

Libros de **Cátedra**

Zoarqueología de vertebrados en América

Un enfoque teórico, metodológico y práctico

Laura Lucía Miotti - Fernando Julián Fernández
(coordinadores)

n
naturales

FACULTAD DE
CIENCIAS NATURALES Y MUSEO


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ZOOARQUEOLOGÍA DE VERTEBRADOS EN AMÉRICA

UN ENFOQUE TEÓRICO, METODOLÓGICO Y PRÁCTICO

Laura Lucía Miotti
Fernando Julián Fernández
(coordinadores)

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Dedicamos este libro a todos los que quieran aprender el lenguaje de los huesos y dialogar con las actitudes humanas hacia los animales en el pasado.

Agradecimientos

En primer lugar, queremos agradecer la colaboración de los colegas y amigos que discutieron distintos aspectos del libro y que, asimismo, participaron generosamente contando sus experiencias de las diferentes regiones de sus trabajos.

Lo hacemos extensivo a los autores invitados: Luciano José María “Pepe” De Santis+ quien aportó sus conocimientos sobre fauna, anatomía comparada y las Vaquerías; Luis Alberto Borrero por ofrecer su mirada y experticia sobre tafonomía; Hugo Daniel Yacobaccio por su conocimiento profundo en los procesos de domesticación; Guillermo Luís “Willie” Mengoni Goñalons por brindar su perspectiva enriquecedora en materia de cuantificación.

También, valoramos el aporte de colegas que proveyeron amablemente varias de las imágenes que ilustran esta obra.

Igualmente, agradecemos a los estudiantes por los intercambios continuos con los docentes en las clases y sus oportunas preguntas que nos guiaron para la búsqueda del mejor entendimiento.

Los evaluadores de los distintos capítulos, Luciano J.M. “Pepe” De Santis+ y Claudia Inés Montalvo, que integran el libro, aportaron sus valiosos comentarios que enriquecieron sustancialmente el contenido global del libro. Verónica Cecilia Mautone realizó una lectura final de la obra y remarcó algunos detalles de estilo.

Finalmente, agradecemos a Pilar Cuevas y Ana Manasanch de EDULP de la UNLP por su acompañamiento en el proceso editorial.

Índice

Presentación	6
---------------------	---

Laura L. Miotti y Fernando J. Fernández

Capítulo 1

Introducción e historia de la Zooarqueología de vertebrados	8
---	---

Laura L. Miotti y Fernando J. Fernández

Capítulo 2

Fauna nativa e introducida de vertebrados en Argentina	40
--	----

Fernando J. Fernández y Ricardo S. De Mendoza

Capítulo 3

Nociones básicas del esqueleto de los vertebrados para las identificaciones anatómicas y taxonómicas	72
--	----

Fernando J. Fernández y Ricardo S. De Mendoza

Capítulo 4

Tafonomía de vertebrados	135
--------------------------	-----

Fernando J. Fernández, Luis M. del Papa y Laura L. Miotti

Capítulo 5

Zooarqueología, proceso de domesticación y pastoralismo	215
---	-----

María Cecilia Paez y Luis M. del Papa

Capítulo 6

Cuantificación en zooarqueología de vertebrados	245
---	-----

Luis M. del Papa y Fernando J. Fernández

Capítulo 7

El cambio climático en la Argentina desde el Último Máximo Glacial, las variaciones en las asociaciones faunísticas y las extinciones	295
---	-----

Eduardo P. Tonni

Los autores	312
--------------------	-----

Presentación

La cátedra de Zooarqueología, tras dos décadas en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP), es pionera en América y posee un plantel docente integrado por profesionales de Arqueología y de Biología. Esta representación docente responde a una perspectiva inter y transdisciplinaria intrínseca de la disciplina Zooarqueología -la cual se ocupa, a grandes rasgos, del estudio de los restos faunísticos recuperados de los sitios arqueológicos- donde convergen contenidos provenientes de ambos campos disciplinares. La asignatura de Zooarqueología apunta estrictamente al estudio pormenorizado de los restos faunísticos de vertebrados, es decir, se excluye toda una rama de la disciplina dedicada a la malacofauna y otros invertebrados.

El libro consta de siete capítulos, los cuales tendrán secciones bibliográficas. En el capítulo 1 se plantean las diferentes definiciones de la Zooarqueología, se aborda la configuración histórica de la disciplina en el plano internacional y nacional, a la luz de los distintos paradigmas de la Arqueología y de la Ecología Evolutiva. Se tratan, además, las distintas líneas de investigación en la Zooarqueología, su evolución histórica y prospectiva. Finalmente, se exponen casos de estudio zooarqueológicos conocidos para América que ilustran las diferentes etapas históricas de la disciplina. En el capítulo 2 se presentan los principales grupos de vertebrados nativos y exóticos frecuentes en sitios arqueológicos de América. Incluye, asimismo, una diferenciación de los tipos de vertebrados exóticos según la forma y la época en que fueron introducidos al territorio argentino. Por último, se abordan las problemáticas zooarqueológicas asociadas a estos vertebrados en base a los registros arqueológicos y a las crónicas históricas o fuentes documentales. En el capítulo 3 se detalla la osteología de los grupos de vertebrados frecuentes en los sitios arqueológicos de América, con el objetivo principal de aportar herramientas metodológicas y prácticas que permitan realizar determinaciones taxonómicas. Se hace énfasis en los niveles de diagnóstico que poseen cada elemento anatómico por grupo taxonómico de vertebrados. El capítulo se subdivide por unidades anatómicas: dientes, esqueleto axial (cráneo, columna vertebral, costillas y esternón), esqueleto apendicular (cinturas y miembros) y exoesqueleto. En el capítulo 4 se definen los conceptos teóricos y metodológicos básicos y específicos de la Tafonomía y su impacto en Arqueología y Paleontología. Este capítulo se subdivide en los tipos de génesis de los depósitos faunísticos: agentes naturales selectivos (depredación), agentes naturales no selectivos (catastróficos), agentes postdepositacionales y acción antrópica. En el capítulo 5 se tratan a los conjuntos arqueofaunísticos asociados a contextos arqueológicos que van desde economías cazadoras-recolectoras a agropastoriles de América, con énfasis en el noroeste y centro de Argentina. Además, se discuten las implicancias arqueológicas del registro de camélidos (llama y alpaca), cánidos (perro) y roedores cánidos (cobayo) domésticos prehispánicos y posthispánicos. En el capítulo 6 se exponen los conceptos básicos sobre la cuantificación en la Zooarqueología, se incluye a los tipos de unidades a cuantificar, el tratamiento de los estimadores de abundancia anatómica y taxonómica, modelos de transporte y económicos interpretativos y diversos índices zooarqueológicos y

paleoecológicos. En el capítulo 7 se tratan los principales eventos paleoclimáticos de carácter global que afectaron a la región Pampeana: Último Máximo Glacial (~26000-18000 AP), Tardiglacial (~13000-11700 AP), Máximo Térmico del Holoceno o *Hypsithermal* (~7500-4500 AP), Anomalía Climática Medieval (~800-1300 AD) y Pequeña Edad de Hielo (~1300-1900 AD) y su relación con las unidades zoogeográficas de la Argentina. En este capítulo, asimismo, se discuten las posibles causas de extinción de la megafauna en América del Sur, especialmente en el ámbito pampeano, durante el Último Máximo Glacial y el Tardiglacial. Se incluyen la caracterización de los mamíferos pampeanos durante el Pleistoceno tardío, los paleoambientes, el arribo al continente americano de los primeros grupos humanos y su impacto a nivel paleoecológico, así como los mamíferos sobrevivientes que colonizaron los ambientes pampeanos durante el Holoceno.

Estos temas no están comprendidos en su totalidad en ningún material bibliográfico. Este abordaje inter y transdisciplinario, también, se ve reflejado en la composición del alumnado (grado y postgrado) de Antropología, Paleontología y Zoología. Asimismo, casi todos los años, la cátedra recibe estudiantes de grado y postgrado de otras universidades (e.g., UBA, UNMDP, UNICEN, UNSAM y UNR). Entendemos que un libro de cátedra, al contener toda la información de la materia en un solo cuerpo dividido en siete capítulos, facilitará en sobremanera el aprendizaje y el seguimiento del alumnado en cada tema tratado, así como su enfoque específico de acuerdo a la perspectiva del cuerpo docente. Adicionalmente, consideramos muy valioso que, mediante el libro propuesto, los contenidos de esta asignatura estarán al alcance de otros estudiantes o profesionales interesados en la Zooarqueología.

Laura L. Miotti y Fernando J. Fernández

CAPÍTULO 1

Introducción e historia de la Zooarqueología de vertebrados

Laura L. Miotti y Fernando J. Fernández

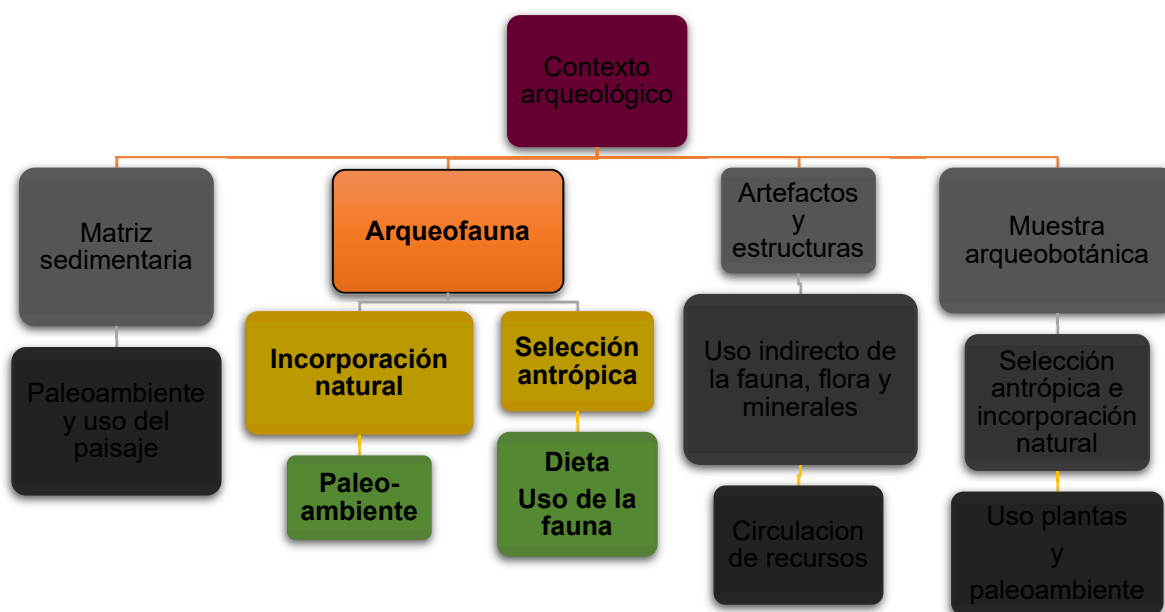
La zooarqueología en el concierto multidisciplinario de las Ciencias Humanas y de las Ciencias Naturales

Este libro trata de la zooarqueología, denominada también como arqueozoología, arqueología biológica, paleozoología y paleoetnozoología (Olsen, 1971; Clason, 1975; Olson, 1982; Tonni, 1984). A pesar de sus diferentes nombres, en nuestra asignatura, como veremos a lo largo de este capítulo, la consideramos como zooarqueología.

