y Legendre, 2012; Borcard *et al.*, 2018). Esta consiste en la realización de un método de ordenamiento conocido como escalamiento multidimensional no métrico (nMDS en dos dimensiones con distancia de Manhattan), para luego comparar los resultados de dicha ordenación (*i.e.* los ejes) con las variables ambientales *s.l.* Para la descripción de la estructura del ordenamiento, se calcularon correlaciones de Spearman entre cada uno de los ejes y las variables tafonómicas utilizadas, con el objetivo de inferir cuál/es de esas variables realizan aportes para la ordenación. Se descartó el uso del análisis de componentes principales para el ordenamiento (o el análisis de redundancia para la comparación con las variables ambientales) debido a que los datos no se ajustan a una distribución normal multivariada.

3.1 Análisis tafonómico a escala de sitio

En este apartado se desarrollan los resultados de la búsqueda de explicaciones a los patrones tafonómicos a partir de un conjunto de variables extrínsecas. A su vez, se evaluó la incidencia de la edad en la preservación de los restos a partir de la división de cada sitio en dos casos, uno para adultos y otro para subadultos. No obstante, la representación de especímenes adultos y subadultos no es constante en los sitios, por lo que este tipo de análisis permite avanzar en conjeturas parciales. En este análisis se promediaron los especímenes sin considerar el sexo, debido a la abundancia de casos no determinados y de materiales mezclados que incluyen restos de ambos sexos. La incidencia de estos factores intrínsecos, *i.e.*, sexo y edad se abordó nuevamente en el análisis por individuo.

Descripción de la estructura de los datos

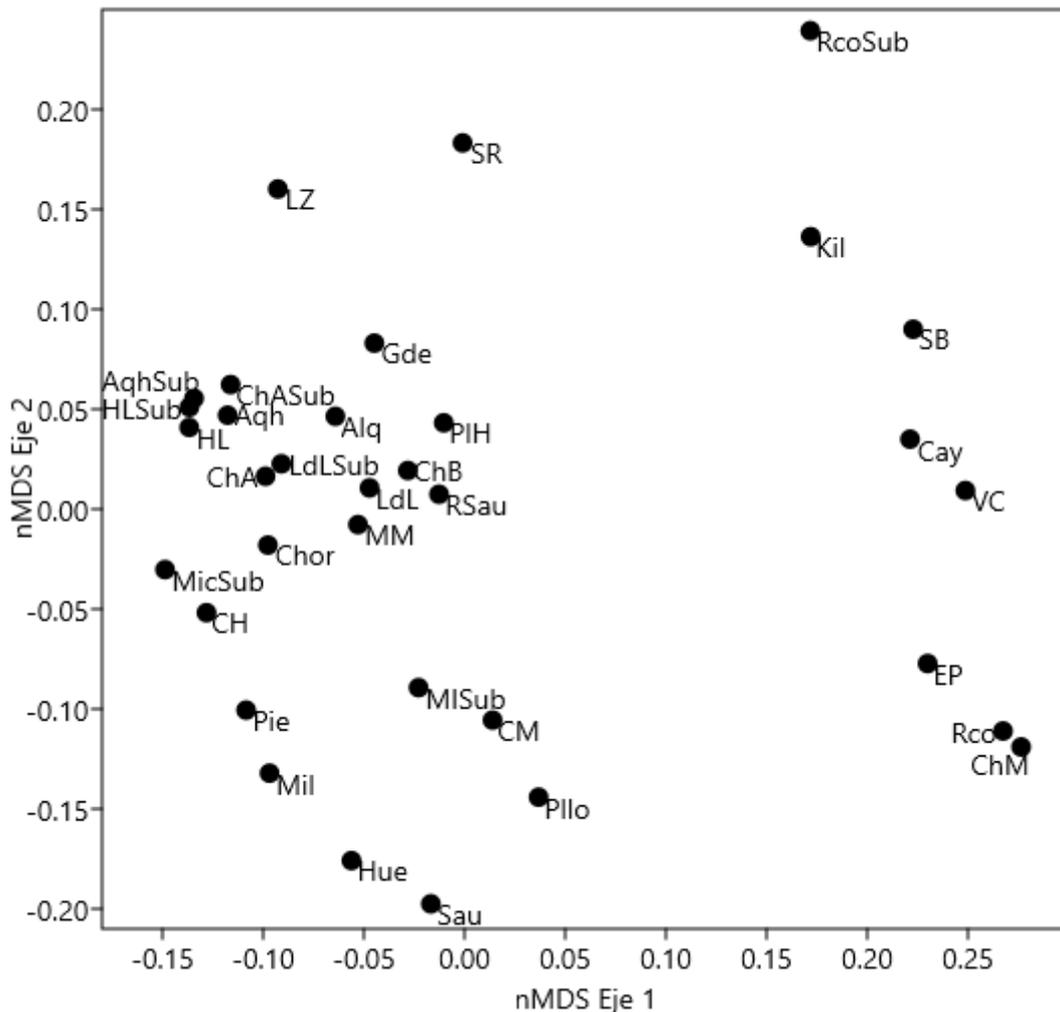
En el análisis de correlación por pares de variables tafonómicas (ver Tabla 7.8) se hallaron correlaciones significativas moderadas a bajas de diversa índole. En MPO-CORR, LPD-ESC, AGR-ESC, AGR-IRO y IFO2-MPO las correlaciones sugieren que, a mayores grados de deterioro tafonómico registrados para una variable, se observan concomitantemente mayores valores registrados en la otra. Por el contrario, en los casos de CORR-COL, IRO-CORR y LPD-IFO2 el patrón es a la inversa: mayores niveles de deterioro en una variable implican menores valores en la otra.

Tabla 7.8 Correlaciones de Spearman por pares de variables tafonómicas. En verde correlaciones significativas positivas. En rosa correlaciones significativas negativas.

	MPO	LPD	LP	COL	AGR	ESC	CORR	IRO	IFO2
MPO		0,11	0,08	0,855	0,313	0,347	0,004	0,094	0,001
LPD	-0,279		0,239	0,816	0,802	0,016	0,96	0,459	0,02
LP	0,304	-0,207		0,512	0,923	0,941	0,317	0,736	0,024
COL	0,033	-0,041	0,117		0,253	0,528	0,032	0,807	0,079
AGR	-0,178	0,045	-0,017	0,202		0,029	0,223	0,047	0,347
ESC	0,166	0,409	-0,013	0,112	0,375		0,131	0,803	0,425
CORR	0,48	-0,009	0,177	-0,369	-0,214	0,264		0,01	0,714
IRO	-0,292	0,131	-0,06	-0,044	0,343	0,044	-0,434		0,949
IFO2	-0,534	0,398	-0,386	-0,305	-0,166	-0,141	-0,065	0,011	

Del nMDS se obtuvo un ordenamiento que se puede observar en la Figura 7.30.

Figura 7.30 Resultado del análisis de escalamiento multidimensional no métrico realizado en dos dimensiones a partir del coeficiente de distancia de Manhattan. Los puntos representan sitios (el agregado de "Sub" corresponde al conjunto de subadultos). Las siglas de los sitios se pueden ver en la Tabla 5.1. "Sub" hace referencia a un individuo subadulto. Estrés = 0,186



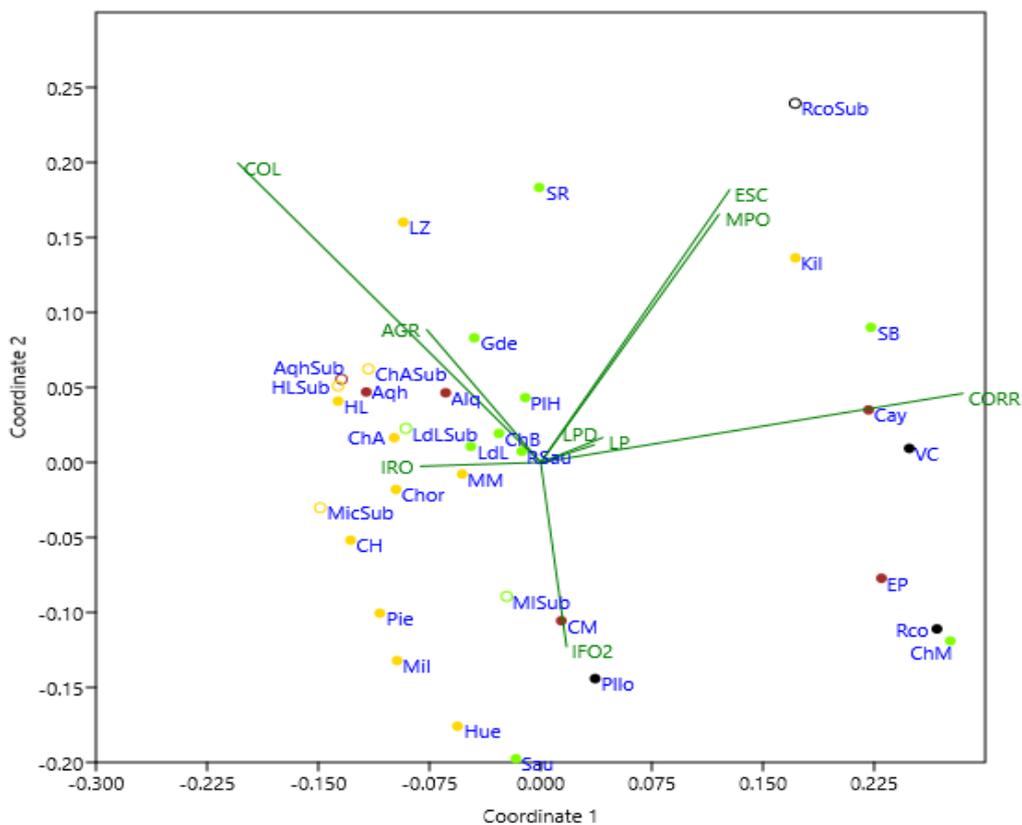
Para evaluar qué variables contribuyen a la estructura del ordenamiento se calcularon las correlaciones no paramétricas por rangos de Spearman entre cada eje (Anexo VII.VI) y las variables tafonómicas (Tabla 7.9). Se tuvieron en cuenta correlaciones significativas (*i.e.* $p < 0,05$). En tales casos, correlaciones positivas indican que los sitios que se ubican en valores mayores del eje contienen restos en los que la variable correlacionada presenta valores más altos. Por ejemplo, la variable corrosión (Corr) tiene una correlación significativa, positiva y moderadamente alta con respecto al

eje 1, de modo que los puntos que se hallan a la derecha del gráfico se caracterizan por mayores valores de corrosión (*e.g.* Rco). Las variables Corr, Esc y LPD aportan significativamente al eje 1 de manera directa, es decir, al aumentar el eje 1 se observan valores mayores de estas tres variables. En particular, la variable Corr presenta una correlación moderada a alta mientras que las restantes dos son bajas. La variable coloración presenta una correlación moderada, significativa pero inversa, de modo que los valores bajos del eje 1 se corresponden con valores altos de esta coloración. La correlación entre el eje 1 y MPO es marginalmente significativa ($p=0,054$). Con respecto al eje 2, las variables MPO y Agr se correlacionan de manera significativa y moderada a baja, mientras que Col y Esc presentan correlaciones moderadas significativas y positivas, es decir, los puntos situados hacia arriba del gráfico se caracterizan por altos valores de Col y Esc especialmente, y en menor medida de MPO y Agr. La variable IFO2 se correlaciona de manera significativa, moderada a baja pero inversa con el eje 2, de manera que los puntos situados en la parte inferior del gráfico se caracterizan por presentar valores altos de esta variable (no obstante, se debe tener en cuenta que valores altos de IFO2 corresponden a niveles bajos de fragmentación, es decir, este rasgo varía de manera inversa al resto: mayores valores implican menor grado de deterioro). En síntesis, la ordenación se estructura de manera que los puntos situados en el sector inferior se caracterizan por bajos niveles de fragmentación (IFO2 alto), pérdida ósea, alteraciones del color, agrietamiento y escamación, al tiempo que los sitios ubicados en la parte superior presentan características opuestas (alta fragmentación y pérdida ósea, y altos niveles de cambio de coloración, agrietamiento y escamación). Por su parte, hacia el sector izquierdo se distribuyen los sitios con altos valores de Col y bajos de LPD, Esc y Corr y hacia el derecho, aquellos con un patrón opuesto. En la Figura 7.31 se observa el ordenamiento con el agregado de vectores que indican la dirección y magnitud de la asociación de cada variable tafonómica con los ejes.

Tabla 7.9 Correlaciones de Spearman entre cada eje del análisis de ordenamiento y las variables tafonómicas. p= probabilidad de la prueba de significación. r= índice de correlación de Spearman. En verde correlaciones significativas positivas. En rosa correlaciones significativas negativas.

		MPO	LPD	LP	COL	AGR	ESC	CORR	IRO	IFO2
Eje 1	p	0,054	0,040	0,881	0,000	0,276	0,040	0,000	0,765	0,496
	r	0,333	0,354	-0,027	-0,659	-0,192	0,354	0,758	-0,053	0,121
Eje 2	p	0,010	0,829	0,341	0,000	0,044	0,000	0,449	0,682	0,005
	r	0,434	-0,038	0,168	0,651	0,348	0,607	0,134	-0,073	-0,470

Figura 7.31 Diagrama de dispersión del ordenamiento con nMDS. Se agregaron vectores para cada variable tafonómica. La longitud relativa de los vectores es proporcional a la magnitud de la correlación con los ejes.



La relación de las variables ambientales con la estructura del ordenamiento se abordó por conjuntos: sedimentológicas (pH, MO, P, CaCO3, Textura, Selección),

climáticas (TMed, Tmin, Tmax, Prec, Tipo de clima), otras ambientales como vegetación (Veg) y suelos, geomorfológicas (Geom, msnm, DistAgua, DistAguaV), suelos y arqueológicas (Antigüedad, Tipo de sitio). Finalmente, se evaluó la asociación entre el patrón tafonómico descrito a partir del nMDS y la edad de los individuos categorizada como adulto y subadulto (el análisis fue realizado separando, para cada sitio, el conjunto de adultos por una parte y el de subadultos por la otra).

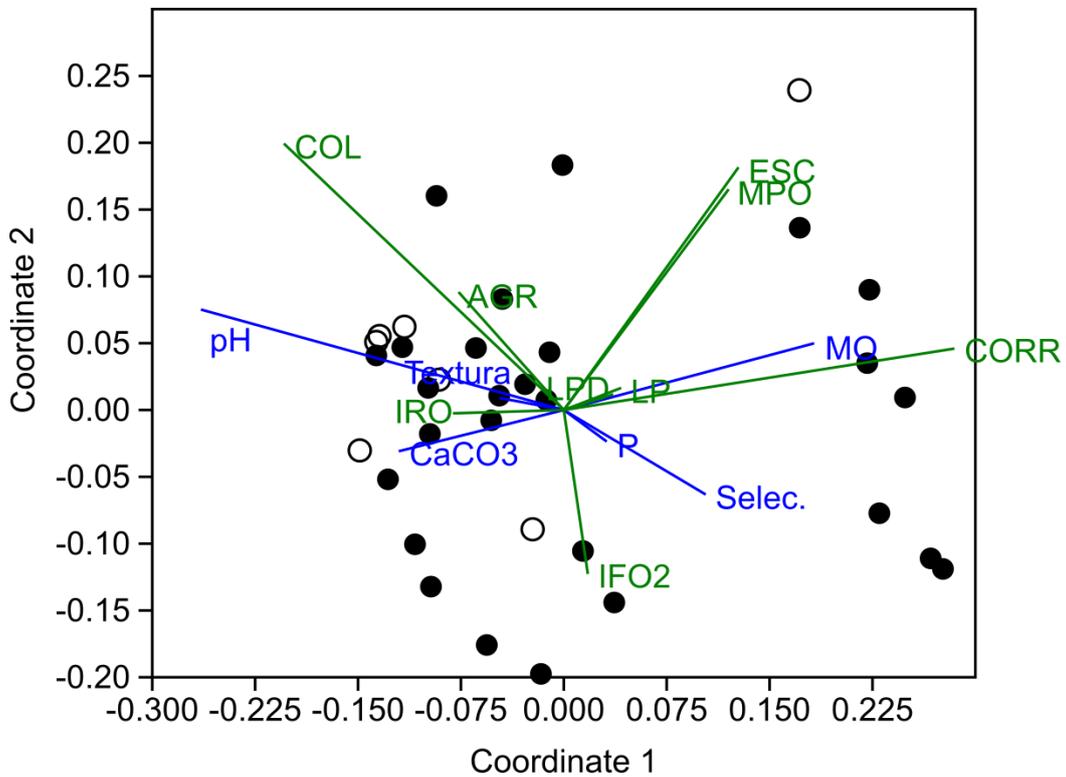
Variables sedimentológicas

Las variables pH y CaCO₃ presentan correlaciones inversas y significativas con el eje 1. En el caso de P y Selección las correlaciones son marginalmente significativas y directas. pH, además, se correlaciona de manera directa y significativa con el eje 2 (Tabla 7.10). En síntesis, sitios con pH más alcalino se ubican hacia la parte izquierda superior del gráfico de ordenamiento, en concordancia con valores mayores de MPO, Col Agr, y Esc, y menores Corr, LPD, e IFO2 (*i.e.* mayor grado de fragmentación). Los sitios con altos niveles de carbonato de calcio se asocian con alta Col y baja LPD, Esc y Corr (Figura 7.32).

Tabla 7. 10 Correlaciones de Spearman entre cada eje del análisis de ordenamiento y las variables geológicas. *p*= probabilidad de la prueba de significación. *r*= índice de correlación de Spearman. En verde correlaciones significativas positivas. En rosa correlaciones significativas negativas.

		pH	MO	P	CaCO ₃	Textura	Selección
Eje 1	p	0,045	0,181	0,073	0,003	0,51	0,071
	r	-0,465	0,32	0,421	-0,651	-0,161	0,423
Eje 2	p	0,019	0,491	0,421	0,969	0,752	0,33
	r	0,532	-0,168	-0,196	-0,01	0,078	-0,236

Figura 7. 32 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS de acuerdo con las variables sedimentológicas. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación.



Variables climáticas

Las variables de temperatura presentan correlaciones significativas inversas con respecto al eje 1, que implica que mayores temperaturas se asocian con menores niveles de Corr, LPD y Esc, y mayores de Col. Las precipitaciones no se asocian a ninguno de los ejes. Las variables climáticas no se asocian al eje 2 (Tabla 7.11).

Tabla 7. 11 Correlaciones de Spearman entre cada eje del análisis de ordenamiento y las variables climáticas. p = probabilidad de la prueba de significación. r = índice de correlación de Spearman. En rosa correlaciones significativas negativas.

		TMA	TMin	TMax	PreMedAn
Eje 1	p	0,025	0,006	0,008	0,502
	r	-0,384	-0,465	-0,445	0,119
Eje 2	p	0,122	0,173	0,101	0,221
	r	0,270	0,239	0,286	-0,216

El eje 1 presenta diferencias significativas entre los tipos de clima (Kruskall Wallis, $p=0,002$). Las comparaciones *a posteriori* indican que el clima tipo SemA presenta valores menores que A y que Perh (Mann-Whitney con corrección de Bonferroni; Figura 7.33). El resto de las diferencias no son significativas. No se hallaron diferencias significativas entre los tipos de clima para el eje 2.

En la Figura 7.34 se graficaron los ejes 1 y 2 indicando con polígonos convexos (*convex hulls*) los conjuntos de puntos correspondientes a cada tipo de clima. Se puede observar la discriminación entre grupos correspondientes a diferentes tipos de clima, con una distribución a lo largo del eje 1: SemA a la izquierda, PerH a la derecha, A en el medio, un poco superpuesto con ambos, y SubSS a todo lo largo del eje, superpuesto con los otros tres. El clima de tipo SemA está asociado con bajos niveles de corrosión, LPD y Esc y altos de Col y MPO; lo contrario ocurre con PerH, mientras que A se ubica en una posición intermedia. SubSS presenta una dispersión amplia y no se diferencia de ninguno de los anteriores.

Figura 7.33 Figura 7.124. Box plots con superposición de los puntos (jitter plots) de los ejes 1 (A) y 2 (B) con respecto a los tipos de clima. Los círculos vacíos corresponden a valores atípicos.

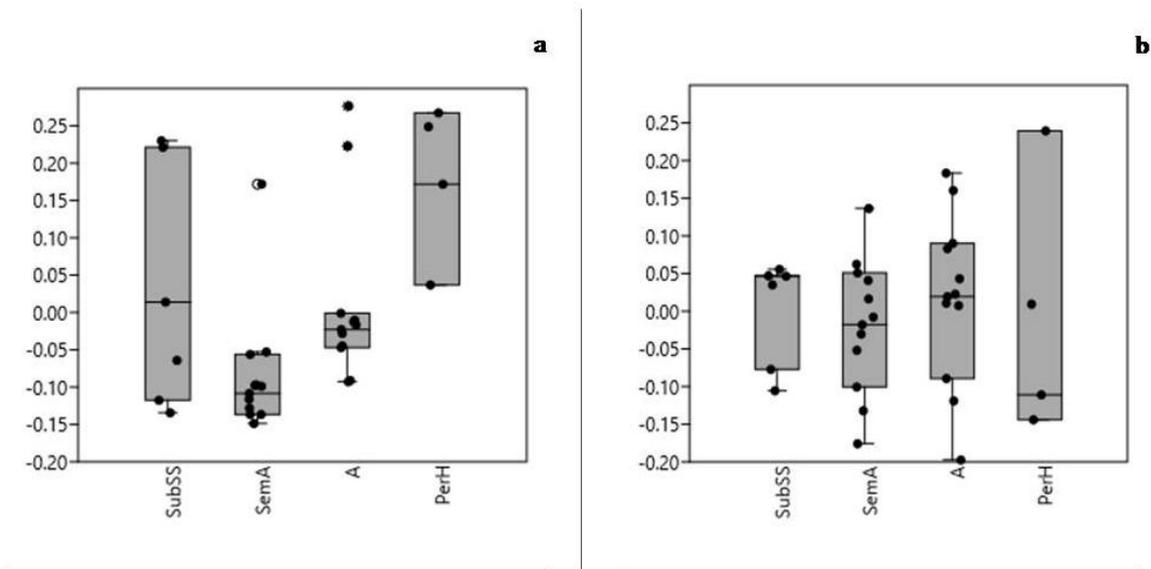
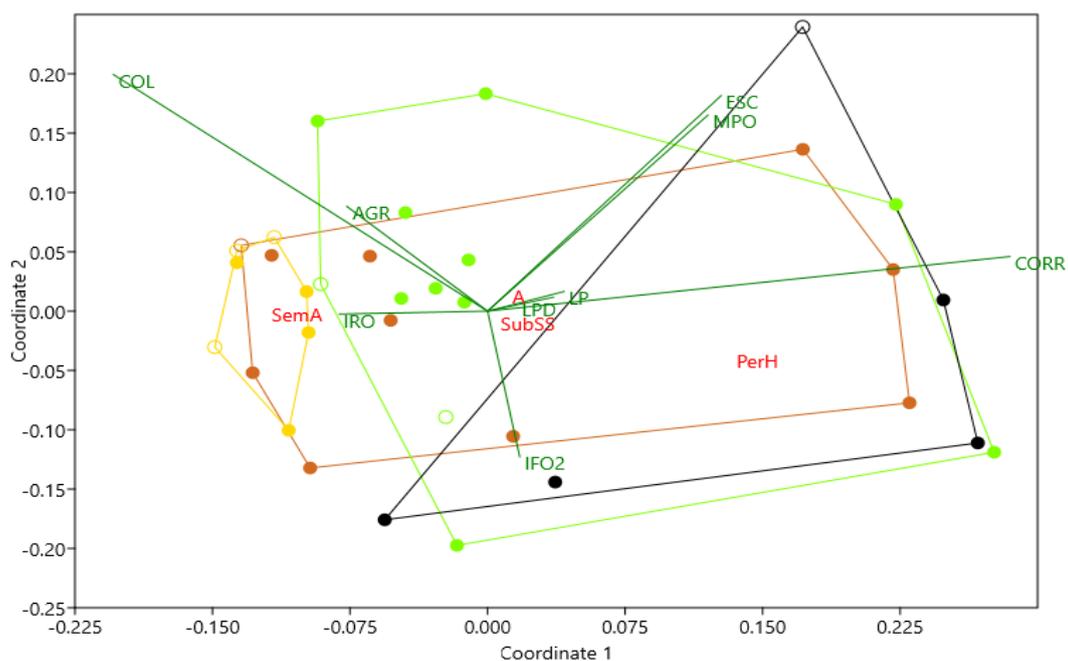


Figura 7.34 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS con colores por tipo de clima, con superposición de convexhull. Amarillo: SemA; Verde: A; Negro: PerH; Pardo: SubSS. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación.



Variables ambientales (otras)

La vegetación presenta un patrón de desplazamiento en la dirección del eje 1, aunque tenue. La comparación con ANOVA arrojó diferencias significativas ($p=0,036$), en particular entre Ea y BD (Tuckey, $p=0,024$) (Figura 7.35). El eje 2, por su parte, no presenta diferencias significativas con respecto al tipo de vegetación (ANOVA, $p= 0,636$; Figura 7.36). Estos resultados sugieren un leve desplazamiento de Ea a la izquierda de Bd (Figura 127) que en términos tafonómicos sugiere que los sitios con vegetación de tipo Ea presentan mayores niveles de Col y menores de LPD, Esc y Corr. No hay diferencias significativas entre tipo de suelo para ninguno de los ejes del ordenamiento (Kruskal Wallis, eje 1, $p=0,080$; eje 2, $p=0,401$).

Figura 7. 35 Box plots de los ejes 1 (A) y 2 (B) con respecto al tipo de vegetación. Los círculos vacíos corresponden a valores atípicos.

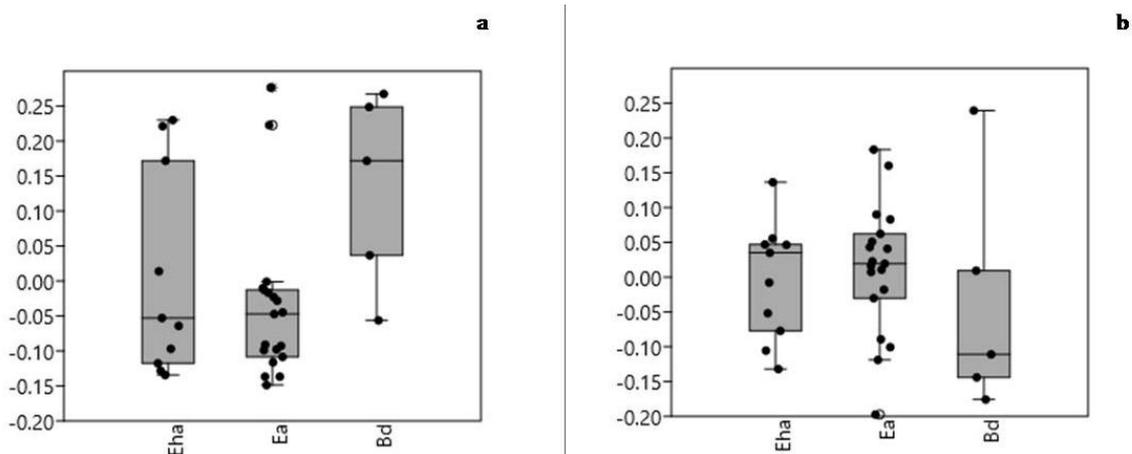
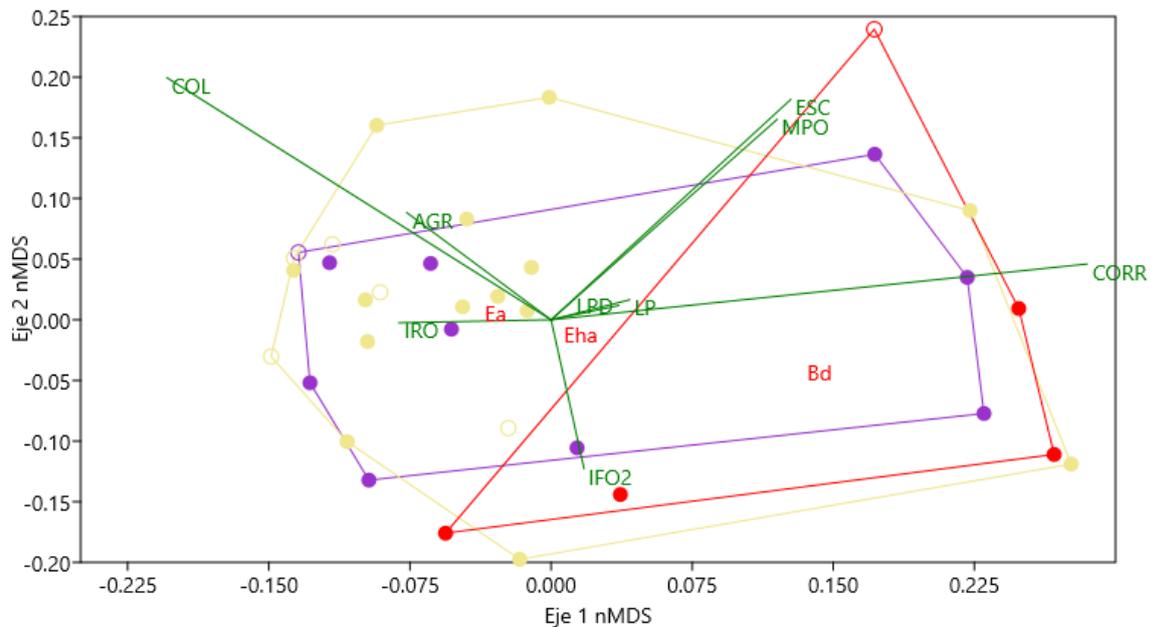


Figura 7. 36 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS con colores por tipo de vegetación, con superposición de convexhulls. Verde: Bd; Amarillo: Ea; Violeta: Eha. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación.



Variables geomorfológicas

Ninguno de los dos ejes de la ordenación presenta correlaciones significativas con respecto a las variables msnm (metros sobre el nivel del mar), DistAgua (distancia a un cuerpo de agua) y DistAguaV (distancia vertical a un cuerpo de agua). Por el contrario, la variable Geom (geomorfología dominante) presenta valores diferentes para el eje 1 (ANOVA, $p=0,037$; Figura 7.37) aunque no para el eje 2 ($p=0,639$). Con respecto al eje 1, la categoría F (ambientes fluviales) presenta valores más bajos del eje 1 que G (glaciales) (Tukey, $p=0,024$), mientras que VF (volcánico-fluvial) tiene valores muy dispersos, que se superponen con los de las otras dos categorías. En la Figura 7.38 se observa un desplazamiento de los valores de F a la izquierda en relación con los valores de G, de lo que se infiere que aquellos sitios ubicados en zonas predominantemente fluviales

presentan mayores niveles de coloración y menores de LPD, Esc y Corr que los situados en ambientes de tipo glacial.

Figura 7. 37 Box plots con superposición de los puntos (jitterplots) de los ejes 1 (A) y 2 (B) con respecto a los tipos de ambiente geomorfológico. Los círculos vacíos corresponden a valores atípicos.

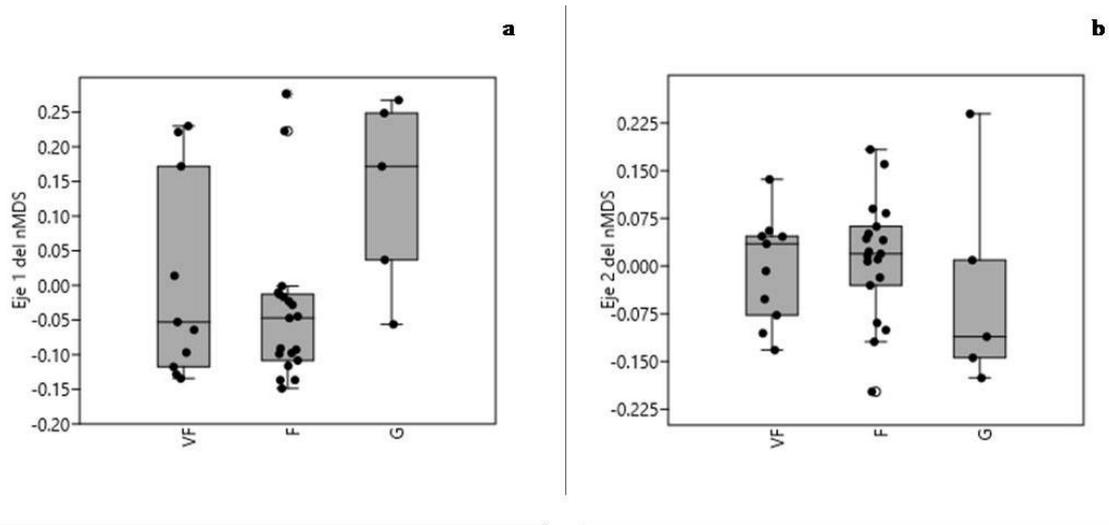
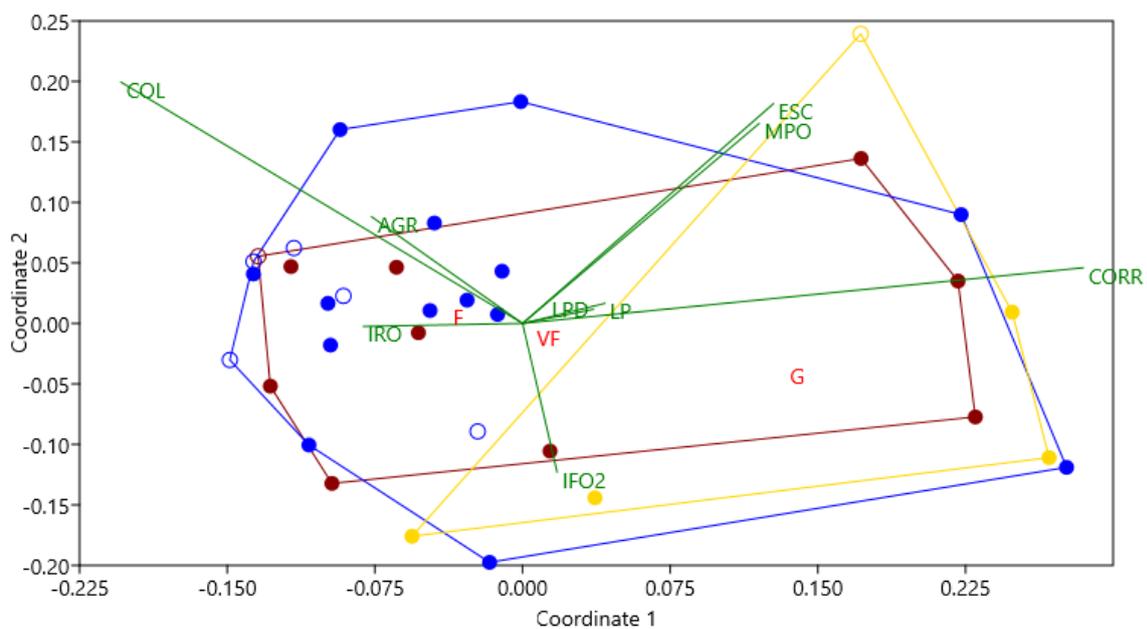


Figura 7. 38 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS con colores por tipo de ambiente geomorfológico, con superposición de convexhulls. Amarillo: G; Rojo: F; Azul: VF. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación.



Antigüedad

La variable cronológica presenta una correlación significativa e inversa con respecto al eje 1 (ver Figura 7.39 y Tabla 7.12). Los restos más antiguos presentan mayores niveles de coloración y menores de escamación, pérdida de material óseo, marcas de raíces y corrosión. No hay asociación entre la variable antigüedad y el eje 2 (ver Tabla 7.12).

Figura 7. 39nMDS con superposición de vectores de correlación de las variables tafonómicas en verde y Fechado en rojo.

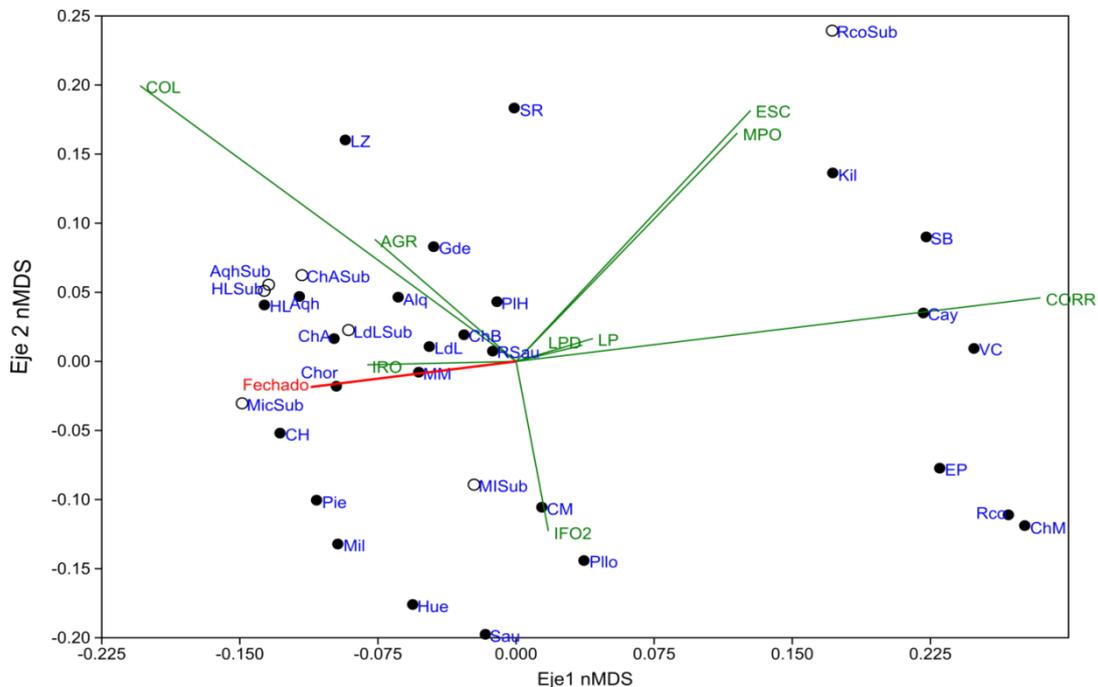


Tabla 7. 12 Correlaciones de Spearman entre cada eje del análisis de ordenamiento y la variable cronología (fechado). p= probabilidad de la prueba de significación. r= índice de correlación de Spearman. En rosa correlaciones significativas negativas.

		Cronología
Eje 1	p	0,0024
	r	-0,551
Eje 2	p	0,620
	r	-0,104

Adultos vs. subadultos

Los valores del eje 1 difieren entre adultos y subadultos (Kruskal Wallis, $p=0,043$), no así para el eje 2 (ANOVA, $p=0,201$) (Figura 7.40 A y B respectivamente). Los conjuntos de individuos subadultos presentan valores menores que los adultos con respecto al eje 1, *i.e.*, están desplazados hacia la izquierda de la ordenación multivariada de la Figura 7.41. De este resultado se infiere que los subadultos se hallan con mayores niveles de coloración y menores de escamación, pérdida de material óseo, marcas de raíces y corrosión. No obstante, la inspección de las figuras 7.40 A y 7.41 permite identificar dos conjuntos de puntos entre los masculinos, uno de ellos con valores similares a los de los subadultos mientras que el otro se encuentra desplazado hacia mayores valores del eje 1. Una segunda interpretación consiste en que las diferencias descritas corresponden a los sitios ubicados a la derecha de la Figura 7.41 (*i.e.* ChM, Rco, EP, VC, Cay, SB y Kil) y no a diferencias de edad. No fue posible, con los datos disponibles, ensayar otras comparaciones entre adultos y subadultos que incluyera a sitios expuestos a diferentes condiciones ambientales (sin embargo, ver más abajo).

Figura 7. 40 Box plots con superposición de los puntos (jitterplots) de los ejes 1 (A) y 2 (B) con respecto a la edad de los individuos. Los asteriscos corresponden a valores atípicos.

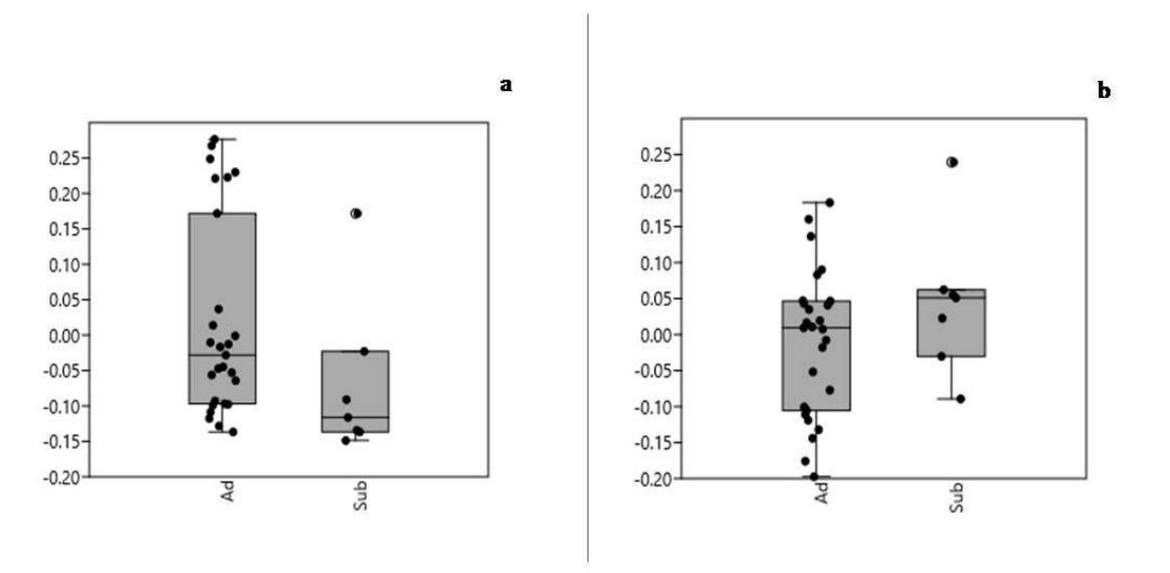
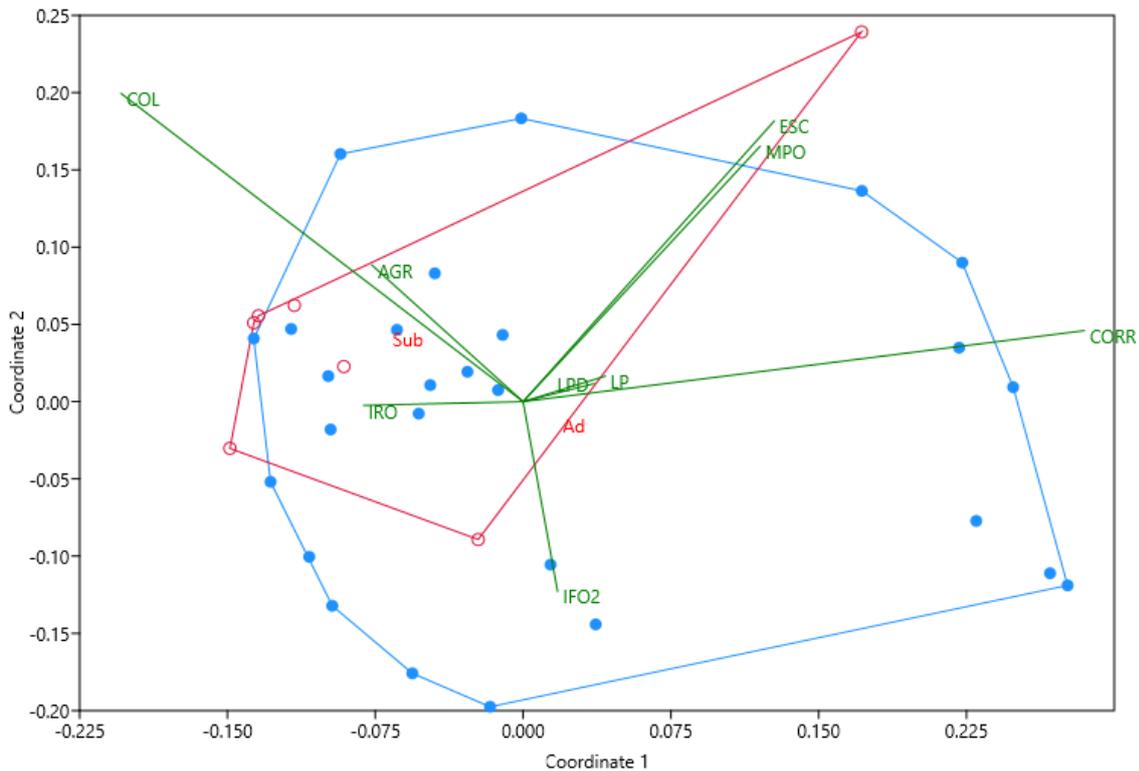


Figura 7. 41 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS con colores por edad de los individuos (Ad: adultos; Sub: subadultos), con superposición de convexhulls. Rojo: Sub; Azul: Ad. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación.