Esta disciplina, cuyo interés cabalga entre la arqueología, la paleontología y la zoología, se focaliza en el estudio de los restos faunísticos hallados en los yacimientos arqueológicos. Partiendo de este objetivo, nos preguntamos ¿qué saberes encierra el análisis de esos materiales? Las respuestas son múltiples ya que a partir de su estudio no solo podemos conocer el uso humano de las faunas en el pasado, sino también cómo era el paleoambiente donde cohabitaron, cómo se suceden los depósitos antrópicos y cuáles son las señales que permanecen en los restos faunísticos para que podamos comprender las modificaciones de los paisajes humanos. Por lo tanto, si bien el interés principal u original al analizar estos materiales es arqueológico, también capturan la atención de las ciencias de la tierra y de la biología (neontología y paleontología). De este modo, el estudio de los restos faunísticos recuperados de los sitios arqueológicos ha contribuido, en primer lugar, a la demostración de la milenaria antigüedad de las relaciones económicas, sociales y simbólicas entre los humanos y la fauna, así como la evolución de los vínculos y actitudes humanas hacia los animales a lo largo de la historia. A partir de estos conceptos, se desprende que este estudio ha surgido como una inquietud antropológica que persigue el objetivo de caracterizar los cambios en la apropiación humana de los animales a lo largo del tiempo y del espacio. La zooarqueología involucra tanto el estudio de la transformación de las economías cazadoras a pastoriles, como el de sociedades recolectoras, pescadoras y sus combinaciones. Por lo tanto, existe una enorme variabilidad de representaciones arqueológicas, así como complejidades sociales en el manejo de las relaciones con la fauna y las modificaciones de los paisajes humanos.

Como veremos en los acápite siguientes, la zooarqueología, lejos de conformarse como una subdisciplina hiperespecializada, desde sus principios hasta la actualidad, cubre objetivos de tipo pluri, inter y transdisciplinar, debido a que incluye diversidad de problemas desde ángulos muy distintos y genera puentes entre disciplinas (Borrero, 2011). La zooarqueología no se queda solo en los resultados de los usos de las faunas por parte de los humanos (desde el arte simbólico y los tabúes a la caza y la domesticación), sino también aporta a las interpretaciones biocronológicas, biogeográficas, paleoecológicas, paleoambientales y sobre retracciones, extinciones y conservación de taxones faunísticos. En este sentido, importa tanto a las ciencias humanas como a las ciencias naturales (Figura 1). Razón por la cual, planteamos una relación disciplinar de retroalimentación entre la zooarqueología y la tafonomía. Esto será desarrollado *in extenso* en el Capítulo 4. En este punto inicial, diremos que si bien la zooarqueología pone su interés en la interpretación de las acciones humanas sobre los materiales faunísticos, la tafonomía es la ruta principal para discernir el rol humano en el origen de las acumulaciones faunísticas de la incorporación de otros agentes naturales (depredadores, insectos, raíces, catástrofes), la preservación integral de los conjuntos arqueofaunísticos y la reconstrucción de los ambientes donde habitaron (Gifford González, 1981, 1991, 2018; Lyman, 1994, 2008; Borrero, 2013).

Figura 1.1



Nota. Diagrama de las interpretaciones e información que ofrece el estudio de las muestras zooarqueológicas. Modificado de Salemme y Miotti (1987: figura 2).

¿Cómo y cuándo comienza la práctica zooarqueológica?

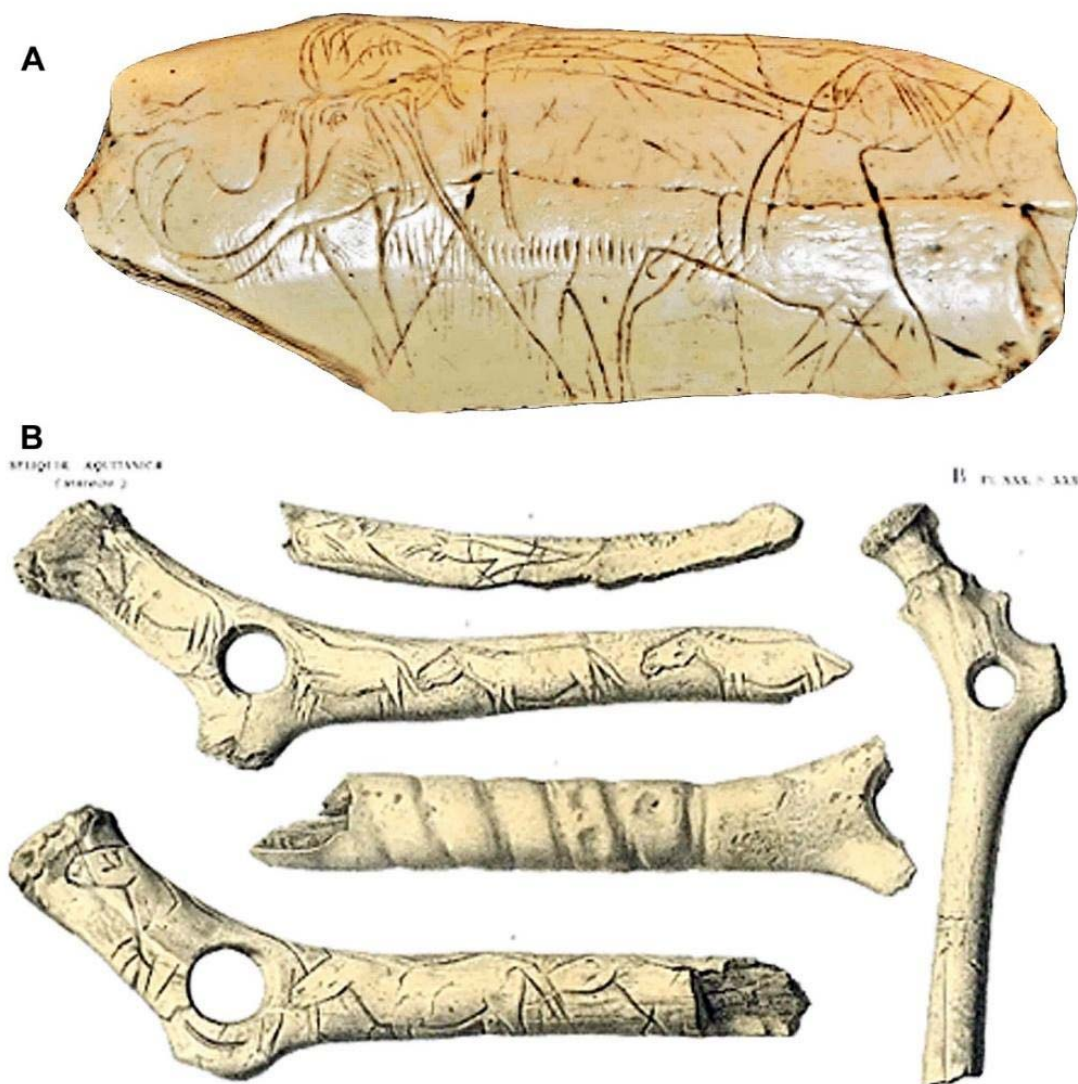
Naturalistas, viajeros y coleccionistas

En cuanto a la pregunta acerca de cuándo comienza el interés por este tipo de conocimiento, la podemos rastrear en la documentación histórica arqueológica en el siglo XVIII a partir del descubrimiento que John Frere realizó en las proximidades del pueblo de Hoxne (Suffolk, Inglaterra). Frere era un oficial de justicia y hacendado de Suffolk, pero además era un anticuario que regularmente buscaba objetos del pasado en el campo y en 1797, excavando unos depósitos de arcilla y arena con intercalación de capas de valvas marinas, encuentra unos instrumentos de sílice junto con unos huesos de un animal enorme. Frere interpretó el hallazgo como antrópico en tiempos de faunas remotas y en terrenos que luego fueron invadidos por el mar. Frere publica sus ideas de la gran antigüedad de los humanos conviviendo con faunas extinguidas en el año 1800, en la revista “*Archaeology*” (Frere, 1800). Este resulta, tal vez, el documento zooarqueológico más antiguo que conocemos (Daniel, 1976; Davis, 1989; Gifford González, 2018). Esta idea tuvo que esperar varios años más para que fuera aceptada académica y socialmente. La discusión de esta evidencia junto con hallazgos novedosos producidos en Alemania, Francia y Países Bajos, hacia el siglo XIX, definen al animal de Hoxne como un mamut, desconocido en Inglaterra para esa época ya que estos gonfotéridos habían habitado muchos milenios atrás y se habían extinguido junto con tantos otros “gigantes” de la Edad del Hielo. Esta época fue reconocida por anticuarios, geólogos y paleontólogos a partir de la definición de Charles Lyell con el concepto de “Época Pleistocena” relacionada con los momentos glaciales de la historia de la Tierra (Lyell, 1830).