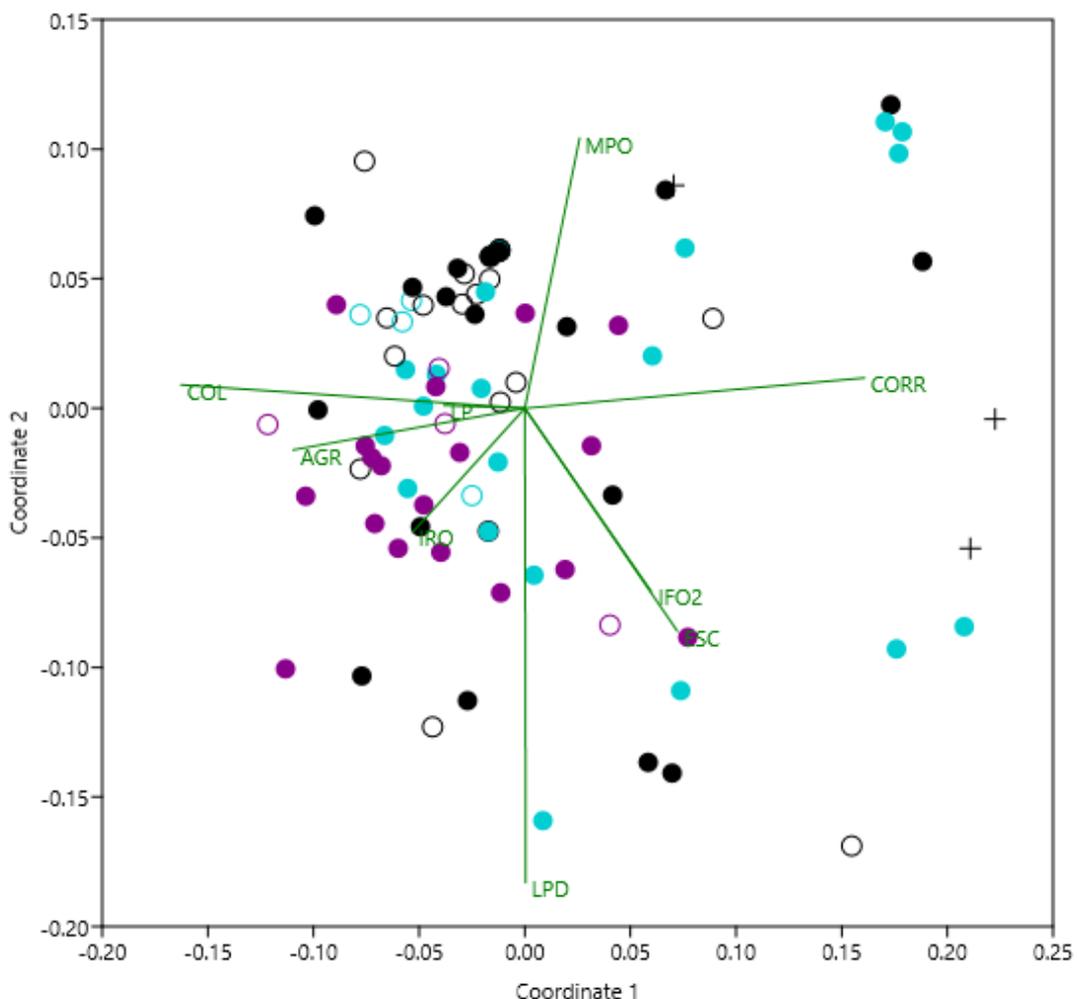


3.2 Análisis tafonómico a escala de individuo

Con el fin de evaluar la incidencia del sexo sobre la preservación de los restos se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico con distancia de Manhattan con las variables tafonómicas por individuo (o conjunto de restos no discriminable por individuo). Este enfoque plantea como inconveniente que diferentes sitios cuentan con muy variadas cantidades de especímenes con lo cual aquellos con mayores cantidades influyen o sesgan los resultados. Los mismos datos se utilizaron para evaluar la influencia de la edad y los fechados sobre la preservación. La estrategia seguida fue similar: se calculó una ordenación en dos dimensiones y luego se utilizaron

los ejes para realizar las comparaciones con las variables de interés (*i.e.* sexo, edad y antigüedad). En el Anexo VII.VII se incluyeron los ejes del análisis de nMDS por individuo. El ordenamiento multivariado por individuos se puede observar en la Figura 7.42.

Figura 7.42 Análisis de nMDS realizado con la matriz de individuos, con agregado de vectores correspondientes a las variables usadas para el ordenamiento. Los colores corresponden al sexo (fucsia, masculinos; turquesa, femeninos; negro, indeterminado o no disponible). Las figuras rellenas corresponden a adultos, las vacías a subadultos y los signos más (+) a individuos con edad no determinada. Estrés= 0,16.



A partir de correlaciones de Spearman se evaluó el aporte de cada variable a los dos ejes. Hacia la derecha del eje 1 se presentan individuos con mayores valores de Corr y menores de LP, Col y Agr. Hacia la derecha disminuye la representación ósea y la

fragmentación, aunque estas correlaciones son bajas. Hacia arriba del eje 2 se distribuyen individuos con altos valores de pérdida ósea y bajos valores de LPD y Esc. Del mismo modo, mayores valores del eje 2 se corresponden con menores niveles de representación y mayores de fragmentación (Tabla 7.13).

Tabla 7. 13 Correlaciones de Spearman entre los ejes del nMDS y las variables tafonómicas. *r*: coeficiente de correlación por rangos de Spearman; *p*: probabilidad de la prueba de significación. En color correlaciones significativas (verde, positivas; rosa, negativas).

		MPO	LPD	LP	COL	AGR	ESC	CORR	IRO	IFO2
Eje 1	r	0,055	0,399	0,004	0,000	0,000	0,084	0,000	0,003	0,018
	p	0,204	-0,09	-0,304	-0,712	-0,712	0,184	0,478	-0,316	0,25
Eje 2	r	0,000	0,000	0,703	0,543	0,077	0,001	0,704	0,003	0,001
	p	0,559	-0,93	0,041	0,065	-0,188	-0,358	0,041	-0,31	-0,36

Sexo

Los individuos femeninos muestran valores significativamente mayores para el eje 1 (Kruskal-Wallis, $p=0,026$). Con respecto al eje 2, si bien el patrón es similar, las diferencias no son significativas (Kruskal-Wallis, $p=0,082$) (Figura 7.43. El análisis se repitió restringido al sitio Aquihucó (utilizando los mismos ejes del ordenamiento anterior), que cuenta con la mayor cantidad de individuos. En este sitio el eje 1 no mostró diferencias entre sexos (ANOVA $p=0,392$) mientras que en el eje 2 la categoría femeninos muestra valores significativamente mayores (ANOVA $p=0,029$) (Figura 7.44). Los individuos femeninos presentan valores mayores en el eje 1 para la totalidad de los datos y en el eje 2 para Aquihucó. El patrón encontrado para el eje 1 con la totalidad de los datos es similar, aunque marginalmente significativo. En líneas generales se observa que, para la base de datos con todos los individuos, los femeninos están desplazados hacia la derecha del ordenamiento y levemente hacia arriba (Figura 7.45). El resultado del análisis restringido a los individuos de Aquihucó (comparación de los scores de los individuos del sitio en el mismo análisis multivariado) no se aparta de este patrón. Se

puede inferir por lo tanto que los individuos femeninos se caracterizan por mayores niveles de corrosión e IFO2 (fragmentación más baja), así como menores valores de LP, Col, Agr e IRO y, con respecto al eje 2, mayores niveles de MPO y menores de LPD, Esc e IRO.

Figura 7. 43 Boxplots con los valores de los ejes 1 y 2 de la ordenación nMDS por individuos, por sexo.

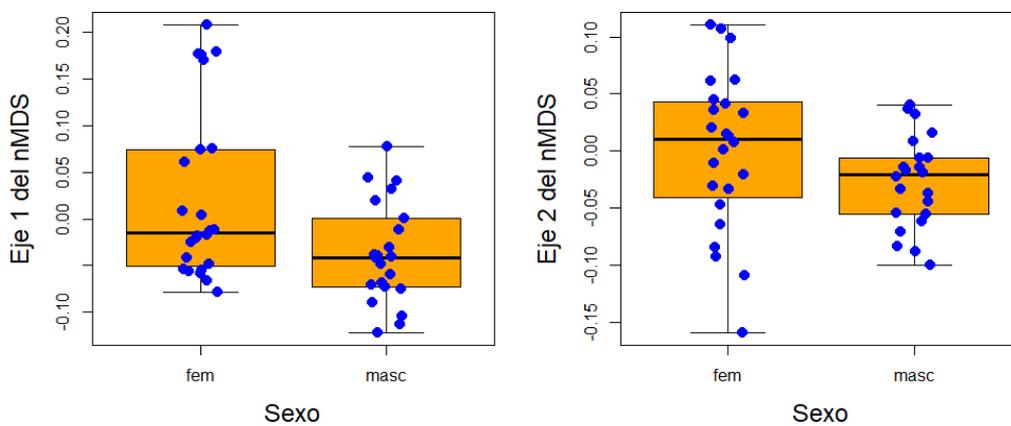


Figura 7. 44 Boxplots con los valores de los ejes 1 y 2 de la ordenación nMDS de la matriz de individuos (restringida a aquellos de Aquihuecó), por sexo.

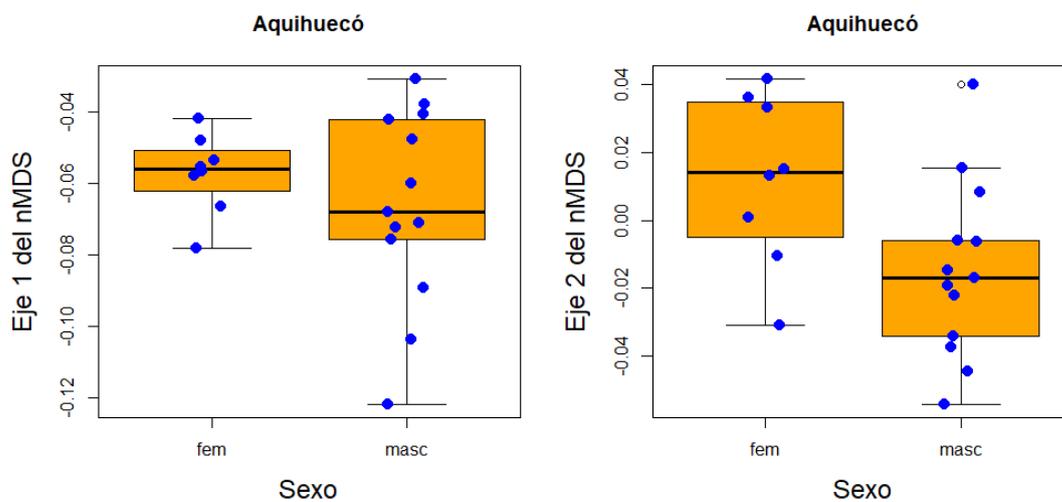
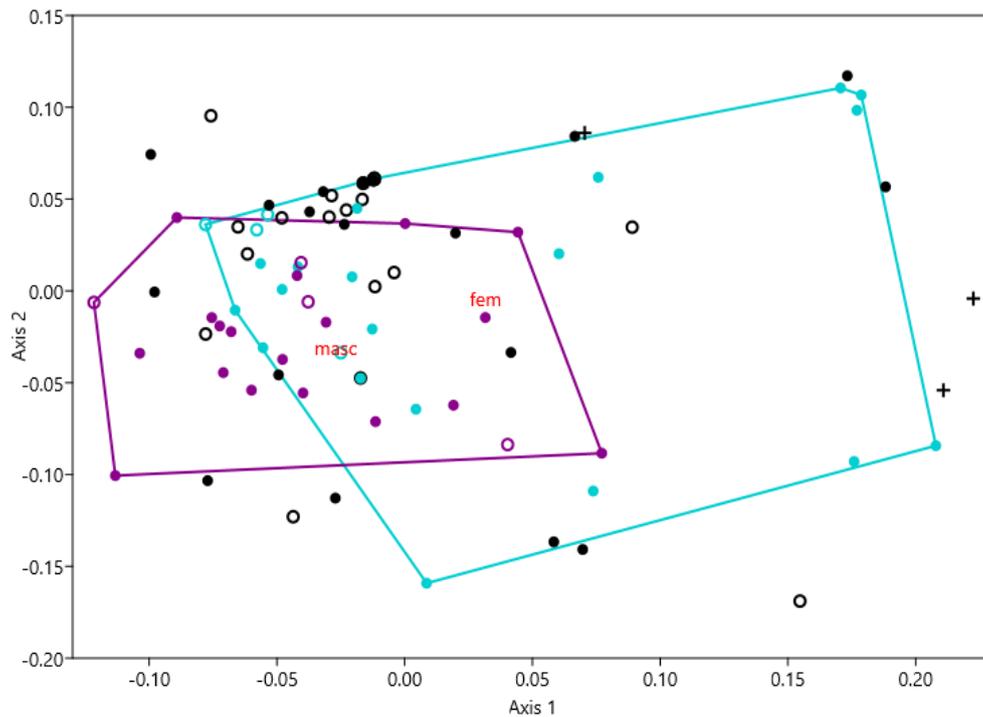


Figura 7. 45 Diagrama de dispersión con el ordenamiento (nMDS) por individuo, con indicación de femeninos (turquesa), masculinos (violeta) y sexo indeterminado (negro). Los círculos vacíos corresponden a individuos subadultos mientras que los signos + a especímenes con información de edad no disponible.



La pregunta de las diferencias en los aspectos tafonómicos entre sexos se abordó con otra estrategia a los efectos de reforzar la relevancia de las evidencias, considerando que en el conjunto de datos abordados la representación por sitio y por antigüedad es irregular. Un análisis de PERMANOVA para fem vs. masc para todas las variables tafonómicas resultó también significativo ($p=0,008$; con distancia de Manhattan). Al evaluar las diferencias por efecto tafonómico se encontraron significancias para las variables LPD, LP e IRO (Kruskal Wallis, $p<0,05$). Algunos de estos resultados parecen ser espurios (e.g. mayor prevalencia de marcas de raíces en masculinos) y estar vinculados con la dispar representación de individuos masculinos y femeninos de diferentes sitios bajo diferentes condiciones e historias tafonómicas.

Edad

No se encontraron diferencias significativas entre categorías de edad para el eje 1 (Kruskal-Wallis, $p=0,285$) ni para el eje 2 (Kruskal-Wallis, $p=0,052$) (Figura 7.46) Los análisis se repitieron para los individuos de Aquihucó, que arrojaron diferencias significativas tanto para el eje 1 (Kruskal Wallis, $p=0,014$) como para el eje 2 (ANOVA, $p=0,001$), en ambos casos con valores mayores para los especímenes subadultos (Figura 7.47). Desde el punto de vista tafonómico se infiere que los especímenes subadultos se caracterizan por mayores grados de Corr y MPO, y menores de Col, Agr, IRO, LPD y Esc.

Figura 7. 46 Boxplots con los valores de los ejes 1 y 2 de la ordenación nMDS por individuos, por edad.

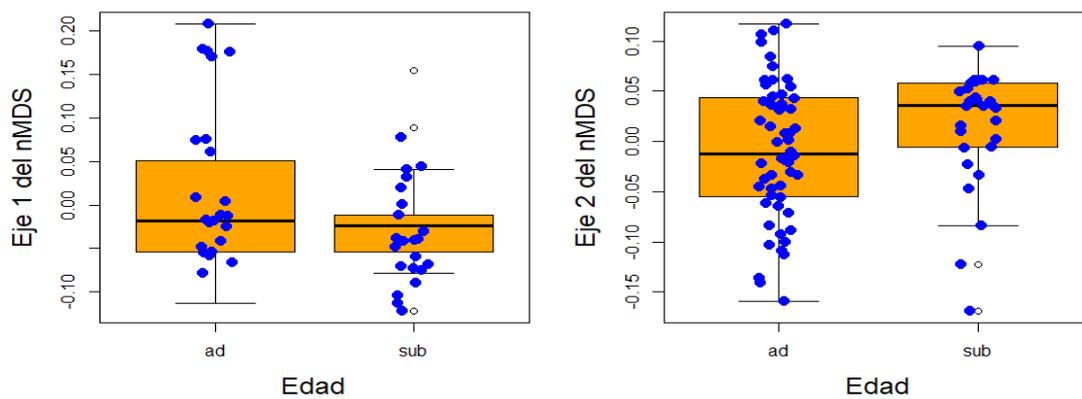
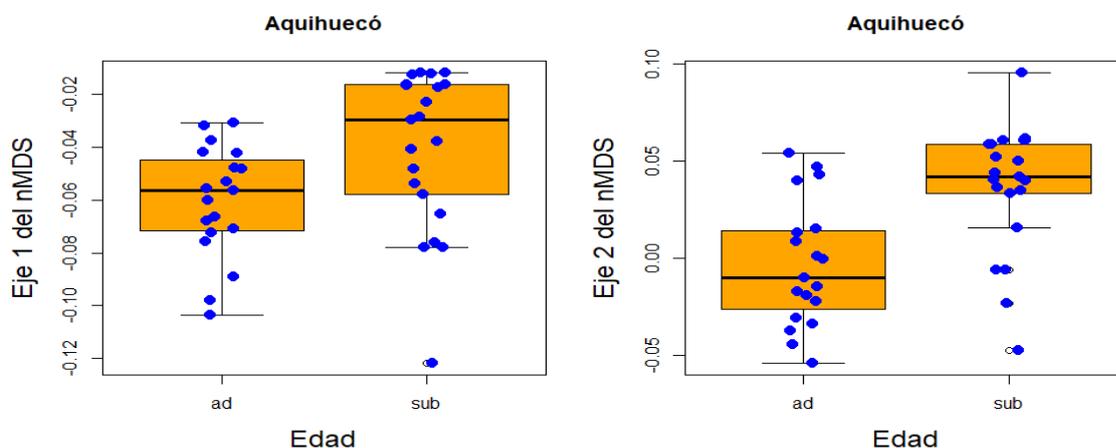


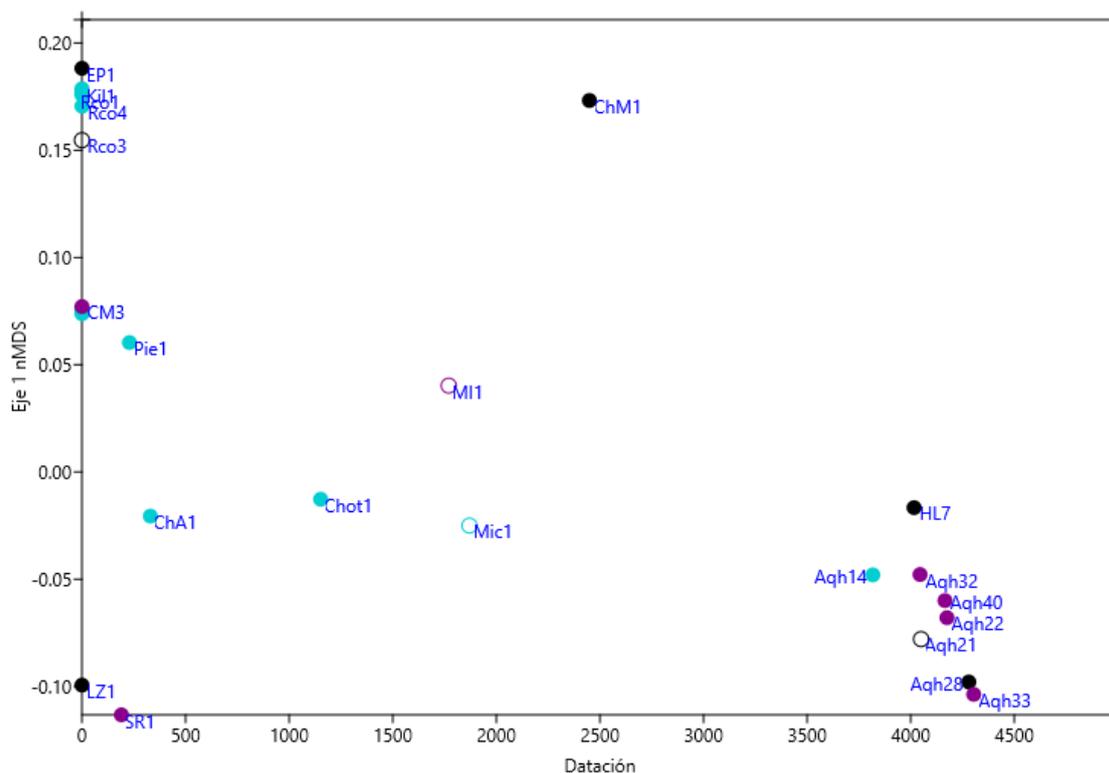
Figura 7. 47 Boxplots con los valores de los ejes 1 y 2 de la ordenación nMDS por individuos de Aquihucó, por edad.