Hacia fines de siglo XIX el interés por el estudio de los restos de animales desconocidos en Europa era tan fuerte que Édouard Lartet, paleontólogo y geólogo francés, propuso en 1861 la primera periodificación acerca de la evolución humana durante la Edad de la Piedra, basada en el estudio de los restos faunísticos asociados a artefactos líticos, principalmente sílices, en las cavernas arqueológicas de Francia. Sus estudios faunísticos y arqueológicos en Massat y Aurignac (Pirineos franceses) le permiten argumentar la sucesión de especies dominantes de grandes mamíferos coetáneos de los humanos y la evolución tecnológica para reproducir la sociedad humana del período Cuaternario Glacial o Diluviano. Lartet (1861: p. 231) dividió el Paleolítico en cuatro periodos según la fauna existente en los yacimientos que, desde la más antigua hasta la más reciente, son: 1) la Edad del Gran Oso de las Cavernas, *Ursus spelaeus*, corresponde a un período extenso de tiempo conocido como Paleolítico medio y a la tecnología Musteriense de los Neandertales (*Homo neanderthalensis*) definidos posteriormente por Gabriel de Mortillet (1872) y Henri Breuil (1912); 2) la Edad del Elefante-Mamut, *Mammuthus primigenius* (nombrado por Lartet como *Elephas primigenius*) y del Rinoceronte lanudo, *Coelodonta antiquitatis* (nominado por Lartet como *Rhinoceros tichorhinus*) asociado, ulteriormente, al Paleolítico Superior (inicial) y a la tecnología Auriñaciense desarrollada por los humanos modernos, *Homo sapiens* (Figura 1.2A); 3) la Edad del Reno, *Rangifer tarandus* (nombrado por Lartet como *Cervus tarandus*), que se corresponde con el Paleolítico Superior (final) y con las

tecnologías Solutrense y Magdaleniense de los humanos modernos (Figura 2B); 4) la Edad del Bisonte, *Bison bonasus* (originalmente nombrado *Bison europaeus* por Lartet). Años más tarde Lartet y Christy (1864, 1865-75) aportaron, mediante sus estudios del arte mobiliario realizado en huesos y piedras recuperadas de depósitos no disturbados de las regiones francesas de Aurignac, Dordogne y Périgord, al reconocimiento que los humanos de la prehistoria habían sido artistas (Figura 1.2B). Los estudios arqueológicos de Lartet contribuyeron a demostrar la contemporaneidad de los humanos (arcaicos y modernos) con especies animales desaparecidas. A raíz de estos estudios, Lartet en 1866 fue elegido como miembro de la Sociedad Geológica de Francia. En lo que resta del siglo XIX, otros autores continuarán elaborando esquemas de periodificación de la prehistoria en base a la asociación humana con grandes mamíferos extintos del Viejo Mundo (e.g., Garrigou, 1865; Gonzáles-Arintero, 1891). Podemos observar, entonces, la importancia de la fauna, su relación con el arte y la tecnología en los estudios prehistóricos del Viejo Mundo y lo poco definido de los campos antropológicos, arqueológicos, geológicos y paleontológicos hacia fines del siglo XIX.

Figura 1.2



Nota. Arte mobiliario decorado con grabados faunísticos recuperados de abrigos rocosos del valle del Vézère (Dordoña, Francia). A) fragmento de colmillo (dentina) de mamut con un grabado del mismo animal (Edad del Mamut, Lartet y Christy, 1865-75: lámina BXXVIII); B) astas perforadas de reno con motivos de toros y caballos (Edad del Reno, Lartet y Christy, 1865-75: lámina BXXX-XXXI).

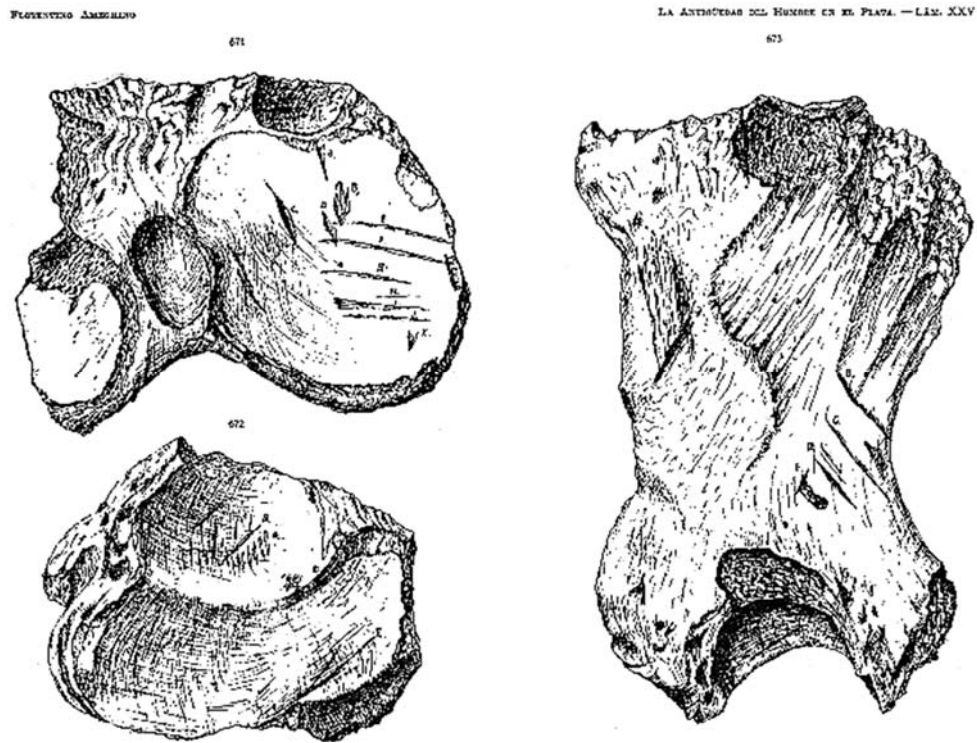
Para fines del siglo XIX en Argentina, al igual que en los países europeos, los investigadores tenían los mismos intereses por el descubrimiento de los orígenes humanos y de las faunas desconocidas a fin de responder a la agenda evolucionista reinante en las ciencias naturales. Ejemplos de estos trabajos, como veremos a continuación, los podemos encontrar en las discusiones importantes finiseculares de Florentino Ameghino (1898), Robert Lehman Nistche (1899), Rodolfo Hauthal (1899) y Santiago Roth (1899) en base a los hallazgos paleontológicos

y arqueológicos de la Cueva del Milodón en la región de Última Esperanza, Chile (Miotti, 2019; Miotti y Salemme, 2022).

El estudio pormenorizado de los huesos en sitios arqueológicos y paleontológicos en Argentina —al menos en las regiones de Pampa y Patagonia— tiene sus inicios con Florentino Ameghino. Sus ideas plantean no sólo una antigüedad alta para los humanos en América, sino también el origen de la humanidad en las pampas. El tratamiento más completo de esta obra se compendia en los dos tomos de “La Antigüedad del Hombre en el Plata” (Ameghino, 1880, 1881). Más allá de estas hipótesis de Ameghino, que derivaron en controversias con otros autores europeos y norteamericanos, destacamos la relevancia que dicho autor dio a los contextos arqueológicos y paleontológicos y la descripción detallada de los materiales faunísticos, líticos y cerámicos relevados en numerosos sitios pampeanos y patagónicos. Asimismo, subrayamos el detalle exhaustivo en el estudio de los restos faunísticos, con énfasis en su recolección y descripción con ilustraciones que aún en la actualidad son de gran vigencia. Por tales motivos, su obra es precursora en el análisis del contenido zooarqueológico y tafonómico y, posteriormente, deviene en el desarrollo de una línea de investigación multi e interdisciplinaria, tanto en el país como en el mundo.

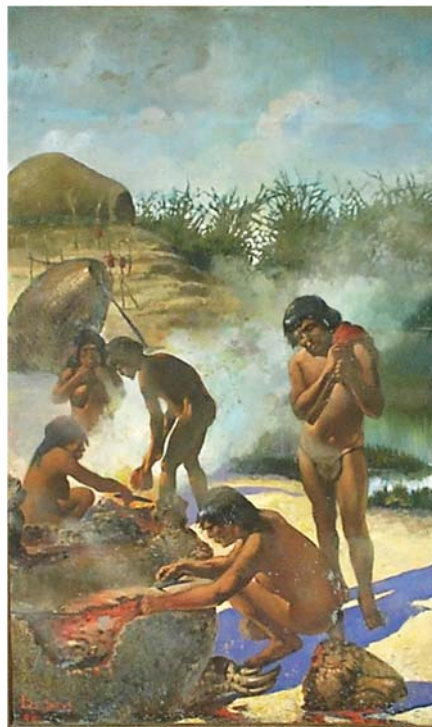
Florentino Ameghino y su hermano Carlos reconocen y describen en varios sitios de los partidos de Luján y Mercedes (Buenos Aires) gran cantidad de ejemplares óseos atribuidos a restos de alimentación y/o de tecnología ósea (Ameghino, 1881: p. 294). En muchos casos, estos restos son asignados a animales extinguidos (Figura 1.3) e incluso se llega a plantear el consumo de gliptodontes y el uso de los grandes caparzones como vivienda de los humanos coetáneos a la megafauna (Ameghino, 1909; ver discusión en Bonomo, 2005; Politis y Bonomo, 2011). Estas proposiciones inspiraron a artistas plásticos, como se aprecia en los murales del *hall* de entrada del Museo de La Plata (Figura 1.4).

Figura 1.3



Nota. Dibujos de tibia de *Mylodon* sp. (n° 671- 673), con marcas de corte antrópicas en las superficies articulares (a la izquierda) y en la diáfisis (a la derecha), recuperada de la Capa 6 del sitio Paradero 2 (Villa de Luján, Buenos Aires). Tomada de Ameghino (1881: plancha XXV).

Figura 1.4



Nota. Mural intitulado “Descuartizando un gliptodonte” del hall central del Museo de La Plata, pintado por el artista italiano Luigi De Servi.

Florentino Ameghino en 1899, también, refiere a los trabajos que se realizaban durante la época colonial en América del Sur relacionados con la presencia de humanos remotos, acompañados de animales, asimismo, gigantescos. Entre ellos, se destaca el esqueleto del megaterio, *Megatherium americanum*, hallado por el fraile Juan Manuel Torres en las barrancas del río Luján (Villa de Luján, Buenos Aires) en 1787. Nicolás del Campo, Marqués de Loreto y Virrey del Río de la Plata, es comunicado del hallazgo y rápidamente toma cartas en el asunto, apoya los trabajos de excavación y, un año después, envía el ejemplar con la documentación del fósil gigante de Luján al Rey Carlos III de España (Pasquali y Tonni, 2008). Cuando llega el esqueleto a Madrid, Carlos III solicita que le manden un ejemplar vivo, lo que a los ojos de hoy parece un absurdo, esta apreciación se diluye si consideramos la preservación excelente de los huesos y si nos situamos en los grandes misterios que ocultaban estas tierras y en el desconocimiento que se tenía en aquella época sobre los megamamíferos americanos (Ameghino, 1899). La tarea de conservación y montaje del megaterio de Villa de Luján estuvo a cargo de Bautista Bru de Ramón en 1793, artista y taxidermista de la Real Casa de la Geografía y Gabinete de Historia Natural, ubicada en la calle de Alcalá (centro de Madrid). En 1815, a partir de esta institución y otras, se crea el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, que tuvo varias sedes hasta su emplazamiento definitivo en el Palacio de las Artes y la Industria (Paseo de la Castellana), donde, aún hoy, el megaterio se exhibe en posición cuadrúpeda (Figura 1.5), acorde a la interpretación de George Cuvier en su descripción de 1796 basada en las ilustraciones de Bru de Ramón. El megaterio lleva el antecedente histórico mundial de ser el primer vertebrado fósil en ser exhibido y el primer mamífero fósil americano descrito científicamente (Pasquali y Tonni, 2008).