Antigüedad

La correlación por rangos de Spearman para las dataciones disponibles (n=26) con respecto al eje 1 del nMDS por individuo resultó significativa e inversa ($r=-0,700$; $p=0,000$. Figura 7.48), de manera que, para la matriz de individuos, los restos de mayor antigüedad se caracterizan por menores niveles de corrosión y mayores de fragmentación (menores de IFO2), y mayor de escamación (Esc), coloración y pérdida ósea. La correlación entre la antigüedad y el eje 2 no es significativa ($r=-0,045$; $p=0,827$).

Figura 7. 48 Diagrama de dispersión de antigüedad contra el eje 1 de la ordenación por nMDS. Los datos presentan una correlación significativa, inversa y alta con respecto al eje.



3.3 Análisis tafonómico con la matriz del sitio Aquihuecó

Se calculó un ordenamiento por medio de un nMDS con distancia de Manhattan para una matriz restringida a los individuos del sitio Aquihuecó, con el objetivo de

comparar la incidencia de sexo, edad y antigüedad en el conjunto de datos más homogéneo y completo con que se cuenta. El resultado del ordenamiento puede observarse en la Figura 7.49. En este análisis se eliminó la variable corrosión debido a que no se describieron individuos de este sitio con ese rasgo. El análisis de correlación de Spearman indica una asociación significativa y positiva entre el eje 1 y LPD, IRO e IFO2, e inversa para MPO. El eje 2 muestra una asociación significativa inversa con Agr (Tabla 7.14).

Figura 7. 49 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS para la matriz de Aquihuecó. Rosa: subadultos; Negro: adultos. Círculos rellenos, femeninos; Cuadrados, masculinos; círculos vacíos, sexo indeterminado. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación. Estrés = 0,142.

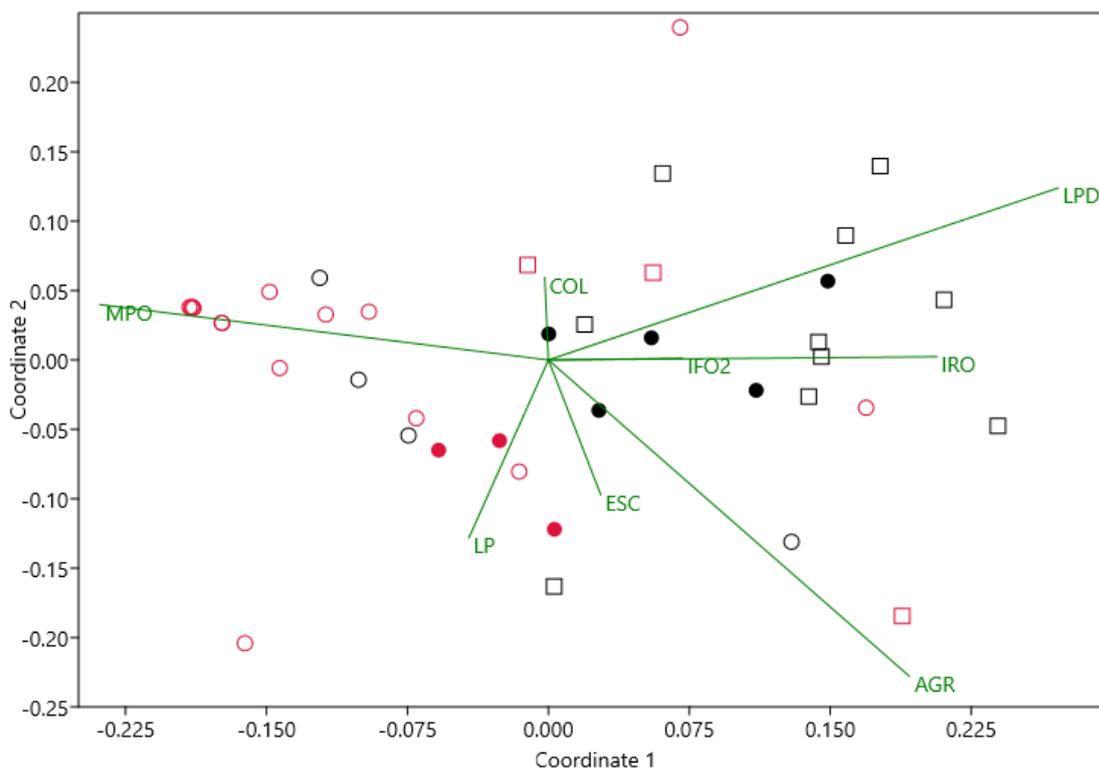


Tabla 7. 14 Correlaciones de Spearman entre los ejes del nMDS y las variables tafonómicas para la matriz de Aquihuecó. r: coeficiente de correlación por rangos de Spearman; p: probabilidad de la prueba de significación. En color correlaciones significativas (verde, positivas; rosa, negativas).

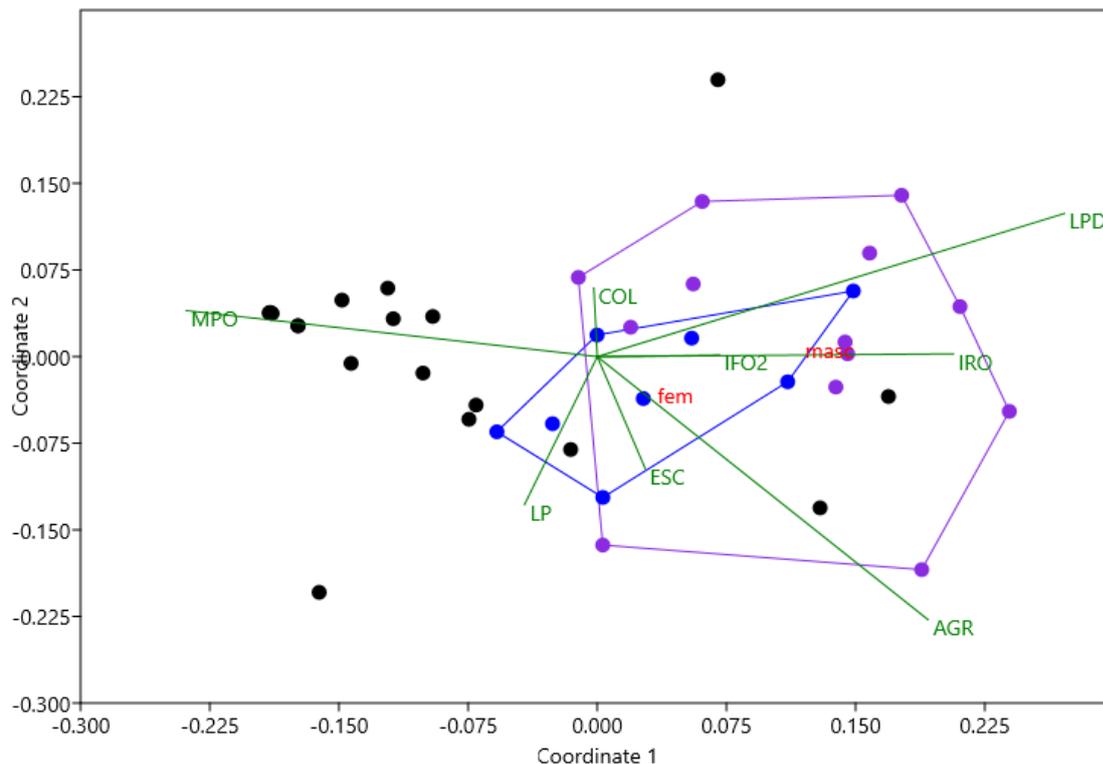
		MPO	LPD	LP	COL	AGR	ESC	IRO	IFO2
--	--	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----	------

Eje 1	p	0,000	0,000	0,806	0,930	0,396	0,952	0,034	0,037
	r	-0,765	0,912	0,040	-0,014	0,602	0,010	0,671	0,336
Eje 2	p	0,650	0,219	0,336	0,399	0,000	0,147	0,611	0,877
	r	0,074	0,199	-0,156	0,137	-0,765	-0,233	-0,083	-0,025

Sexo

Se compararon las diferencias en la preservación entre femeninos y masculinos a partir del estudio de la matriz de datos de Aquihuecó. Se realizó un ordenamiento con nMDS (Figura 7.50) en el que se observó un desplazamiento de los femeninos a la izquierda de los masculinos a lo largo del eje 1. Este patrón es significativo (ANOVA, $p=0,027$), no así para el eje 2 (ANOVA, $p=0,334$). Se infiere a partir de este resultado que los individuos femeninos del sitio Aquihuecó se diferencian de los masculinos por mayores valores de MPO y menores de LPD, IRO e IF02. El conjunto de puntos que se dispone a la izquierda del gráfico, que corresponde a individuos con sexo indeterminado (indeterminado o sin elementos diagnósticos disponibles), se asocia con la variable MPO (pérdida ósea), de acuerdo con lo esperado (por pérdida ósea no se preservaron las estructuras diagnósticas del sexo).

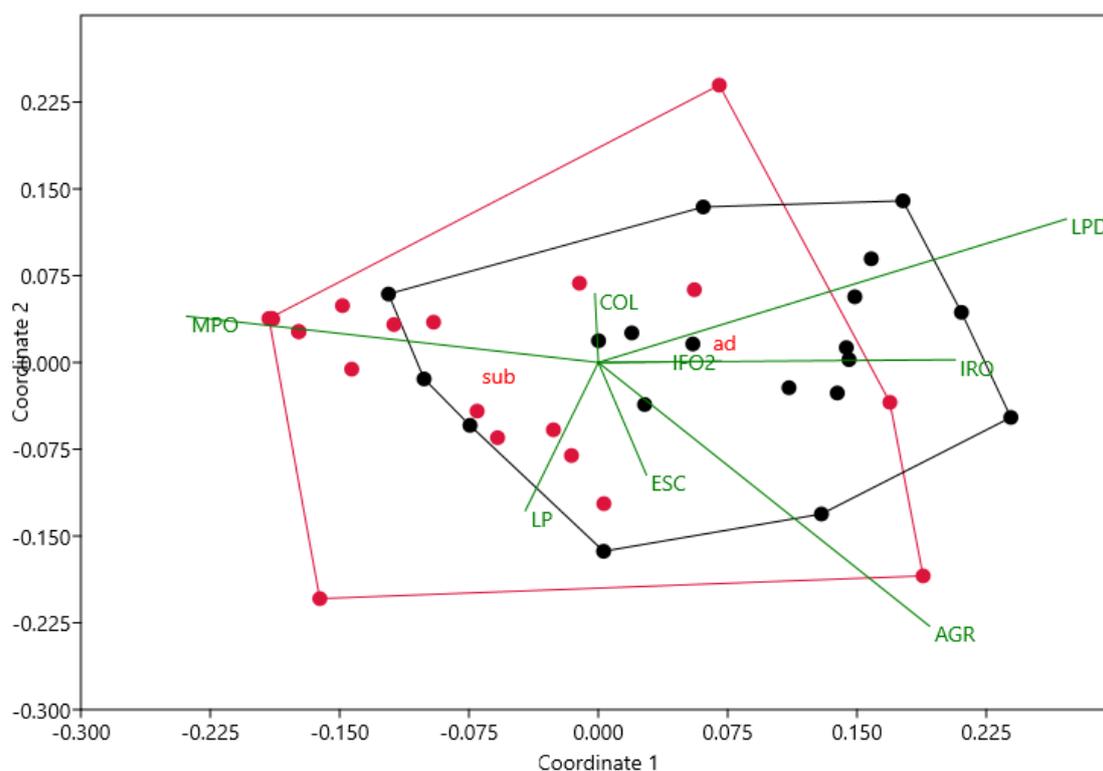
Figura 7. 50 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS para Aquihuecó, con colores por sexo de los individuos (fem: femeninos; masc: masculinos), con superposición de convexhulls. Azul: fem; Violeta: masc. Negro: sexo no determinado. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación. Estrés = 0,142.



Edad

En la Figura 7.51 se muestra el ordenamiento realizado con la matriz de Aquihuecó con indicación de los individuos por edad. La comparación entre categorías de edad fue significativa para el eje 1 (ANOVA, $p=0,000$), estando los especímenes subadultos desplazados hacia la izquierda del gráfico (*i.e.*, mayor MPO, menor LPD, IRO e IFO2). No se hallaron diferencias significativas para el eje 2. A su vez, se comparó a las categorías de edad con una prueba de PERMANOVA con distancia de Manhattan, que arrojó diferencias significativas ($p=0,000$).

Figura 7. 51 Gráfico de los ejes 1 y 2 del nMDS para Aquihuecó, con colores por edad de los individuos (Ad: adultos; Sub: subadultos), con superposición de convex hulls. Rojo: Sub; Negro: Ad. Los vectores verdes corresponden a la asociación entre cada variable tafonómica y el patrón de ordenación. Estrés = 0,142.

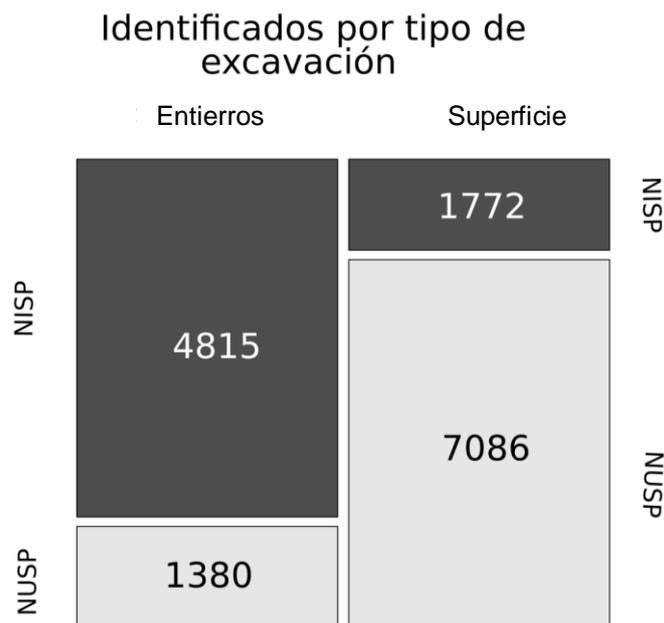


3.4 Material excavado *versus* material superficial: el efecto de la bioestratinomía

La mayor parte de los restos evaluados en este trabajo fueron obtenidos de excavaciones de entierros primarios, por lo que no han sufrido el efecto de agentes bioestratinómicos (a excepción de la manipulación durante la extracción y gestión posterior de los restos, que corresponde a un análisis diferente). Una excepción importante la constituye el caso del sitio Aquihuecó. En este sitio se hallaron en sucesivas visitas (campanas de 1997, 2003, 2006-2007, 2012 y 2013) una gran cantidad de restos que fueron expuestos por la denudación del médano con posterioridad a cada excavación. Gran parte del material superficial fue recuperado en los años 2003 (NSP= 3704) y 2006-2007 (NSP= 3701); la frecuencia de especímenes hallados fue menor para

los años 2012, 1997 y 2013 (NSP= 1065, 363 y 41, respectivamente). Los restos de materiales sueltos de Aquihuecó estudiados ascienden a 8858 fragmentos con diverso grado de preservación. De estos fueron identificados solamente el 20% (NISP=1772, NUSP=7086). Estos valores contrastan con los hallados para los restos excavados correspondientes a entierros, ya que, de éstos, el 78% pudo ser identificado (NISP=4815; NUSP=1380). Los dos conjuntos difieren significativamente en este aspecto (tabla de contingencia con corrección de continuidad de Yates, $p=0,000$). De acuerdo con este resultado, los restos sueltos presentan un nivel de deterioro mucho mayor que lo otros, que los hacen no identificables (Figura 7.52).

Figura 7. 52 Gráfico de mosaico con los materiales del sitio Aquihuecó discriminados por superficiales y provenientes de entierros, y por identificados versus no identificados.



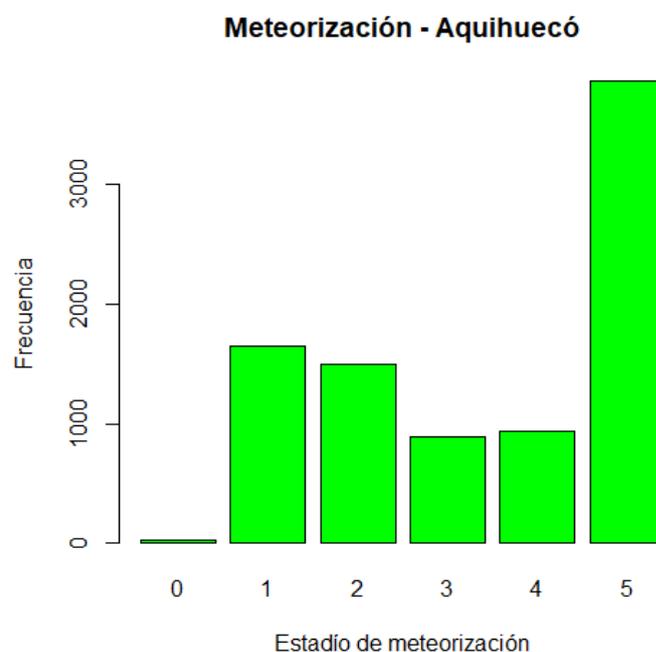
Los restos de recolección superficial de Aquihuecó fueron caracterizados a partir de la escala de meteorización de Behrensmeyer(1978). Los resultados se pueden observar en la Tabla 7.15 y en la Figura 7.53. La mayor parte de los elementos de recolección superficial se encuentran en los estadios más altos (M4 + M5 > 54%), es

decir, presentan altos niveles de deterioro tafonómico que, en coincidencia con el análisis anterior, dificultan la identificación de los restos.

Tabla 7. 15 Frecuencias de especímenes óseos por estadio de meteorización.

Meteorización	Frecuencia	Porcentaje
0	21	0,24 %
1	1646	18,58 %
2	1501	16,95 %
3	887	10,01 %
4	938	10,59 %
5	3865	43,63 %

Figura 7. 53 Gráfico de barras con las frecuencias de restos de recolección superficial de acuerdo con el estadio de meteorización correspondiente.

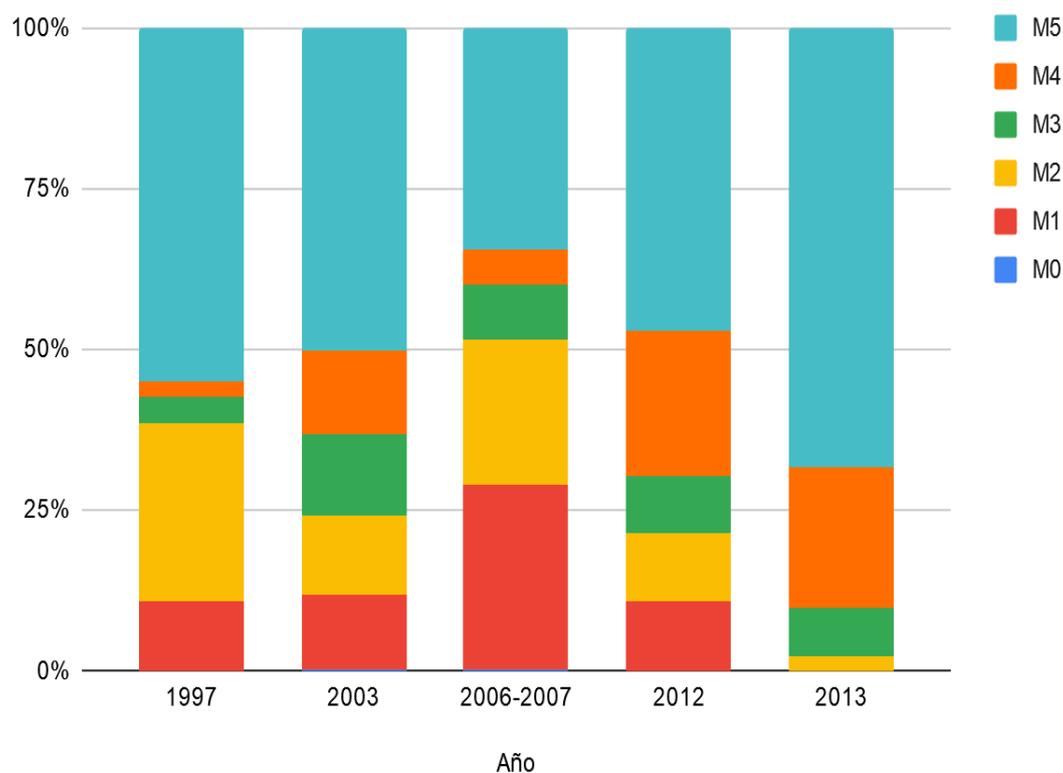


El análisis de los materiales sueltos discriminados por campaña (Tabla 7.16 y Figura 7.54) permite observar que para cada recolección la proporción de elementos en estadios avanzados de deterioro (*i.e.* M4 y M5) es, en casi todos los casos, superior al 50%. Considerando que en cada campaña se recolectó el material hallado en superficie, aquellos hallados en la siguiente campaña estuvieron expuestos a los agentes meteóricos no más que el tiempo que transcurrió entre una visita al sitio y la siguiente. Los materiales recolectados en 1997 estuvieron expuestos una cantidad desconocida de años. Sin embargo, los de 2003 estuvieron expuestos un máximo de seis años, los de 2006-2007 a un máximo de tres o cuatro años, los de 2012 un máximo de cinco a seis y los de 2013 no más de un año.

Tabla 7. 16 Distribución de restos por estadio de meteorización y año de campaña.

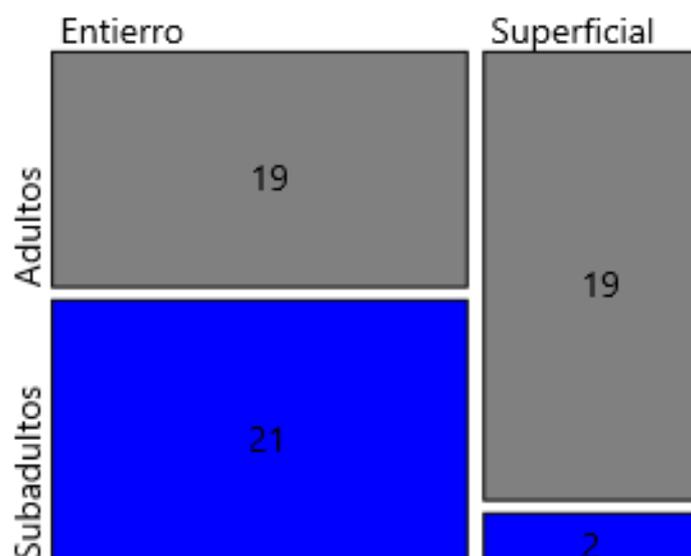
Campaña	Estadios de meteorización						Totales	Exposición (años)
	M0	M1	M2	M3	M4	M5		
1997	0	40	100	15	8	200	363	Desconocida
2003	13	432	452	462	482	1864	3705	6
2006-2007	8	1061	835	311	197	1273	3685	3-4
2012	0	114	114	95	242	500	1065	5-6
2013	0	0	1	3	9	28	41	1

Figura 7. 54 Barras apiladas porcentuales discriminadas por campaña y estadio de meteorización (M0 a M5).



Finalmente, para evaluar el efecto de la bioestratinomía sobre la edad, se compararon la cantidad de individuos identificados como adultos y subadultos entre entierros (19 y 21 respectivamente) y recolección superficial (19 y 2 respectivamente). Las diferencias entre los dos conjuntos de datos son significativas (tabla de contingencia con corrección de continuidad, $p=0,000$). Los materiales de recolección superficial contienen una proporción significativamente menor de subadultos dentro del subconjunto de los elementos identificados (ver Figura 7.55)

Figura 7. 55Gráfico de mosaico con los materiales del sitio Aquihuecó discriminados por número mínimo de individuos (NMI) obtenido para el material de recuperado mediante excavación y en superficie.



Referencias bibliográficas

- Behrensmeier, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150–162. <https://doi.org/10.2307/2400283>.
- Borcard, D., Gillet, F. and Legendre, P. 2018. *Numerical Ecology with R*. Springer International Publishing AG, 435 p.
- Bukistra, J. E., y Ubelaker, D. H. (1994). Standards for data collection from human skeletal remains. In J. E. Buikstra y D. H. Ubelaker (Eds.), *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas Archeological Survey Research Series 44.
- Cúneo, E. M., Hajduk, A., Novellino, P. S., y Azar, P. F. (2016). *Rescate de un cementerio de cazadores-recolectores prehispánicos : sitio Loma de la Lata 1 (provincia del. 315–325.*
- Fernández, J. (1991). La cueva de Haichol. *Arqueología de los pinares cordilleranos del Neuquén. Anales de Arqueología y Etnología (1988-1990)*, 43/45(1-3), 1–740.
- Fernández, J., y Panarello, H. (2001). Cazadores recolectores del Holoceno medio y superior de la Cueva Haichol, región cordillerana centrel del Neuquén, República Argentina. *Relaciones de La Sociedad Argentina de Antropología*, XXVI, 9–30.

Hammer, Ø. and Harper, D.A.T. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell Publishing, Oxford.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 9–18.

Legendre, P. and Legendre, L. 2012. *Numerical Ecology*, 3rd ed.

CAPÍTULO VIII

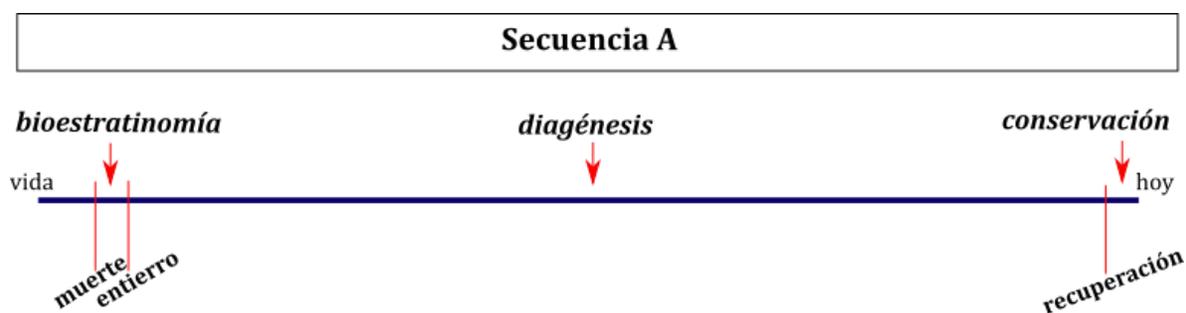
DISCUSIÓN

Introducción

La historia tafonómica de los conjuntos óseos de los sitios analizados para este trabajo está dominada por la diagénesis. Los procesos bioestratinómicos previos al enterramiento no ocurrieron o fueron muy breves. La mayor parte consiste en sitios con entierros humanos primarios emplazados a cielo abierto, salvo por unos pocos casos en cueva (Cueva Haichol y Cueva Ruka) y alero (Chorriaca y Moro I). La ausencia de estructuras de entierro fue un aspecto común a todos los sitios, con excepción del sitio Remeco (entierros en cistas).

Para muchos de los individuos de los sitios que componen la muestra de estudio, la diagénesis fue casi la totalidad de su historia tafonómica (secuencia A: 1- muerte, 2- entierro, 3- diagénesis, 4- recuperación, 5- conservación [entierro mediado por congéneres; recuperación refiere a excavación arqueológica, rescate o similar; conservación implica acopio en colecciones]; Figura 8.1).

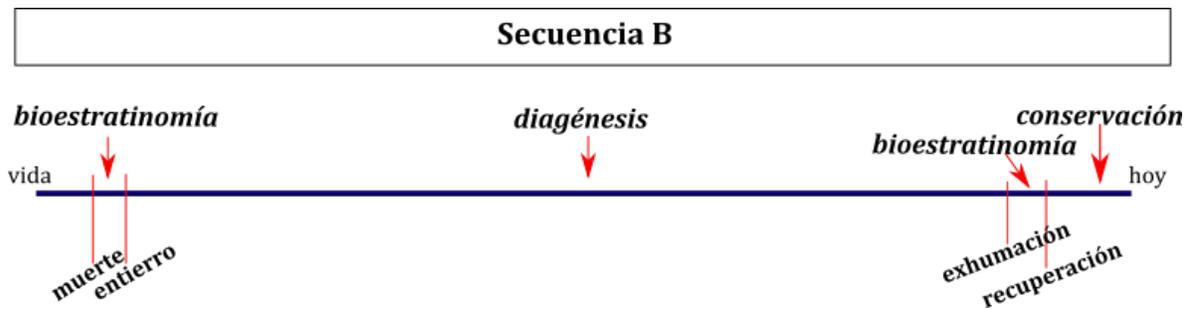
Figura 8.1 Secuencia tafonómica A.



Una historia diferente tuvieron parte de los restos de los sitios Aquihuecó, Hermanos Lazcano, Chacra Álvarez y Huechulafquen, hallados en superficie (Béguelin y Vazquez, 2015; Gordón et al., 2019; Perez et al., 2009; Vazquez et al., 2016). Estos estuvieron expuestos a la intemperie y, por ende, a los procesos bioestratinómicos luego de su paso por la diagénesis (secuencia B: 1- muerte, 2- entierro, 3- diagénesis,

4- exhumación, 5- bioestratinomía [meteorización], 6- recuperación, 7- conservación [exhumación hace referencia en este caso a la liberación de los restos por medios no antrópicos]; Figura 8.2). Entre los individuos que componen la muestra de estudio no existen evidencias de que alguno, luego de su paso por la bioestratinomía, haya vuelto a ser enterrado (entierros secundarios). Tampoco hay evidencia de individuos que hayan pasado sólo por la bioestratinomía (*i.e.* que no hayan sido enterrados). A continuación, se discuten los resultados obtenidos de los análisis tafonómicos a nivel sitio e individuo para ejemplos de la secuencia A (sin bioestratinomía). Luego, se evaluó un caso del segundo tipo de secuencia, B, el sitio Aquihuecó, con bioestratinomía post diagénesis.

Figura 8.2 Secuencia tafonómica B.



Patrones de preservación tafonómica con respecto a las variables ambientales

Un emergente importante de los resultados obtenidos es que los efectos tafonómicos, es decir, las alteraciones observadas en los huesos no varían del mismo modo (ver Figura 7.9). El análisis multivariado a nivel de sitio evidencia que corrosión, escamación, marcas de raíces y pérdida de material óseo varían de manera similar y de modo diferente a otros efectos, tales como agrietamiento, representación ósea y coloración. Las marcas lineales (*i.e.* marcas asignadas a roedores), no aportan

variación a los análisis. En una primera aproximación la evidencia sugiere que diferentes condiciones ambientales *s.l.* propician diferentes alteraciones de los restos óseos.

El análisis multivariado con la matriz de sitios evidencia que el conjunto de sitios con restos óseos que presentaron combinaciones de alteraciones tales como corrosión, escamación y marcas de raíces se asocian significativamente con:

- valores de pH bajos, ácidos, en cuanto a las variables sedimentológicas;
- valores bajos de temperatura y clima perhúmedo a húmedo, en cuanto a las variables climáticas;
- bosques densos de *Araucaria araucana*, de *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus ssp.*; en cuanto a otra la variable vegetación;
- ambiente glacial, con respecto a la variable geomorfológica.

Otro conjunto de sitios presentó restos óseos con combinaciones de alteraciones tales como coloración, escamación, agrietamiento y pérdida ósea se asocian significativamente con:

- matrices con valores de pH altos, alcalinos, con alto contenido de carbonato de calcio, en cuanto a las variables sedimentológicas;
- con mayores valores de temperatura y clima semiáridos a árido, en cuanto a las variables climáticas;
- con la presencia de estepa herbácea, en cuanto a la variable vegetación;
- ambiente fluvial, con respecto a la variable geomorfológica.

La asociación entre un medio ácido y húmedo con cobertura vegetal abundante y la degradación de los restos en términos de corrosión y acción de raíces observada en este trabajo coinciden con las expectativas de preservación para el medio diagenético descrito. El pH de la matriz sedimentaria tiene una influencia relevante en la supervivencia de los restos óseos. Numerosos trabajos demostraron que los suelos con pH ácidos resultan desfavorables para la preservación de los huesos (Gordon y Buikstra, 1981; López-Costas et al., 2016; Nicholson, 1998). Esto se debe a que el componente mineral del hueso, la hidroxiapatita, incrementa su solubilidad conforme disminuye el pH. A su vez, la corrosión de la superficie cortical ósea se asocia al pH. Fernández-Jalvo y colaboradores (2010) concluyeron que la corrosión se

asocia con pH de entre 4 y 6, alto porcentaje de humedad (mayor al 95%) y una densa cubierta vegetal. A su vez, niveles altos de precipitaciones o de disponibilidad de agua propician el desarrollo de una cubierta vegetal. Las raíces de pequeñas dimensiones ingresan por los poros naturales del hueso y, al desarrollarse, lo destruyen desde el interior hacia el exterior (Gabet et al., 2003), lo que finalmente produce el levantamiento de las capas de la superficie cortical y fragmentación.

Los efectos diagenéticos a nivel microscópico para este grupo de muestras con corrosión, escamación y marcas de raíces fueron muy agudos. Las estructuras internas prácticamente no se conservaron y la birrefringencia es nula. Sólo se distinguen los canales de Havers y posibles trazas de asignables a bioerosión por bacterias, relacionadas con mecanismos de biodegradación del colágeno (Turner-Walker, 2008). Esta biodegradación es facilitada por la fragmentación ósea (valores bajos de IFO2) y/o la disolución de la hidroxiapatita. Las lagunas de osteocitos aparecen totalmente expandidas. En la muestra de Remeco analizada al microscopio electrónico de barrido se observan los efectos de la corrosión en sentido periostio-mediostio, acompañado de una disminución del fósforo del hueso (ver Figura 7.20).

En el segundo conjunto óseo la modificación del color original del hueso más frecuente entre los elementos óseos se produjo por depósitos de carbonato de calcio (CaCO_3) en forma de costra y como una capa pulverulenta fina (*sensu* González, 2006). Ejemplos de sitios con mayor frecuencia de restos óseos con CaCO_3 son Aquihucó y Hermanos Lazcano, el primero en forma de costra cubriendo más del 75% de la superficie cortical y el segundo como capa pulverulenta. En el análisis composicional realizado con el microscopio electrónico de barrido (MEB) no se hallaron evidencias de reemplazo, aunque se observó un canal de Havers relleno con carbonato de calcio, un fenómeno incipiente de permineralización.

El análisis de los cortes delgados de fémures para el segundo conjunto óseo reveló la presencia de los siguientes efectos diagenéticos a nivel microscópico: permineralización (Fernández-López, 2000; Piepenbrink y Schutkowski, 1987) en Aquihucó, relleno sedimentario en Aquihucó y Hermanos Lazcano, presencia de microfisuras (Jans et al., 2002) en el sitio El Sauce, en mayor medida, y en Grande y Retamal, en menor medida. Permineralización y relleno sedimentario son dos

fenómenos diagenéticos diferentes pero originados como consecuencia de la presencia de flujos de agua. El relleno sedimentario se produce por la acción corrientes hidráulicas aspiradas o por infiltración gravitatoria que transportan material a las cavidades del hueso (Fernández-López, 2000), fenómeno también definido por Garland (1989) como inclusiones. La presencia de microfisuras, de acuerdo con Piepenbrink (1986), está asociada a la pérdida de componentes orgánicos del hueso que conlleva al aumento de la fragilidad, o también a la depositación del carbonato de calcio que provoca desintegración de la microestructura (Laafar, 1994).

Contrariamente a lo esperado, los resultados del análisis multivariado indicaron que no existe relación significativa entre las variables tafonómicas macroscópicas y la distancia respecto al curso de agua más próximo, ya sea esta lateral (DistAgua) como vertical (DistAguaV). Estas últimas variables se utilizaron como *proxies* de la interacción de los restos con el agua subterránea (a mayor cercanía a un cuerpo de agua, mayor es la probabilidad de que los restos estén expuestos al menos temporariamente al contacto con el agua). En sedimentos en los que hay una constante fluctuación del nivel freático (régimen de recarga) y/o constante flujo de agua (régimen de flujo), los restos óseos no presentan buena preservación (Collins et al., 2002; Pike et al., 2001; Turner-Walker, 2008). Por su parte, en los regímenes de difusión, en los que los restos están enterrados en suelos saturados (en contacto con la freática) y/o resistentes al flujo de agua (suelos arcillosos), estos presentan mejores condiciones de preservación (Nielsen-Marsh y Hedges, 2000a; Pike et al., 2001; Turner-Walker, 2008). La calidad en la preservación entre los distintos regímenes está dada en función de la velocidad de disolución de la hidroxiapatita, *i.e.* en los regímenes de recarga y flujo la disolución es más rápida, en tanto que en el régimen de difusión es más lenta (Pike, et al., 2001). El efecto de cada régimen está moderado a su vez por la cantidad de agua que interviene y otras variables tales como el pH.

Por otra parte, el análisis textural de las matrices sedimentarias de los sitios indicó predominancia de sedimentos arenosos moderadamente a bien seleccionados (*i.e.*, bajas proporciones de arcillas), para los que se infiere buen drenaje (Figura 7.26 y 7.27). Estas características están presentes en todos los sitios excepto Remeco, Piera

y Cueva Ruka. Esta homogeneidad es posiblemente el motivo por el cual las variables de textura tampoco se asocian con las variables tafonómicas (a excepción de la selección, que presenta una significancia marginal con respecto al eje 1). En virtud de la predominancia de entierros en sedimentos con buen drenaje, los regímenes de recarga y flujo habrían sido la norma. Por los tanto, otras variables o condiciones serían las responsables de las diferencias en la preservación (*e.g.* antigüedad, aspectos microambientales, otros).

La profundidad temporal podría ser un factor importante para contribuir a la comprensión de algunos fenómenos tafonómicos. Por ejemplo, la presencia de carbonato de calcio en la superficie cortical de los elementos óseos constituye una evidencia de que la napa freática estuvo en contacto con los huesos. Las costras observadas en los huesos del sitio Aquihucó, con restos de tres mil años o más, son un ejemplo de esto. Actualmente este sitio se encuentra a decenas de metros por encima del río Curi Leuvú y a 500 metros de este, haciendo poco probable la precipitación de carbonato en el contexto actual. A su vez, la mayor parte de los restos de este sitio tienen varios metros de arena bien seleccionada por debajo, haciendo poco probable la acumulación de agua de precipitaciones hasta el nivel de los entierros. No obstante, como es habitual en los sistemas fluviales, con el paso del tiempo se producen cambios en el nivel del base, de manera que en algún momento de la historia del sitio la cercanía al agua haya sido diferente, hecho que pudiera ser la explicación a este patrón. Es menester mencionar que el sitio Aquihucó se encuentra emplazado en un médano arenoso apoyado en depósitos de la Formación Agrio, una unidad litoestratigráfica marina de edad Cretácico Inferior, rica en carbonato de calcio. Se infiere que el carbonato presente en los huesos habría provenido de esta Formación, por transporte eólico o pluvial.

El caso del Sitio Hermanos Lazcano, de antigüedad similar a Aquihucó, es diferente. Por una parte, aun cuando se encuentra muy alejado del río Cachay Melehue, tanto en sentido vertical como lateral, el sedimento que contiene a los restos, descrito en la bibliografía como un médano arenoso, está compuesto por granos tamaño arena desprendidos de las pelitas (arcilitas) negras de la Formación Vaca Muerta subyacente. A su vez, el sitio se encuentra en el camino de un cañadón (que

lleva agua pluvial en épocas de lluvia), y los restos están apoyados en una capa endurecida e impermeable, de manera que quedan expuestos frecuentemente a la inmersión en agua. Como consecuencia, los restos de este sitio se encuentran en el conjunto de los peor preservados a nivel microestructural y macroestructural. De este modo, se puede observar la complejidad en los procesos y contexto que perfilan los patrones de preservación de los restos óseos.

En estudios orientados a identificar las condiciones necesarias para la preservación de biomoléculas para análisis genéticos (Collins et al., 2002; Nielsen-Marsh, 2002) se identificaron tres escenarios iniciales para la historia diagenética de los restos óseos, con gran relevancia con respecto al producto final: 1- deterioro químico lento de la fase orgánica; 2- deterioro químico rápido de la fase mineral (disolución); 3- deterioro rápido de la fase orgánica por biodegradación (Figura 8.3). El escenario 1 lleva a una buena preservación de los restos, incluyendo la microestructura. El segundo, seguido de reemplazo mineral, propicia la supervivencia de los restos, pero con una histología mal preservada. El tercero, que comienza con el consumo de las proteínas por parte de las bacterias (ataque bacteriano), culmina en la destrucción del hueso. Los autores indican que la desestabilización temprana de la fase mineral (hidroxiapatita) o de la fase orgánica (el colágeno) tiene como consecuencia la degradación de la otra. Estos caminos diagenéticos no son mutuamente excluyentes y el predominio de alguno depende del ambiente del entierro (Collins et al., 2002; Nielsen-Marsh, 2002). Teniendo en cuenta varios de los resultados obtenidos en este trabajo, pero principalmente los alcanzados en los análisis histológicos y al microscopio electrónico de barrido se puede inferir la existencia de tres alternativas diagenéticas para los ejemplos de la secuencia A, en posible coincidencia con el modelo descrito anteriormente. La primera alternativa (*i.e.* deterioro químico lento de la fase orgánica) es probable en ambientes que propician la estabilidad de la fase mineral y en donde el ataque bacteriano es limitado, resultando así en un proceso lento de degradación química. Entre las muestras óseas estudiadas microscópicamente en este trabajo, las de Aquihuecó y El Sauce podrían representar este primer caso. Las evidencias que sustentan esta hipótesis se desprenden de las observaciones histológicas y al microscopio electrónico de barrido.

Ambos sitios se caracterizan por una óptima preservación de las estructuras microscópicas, buena birrefringencia en El Sauce y regular en Aquihuecó (podría estar relacionada con su antigüedad), lo que podría sugerir ligero a nulo deterioro del colágeno o pérdida de la orientación de los cristales de hidroxiapatita (Jans et al., 2002; Turner-Walker, 2008). En El Sauce, pero no en Aquihuecó, se observaron microfisuras a nivel de la osteona, fenómeno que se vincula con la pérdida del componente orgánico del hueso (Piepenbrink, 1986), que contradice parcialmente esta alternativa diagenética. No se observaron señales de ataque bacteriano, ni procesos de disolución mineral.