Figura 1.5

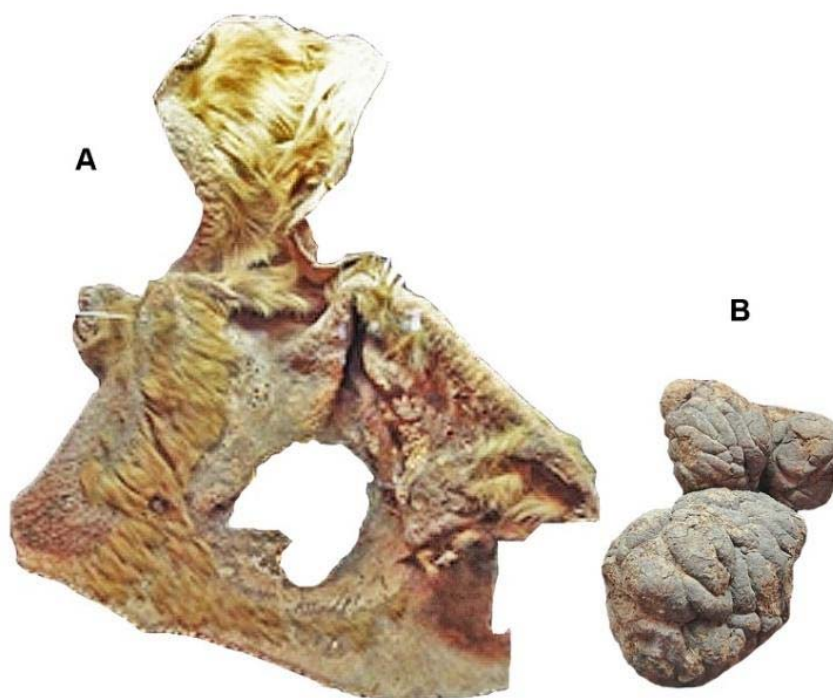


Nota. Holotipo de *Megatherium americanum* procedente de Villa de Luján (Buenos Aires) y montado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Tomada por Fernando J. Fernández.

Esta mención a la contemporaneidad de fauna extinguida con materiales arqueológicos tiene que ver con ese interés que el tema despertó desde los inicios de estas disciplinas y no deja de tener vigencia en la agenda actual. Mientras que a fines del siglo XIX y principios del XX esto ocurría en las Pampas, en la Patagonia Florentino Ameghino encontró otra región clave para construir su teoría acerca de la convivencia entre los humanos y los grandes animales extinguidos, la cual también estuvo rodeada de discusiones. En 1898 y 1900 publicó varios artículos sobre un mamífero misterioso de la Patagonia y sobreviviente actual de los megaterios de la Pampa antigua, al que llamó *Neomylodon listai* (e.g., Ameghino, 1898, 1899). En estos trabajos reporta el “*Jemmich*” (o *Neomylodon*), que para los tehuelches meridionales “Aónik'enk” significaba “tigre de agua”, animal anfibio y nocturno, más grácil que el megaterio, que había sido visto por los indígenas caminando y nadando en la región de las planicies entre los ríos Senguer y Santa Cruz. Según relata Florentino, un tehuelche llamado Hompen, usando boleadoras, le da caza a la bestia al sur del Chubut y su hermano Carlos le hace llegar los restos del cuero. Atraídos por la noticia sobre la existencia de tal bestia que aterrorizaba a los aborígenes, expedicionarios norteamericanos y europeos se aventuraron a la Patagonia para capturarla viva o muerta (e.g., Ameghino, 1898, 1899). Este animal enigmático, tampoco pasó desapercibido por la prensa local de la época, a la sazón la revista *Caras y Caretas*, el 13 de Mayo de 1899, publicó una entrevista de Florencio de Basaldúa a Florentino Ameghino, donde tratan a esta y otras bestias, como el “*yaguaroy*” (perro o tigre de agua en Guaraní) de Corrientes, el animal desconocido de Santo

Tomé y el monstruoso “Su” o “Sukara” del sur de Buenos Aires descrito por el jesuita Pedro Lozano, que desvelaba al ilustre Florentino (de Balsaldua, 1999; véase también Ameghino, 1898, 1899). Seguidamente, se generaron grandes controversias en torno a la procedencia y veracidad del cuero citado por Ameghino, al punto que Roth en 1899 desliza que corresponde al ejemplar hallado por Hermann Eberhardt en la Cueva del Milodón y llevado por Francisco Pascasio “Perito” Moreno primero al Museo de La Plata en 1898 y finalmente a la Sociedad Zoológica de Londres en 1899 (véase Pérez et al., 2018).

Como una relación exótica por la lejanía en tiempo y espacio, que implica el estudio del pasado entre humanos y animales extinguidos, estos hallazgos resultaron un imán para que a la Cueva del Milodón, región de Última Esperanza (sur de Chile), llegarán misiones científicas, no sólo de argentinos como los hermanos Florentino y Carlos Ameghino, sino también desde otros países europeos, como Noruega, en la que participó Erland Nordenskjöld. A la propuesta de Ameghino sobre *Neomylodon listai* (*Mylodon*), se suman los trabajos de Roth (1899), Hauthal (1899) -quien indicó que este perezoso gigante había sido domesticado (lo llamó *Grypootherium domesticum*)- y Lehmann Nitsche (1899) sobre los restos de cuero de un gran desdentado nominado *Grypootherium darwini* (expuesto desde entonces, junto a tres boñigas, en las vitrinas del Museo de La Plata; Figura 1.6). Los materiales arqueológicos y paleontológicos hallados en la Cueva del Milodón continúan atrayendo el interés de arqueólogos y paleontólogos (Borrero, 1983, 1986; Martin, 2013; Pérez et al., 2018, 2020; entre otros) para intentar afinar la hipótesis sobre esa coexistencia antigua entre humanos y megafauna a fines del Pleistoceno (e.g., Borrero, 1986; Politis et al., 1987; Miotti et al., 1988, 1999; 2018; Miotti y Salemme, 1999, 2005; Politis y Messineo, 2008; Marchionni y Vázquez, 2012; Martínez et al., 2013; Paunero et al., 2017; Pérez et al., 2020; Prates y Pérez, 2021; Marchionni et al., 2022). Estos hallazgos marcaban una línea de trabajo, que se extendería con alternancia de hipótesis contrapuestas relacionadas con la coexistencia de megamamíferos extinguidos con los grupos humanos.

Figura 1.6

Nota. Trozo de cuero (A) y excrementos (B) de *Mylodon* traídos por Rodolfo Hauthal al Museo de La Plata (aún en exhibición) desde la Cueva del Milodón (Última Esperanza, Chile). Tomada por Fernando J. Fernández.

Por otro lado, Florentino Ameghino desarrollaba investigaciones en la búsqueda de los humanos tempranos y las faunas extinguidas en las costas del sudeste bonaerense. Los hallazgos le permitieron proponer una antigüedad alta para la evolución humana en Sudamérica (Bonomo, 2005), datos que se discutieron y se fueron dejando de lado, en virtud de las propuestas encerradas en la teoría de Aleš Hrdlička que echaron por tierra las hipótesis centrales de la teoría de la evolución humana en las Pampas argentinas y la convivencia de los primeros habitantes con la megafauna extinguida (Hrdlička, 1912). Después de 1912, el paradigma de la antigüedad de los humanos en América adopta las bases de la propuesta novedosa de Hrdlička de un arribo muy tardío de los indígenas inmigrantes, el cual situaba a tan solo unos cientos de años antes a la llegada de Cristóbal Colón a América. Esta razón fue el argumento central de por qué nunca habrían podido convivir los primeros americanos con los grandes mamíferos extinguidos. Estos enunciados desacreditan las hipótesis de Florentino Ameghino y son pocos los arqueólogos y paleontólogos que hacia 1920 y, en adelante, continuarán desarrollando investigaciones en concordancia con él (e.g., Ameghino, 1918-1919; De Carles, 1916).

Tendrían que pasar más de cuarenta años para que las preguntas sobre la convivencia entre los primeros americanos y las faunas extinguidas recobren interés científico en nuestro país. Esto es lo que llamamos el gran *gap* (Miotti, 2019). La debacle de las teorías de Florentino Ameghino fue tan contundente que pocos intereses arqueológicos y paleontológicos quedaron en pie para buscar argumentos nuevos sobre los primeros americanos y su asociación con la megafauna

pleistocena (Frenguelli y Outes, 1924). Casos excepcionales son los trabajos de Lucas Kraglievich y Carlos Rusconi, ambos continuadores de la hipótesis de Ameghino respecto de la convivencia de humanos con los grandes mamíferos extinguidos del Pleistoceno (e.g., Kraglievich y Rusconi, 1931; Rusconi, 1934). Estos autores analizaron el registro faunístico proveniente de los túmulos de Santiago del Estero excavados por los hermanos Emilio y Duncan Wagner. No obstante, en 1940, la revista *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* (volumen 2) compendia las investigaciones de especialistas de disciplinas diversas abocadas a refutar las interpretaciones de los hermanos Wagner plasmadas en la obra intitulada “La Civilización Chacosantiagueña y sus correlaciones con las del Viejo y Nuevo Mundo” (Wagner y Wagner, 1934). En dicho volumen, se comprobó la antigüedad tardía de los túmulos, además que las asignaciones taxonómicas realizadas por Kraglievich y Rusconi en los trabajos mencionados, no correspondían a especies extintas sino a modernas (véase Bordas, 1940).

En suma, el despertar académico-científico de fin de siglo XIX y principios del XX se manifestó en nuestro país con la misma fuerza creativa e innovadora de las ideas que, en las academias europeas y norteamericanas, tuvieron las disciplinas históricas como la antropología, la geología y la paleontología. En las primeras décadas del siglo XX otros investigadores, como Luís María Torres, hicieron mención a los restos faunísticos en sitios del delta de Buenos Aires y Entre Ríos, pero el principal interés radicó en la descripción de los materiales cerámicos abundantes (e.g., Torres, 1911). Si bien a principios del siglo XX la arqueología comenzaba a obtener un estatus de disciplina científica en la Argentina, los restos faunísticos prácticamente no eran tenidos en cuenta, ni siquiera recuperados, a excepción de aquellos que eran diagnósticos para la identificación taxonómica (en su mayoría huesos largos enteros y del cráneo). De este modo, poder inferir la asociación temporal de los conjuntos arqueológicos (sobre todo si se podía asignar al Pleistoceno) o aquellos que se encontraban modificados como artefactos (Rusconi, 1933).

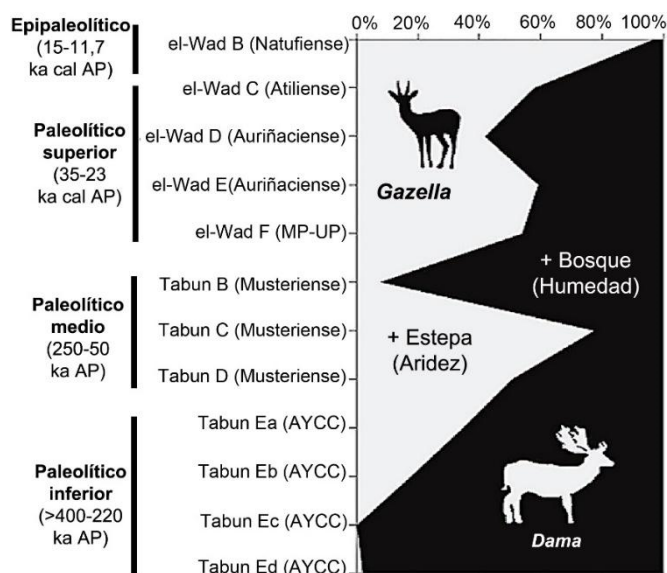
Período clasificatorio-descriptivo

Este período abarca desde aproximadamente la década de 1920 hasta mediados del siglo XX. Los avances tecnológicos, principalmente en materia radiométrica, desprendidos de la Segunda Guerra Mundial se incorporan con fuerza en la arqueología. El método de datación radiocarbónica fue, sin lugar a dudas, el más destacado debido a que permitió fechar de modo absoluto las muestras de materiales orgánicos de los sitios excavados. Así los fechados C^{14} se vuelven relevantes para el anclaje temporal de las ocupaciones humanas. Por esta razón, los restos faunísticos, que hasta ahí habían sido indicadores relativos en la ubicación cronológica de los asentamientos del pasado, ahora devienen en evidencias secundarias, ya que tendrán que pasar muchos años hasta que esta técnica de datación absoluta se logre ajustar al tratamiento del tejido animal. Hasta, aproximadamente, mediados de 1990 el carbón vegetal era el material más confiable para datar un contexto arqueológico, mientras que era riesgoso hacerlo en hueso.

En concordancia con ello, los trabajos en este lapso son descripciones de las faunas arqueológicas, pero se destaca uno en el cual se muestra una preocupación por cuantificar y

explicar la acumulación diferencial de dos ungulados presentes en las cuevas de Tabun y Wad, ubicadas en el Monte Carmelo (Levante, Israel) y excavadas por la misión inglesa dirigida por la arqueóloga británica Dorothy Garrod durante las décadas de 1920 y 1930. Dorothea Bate (1937) era paleontóloga y tuvo a su cargo el análisis de la arqueofauna de estos sitios, donde identifica nuevas especies, entre ellas al primer perro correspondiente al Pleistoceno tardío (Epipaleolítico, Natufiense). Ella buscó la reconstrucción climática a fines del Pleistoceno y comienzos del Holoceno como causa principal de las formas de uso de las faunas y llega a conclusiones novedosas respecto de la alternancia de períodos secos, dominados por mayor abundancia de gacelas (*Gazella gazella*, definida originalmente como *Gazella* spp.) y húmedos, dominados por mayor porcentaje de ciervo dama (*Dama mesopotamica*), en el Levante (Figura 1.7).

Figura 1.7

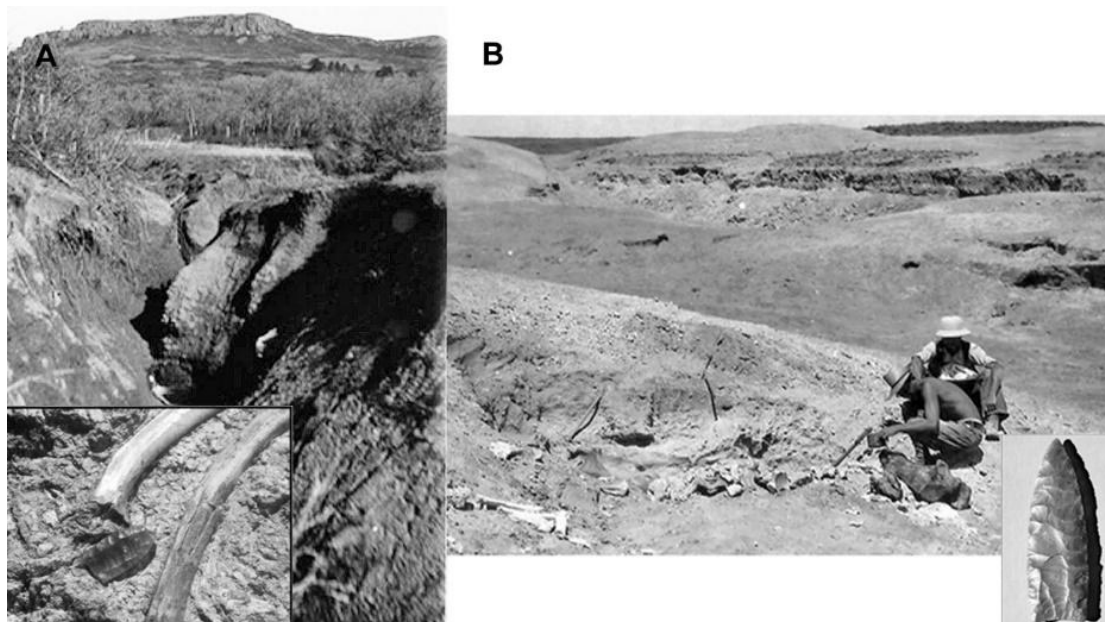


Nota. Secuencia arqueológica del Monte Carmelo (Levante, Israel). Según Dorothea Bate (1937: figura 1) y modificada de Grayson (1984: figura 2.1) y Yeshurun (2016: p. 1.3).

En EEUU, durante la década de 1920 y 1930, comienza a aparecer los grandes sitios de matanza que darán lugar al énfasis puesto en la arqueología del “Paleoindio”, como las asociaciones entre mamuts y bisontes con puntas de lanza acanaladas que caracterizarían a los “cazadores especializados de megafauna”. Primero, en 1926, el naturalista Jesse Figgins excavando el sitio Wild Horse Arroyo, ubicado cerca del poblado de Folsom (extremo norte de Nuevo México), descubre una punta de proyectil acanalada entre dos costillas asignadas al bisonte extinto *Bison antiquus* (Figura 8A) y publica el hallazgo un año después (Figgins, 1927). Segundo, entre 1932 y 1937, el arqueólogo y paleontólogo Edgar Howard realiza excavaciones en el sitio Blackwater Draw, emplazado en Llano Estacado a pocos km de la ciudad de Clovis (extremo este de Nuevo México) y da a conocer esqueletos de mamuts, *Mammuthus columbi*, y de *B. antiquus* asociados a puntas de proyectil de base acanalada (Figura 1.8B), más grandes y antiguas que las Folsom, denominadas Clovis (e.g., Howard, 1935; Boldurian, 2008). Estudios

posteriores señalaron la rápida y amplia dispersión de Clovis y su relación con la extinción de la megafauna (e.g., Haynes, 1999, entre muchos otros).

Figura 1.8

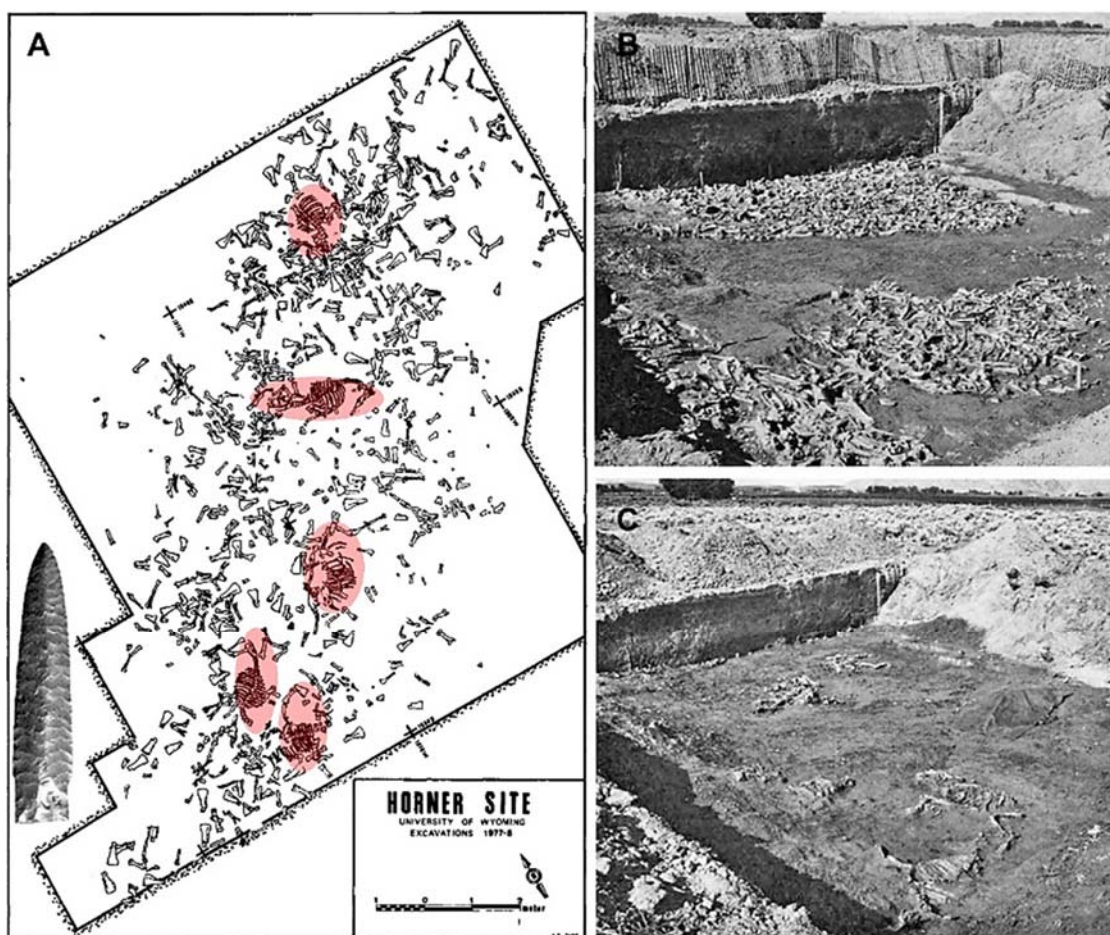


Nota. Sitios arqueológicos emblemáticos paleoindios del finipleistoceno e inicios del Holoceno de EEUU descubiertos en las décadas de 1920 y 1930. A) Wild Horse Arroyo, sitio tipo de la cultura Folsom (Nuevo México), con punta acanalada homónima hallada en asociación con dos costillas de *Bison antiquus*; B) Edgar Howard excavando Blackwater Draw en 1933, sitio tipo de la cultura Clovis (Nuevo México), donde afloran huesos de *Mammuthus columbi* (se agregó una punta Clovis, abajo a la derecha). Modificado de Boldurian (2008: figura 4).