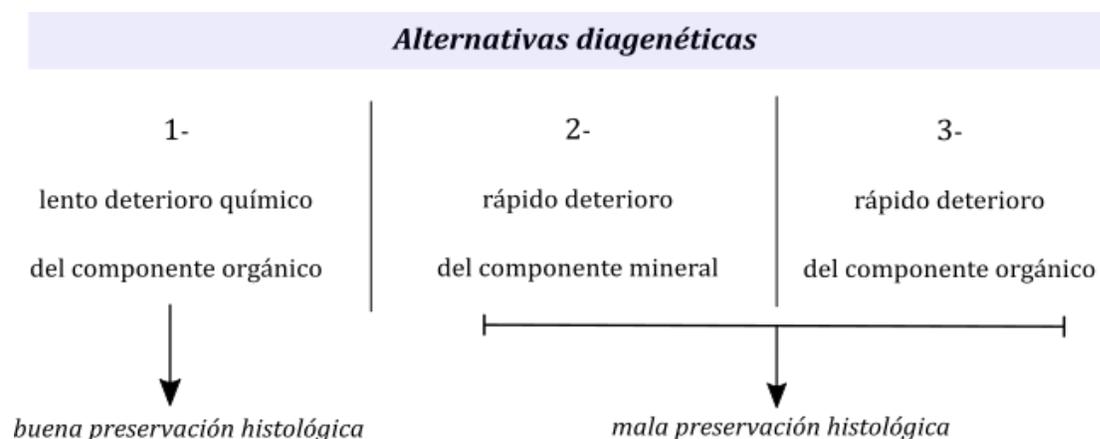
La segunda alternativa diagenética, esto es deterioro químico rápido de la fase mineral, al contrario de la anterior, se produce en ambientes que no son propicios para que la fase mineral se mantenga estable. Esta alternativa coincide parcialmente con lo descrito para el sitio Remeco, especialmente la disminución de los elementos fósforo y calcio en sentido mediostio-periostio (*i.e.* menor contenido mineral en la periferia; ver Figura 7.20 en capítulo VII *Resultados*). Esto es coherente con los resultados de pH ácidos obtenidos para el suelo (valor promedio de pH 5,44) ya que la hidroxiapatita aumenta su solubilidad conforme disminuye el pH (Mays, 2010). El análisis histológico de la sección delgada indicó preservación regular de las microestructuras óseas y posibles trazas de ataque bacteriano. Si bien el ataque bacteriano es característico de la tercera vía diagenética, como se mencionó más arriba, las alternativas no son mutuamente excluyentes. Como lo sugieren trabajos previos, el ataque bacteriano podría producirse como consecuencia de la disolución mineral (Collins et al., 2002; Nielsen-Marsh y Hedges, 2000a, 2000b; Turner-Walker, 2008). La birrefringencia se observó reducida (porción anterior-medial de la sección delgada) y ausente (porción posterior-lateral), efecto posiblemente relacionado con pérdida de la orientación de los cristales de hidroxiapatita (Jans et al., 2002; Turner-Walker, 2008).

La tercera alternativa, deterioro de la fase orgánica por biodegradación, se produce en ambientes en los que el ataque de las bacterias sobre los huesos resulta intenso optimizado por valores de pH casi neutro (Collins et al., 2002). El sitio Hermanos Lazcano coincide con esta alternativa. En el análisis histológico no se

observaron estructuras microscópicas bien preservadas, a excepción de unos canales de Havers, al tiempo que se identificaron posibles trazas de ataque bacteriano. La birrefringencia es nula, lo que podría estar producida por el alto deterioro del colágeno (Jans et al., 2002; Turner-Walker, 2008). El valor del pH obtenido para su matriz sedimentaria es 7,64, *i.e.* cercano al valor de pH neutro. Los resultados para el IFO e IFO2 indican alta fragmentación ósea (0,24 y 0,11, respectivamente), que podría estar vinculada con la disminución de las propiedades viscoelásticas del hueso por la pérdida de colágeno.

Las alternativas 2 y 3 llevan a la pérdida de los huesos. En la alternativa 2, en ausencia de reemplazo mineral temprano, el resultado es la disolución de los restos. El reemplazo mineral (reemplazo de la hidroxiapatita por otro mineral) no se ha observado en ningún caso en Patagonia y a su vez requiere de condiciones y tiempos no esperados para el contexto arqueológico de esta región. La alternativa 3 lleva indefectiblemente a la disolución de la fase mineral como consecuencia de la acción temprana de bacterias. De este modo, los restos que se ajustan a estas dos alternativas, es decir, la mayoría de los casos incluidos en este trabajo, se habrían perdido en poco tiempo. Esta conclusión aporta información relevante para comprender la escasez de restos óseos humanos del Holoceno temprano y medio de Patagonia.

Figura 8. 3 Alternativas diagenéticas para la secuencia tafonómica A (modificado de Nielsen-Marsh, 2002).



Del análisis de los cortes histológicos también se desprende que, como lo señalaron trabajos previos (*e.g.* Garland, 1993; Hanson y Buikstra, 1987; Jans et al., 2002; Kontopoulos et al., 2016; Garland, 1989; Nicholson, 1998; Stout, 1978) la preservación a nivel macroscópico no siempre coincide con lo observado microscópicamente. En Caepe Malal y Campo Ayoso la preservación macroscópica del fémur seleccionado para extraer el corte histológico es buena, y sin embargo microscópicamente presentan una preservación regular. La situación es al revés para los fémures de los sitios Grande y Retamal, *i.e.* macroscópicamente presentan una preservación regular pero microscópicamente muy buena.

La evaluación de la asociación entre el sexo y las variables tafonómicas se limitó a la matriz de individuos y a la del sitio Aquihuecó. A su vez, se vio dificultada por la baja proporción de individuos con sexo estimado (51,37%, N=56).

Los análisis multivariados (nMDS) para la matriz de individuos indican que los individuos femeninos se asocian con mayores niveles de corrosión, pérdida ósea e IFO2 (menor fragmentación), así como menores valores de marcas de roedores, coloración, agrietamiento, marcas de raíces, escamación e IRO. Parte de estos resultados carecen de una interpretación en el marco de este estudio (*e.g.* mayor prevalencia de marcas de raíces en masculinos), y se infiere que podrían estar vinculados con un artefacto del análisis multivariado y/o a la dispar representación de individuos masculinos y femeninos de diferentes sitios bajo diferentes condiciones e historias tafonómicas. La misma matriz se evaluó con una estrategia diferente e independiente (PERMANOVA con distancia de Manhattan) directamente sobre las variables tafonómicas transformadas con $\ln(x+1)$. La prueba arrojó diferencias significativas entre sexos ($p=0,006$). Al evaluar las diferencias por efecto tafonómico se encontraron significancias para las variables LPD, LP e IRO (Kruskal Wallis, $p<0,05$). Al igual que con el nMDS, algunos de estos resultados parecen ser espurios (como la mayor prevalencia de marcas de raíces en masculinos) y estar vinculados con la dispar representación de individuos masculinos y femeninos de diferentes sitios bajo diferentes condiciones e historias tafonómicas, en coincidencia con el patrón observado para el abordaje multivariado descrito en el párrafo anterior.

La relación del sexo con la preservación de los restos óseos arqueológicos se abordó también para los individuos del sitio Aquihuecó a partir de análisis multivariados (nMDS). Se trata de una muestra más homogénea en términos poblacionales, aunque sus características están promediadas en el tiempo (*time averaging*, Behrensmeyer y Kidwell, 1985) es decir que los especímenes estudiados no necesariamente coexistieron en el tiempo por lo tanto no se pueden asumir parte de una misma población. Los resultados indican que los individuos femeninos del sitio Aquihuecó tienen mayores valores de pérdida ósea y fracturación, y menores de marcas de raíces y representación ósea. En líneas generales se puede inferir, para esta muestra acotada, que los individuos femeninos se preservan peor que los masculinos en condiciones tafonómicas similares. En futuros estudios se deberían abordar aspectos relacionados con la densidad mineral ósea para ahondar en las posibles causas de esta diferencia.

La evaluación de la edad presentó también dificultades por la dispar representación de individuos caracterizados con adultos y subadultos en la muestra. Para la comparación a nivel de sitio, se infieren diferencias entre edades, que se resumen en que los especímenes subadultos se caracterizan por mayores grados de corrosión y pérdida ósea, y menores de coloración, agrietamiento, representación ósea, marcas de raíces y escamación. No obstante, del análisis detallado de los resultados (figuras 7.40 A y 7.41) surge que los sitios con individuos adultos se distribuyen en dos grupos, uno de los cuales presenta valores similares (mínimamente superiores) a lo de los subadultos, mientras que el otro se aparta del patrón general. Es posible que este segundo grupo traccione las diferencias entre edades al punto de hacerlas significativas, ya que entre estos valores uno solo corresponde a subadultos (Remeco).

La pregunta sobre las diferencias en la preservación entre edades se repitió para la matriz de individuos. La comparación de los valores de la ordenación (ejes 1 y 2 del nMDS para la matriz de individuos) entre adultos y subadultos no arrojó diferencias significativas. Una prueba similar pero restringida a los individuos del sitio Aquihuecó (siempre comparando los valores de los ejes del nMDS) resultó significativa y el resultado se interpreta como mayores grados de corrosión y pérdida

ósea, y menores de coloración, agrietamiento, representación ósea, marcas de raíces y escamación para los subadultos.

Finalmente, el ordenamiento con nMDS restringido a los datos del sitio Aquihuecó, arrojó datos interesantes. Es menester mencionar que, por tratarse de individuos de un mismo sitio, no es posible contrastar la preservación diferencial ante diferentes condiciones ambientales. Este análisis arrojó diferencias significativas que se infieren como mayores valores de pérdida ósea (MPO) y menores de corrosión, marcas de raíces, marcas lineales y agrietamiento para los individuos subadultos.

Una excepción al patrón general de preservación de individuos subadultos es el caso de Remeco. El único individuo subadulto está asociado a una estructura de enterramiento tipo cista. Saukko y Knight (2004) señala que la descomposición de los cadáveres sepultados en ataúdes es más lenta que en aquellos depositados directamente en tierra o en la superficie. Esta estructura habría mantenido aislado al individuo del entorno inmediato, evitando el contacto directo con los sedimentos, ralentizando la tasa de descomposición y postergando los efectos diagenéticos directos sobre hueso.

Con respecto a la antigüedad, los análisis a nivel de sitios muestran que los depósitos más antiguos se caracterizan por menores niveles de corrosión, escamación, pérdida de material óseo y marcas de raíces. Una inferencia posible de este resultado es que los agentes y procesos que provocan estas alteraciones ambientales no permiten la preservación de los restos más allá de unos pocos miles de años, esto es, los bajos niveles de dichas variables en la muestra indican que los restos expuestos a los agentes que las generan fueron destruidos. Para la matriz de individuos, los restos de mayor antigüedad se caracterizan por menores niveles de corrosión y mayores de fragmentación (menores de IFO2), y mayor de marcas de raíces, escamación, coloración y pérdida ósea. Los resultados coinciden parcialmente entre matrices. Las diferencias se deben a la dispar representación de los sitios en la segunda, que la hacen menos confiable.

Debido a los escasos sitios con restos óseos humanos depositados en cuevas (N=2) y aleros (N=2) la hipótesis de que sus restos presentan mejor estado de

preservación que los sitios a cielo abierto no pudo ser evaluada mediante métodos estadísticos.

Bioestratinomía: efecto de la exposición subaérea sobre la supervivencia de los restos

Los restos óseos del sitio Aquihuecó que fueron hallados en superficie presentan rasgos de deterioro superiores a los esperados para la exposición subaérea de restos de mamíferos durante lapsos de tiempo máximos de seis años, como es el caso. Estos restos, expuestos a la intemperie luego de un paso por una diagénesis de más de tres mil años, se encuentran con niveles de deterioro altos al cabo de 5-6 años, al punto de no ser reconocidos (estadios 4 y 5 de Behrensmeyer, 1978). Los estudios actualísticos a campo (Andrews, 1995; Andrews y Whybrow, 2005; Behrensmeyer, 1978; Massigoge et al., 2009; Tappen, 1994) muestran que el grado de destrucción ósea depende del tiempo al que un hueso está expuesto (a la intemperie) en un determinado ambiente geográfico. Esos trabajos sugieren que se requiere de un mínimo de 15 años para que un hueso de mamífero grande llegue a un estadio 3, tanto para climas tropicales húmedos como áridos (Andrews, 1995; Andrews y Whybrow, 2005; Behrensmeyer, 1978; Massigoge et al., 2009; Tappen, 1994). El efecto de los procesos bioestratinómicos se reflejó en diferencias sustanciales de los valores de NISP y NUSP, de manera que restos sometidos a los procesos diagenéticos durante más de tres mil años, se encuentran con mucha mejor calidad de preservación que los mismos restos expuestos a los factores meteóricos (*i.e.* bioestratinomía) durante menos de seis años.

Los trabajos de Behrensmeyer (1978), Andrews (1995) y Massigoge y colaboradores (2009) también demostraron la existencia de meteorización diferencial entre animales adultos y subadultos a favor de los primeros. Los individuos subadultos presentaron mayores estadios de meteorización en un tiempo más acotado que el de los adultos. Suby (2006 a, b) realizó un estudio donde se evaluó la preservación diferencial de restos óseos humanos arqueológicos hallados en Tierra

del Fuego (Patagonia Austral) y el efecto de los procesos tafonómicos atricionales a través de la relación entre la frecuencia de partes esqueléticas y la densidad mineral ósea los resultados. Sus resultados señalaron que de los restos expuestos a la superficie los de mayor densidad mineral ósea son los que logran sobrevivir y los que finalmente son recuperados. Guichón Fernández (2017) en un estudio sobre la evaluación de la representación de individuos subadultos (<10 años) hallados en chenques del Holoceno tardío final de la cuenca del lago Salitroso (Santa Cruz) señala que los individuos menores a cinco años son más afectados por la meteorización que los mayores de esta edad, además que mostraron mayor representación de diferentes estadios de meteorización.

En este trabajo no se abordó la preservación diferencial por categorías etarias y entre las unidades anatómicas. Sin embargo, a partir del número mínimo de individuos (MNI) obtenido del material de superficie para los individuos adultos (N=19) y subadultos (N=2) con respecto a los materiales de entierros (adultos, 19, subadultos, 21) (Gordón et al., 2019), se puede inferir que en la subrepresentación de los últimos con respecto a los primeros puede deberse al efecto diferencial de la meteorización de acuerdo con las categorías de edad. Estos resultados coinciden con estudios previos, en los que, en contextos arqueológicos, los individuos subadultos se preservan menos (están menos representados) que los individuos adultos, debido a que los primeros son más susceptibles a la acción de los procesos y agentes tafonómicos (Bello et al., 2003; Gordon y Buikstra, 1981; Guy et al., 1997; Lewis, 2006; Fernández Guichón, 2017) como consecuencia de sus características intrínsecas (estructura del tejido óseo, la densidad mineral ósea, Guy et al., 1997; Bello y Andrews, 2006; Bello et al., 2006).

Con respecto a otros efectos macroscópicos no se registraron modificaciones que afectan la forma (*i.e.* abrasión, redondeamiento, deformación), probablemente debido a que son efectos resultados de procesos que no serían esperables que sucedan para los casos de la muestra de estudio (transporte fluvial, presión sedimentaria).

El efecto de la bioestratinomía en Aquihucó también se evaluó a nivel microscópico a través del análisis de cortes histológicos de dos fémures, uno de superficie y el otro de entierro. El fémur superficial se caracteriza por presentar el

100% de la superficie cortical decolorada y ligeras grietas paralelas al eje longitudinal del hueso, comparable con el estadio de meteorización 1 (*i.e.* buena preservación; de Behrensmeyer, 1978). No obstante, esta observación, en el análisis histológico de este resto se observó un gran deterioro de las estructuras óseas microscópicas y reducida birrefringencia, lo contrario de lo observado para la muestra de entierro (buena visibilidad de las microestructuras óseas y reducida birrefringencia). La pérdida de birrefringencia según trabajos previos estaría indicando deterioro de las fibras de colágeno (orientación y cantidad) pero también la pérdida de orientación de los cristales de hidroxiapatita (Jans et al., 2002; Turner-Walker, 2008).

De acuerdo con los resultados de este trabajo para el sitio Aquihuecó, los restos sometidos a procesos bioestratinómicos luego de pasar por una prolongada etapa diagenética de más de tres mil años (secuencia B) se deterioraron con mucha mayor velocidad de lo esperado. Los efectos son notables tanto en el aspecto macroscópico como en el microscópico, sin embargo, en el segundo son aún más severos. Una vez expuestos, la microestructura se deteriora rápidamente por procesos de disolución mineral (Piepenbrink y Schutkowski, 1987). En trabajos futuros este fenómeno debería ser corroborado con técnicas de microscopio electrónico de barrido.

Como en Aquihuecó, en otros tres sitios también se hallaron restos óseos en superficie, pero en frecuencias menores (Hermanos Lazcano, Chacra Álvarez y Huechulafquen). La exhumación de los restos en los casos de Aquihuecó y Chacra Álvarez (departamento de Chos Malal) puede estar relacionada con las características texturales y químicas de la matriz en conjunto con la acción erosiva del viento debido a la cercanía del cordón montañoso conocido como Cordillera del Viento. En ambos sitios los restos se hallaron sobre la superficie de una matriz sedimentaria arenosa, bien seleccionada y friable. Específicamente, en Aquihuecó los individuos estaban enterrados en un médano eólico colgado en una terraza fluvial (en un lugar alto) expuestos a los fuertes vientos la Cordillera del Viento del lado oeste. Este médano fue afectado de manera continua por la intensa erosión eólica que moviliza y traslada los granos sueltos de arena de un sustrato no edafizado. Esto se evidencia por la recolección de un gran volumen de restos óseos en superficie en las sucesivas visitas al sitio. En Chacra Álvarez el lugar de emplazamiento donde se hallaron los restos, la

llanura de inundación se ubica más al resguardo, pero igualmente afectado por la erosión eólica, ya que la matriz presenta similares características a la de Aquihuecú. De la comparación macroscópica entre el individuo 1, hallado enterrado, y el individuo 2, en superficie se observa una preservación diferencial. Los restos óseos del individuo 2 se hallaron dispersos sobre la superficie y presentaron altos porcentajes de decoloración en superficie cortical, agrietamiento y, en menor porcentaje, escamación, bajos valores de IRO (0,13) e IFO/IFO2 (0,92/0,63), es decir, baja representación ósea y alta fragmentación ósea. En el sitio Hermanos Lazcano parte del material óseo se halló sobre la superficie de una matriz sedimentaria de textura arenosa de composición pelítica (derrubios de las lutitas endurecidas de la Formación Vaca Muerta sobre la que se apoya el sitio). A diferencia de los otros dos sitios, en este el contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) es alto. Debido a esto (matriz pelítica con alta concentración de CaCO_3), los restos óseos de los individuos que se hallaron parcialmente enterrados, al menos los excavados en el años 2015 (Vazquez et al., 2016), no se dispersaron tanto como en Aquihuecú y Chacra Álvarez (ver Figura 5.3 en capítulo V *Materiales*). Los especímenes recolectados superficialmente en Hermanos Lazcano no pudieron ser asignados para algún elemento óseo (NISP) debido a que no conservaban partes diagnósticas y/o eran de pequeño tamaño. Por este motivo, el IFO2 se vió disminuido (0,1) respecto al IFO (0,24).

Para el sitio Huechulafquen la información es escasa y sólo se limita a dos datos, una localización aproximada y la mención de que los restos fueron hallados en la superficie de un médano.

De acuerdo de lo expresado previamente, los procesos bioestratinómicos locales (departamento Chos Malal; fuertes vientos provenientes del oeste, precipitaciones moderadas, baja radiación solar, clima ligeramente árido) en combinación con la elevada exposición al sol debido a la escasez de un tapiz, o cubierta vegetal que proporcione sombra a los restos y la matriz sedimentaria de tipo arenosa, los restos óseos son hallados en malas condiciones de preservación.

Para finalizar, en este trabajo se propone revisar el uso de índices de fragmentación. La literatura utiliza como medida de la fragmentación de un conjunto

al índice de fragmentación (IFO). El mismo se calcula a través de las unidades de cuantificación MNE y NISP (Lyman, 1994; Mondini, 2003; Luna 2008; García Guraieb 2010; García Guraieb *et al.* 2010; Fernández Guichón 2016, Garizoain *et al.*, 2016; Martínez y Flensburg, 2018). No obstante, en este trabajo se observó que este índice falla al considerar sólo los especímenes identificables para un elemento óseo (NISP) y no contemplar también aquellos especímenes no identificables (ver por ejemplo sitios Vía Christi, Aquihuecó en Tabla 7.2). Por ello se decidió utilizar una versión modificada, que evita dicho sesgo en la caracterización de la fragmentación:

$$\text{IFO2} = \text{MNE} / \text{NSP},$$

donde el NSP es la suma del NISP + el NUSP.

Para evaluar sus características se calculó el índice de correlación con respecto al IFO ($r=0,935$; $p=0,000$; ver Figura 7.5). Este resultado resalta que el nuevo índice mejora la caracterización de la fragmentación en los casos en los que el NUSP es elevado, pero al mismo tiempo guarda una estrecha relación con el IFO.