Por otra parte, entre 1949 y 1952, el paleontólogo Glenn Lowell Jepsen y su equipo de la Universidad de Princeton y del Instituto Smithsonian realizan excavaciones en las terrazas del arroyo Sage en las afueras de la ciudad de Cody (extremo norte de Wyoming). Este sitio tipo del Complejo Cultural Cody, llamado Horner, presenta una capa con huesos fracturados y mal preservados de 200 bisontes, con evidencias de desposte y extracción de médula, asociados a más de 200 artefactos líticos, entre las que se destacan las puntas pedunculadas alargadas y estrechas llamadas Edén (e.g., Jepsen, 1953). Durante las décadas siguientes, se debate si este sitio corresponde a muertes catastróficas masivas o a un sitio de matanza (e.g., Frison y Todd, 1987 y trabajos allí citados). Con las campañas arqueológicas de finales de 1970 en Horner II, a cargo de la Universidad de Wyoming, los hallazgos de las camadas de huesos “bonebed”, incluso con esqueletos casi completos y bien conservados de *B. antiquus* (Figura 1.9) y los estudios arqueológicos, artefactuales y tafonómicos, se interpreta a Horner como uno de los principales sitios de matanza de bisontes extintos por parte de los cazadores “Paleoindios” de inicios del Holoceno de las altas planicies de América del Norte (e.g., Frison y Todd, 1987 y trabajos allí citados).

Asimismo, desde la década de 1970 numerosas camadas de huesos de bisontes se documentaron en las grandes planicies de América del Norte, muchas de ellas asociadas a los eventos de muertes en masa conocidos como “*Buffalo o Bison Jump*”, donde los humanos, desde el Holoceno temprano hasta tiempos históricos, condujeron las estampidas controladas, en forma de “V”, de las manadas de bisontes hasta el borde de un acantilado y los hacían despeñar para luego ultimarlos y, seguidamente, despostarlos y consumirlos (e.g., Carlson y Bement, 2013).

Figura 1.9



Nota. Sitio arqueológico Horner II (Cody, Wyoming, EEUU). A) planta de la excavación de 1977-78, con las características camadas de huesos “bonebed” de *Bison antiquus* (bisonte extinto), esqueletos articulados marcados en rojo (se agregó una punta Edén hacia la izquierda); B) vista al sur de la excavación; C) misma vista que la foto anterior, pero solo con los esqueletos articulados de los bisontes. Modificados de Frison y Todd (1987: figuras 5.4, 5.5, 5.15 y 6.10d).

¿Qué está cambiando en el pensamiento arqueológico norteamericano para comenzar a tratar sistemáticamente los materiales arqueofaunísticos y asignarles el mismo estatus de información cultural que hasta ahí se les había asignado a los artefactos líticos o cerámicos?

Para esta respuesta tenemos que recordar el trabajo de Walter Taylor, hacia fines de 1940, donde hace una crítica radical al paradigma histórico-cultural y sugiere un cambio teórico-metodológico de la práctica arqueológica. Esto lo expresa como el “enfoque conjuntivo” donde la

propuesta es dejar de estudiar los artefactos y los templos, así enfocarse en los basureros, las distribuciones espaciales de los desperdicios y los patrones de la arquitectura doméstica de los asentamientos humanos. Los objetivos eran buscar, a partir de los restos de flora y fauna, lo que la gente cazaba, pescaba, recolectaba, almacenaba y consumía. Este enfoque iba a generar más información funcional de cómo había vivido la gente en el pasado (Taylor, 1948; Trigger, 1989).

Estas ideas teórico-metodológicas, inspiradas en el funcionalismo, cobran un sentido paradigmático novedoso, pero sus resultados recién se efectivizarán hacia la década de 1960 de la mano de la Nueva Arqueología o Arqueología Procesual (Binford, 1962). La dilación de las ideas nuevas y el potencial que encerraba el estudio de las arqueofaunas y arqueofloras, principalmente, se debieron a la crítica desatinada que Taylor establece para la arqueología histórico-cultural y sus principales autores. Sus consecuencias académicas le valieron la caracterización de ser “un predicador en el desierto”, mientras que Binford, discípulo de Taylor, se convertiría, una década después, en el fundador de estas ideas, abonadas por la teoría de sistemas y de la ecología. De este modo, el paradigma fue instalado en la academia catapultando al estudio zooarqueológico como la base fundamental para comprender el pasado humano y su relación con los distintos ambientes y faunas (volveremos sobre este punto en las secciones siguientes).

Período de sistematización de los análisis faunísticos

Durante la década de 1950 la arqueología recibe el impacto del paradigma ecológico-sistémico que, concomitantemente, se refleja en el énfasis puesto en los estudios regionales tomando valles completos como unidad de análisis espacial y de los cambios en la subsistencia, además de adicionarle el rol de los factores ecológicos (sequías, erupciones volcánicas, avances glaciales, etc.) en los cambios del comportamiento humano. En este sentido, los estudios arqueofaunísticos y arqueobotánicos son centrales en los proyectos arqueológicos, como venía propugnando Julian Steward desde fines de la década de 1930 en la región de los lagos salados del SO de EEUU (Steward, 1937, 1953).

Es con la finalización de la Segunda Guerra Mundial cuando el enfoque ecológico se vuelve realmente importante en Occidente, en función de la conciencia de los desastres ecológicos y sociales producidos durante la guerra. En este marco, los estudios de Steward y Clark se tornan más estimulantes para los proyectos arqueológicos multidisciplinarios. Así destacamos el “*Iraq Jarmo Project*”, dirigido por Robert Braidwood entre 1948 y 1955 y el “*Tehuacán Archaeological-Botanical Project*”, dirigido por Richard Mac Neish. Entre 1960 y 1968, este último arqueólogo, reveló una secuencia cultural de 12.000 años abarcando desde las ocupaciones paleoindias del valle de Tehuacán (Puebla, México) hasta la conquista española, pasando por el proceso de domesticación de plantas en la región (e.g., Mac Neish, 1961). Ambos proyectos incluyeron arqueólogos, geólogos, zoólogos y otros especialistas de las ciencias del Cuaternario, que generaron interpretaciones novedosas sobre los orígenes de la producción de alimentos en el Próximo Oriente y en Mesoamérica. De este modo, percibimos la gran influencia de Steward en

el pensamiento arqueológico de mediados de siglo XX para considerar relevantes los restos de fauna y flora de los sitios arqueológicos.

En cuanto a los estudios zooarqueológicos en sentido estricto, es en estos momentos que comienzan a hacerse metodológicamente consistentes (si bien previamente podemos mencionar la estimación paleoambiental de Bate, 1937) con el trabajo de Theodore White (1953) con su propuesta del MNI: Número Mínimo de Individuos. White (1953) utiliza este estimador de abundancia taxonómica de las muestras arqueofaunísticas para responder interrogantes sobre las estrategias de caza, los patrones de trozamiento, la distribución de las presas y la importancia relativa de las especies presentes en sitios arqueológicos (tema que se desarrolla en profundidad en el Capítulo 6). Lo destacable del trabajo de White (1952, 1953, 1954), es que como paleontólogo tenía conocimiento de la anatomía de los mamíferos, el cual relaciona con datos etnográficos referidos a prácticas de procesamiento animal y propone el primer modelo de uso y transporte de los animales cazados por humanos. Esta propuesta la aplica originalmente para varios sitios arqueológicos con faunas de ungulados (antílopes, bisontes y ciervos) de las Grandes Llanuras de EEUU. Según White, estas características de unidades anatómicas en los sitios arqueológicos obedecían a decisiones vinculadas con la selección de partes durante el transporte de las presas, motivada por la intención de reducir sus costos en función de la distancia a recorrer por los cazadores. A partir de la década de 1960 aparecerán los modelos de Perkins y Daly (1968) para la interpretación de contextos de bóvidos (*Bos* y *Ovis*) en sitios neolíticos de Turquía. A lo largo de las décadas de 1970 y 1980, los modelos con base sistémica, ecológica, funcional y etnográfica/etnoarqueológica se fueron multiplicando, como los de Binford (1978) para los Nunamiut del Ártico, Yellen (1977) para los !Kung del suroeste de África y O'Connell et al. (1988) para los Hadza de África oriental, entre otros.

La Nueva Arqueología, la arqueología analítica y los cazadores-recolectores

Con el advenimiento del paradigma de la Arqueología Procesual en la década de 1960 recobran importancia los estudios actualísticos (etnoarqueológicos, tafonómicos y experimentales), los análisis de las fuentes históricas y la ecología, etología y corología de las especies para interpretar el registro zooarqueológico (e.g., Binford, 1962, 1978, 1981). Esta metodología de la Nueva Arqueología, centrada en la interpretación de los procesos y en la relación entre el registro material y las condiciones dinámicas de su producción, denominada Teoría de Rango Medio, tiene sus raíces epistemológicas en la década de 1950 en la teoría sociológica funcionalista del estadounidense Robert King Merton, donde se concibe el proceso de vincular datos empíricos de nivel bajo con teorías culturales de orden superior (Crooks, 2014).

Paralelamente, en Europa y en Medio Oriente las investigaciones zooarqueológicas tienen mayor influencia de las escuelas de la Arqueología Analítica de la mano del británico David Clark (1968) y de la Economía Prehistórica "*Site Catchment Analysis*", propuesta por Claudio Vita-Finzi y Eric Higgs (1970). La primera de ellas, se ocupó de sistematizar empíricamente y modernizar a la arqueología mediante el uso de herramientas técnicas y metodológicas con elementos provenientes de la geografía y la cibernética, novedosas para la época (e.g., Clark, 1968). La

segunda se planteó, a grandes rasgos, para testar hipótesis que relacionan las distancias y las características ambientales entre los sitios arqueológicos y los recursos en el paso de la caza-recolección a la domesticación de plantas en el Natufiense y Neolítico de Israel y Palestina (e.g., Vita-Finzi y Eric Higgs, 1970). Se utilizaron principios de costo-beneficio para sugerir el radio máximo de explotación diaria para los sitios de caza-recolección y para las actividades agrícolas, considerando que la topografía local puede impedir el movimiento a través del paisaje (e.g., Bailey, 2005 y referencias allí citadas).

Entre las décadas de 1960 y 1980 los datos publicados de los estudios arqueofaunísticos cobran un desarrollo mundial, principalmente encabezados por los equipos interdisciplinarios trabajando en África, América, Cercano Oriente y Europa (Guilday et al., 1962; Flannery, 1967; Brain, 1969; Thomas, 1969; Chaplin, 1971; Payne, 1972; Grayson, 1973; 1984; Binford, 1981; Lyman, 1984, Klein y Cruz-Urbe, 1984; entre muchos otros).

Entre los prehistoriadores africanistas, Raymond Dart, durante las décadas de 1930 y 1950, a partir de los conjuntos paleoantropológicos de Sudáfrica (Taung, Makapansgat, Sterkfontein) plantea que los daños observados en cráneos de *Australopithecus* y *Papio* (babuino) habían sido producidos por el uso deliberado de los huesos, dientes y cuernos de los antílopes consumidos por *Australopithecus*, excluyendo, así, a las hienas y a otros depredadores (e.g., Dart, 1934, 1956, 1957). Este autor denomina a esta industria incipiente de *Australopithecus* como “cultura osteodontoquerática” (Dart, 1957). Las postulaciones de Dart desencadenaron que varios autores se adentrasen en los estudios tafonómicos para contrastar sus ideas. Entre ellos, se destaca la obra, compendio de varias décadas de resultados, de Charles kimberlin “Bob” Brain (1981), intitulada “*The Hunters or the Hunted?*” “¿Los Cazadores o los Cazados?”, analiza tafonómicamente los mismos conjuntos (además de Kromdraai y Swartkrans), los compara con experimentos y observaciones actualísticas tafonómicas y etnográficas y da un giro a la interpretación de Dart. De modo que los cazadores se convierten en presas. En síntesis, a partir de la representación de partes esqueléticas de los ungulados, el registro de marcas en los huesos compatibles con las huellas generadas por los mamíferos carnívoros y la observación etológica de los babuinos (*Papio ursinus*), C.K. “Bob” Brain postula que *Australopithecus* había sido víctima de grandes depredadores, como leopardos y hienas (Brain, 1981). Los estudios tafonómicos de este autor en las cuevas del sur de África sembraron las semillas de la tafonomía en la paleoantropología, cuyo desarrollo floreció en las décadas siguientes.

La zooarqueología tuvo su primer congreso internacional (*International Council for Archaeozoology* -ICAZ-) en Budapest (Hungría) en 1971, siendo desde entonces hasta la actualidad el evento científico a nivel mundial de mayor relevancia para la zooarqueología. En América del Sur y en Argentina tendremos que esperar hasta finales de 1970, para que estos estudios de abundancia relativa de las faunas comenzaran a plasmarse en las publicaciones arqueológicas de forma sistemática (véase Mengoni-Góñalons, 2010; del Papa y Fernández, 2016; Miotti y Salemme, 2022). Incluso, en 2014, Argentina fue sede del ICAZ en 2014 en la ciudad de San Rafael (Mendoza).

La re-inmersión posmoderna de la zooarqueología en el siglo XXI

Finalmente, como contrapartida al positivismo reinante de la teoría arqueológica Procesual, adviene la arqueología Post-procesual, Interpretativa o Contextual de la mano Ian Hodder, desde la década de 1980, asentada en antropólogos, filósofos, psicólogos y sociólogos modernos y posmodernos, por ejemplo, Anthony Giddens, Clifford Geertz, Jacques Derrida, Jean Piaget, Pierre Bourdieu y Michel Foucault. Este paradigma puso énfasis en la comprensión de los símbolos, los cuales están activamente involucrados en las estrategias socio-culturales de los grupos humanos (Hodder, 1982a, 1982b, 1985, 2001). Surge así, un cambio en la concepción sobre los animales y la animalidad, donde ya no son vistos como un mero recurso económico de aprovechamiento humano, sino que lo simbólico juega un rol central en la construcción de las interacciones humano/animal que, a su vez, conlleva a una reflexión sobre la comprensión de la propia humanidad (e.g., Ingold, 1988; Willis, 1990; Synder y Moore, 2006). Estas interacciones, por ejemplo, la selección de determinados recursos sobre otros, tabúes, totemismo, sacrificios, elaboración de artefactos y expresiones artísticas con representaciones zoomorfas, son objeto de interés de la zooarqueología, principalmente desde la década de 1990, en la post-modernidad (e.g., Morris, 2011; Calderón, 2012; Russell, 2012; Valderrama y Giovannetti, 2019; Miotti y Marchionni, 2023). En la actualidad conviven diversos marcos teóricos en el seno de la zooarqueología: Procesualismo, Post-procesualismo, Post-Post-procesualismo y puntos que intentan unificar estos marcos como el Procesualismo Plus, entre diversos enfoques más específicos (teoría conductual, ecológico- sistémico y postmodernismo). Además, se observan intentos inter/transdisciplinarios para fundir distintos enfoques y miradas modernas con otras disciplinas sociales, por ejemplo, la Etnozoología (Medrano et al., 2023; Miotti y Marchionni 2023). La conservación ambiental, por ejemplo, sobre el Antropoceno (época debatida, comprendida desde 1610 a la actualidad, sobre el efecto negativo de las actividades humanas en el planeta) y su impacto en las faunas (e.g., Fernández, 2014; Teta et al., 2014; Fernández et al., 2024). Estas distintas perspectivas teórico-metodológicas y prácticas para abordar los estudios sobre los contextos arqueofaunísticos nos permiten sostener que las acumulaciones óseas de los sitios son más que los desperdicios de una última cena. Solo desde un análisis multidisciplinario, en donde los aspectos sociales y simbólicos entren en juego, las interpretaciones zooarqueológicas serán más variadas y discutirán mejor los vínculos entre humanos y animales en el pasado.

Durante las últimas décadas la zooarqueológica, con la llegada de herramientas tecnológicas avanzadas, se torna cada vez más arqueométrica. Se destacan, el uso del ADN y ZooMS (*Zooarchaeology by Mass Spectrometry*) para obtener identificaciones taxonómicas más precisas, de isótopos estables que, a grandes rasgos, permiten evaluar aspectos paleodietarios (C^{13} , N^{15}), paleoambientales (C^{13} , N^{15} , O^{18}) y de paleomobilidad (O^{18} , Sr^{87}/Sr^{86}), de sistema de información geográfica (SIG) para cuantificar partes esqueléticas o para geo-referenciar restos óseos en la excavaciones, morfometría geométrica para evaluar modificaciones morfológicas a lo largo del tiempo o diferenciación específica y modelos predictivos para evaluar paleodistribución potencial de faunas, entre otros.

El despertar de las arqueofaunas en Argentina

En Argentina, como en gran parte de países de Latinoamérica, los equipos arqueológicos no desarrollaban la interdisciplina para buscar interpretaciones de economías prehistóricas y de paleoambientes, mientras que los países Centrales (integrados por potencias con mayor desarrollo económico y científico, por ejemplo: Estados Unidos y Europa, en contraposición a los países Periféricos, véase Kreimer, 2006, entre otros) para la misma época, eran objetivos estándar según el interés de la Nueva Arqueología o Arqueología Procesual. En la Argentina el paradigma arqueológico reinante aún en la década de 1970 era, con distintos matices, el histórico-cultural, por lo tanto, el interés arqueológico estaba centrado en las tecnologías pre-europeas como la cerámica, la piedra y los metales, es decir, materiales de las expresiones decimonónicas de las culturas y su difusión geográfico-histórica (Politis, 1984; Miotti, [1989] 1998; Podgorny, 2000; Mengoni-Góñalons, 2010; Miotti y Salemme, 2022).

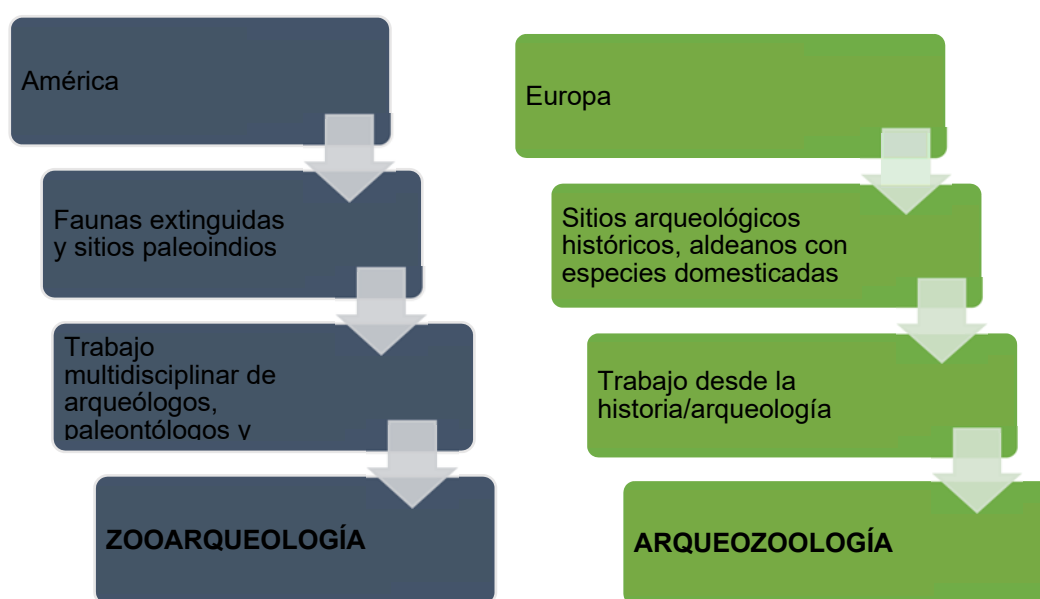
Para estos momentos, en la Argentina se ha denominado en trabajos previos como la etapa del “Interregno paradigmático” (Miotti, 2019; Miotti y Salemme, 2022) y la Nueva Arqueología, que ya para la década de 1960 estaba en pleno desarrollo en Europa y EEUU, tendría que esperar una década más para gravitar en el pensamiento arqueológico de nuestro país. Sin embargo, algunos investigadores pioneros reconocían el potencial de inferencia que contenían los restos faunísticos asociados a ese material cultural para inferir las formas de uso de los animales y de los ambientes en el pasado indígena. De este modo, se reconocen algunos trabajos multidisciplinarios específicos de arqueólogos y paleontólogos para tal fin, donde se destacan aquellos relacionados con el abrigo de Ongamira (Córdoba) y la gruta de Intihuasi (San Luís), excavados por el arqueólogo Alberto Rex González y cuyos materiales arqueofaunísticos fueron analizados, principalmente, por el paleontólogo Rosendo Pascual (González, 1943; Pascual, 1954 en Menghin y González, 1954; Pascual, 1960 en González, 1960).