Referencias bibliográficas

- Andrews, P. (1995). Experiments in Taphonomy. *Journal of Archaeological Science*, 22(April 1994), 147–153. <https://doi.org/10.1006/jasc.1995.0016>
- Andrews, Peter, y Whybrow, P. (2005). TAPHONOMIC OBSERVATIONS ON A CAMEL SKELETON IN A DESERT ENVIRONMENT IN ABU DHABI Peter Andrews and Peter Whybrow. *Palaeontologia Electronica*, 8(1), 23A:17p. 1,5MB. http://palaeo-electronica.org/paleo/2005_1/andrews23/issue1_05.htm
- Béguelin, M., y Vazquez, R. (2015). *Informe preliminar de los materiales recuperados en el sitio Chacra Álvarez, Dpto. Chos Malal (Pcia. del Neuquén)*.
- Behrensmeyer, A. K, y Kidwell, S. M. (1985). Taphonomy ' s contributions to paleobiology. *Paleobiology*, 11(1), 105–119.
- Behrensmeyer, A. K. (1978). Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 150–162. <https://doi.org/10.2307/2400283>

- Bello, S. M., Thomann, A., Signoli, M., Dutour, O., y Andrews, P. (2006). *Age and Sex Bias in the Reconstruction of Past Population Structures*. 38(August 2003), 24–38. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20243>
- Bello, S, Thomann, A., Massa, E. R., y Dutour, O. (2003). *Quantification de l'état de conservation des collections ostéoarchéologiques et ses champs d'application en anthropologie*. 21–37.
- Bello, S., y Andrews, P. (2006). 1. *The Intrinsic Pattern of Preservation of Human Skeletons and its Influence on the Interpretation of Funerary Behaviours*. January 2016.
- Collins, M. J., Hiller, J., Smith, C. I., Roberts, J. P., Prigodich, R. V, Wess, T. J., y Millard, A. R. (2002). the Survival of Organic Matter in Bone: a Review. *Archaeometry*, 3(44), 383–394.
- Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P., Pesquero, D., Smith, C., Marín-monfort, D., Sánchez, B., Geigl, E., y Alonso, A. (2010). Early bone diagenesis in temperate environments Part I : Surface features and histology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 288(1–4), 62–81. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.12.016>.
- Fernández López, S. R. (2000). Temas de Tafonomía. Departamento de Paleontología, Universidad Complutense de Madrid. 167 págs.
- Gabet, E. J., Reichman, O. J. y Seabloom, E. W. (2003). The effects of bioturbation on soil processes and sediment transport. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31, 249-273.
- Garizoain, G., Petrone, S., Mancuso, R. G., Plischuk, M., Desántolo, B., Inda, A. M., y Salceda, S. A. (2016). Análisis de preservación ósea y dentaria en dos grupos etarios: Su importancia en el estudio de conjuntos esqueléticos. *Intersecciones En Antropología*, 17(3), 353–362.
- García Guraieb, S. (2010). Bioarqueología de cazadores-recolectores del Holoceno tardío de la cuenca del lago Salitroso (Santa Cruz): aspectos paleopatológicos y paleodemográficos. Tesis de doctorado en Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, MS.
- García Guraieb, S., Mariano, C. y Favier Dubois, C. (2010). El Buque Sur: un entierro primario múltiple de 2300 años en la costa del Golfo San Matías, Río Negro, Argentina. *Magallania* 38 (1): 135-146.
- Garland, A. N. (1993). A histological study of archaeological bone decomposition. In G. Grupe y

- A. N. Garland (Eds.), *Histology of Ancient Human Bone: Methods and Diagnosis* (pp. 109–126). Springer.
- González, M. E. (2006). Estudios de interés tafonómico en los restos óseos humanos de la laguna Tres Reyes (Partido de Adolfo Gonzales Chaves). Aportes para el estudio de la formación de contextos arqueológicos en ambientes lagunares de la provincia de Buenos Aires. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Olavarría.
- Gordon, C. C., y Buikstra, J. E. (1981). Soil pH, bone preservation and sampling bias at mortuary sites. *American Antiquity*, 46(3), 566–571. <https://doi.org/10.1017/s0002731600100423>
- Gordón, F., Béguelin, M., Novellino, P., y Archuby, F. (2019). Paleodemographic inferences of the Northwest of Patagonia. Insights from the Aquihucó Site, Neuquén Province, Argentina. *Chungara*, 51(3), 363–380. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562019005001302>
- 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(4), 125–135.
- Guy, H., Masset, C., y Baud, C. A. (1997). Infant Taphonomy. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7(3), 221–229. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1212\(199705\)7:3<221::AID-OA338>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1212(199705)7:3<221::AID-OA338>3.0.CO;2-Z)
- Hanson, D. B., y Buikstra, J. E. (1987). Histomorphological alteration in buried human bone from the lower Illinois Valley. Implications for palaeodietary research. *Journal of Archaeological Science*, 14(5), 549–563. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(87\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0305-4403(87)90038-0)
- Jans, M. M. E., Kars, H., Nielsen-Marsh, C. M., Smith, C. I., Nord, A. G., Arthur, P., y Earl, N. (2002). In situ preservation of archaeological bone: a histological study within a multidisciplinary approach. *Archaeometry*, 44(3), 343–352. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00067>

- Kontopoulos, I., Nystrom, P., y White, L. (2016). Experimental taphonomy: post-mortem microstructural modifications in *Sus scrofa domesticus* bone. *Forensic Science International*, 266, 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.06.024>
- Laafar, S. (1994). L'apport de la microscopie optique a l'étude des ossements de milieu karstique. In M. Patou-Mathis (Ed.), *Outils peu élaborés en os et bois de cervidés IV, 6^e table ronde Taphonomie*. Éditions du Cédarc.
- Lewis, M. E. (2006). *Bioarchaeology of Children*. Cambridge University Press, Cambridge.
- López-Costas, O., Lantes-Suárez, Ó., y Martínez Cortizas, A. (2016). Chemical compositional changes in archaeological human bones due to diagenesis: Type of bone vs soil environment. *Journal of Archaeological Science*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.02.001>
- Luna, L. H. (2008). Estructura demográfica y estilo de vida de cazadores-recolectores en un ambiente de desierto. Sitio Chenque I (Parque Nacional Lihué Calel, Provincia de la La Pampa). Tesis de Doctorado en Filosofía y Letras. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Ms.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Press, Cambridge University.
- Martínez, G., y Flensburg, G. (2018). Nuevos contextos funerarios en la transición pampeano-patagónica (Pcia. de Buenos Aires, Argentina): aportes al holoceno medio y tardío inicial. *Chungara Revista de Antropología Chilena*, 1–18.
- Massigoge, A., González, M., y Kaufmann, C. (2009). Observaciones actualísticas sobre meteorización ósea en restos esqueléticos de guanaco. In M. Berón, L. Luna, M. Bonomo, C. Montalvo, C. Aranda, y C. Aizpitarte (Eds.), *Mamül Mapu: pasado y presente desde la arqueología pampeana: Vol. I* (pp. 309–322). Editorial Libros del Espinillo.
- Mays, S. (2010). *The archaeology of human bones*. New York: Editorial Routledge Mondini, M. (2003). Formación del registro arqueofaunístico en abrigos rocosos de la Puna argentina. Tafonomía de carnívoros. Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Ms.
- Garland, N. (1989). Microscopical analysis of fossil bone. *Applied Geochemistry*, 4(3), 215–229. [https://doi.org/10.1016/0883-2927\(89\)90021-8](https://doi.org/10.1016/0883-2927(89)90021-8)
- Nicholson, R. (1998). Bone Degradation in a Compost Heap. *Journal of Archaeological Science*, 25(5), 393–403. <https://doi.org/10.1006/jasc.1997.0208>

- Nielsen-Marsh, C. M., y Hedges, R. E. . (2000a). Patterns of Diagenesis in Bone I: The Effects of Site Environments. *Journal of Archaeological Science*, 27(12), 1139–1150. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0537>
- Nielsen-Marsh, C. M., y Hedges, R. E. M. (2000b). Patterns of Diagenesis in Bone II: Effects of Acetic Acid Treatment and the Removal of Diagenetic CO₃²⁻. *Journal of Archaeological Science*, 27, 1151–1159. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0538>
- Perez, S. I., Della Negra, C., Novellino, P., Gonzalez, P., Bernal, V., Cuneo, E., y Hajduk, A. (2009). Deformaciones artificiales del cráneo en cazadores-recolectores del Holoceno Medio-Tardío el Noroeste de Patagonia. *Magallania (Punta Arenas)*, 37(2), 7–20. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442009000200005>
- Piepenbrink, H. (1986). Two examples of biogenous dead bone decomposition and their consequences for taphonomic interpretation. *Journal of Archaeological Science*, 13, 417–430.
- Piepenbrink, H., y Schutkowski, H. (1987). Decomposition of skeletal remains in desert dry soil A roentgenological study. *Human Evolution*, 2(6), 481–491. <https://doi.org/10.1007/BF02437423>
- Pike, A. W. G., Nielsen-Marsh, C., y Hedges, R. E. M. (2001). Modelling bone dissolution under different hydrological regimes. In A. R. Millard (Ed.), *Archaeological Sciences '97. Proceedings of the conference held at the University of Durham 2nd - 4th September 1997* (pp. 127–132). British Archaeological Reports, International Series 939. Archaeopress.
- Rafael, S., y López, F. (2000). *Temas de Tafonomía*.
- Saukko, P., y Knight, B. (2004). *Knight's Forensic Pathology* (3ra edición). <https://doi.org/10.1201/b13642>
- Stout, S. D. (1978). Histological structure and its preservation in ancient bone. *Current Anthropology*, 19(3), 601–604.
- Suby J.A. 2006a. Estudio Metodológico-Comparativo De Densidad Mineral Ósea De Restos Humanos Por Absorciometría Fotónica (DXA). Intersecciones en Antropología.

Suby, J.A. 2006b. Metodologías de Análisis de Densidad Mineral Ósea sobre Restos Óseos Humanos de Patagonia Austral. Tafonomía y Paleopatología. Enviado a Actas de las VI Jornadas de Arqueología de la Patagonia. Punta Arenas, Chile.

Tappen, M. (1994). Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science*, 21(5), 667–673. <https://doi.org/10.1006/jasc.1994.1066>

Turner-Walker, G. (2008). The Chemical and Microbial Degradation of Bones and Teeth. *Advances in Human Palaeopathology*, 3–29. <https://doi.org/10.1002/9780470724187.ch1>

Vazquez, R. C., Beguelin, M., y Archuby, F. M. (2016). Efecto del ambiente sedimentario en la preservación de restos óseos humanos. *Ciencias Morfológicas*, 18(1), 62.

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados en este trabajo han permitido generar información valiosa y original sobre los procesos y agentes que han participado en la preservación de restos óseos humanos arqueológicos del norte de la Patagonia. Se analizaron 30 sitios arqueológicos con entierros humanos que tienen diferentes antigüedades y provienen de distintos contextos ambientales y geológicos de Norpatagonia con un marco teórico metodológico transdisciplinario. La utilización de una base teórica interdisciplinaria permitió maximizar los recursos para contrastar las hipótesis y enriqueció las interpretaciones generadas de los datos colectados. La implementación de métodos de trabajo de distinta naturaleza permitió obtener un *corpus* de información contundente y sólido sobre factores incidentes en el estado de preservación ósea para cada sitio.

El análisis de las variables tafonómicas sobre los restos permitió inferir sobre los procesos y agentes tafonómicos actuantes. El análisis microscópico realizado sobre individuos seleccionados permitió adquirir conocimiento sobre el estado de preservación de la microestructura ósea, a la vez de identificar efectos tafonómicos a esta escala.

El abordaje de esta tesis ha permitido arrojar luz sobre algunos aspectos poco conocidos de la tafonomía de los restos óseos humanos de la Patagonia. Las dificultades impuestas por la irregularidad en la distribución de los hallazgos, la heterogeneidad en la calidad de las excavaciones y de la preservación en las colecciones, la disponibilidad de fechados y otros aspectos, fue compensada por un enfoque transdisciplinario que incluyó, además de a la bioarqueología, a la geología, paleontología, química, biología, edafología, así como del uso de equipamiento complejo como microscopio petrográfico y MEB.

La primera conclusión a la que se arribó es que los agentes tafonómicos intervienen de modo asociado generando patrones de preservación particulares, de modo que los sitios ubicados en similares condiciones ambientales en sentido amplio (ambiente ecológico, ambiente sedimentario) se hallan con rasgos tafonómicos similares a nivel macroscópico y microscópico.

A su vez, del análisis de los cortes histológicos, se desprende que la preservación a nivel macroscópico no siempre coincide con lo observado microscópicamente. Por ejemplo, en Caepe Malal, Campo Ayoso y Aquihucó entierro la preservación

macroscópica de los fémures es mejor que la microscópica. La situación es al revés para los fémures de los sitios Grande y Retamal, *i.e.* macroscópicamente presentan una preservación regular pero microscópicamente muy buena.

Se identificaron dos patrones geoambientales que estarían en los extremos de un continuo multivariado, a lo largo y ancho del cual se distribuyen los diversos sitios estudiados. El primero combina pH ácido con humedad, bajas temperaturas y presencia de vegetación densa y/o boscosa, que propician la alteración de la superficie de los restos en términos de corrosión, marcas de raíces y escamación. En el otro extremo, la combinación de pH alcalino, presencia de carbonato de calcio, mayores temperaturas, climas áridos con vegetación de baja densidad en ambientes fluviales, asociado a matrices sedimentarias de textura arenosa, dan lugar a restos caracterizados por bajos grados de corrosión, y altos de cambios en la coloración, además de incidencia moderada de agrietamiento y escamación. Moderados niveles de pérdida ósea podrían estar relacionados con deterioros en la gestión de las colecciones.

Los sitios seleccionados para este estudio son homogéneos en términos de textura sedimentaria (arenas moderadamente a bien seleccionadas) con buen drenaje. Pueden adscribirse, casi en su totalidad, a regímenes de recarga y/o flujo. Esta homogeneidad en las características de los sitios explica la falta de asociación entre la preservación de los restos y la vinculación de los sitios a cuerpos de agua.

El abordaje de las características intrínsecas presentó dificultades debido a que los diferentes sitios tienen cantidades de individuos muy dispares. Esto hace que los resultados están influenciados por aquellos con mayor MNI (como Aquihucó). La evidencia sugiere que los individuos femeninos se preservan peor que los masculinos en condiciones tafonómicas similares. En futuros estudios se deberían abordar aspectos relacionados con la densidad mineral ósea para ahondar en las causas de esta diferencia. La comparación entre individuos adultos y subadultos resultó un poco menos controvertida: los segundos presentan mayores niveles de pérdida ósea, peor preservación en general, y reducción de su presencia en algunos casos.

Los restos más antiguos (máximo 4000 años) se caracterizan por niveles más bajos de corrosión, escamación, pérdida de material óseo y marcas de raíces. Se infiere por lo tanto que los restos que pasaron por procesos tafonómicos que generan esas modificaciones (*i.e.* corrosión, escamación y marcas de raíces) no llegaron a preservarse.

El análisis detallado permite identificar fenómenos superpuestos que hacen que la interpretación de la historia tafonómica de los restos sea muy compleja. Por ejemplo, en la literatura se describieron los sitios Aquihuecó y Hermanos Lazcano como emplazados en médanos eólicos elevados, con dataciones similares (superiores a tres mil años) en un clima similar. Sin embargo, no solamente la preservación de los restos es muy disímil, sino que las características sedimentológicas e hidrológicas difieren sustancialmente. Mientras el primero consiste en un médano arenoso de arena fina a muy fina bien seleccionada con metros de arena por debajo (i.e. mucha distancia a la napa freática), en Hermanos Lazcano los granos sedimentarios que componen el médano están compuestos de pelitas desprendidas de la Formación Vaca Muerta y los restos óseos se encuentran apoyados en una capa impermeable, es decir, descansan sobre la base de la napa freática.

Los restos estudiados en este trabajo presentan evidencias tempranas de disolución mineral y/o ataque bacteriano. Esas características llevan al deterioro temprano y pérdida de los huesos en poco tiempo. Este resultado permite interpretar la escasez del registro óseo humano del Holoceno de Patagonia, como consecuencia de ambientes diagenéticos no propicios para la preservación, sumado a la aceleración en la degradación bioestratinómica cuando esta sigue a un período de diagénesis. Se encontró que el efecto de la bioestratinomía luego de una diagénesis favorable (sitio Aquihuecó) acelera la destrucción de los restos. Mientras que en estudios actualísticos a campo hallaron que es necesario un período de tiempo de al menos quince años para que un resto óseo de mamífero llegue a un estadio avanzado de deterioro que impida su identificación, en el caso de Aquihuecó, en menos de seis años la mayor parte de los huesos expuestos post diagénesis no son identificables. De este modo, una vez expuestos los restos, estos deben ser detectados rápidamente (pocos años) para pasar a formar parte del patrimonio arqueológico. Se estima que el plazo es aún menor en los casos en los que los restos pasaron por diagénesis tempranas destructivas como, por ejemplo, las alternativas 2 y 3 del modelo Nielsen-Marsh.

Los trabajos sistemáticos desarrollados en torno a los sitios arqueológicos con entierros humanos durante las últimas dos décadas han logrado en Neuquén una gran concentración de material bioarqueológico con información de calidad asociada a ellos (Gordón et al., 2017, 2019). El conjunto de sitios de los cuales se extrajo el material es heterogéneo en cuanto a la antigüedad, características ambientales, geológicas, sexo y

edad. Una muestra tan diversa como la estudiada aquí involucra naturalmente una alta complejidad de patrones y procesos. Este trabajo aborda por primera vez esa complejidad desde una perspectiva tafonómica. Los resultados son una muestra de la enorme complejidad y una invitación a explorar nuevas líneas de investigación a la vez que profundizar las iniciadas aquí. Un ejemplo de ellas es el análisis de las microestructuras óseas a través de técnicas de la paleohistología que, combinadas con estudios más tradicionales como la observación macroscópica, han mostrado ser una línea de investigación promisoría. Otros abordajes que se espera profundizar a futuro son la implementación de tecnologías como DRX y tomografías computadas (CT) y análisis de los factores intrínsecos (densidad mineral ósea).

Referencias bibliográficas

- Gordón, F., Barberena, R., y Bernal, V. (2017). *El poblamiento del norte del Neuquén. Estado actual del conocimiento* (F. Gordón, R. Barberena, & V. Bernal (eds.); 1a ed). Aspha Ediciones.
- Gordón, F., Béguelin, M., Rindel, D. D., Negra, C. Della, Vazquez, R. C., Cobos, V. A., y Pérez, I. S. (2019). Estructura espacial y dinámica temporal de la ocupación humana de Neuquén (Patagonia argentina) durante el Pleistoceno final-Holoceno. *Intersecciones en Antropología*, 20(1), 93-105.

ANEXOS

Anexo V.I Información cronológica por sitio bioarqueológico. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Caso	Tipo de información cronológica	Fecha	Referencias bibliográficas
Alq	D	Contextual	Postcontacto	Gordón y Novellino 2017; Bernal et al., 2017
Aqh	A	Radiocarbónico	3817 ± 59 AP/ 4304 ± 59 AP	Della Negra y Novellino 2005; Pérez et al. 2009; Bernal et al., 2017; Gordón et al. 2019b
CM	B	Contextual	200-300 años AP; siglo XVIII	Biset y Varela 1991; Hajduk et al. 2000; Bernal et al., 2017
Cay	D	Sin fechado	Sin fechado	Bernal et al., 2017
ChA	A	Radiocarbónico	330 ± 32 AP	Béguelin y Vazquez 2015
ChB	C	Radiocarbónico	450 ± 50 AP	Pérez et al. 2009; Bernal et al., 2017
CH	B	Radiocarbónico	7020 - 225 AP	Fernández 1988-1990; Fernández y Panarello 2001; Bernal et al., 2017
Chor	C	Radiocarbónico	1152 ± 33 AP	Gordón et al., 2019a
ChM	C	Radiocarbónico	2449 ± 34 AP	Gordón et al. 2019a; Bernal 2019 com. pers.
CRk	B	Radiocarbónico	96 ± 32 AP; 5147 ± 37 AP	Gordón et al., 2019a
EP	B	Contextual	Postcontacto	Béguelin et al., 2015
Sau	D	Sin fechado	Sin fechado	Sin referencias bibliográficas previas
Gde	B	Radiocarbónico	670 ± 40 AP	Della Negra y Novellino 2002; Della Negra et al. 2002, Della Negra 2005; Bernal et al., 2017
HL	A	Radiocarbónico	3780; 4016 ± 33 AP	Hajduk et al. 2007; Cúneo y Della Negra 1999; Della Negra et al. 2014; Vazquez et al. 2016; Gordón et al. 2019a; Bernal et al., 2017
Hue	D	Sin fechado	Sin fechado	Pérez et al. 2009; Bernal et al., 2017
Kil	D	Contextual	Postcontacto	Gordón y Novellino 2017; Bernal et al., 2017
LdL	B	Radiocarbónico	740 ± 40 AP	Biset 1989; Della Negra 2005; Cúneo et al., 2015; Bernal et al., 2017;
LZ	D	Sin fechado	Sin fechado	Sin referencias bibliográficas previas
MM	B	Radiocarbónico	3270 ± 46 AP	Vignati 1957-1959; Gordón et al., 2013; Bernal et al., 2017
Mic	B	Radiocarbónico	1860 ± 40 AP	Lema et al., 2012; Bernal et al., 2017
Mil	D	Sin fechado	Sin fechado	Bernal et al., 2017
MI	C	Radiocarbónico	1770 AP	Gordón et al. 2019a; Bernal et al., 2017
Pie	D	Radiocarbónico	229 ± 32 AP	Gordón et al. 2019a; Bernal et al., 2017
PIH	D	Sin fechado	Sin fechado	Bernal et al., 2017
Plllo	C	Radiocarbónico	710 ± 40	Hajduk y Cúneo 1997-1998; Della Negra y Novellino 2002; Bernal et al., 2017
Rco	A	Contextual	Postcontacto	Béguelin et al. 2017
SR	C	Radiocarbónico	190 ± 60 AP; 600	Della Negra 2005; Pérez et al. 2009; Bernal et al., 2017
RSau	D	Sin fechado	Sin fechado	Sin referencias bibliográficas previas
SB	D	Sin fechado	Sin fechado	Bernal et al., 2017
VC	D	Sin fechado	Sin fechado	Bernal et al., 2017

Anexo VI.I Elementos óseos utilizados para los análisis de cuantificación con su respectivo número de elementos óseos esperados (NEE).

Unidad anatómica	Elemento óseo	Cohorte etaria					
		0 - 0,9	2 - 3,9	4 - 5,9	6 - 9,9	10 - 14,9	Adulto
Cráneo	Maxilar	2	1	1	1	1	1
	Malar	2	2	2	2	2	2
	Frontal	2	1	1	1	1	1
	Occipital	4	4	2	2	1	1
	Parietal	6	2	2	2	2	2
	Temporal	2	2	2	2	2	2
	Mandíbula	2	1	1	1	1	1
Cintura escapular	Clavícula	2	2	2	2	2	2
	Escápula	4	4	4	4	4	2
Tórax	Costillas	24	24	24	24	24	24
	Esternón	5	6	6	6	6	1
Columna vertebral	Cervicales	21	16	10	8	7	7
	Dorsales	36	24	24	12	12	12
	Lumbares	15	15	5	5	5	5
	Sacro	21	21	21	15	1	1
Cintura pélvica	Coxal	6	6	6	4	4	2
Miembros superiores	Húmero	2	4	4	6	6	2
	Radio	2	4	6	6	6	2
	Cúbito	2	2	4	6	6	2
	Mano	42	80	90	92	92	54
Miembros inferiores	Fémur	4	8	8	10	10	2
	Rótula	0	2	2	2	2	2
	Tibia	2	6	6	6	6	2
	Peroné	2	6	6	6	6	2
	Pie	46	90	90	90	94	52
Total NEE		256	333	329	315	303	186

Anexo VII.I Relevamiento del análisis microestructural. Referencias: L: laminillas; C: canalículos; O: osteocitos; CH: canal de Havers; CV: canal de Volkman; P: periostio; E: endostio; Mf: microfisuras, B: birrefringencia. Referencias numéricas para L a E: 3 (Presente, bien definido), 2 (Presente, regularmente definido), 1 (Presente, mal definido), 0 (ausente); Mf: 0 (ausente), 1 (presente); B: (0) normal, (1) reducida o (2) ausente. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio - Individuo	Sector	L	C	O	CH	CV	P	E	Mf	B
Aqh - Ind 24	Posterior	3	3	3	3	3	0	2	0	0,5
Aqh - Ind 24	Lateral	3	3	3	3	3	1	2	0	0,5
Aqh - Ind 24	Anterior	3	3	2	3	3	3	2	0	0,5
Aqh - Ind 24	Medial	3	3	3	3	3	3	2	0	0,5
Aqh - Ind 24	Medial	3	3	3	3	3	3	2	0	0,5
Aqh sup	Posterior	2	1	2	2	1	0	0	0	0,5

Aqh sup	Lateral	1	0	0	1	0	0	0	0	0,5
Aqh sup	Anterior	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Aqh sup	Medial	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CM - Ind VIII	Posterior	0	0	0	1	0	1	2	0	0
CM - Ind VIII	Lateral	0	0	0	1	0	1	2	0	0
CM - Ind VIII	Anterior	0	0	0	1	0	1	2	0	0
CM - Ind VIII	Medial	0	0	0	1	0	1	2	0	0
Cay	Posterior	0	0	0	1	1	2	3	0	0
Cay	Lateral	0	1	1	1	1	0	3	0	0
Cay	Anterior	0	0	0	1	1	2	3	0	0
Cay	Medial	0	0	0	1	1	1	3	0	0
ChM	Posterior	0	0	0	1	0	0	0	0	1
ChM	Lateral	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ChM	Anterior	0	0	0	1	1	0	0	0	1
ChM	Medial	0	0	0	1	0	0	0	0	0,5
Sau	Posterior	3	2	3	3	3	3	3	1	1
Sau	Lateral	3	2	3	3	3	3	3	1	1
Sau	Anterior	3	2	3	3	3	2	2	1	1
Sau	Medial	2	2	3	3	3	2	2	1	1
Gde	Posterior	3	2	3	3	3	2	2	1	1
Gde	Lateral	3	2	3	3	0	2	2	0	1
Gde	Anterior	3	2	3	3	0	2	1	0	1
Gde	Medial	3	1	3	3	2	2	2	1	1
HL - Ind 1-Cuadr 4	Posterior	0	0	0	1	1	1	1	0	0
HL - Ind 1-Cuadr 4	Lateral	0	0	0	1	1	1	1	0	0
HL - Ind 1-Cuadr 4	Anterior	0	0	0	1	1	1	1	0	0
HL - Ind 1-Cuadr 4	Medial	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Mil	Posterior	1	0	1	1	0	1	2	1	1
Mil	Lateral	0	0	0	1	0	1	2	1	0
Mil	Anterior	1	0	1	1	0	1	2	1	0
Mil	Medial	1	0	1	1	0	1	2	1	0,5
Rco - Ind 1-Estr 2	Posterior	1	0	1	1	1	0	2	1	0,5
Rco - Ind 1-Estr 2	Lateral	1	0	1	1	1	3	3	1	0,5
Rco - Ind 1-Estr 2	Anterior	0	0	0	1	0	1	2	1	0
Rco - Ind 1-Estr 2	Medial	0	0	0	1	0	2	2	0	0
SR	Posterior	3	3	3	3	3	1	1	0	1
SR	Lateral	3	2	3	3	3	1	1	1	1
SR	Anterior	3	2	3	3	3	1	1	0	1
SR	Medial	3	2	3	3	3	1	1	1	1

Anexo VII.2 Datos climáticos para cada sitio Referencias: T°, temperatura; mín, mínima; máx, máxima; P, precipitaciones; PerH, perhúmedo a húmedo; SubSS, subhúmedo a semiárido; SemA, semiárido; A, árido.

Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	T° media anual	T° mín	T° máx	P media anual	Tipo de clima
Alq	11,54	3,61	19,53	626	SubSS
Aqh	12,38	6,23	20,55	512	SubSS
Cay	9,98	2,92	17,09	615	SubSS
CH	11,54	3,61	19,53	626	SubSS
ChA	12,38	6,23	20,55	512	SemA
ChB	13,08	6,13	20,09	133	A
ChM	9,4	1,62	17,23	448	A
Chor	12,38	6,23	20,55	512	SemA
CM	12,38	6,23	20,55	512	SubSS
EP	10,16	2,49	17,88	696	SubSS
Gde	13,08	6,13	20,09	133	A
HL	12,38	6,23	20,55	512	SemA
Hue	9,68	3,23	16,17	640	PerH
Kil	9,98	2,92	17,09	615	SubSS
LdL	11,54	3,61	19,53	145	A
LZ	14,35	6,28	22,47	153	A
MI	14,15	6,73	21,62	147	A
Mil	11,54	3,61	19,53	626	SubSS
MM	9,83	3,69	16,03	1065	SubSS
Pie	12,27	4,61	19,98	190	SemA
PIH	14,19	6,64	21,81	145	A
Plllo	9,83	3,69	16,03	1065	PerH
Rco	8,83	1,76	15,94	1063	PerH
RSau	14,35	6,28	22,47	153	A
Sau	13,08	6,13	20,09	133	A
SB	11,54	3,61	19,53	145	A

SR	14,15	6,73	21,62	147	A
VC	9,68	3,23	16,17	640	PerH

Anexo VII.III Datos ambientales para cada sitio. Referencias: LEmplazamiento, lugar de emplazamiento; DistAgua, distancia a cuerpo de agua; DistAguaV, distancia vertical a cuerpo de agua; msnm, metros sobre el nivel del mar; Geom, geomorfología (VF: volcánico-fluvial; F: fluvial; G: glacial); Veg, vegetación (Eha: estepa herbáceo-arbustiva; Ea: estepa arbustiva; Bd: bosque denso). Las siglas de los suelos corresponden a entisol-misol (EM), aridisol-entisol (AE), andisol, alfisol, histosol, inceptisol (AAHI). Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	LEmplazamiento	DistAgua	DistAguaV	msnm	Geom	Veg	Suelos
Alq		2700	50	769	VF	Eha	EM
Aqh	médano eólico	500	40	1170	VF	Eha	EM
Cay		700	42	932	VF	Eha	EM
ChA	llanura de inundación proximal	650	53	883	F	Ea	AE
CH	interior de la cueva	100	440	1500	VF	Eha	EM
ChB	llanura de inundación proximal	100	30	400	F	Ea	AE
ChM		150	30	1500	F	Ea	AE
Chor	margen del canal	100	0	1143	F	Ea	AE
Pie		3000	70	850	F	Ea	AE
Pllo		1182	80	720	G	Bd	AAHI
PIH		200	250	600	F	Ea	AE
Rco	pie de montaña	350	354	1440	G	Bd	AAHI
RSau		800	5	580	F	Ea	AE
Sau		50	10	490	F	Ea	AE
SB		100	45	500	F	Ea	AE
SR		1600	30	320	F	Ea	AE
VC		200	52	820	G	Bd	AAHI
Hue	médano	300	0	900	G	Bd	AAHI
Kil		100	6	1329	VF	Eha	EM
LdL	relictos de cuerpo medanoso	2000	48	428	F	Ea	AE

LZ		800	5	580	F	Ea	AE
Mil		200	13	1063	VF	Eha	EM
HL	depósitos aluviales	500	466	1556	F	Ea	AE
MM	antigua llanura de inundación	100	8	627	VF	Eha	EM
EP		6000	265	1145	VF	Eha	EM
Gde	barra	200	10	380	F	Ea	AE
CM	abanico aluvial	560	11	1053	VF	Eha	EM
MI		3000	30	400	F	Ea	AE

Anexo VII.IV Datos arqueológicos para cada sitio. Referencias: *s/inf*, sin información; *nd*: no determinado.

Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Tipo de sitio	Tipo de entierro	Estructura de enterramiento	Lugar de emplazamiento	Cronología
Alq	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Postcontacto
Aqh	cielo abierto	primario	presencia/ausencia	médano eólico	3817 ±59/ 4304 ± 59
CM	cielo abierto	primario, secundario	ausencia	depósitos aluviales (abanico)	200-300 AP; siglo XVIII
Cay	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
ChA	cielo abierto	primario	ausencia	llanura de inundación proximal	330 ± 32
ChB	cielo abierto	primario	ausencia	llanura de inundación distal	450 ± 50
CH	cueva	primario	ausencia	interior de la cueva	7020 - 225 años AP
Chor	alero	<i>s/inf</i>	ausencia	margen del canal	1152 ± 33
ChM	cielo abierto	<i>nd</i>	ausencia	<i>s/inf</i>	2449 ±34
CRk	cueva	<i>nd</i>	ausencia	interior de la cueva	96 ± 32; 5147 ± 37
EP	cielo abierto	<i>nd</i>	ausencia	<i>nd</i>	Postcontacto
Gde	cielo abierto	primario	ausencia	barra	Sin fechado
HL	cielo abierto	primario	ausencia	depósitos aluviales	3780; 4016 ± 33
Hue	cielo abierto	primario	ausencia	médano	Sin fechado
Kil	cielo	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Postcontacto

	abierto				
LdL	cielo abierto	primario	ausencia	relictos de cuerpo medanoso	740 ± 40
LZ	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
MI	alero	primario	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	1770
Mic	cielo abierto	primario	ausencia	médano edafizado	1.860 ± 40
Mil	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
MM	cielo abierto	primario	ausencia	antigua llanura de inundación	3270 ± 46
Pie	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	229 ± 32
PIH	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
Pllo	cielo abierto	primario	ausencia	<i>s/inf</i>	710 ± 40
Rco	cielo abierto	primario	presencia	pie de montaña	Postcontacto
RSau	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
Sau	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
SB	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado
SR	cielo abierto	primario	ausencia	<i>s/inf</i>	190 ± 60; 600
VC	cielo abierto	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	<i>s/inf</i>	Sin fechado

Anexo VII.V Resultados del análisis granulométrico para cada sitio. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Gruesa	Arena Muy Gruesa	Arena Gruesa	Arena Media	Arena Fina	Arena Muy Fina	Limo/Arcilla
Aqh	0,61	1,75	13,74	45,74	31,68	5,14	1,33
CM	7,27	16,36	25,45	20	14,55	10	6,36
ChA	0	7,07	28,28	31,31	27,27	5,05	1,01
ChB	0,45	5,23	15,41	40,05	31,3	6,69	0,87
Chor	0,23	3,21	8,39	19,68	27,86	24,14	16,47
ChM	0,51	6,94	15,74	41,08	22,97	11,02	1,74
CRk	0	0,47	1,13	5,06	18,17	41,15	34,02
EP	10,32	11,19	17,95	18,2	17,78	14,56	9,69
Gde	0	0	0,85	20,51	43,59	23,08	11,97

HL	0,76	5,6	16,29	30,02	27,99	12,21	7,12
LdL	4,11	0	8,22	8,9	32,88	30,14	15,75
MI	0,4	4,84	15,37	29,52	34,81	13,01	2,05
Pie	0	0	9,57	14,5	16,85	20,01	39,07
Rco	0	0,19	3,33	8,34	19,81	33,3	35
SR	0	0	13,22	36,78	35,63	11,49	2,87

Anexo VII.V Resultados del análisis químico para cada sitio. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	pH	Materia Orgánica (%)	Fósforo disponible (P)	Carbonato de calcio (CaCO3%)
ChA	7,71	0,99	30,09	6,25
EP	5,74	1,47	62,96	1,90
HL	7,64	1,41	3,38	18,52
Rco	5,44	13,74	39,39	0,11
CM	7,54	1,41	5,08	20,37
SR	7,93	1,15	127,21	2,69
Gde	8,41	0,33	4,16	1,03
LdL	7,84	0,79	11,42	2,39
Aqh	8,05	0,31	2,83	3,32
CRk	7,85	0,53	67,27	3,32
Chor	7,41	1,39	6,39	7,55
ChB	8,33	0,28	2,54	1,27
ChM	6,1	0,52	5,47	2,16
Pie	7,04	0,95	147,36	2,79
MI	7,09	1,42	117,23	3,24

Anexo VII.VI Valores del Eje 1 y Eje 2 obtenidos del análisis de escalamiento multidimensional por cada sitio. Referencias: sub, subadulto. Las referencias de los sitios pueden consultarse en la Tabla 5. 1.

Sitio	Eje1	Eje2
Alq	-64.138	4.644
Aqh	-11.765	47.003
Cay	2.212	35
ChA	-9.882	16.468

CH	-12.815	-51.806
ChB	-28.155	19.318
ChM	2.764	-11.898
Chor	-9.764	-17.939
Pie	-10.847	-10.054
Plo	36.781	-14.411
PH	-10.341	43.205
Rco	26.738	-111
RSau	-12.684	74.715
Sau	-16.711	-19.746
SB	22.279	90.052
SR	-9.485	1.833
VC	24.872	93.496
Hue	-5.617	-17.584
Kil	17.192	13.637
LdL	-47.156	10.677
LZ	-92.726	16.021
Mil	-9.683	-13.208
HL	-13.669	4.088
MM	-52.903	-77.256
EP	22.994	-77.198
Gde	-44.811	83.072
CM	13.917	-10.553
AqhSub	-13.437	55.475
ChASub	-11.618	62.327
HLSub	-13.667	51
LdLSub	-9.099	22.707
MISub	-2.282	-89.276
MicSub	-14.873	-30.218
RcoSub	17.171	23.939

Anexo VII.VII Valores del Eje 1 y Eje 2 obtenidos del análisis de escalamiento multidimensional por individuo

Individuo	Eje1	Eje2
Alq1	-49.392	-45.698
Aqh1	-53.662	41.605
Aqh2	-1.728	-47.444
Aqh3	-12.166	-62.339
Aqh4	-65.274	34.893
Aqh5	-89.188	39.964
Aqh6	-37.242	43.069
Aqh7	-12.099	60.698
Aqh8	-28.615	51.919
Aqh9	-11.754	60.752
Aqh10	-48.118	39.798
Aqh11	-53.134	4.669
Aqh12	-75.519	-14.537
Aqh13	-16.618	49.816
Aqh14	-47.986	83.055
Aqh15	-75.865	95.396
Aqh16	-16.263	58.758
Aqh17	-12.372	60.515
Aqh18	-66.379	-10.454
Aqh19	-7.101	-4.447
Aqh20	-56.461	14.943
Aqh21	-77.941	-23.466
Aqh22	-67.935	-22.164
Aqh23	-16.266	58.576
Aqh24	-31.885	54.039
Aqh25	-29.571	40.199

Aqh26	-41.808	13.104
Aqh27	-72.416	-19.059
Aqh28	-97.912	-59.215
Aqh29	-308	-17.044
Aqh30	-55.479	-30.901
Aqh31	-77.956	362
Aqh32	-47.827	-37.304
Aqh33	-1.037	-33.913
Aqh34	-37.785	-59.263
Aqh35	-57.925	33.349
Aqh36	-22.841	44.005
Aqh37	-40.578	1.542
Aqh38	-42.138	83.545
Aqh39	-1.183	61.362
Aqh40	-59.956	-5.405
Cay1	21.085	-5.413
ChA1	-20.589	77.009
ChA2	-6.156	20.157
ChA3	-11.429	-7.116
ChA4	41.566	-33.491
CH1	19.876	31.528
CH2	89.024	34.698
ChM1	17.324	11.711
Chot1	-12.713	-2.075
CM1	75.766	61.867
CM2	73.783	-10.898
CM3	77.142	-88.388
CRk1	70.444	8.601
EP1	18.822	56.688
Gde1	-39.787	-55.551

Gde2	-43.665	-12.294
HL1	66.599	84.188
HL2	17.112	36.691
HL3	-23.637	3.626
HL4	-11.646	23.776
HL5	-77.141	-10.328
HL6	-18.643	44.929
HL7	-16.627	58.473
HL8	-12.033	61.071
HL9	-12.049	61.258
HL10	-12.368	60.612
Hue1	85.724	-15.914
Kil1	17.588	-92.871
LdL1	31.558	-14.471
LdL2	-41.415	0.01
LZ1	-99.396	74.304
MI1	40.279	-8.365
Mic1	-24.989	-33.695
Mil1	-27.147	-11.282
MM1	44.325	31.993
MM2	-17.278	-47.567
Pie1	60.358	2.023
Pll01	69.682	-14.078
PIH1	19.063	-62.211
Rco1	17.869	10.668
Rco2	17.696	9.839
Rco3	15.472	-16.886
Rco4	17.058	11.054
RSau1	4.372	-64.386
Sau1	58.346	-13.665

SB1	20.793	-84.258
SR1	-11.328	-10.053
VC1	22.258	-42.067

Anexo de imágenes fotográficas de las modificaciones óseas relevadas en la muestra de estudio.

Figura correspondientes a restos óseos humanos del sitio Aquihuecó. a, fémur derecho con estado óptimo de preservación cubierto por completo por depósitos de carbonato de calcio. B, epífisis de fémur de la imagen anterior con algunas marcas dendríticas asignables a raíces. C, cráneo con la superficie cubierta por carbonato de calcio y marcas lineales asignables roedores (círculo negro).

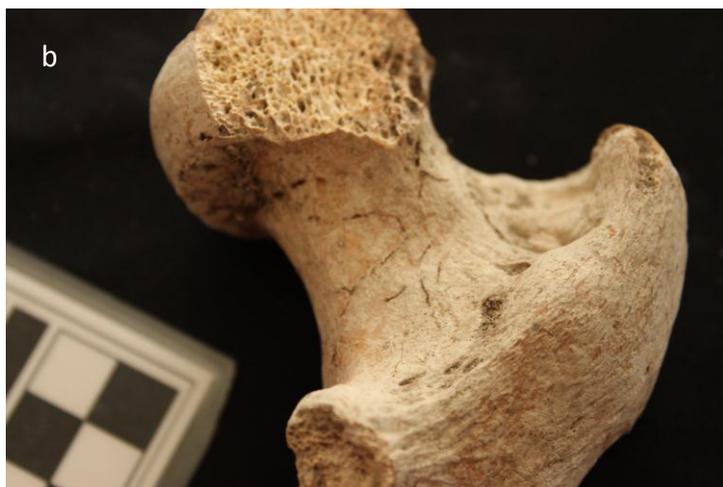
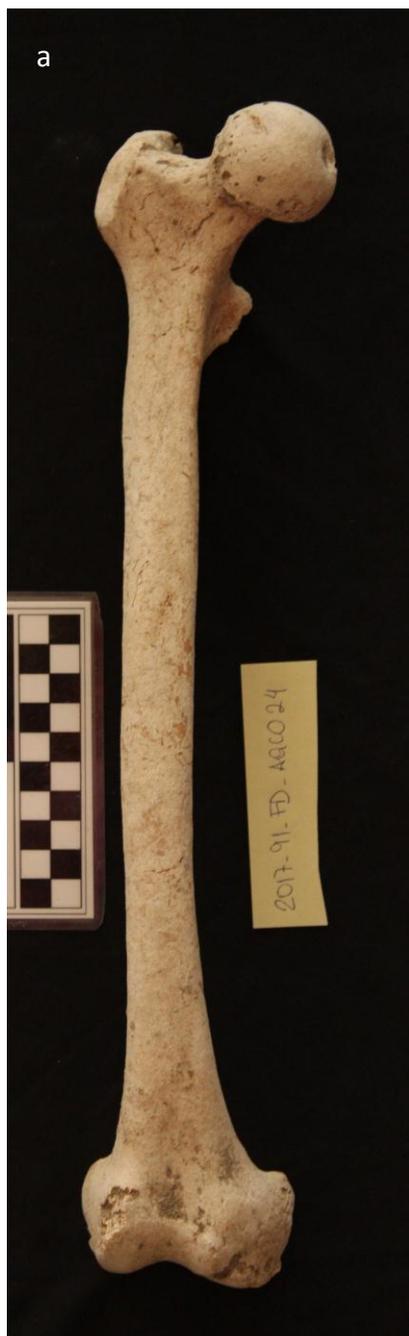


Figura A, vista anterior de diáfisis distal fémur derecho con buen estado de preservación y abundantes marcas dendríticas de raíces (sitio Caepe Malal). B, vista posterior de la calota con pérdida de tejido cortical (escamado). Nótese que la raíz atraviesa poros del tejido óseo vinculando su relación con los eventos de pérdida ósea cortical (sitio El Panteón). C, fémur derecho en regular estado de preservación y depósitos de carbonato de calcio en forma de película pulverulenta. Se encuentra relleno por el sedimento circundante (sitio Hermanos Lazcano). D, restos óseos indeterminados (NUSP) del sitio Hermanos Lazcano representativos del estado de preservación general para este sitio. Escala= 2,5 cm



Figura A, diáfisis de fémur derecho con regular estado de preservación. Presenta un avanzado grado de pérdida de tejido cortical, i.e. corrosión (sitio Vía Christi). B, diáfisis de fémur derecho con mala, incompleto y avanzado grado de pérdida de tejido cortical, i.e. corrosión (sitio Cochico Márquez).