Estos aportes valiosos continúan siendo una interpretación sin una integración a las preguntas arqueológicas, por un lado, junto con un listado de la fauna acompañante. No obstante, a pesar de no tener un objetivo común, abrieron el panorama para los trabajos interdisciplinarios ulteriores. La profesionalización de la arqueología en la universidad nacional propició la generación de una camada de arqueólogos con la incorporación de métodos y técnicas sobre el tratamiento del registro arqueológico, que puso de relieve el análisis pormenorizado de las arqueofaunas. Por otro lado, esa ampliación de los objetivos se vio favorecida por los viajes de perfeccionamiento de los egresados en las academias extranjeras y con las agendas de investigación de la Nueva Arqueología. Así, el interés por los estudios etnoarqueológicos, de fuentes históricas, análisis experimentales (especialmente tafonomía actualística o actuotafonomía, véase Capítulo 4), paleoambientales y aquellos relacionados con los sistemas de subsistencia de los pueblos nativos americanos muestra el gran potencial de los estudios zooarqueológicos y arqueobotánicos (Binford, 1962, 1978, 1981; Gifford González, 1981, 2018; Trigger, 1989; Mengoni Góñalons, 1999, 2007, 2010; Gutiérrez et al., 2007; del Papa y Fernández, 2016; Miotti, 2019; Miotti y Salemme, 2022).

El estudio del pasado humano en relación con los restos de fauna se hace cada vez más frecuente en la producción científica del país (e.g., Lafón, 1957; Curzio, 1976; Mengoni Goñalons y Silveira, 1976; Tonni y Lanza, 1976; Cardich et al., 1977; Raffino et al., 1977; Sanguinetti de Bórmida y Borrero, 1977; Cione et al., 1979; Madrazo, 1979). En estos trabajos, observamos que vuelven a tomar especial dimensión los estudios de las extinciones de megamamíferos pleistocenos y el rol de los primeros americanos en dicho proceso, así como aquel que involucra la producción de alimentos a partir de la domesticación de animales (Sanguinetti de Bórmida y Borrero, 1977; Tonni y Politis, 1981; Cardich y Miotti, 1983). Por lo tanto, regiones clave que comprendan el estudio del pasado de sociedades con economías cazadoras-recolectoras y el de las transformaciones de estas hacia una organización pastoril y/o agrícola se tornaron focos de interés arqueológico y biológico desde los trabajos interdisciplinarios.

En este contexto, tienen lugar las primeras cuatro tesis doctorales desarrolladas en la década de 1980, en base a estudios de las arqueofaunas de las regiones Pampeana y Patagónica (Politis, 1984; Borrero, 1985; Salemme, 1987; Miotti, [1989] 1998). Estas tesis están referidas al tema del poblamiento americano, las extinciones pleistocenas y la tafonomía (volveremos sobre este punto en el apartado siguiente). Estos avances fueron el puntapié inicial para la tradición zooarqueológica extensa en el país (Miotti y Salemme, 2022). Estos trabajos surgen y se fortalecen a partir de la tradición académica norteamericana, la cual surgió, como hemos tratado anteriormente, con la concurrencia de trabajos interdisciplinarios de arqueólogos y cuaternaristas (geólogos y biólogos) en las excavaciones arqueológicas (Figura 1.10). Mientras que, en la tradición académica europea, el estudio de las faunas arqueológicas tiene su desarrollo a partir de los trabajos de arqueología en sitios aldeanos e históricos (e.g., griegos, romanos), por lo cual se denomina arqueozología (Figura 1.10).

Figura 1.10



Nota. Tradiciones académicas para el tratamiento del estudio de las faunas arqueológicas en América y Europa.

La tafonomía y la zooarqueología en Argentina

En la tesis de Luis Borrero (1985) comienza a perfilarse la otra línea de investigación del estudio de materiales arqueofaunísticos, la tafonomía (véase Capítulo 4), disciplina que en los países Centrales se desarrollaba sistemáticamente desde varios años atrás para dar cuenta de los agentes y procesos de formación de los contextos arqueológicos (Dart, 1956; Behrensmeyer, 1978; Brain, 1981; Morlan, 1980; Binford, 1981; Gifford González, 2018; entre muchos otros).

Tanto la tafonomía como la zooarqueología, disyuntas en su génesis, son consideradas dos líneas, que se enfocan en el análisis de los mismos contextos arqueofaunísticos pero con diferentes objetivos (véase Capítulo 4). Los encuentros específicos sobre zooarqueología comenzaron en el año 2008 con el primer Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina (CNZA), celebrado en la ciudad de Malargüe (Mendoza). Los CNZA continuaron cada 2-3 años en distintas partes del país y en 2022 tuvo su sexta sede en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Las problemáticas tratadas en los CNZA son muy diversas y fueron variando en las distintas ediciones.

La Zooarqueología hoy en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo

La zooarqueología en la FCNyM de la UNLP comienza a desarrollarse como una Actividad Complementaria de Grado a principios de 1990 y se formaliza en un curso de posgrado hacia el año 1997. Ese curso continuó ininterrumpidamente hasta que a comienzos del siglo XXI ingresa a la currícula de materias optativas de grado de la carrera de Antropología, siendo cursada, también por alumnos de Paleontología, Zoología, además de doctorandos de distintas universidades del país.

¿En dónde podemos encontrar las fortalezas de la disciplina para captar tanto interés desde distintos perfiles educativos? Sin dudas, es en el seno de su perspectiva multi, inter y transdisciplinaria para estudiar a los materiales arqueofaunísticos y su relación con los humanos. El estudio de este vínculo, como se mencionó previamente, a lo largo de la historia humana es lo que despierta interés de varios campos académicos. Por otro lado, en la FCNyM-UNLP encontramos el caldo de cultivo académico óptimo para que esta línea de estudios se practique en equipo. En esta casa, se forman tanto arqueólogos como biólogos (neontólogos y paleontólogos), dos disciplinas troncales de estos estudios, en este sentido, la comunicación entre un biólogo, especialista en el estudio de las faunas fósiles y actuales, y un arqueólogo, interesado averiguar qué actitudes tuvo la gente del pasado en una región determinada hacia las faunas locales y exóticas (véase Capítulo 2), cómo fueron los procesos productivos, etc, es una práctica corriente en zooarqueología. Por otro lado, en el Museo de La Plata, institución dependiente de la FCNyM y lugar de investigación y docencia, se cuenta con colecciones arqueológicas, etnográficas, paleontológicas y zoológicas, indispensables para el avance de la mayoría de las preguntas que se hacen desde la zooarqueología.

Es entonces un lugar clave donde, desde el siglo XIX, los investigadores del Museo de La Plata comenzaron a estudiar las relaciones entre los primeros humanos en América y las faunas del tiempo que les tocó vivir. Por tal motivo, temas como el rol de los humanos en la extinción de la megafauna pleistocena (véase Capítulo 7) o cuándo y dónde se produce el proceso de domesticación de los perros en América son de interés de los arqueólogos, los paleontólogos, los zoólogos y por supuesto de los zooarqueólogos (véase Capítulo 5).

Este camino, largo y nutrido, de la zooarqueología en Argentina tuvo un foco central en la FCNyM-UNLP y su expansión hacia otras facultades y universidades del país. Hoy es una grata realidad que marca el potencial de la disciplina y sus múltiples líneas de trabajo, como sucede en los países Centrales, que abarcan desde los aportes tradiciones de estudios tafonómicos, paleodietarios, artefactuales y paleambientales hasta los de paleomobilidad y conservación de especies. En estos estudios, se utilizan desde técnicas clásicas de observación macroscópica y microscópica de las arqueofaunas hasta aquellas herramientas más modernas mencionadas previamente (ADN, ZooMS, isótopos estables, morfometría, SIG, fotogrametría, modelado 3D, modelos predictivos).

Referencias

- Ameghino, F. (1880). *La antigüedad del hombre en el Plata*, Tomo I. París y Buenos Aires: Masson-Igon Hnos.
- Ameghino, F. (1881). *La antigüedad del hombre en el Plata*, Tomo II. París y Buenos Aires: Masson-Igon Hnos.
- Ameghino, F. (1898). Première Notice sur le *Neomylodon listai*, un Représentant vivant des anciens Édentés Gravigrades fossiles de l'Argentine. *La Libertad*, 8.
- Ameghino, F. (1899). El *Neomylodon listai*. Un sobreviviente actual de los megaterios en la antigua Pampa. *La Pirámide*, I, 1-15.
- Ameghino, F. (1909). Las formaciones sedimentarias de la región litoral de Mar del Plata y Chapadmalán. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires*, 17 (s.3, 10), 343-428.
- Ameghino, C. (1918-1919). Sobre algunos restos humanos fósiles descubiertos por el doctor Carlos Díaz en Río Hondo y sobre el arma de piedra que los acompaña. Primera Reunión Nacional de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales, Casa Editora Coni: 157-160. San Miguel de Tucumán.
- Bailey, G. (2005). Site catchment analysis. En Renfrew, C. y Bahn, P. (Eds.). *Archaeology: the key concepts* (pp. 173-176). London: Taylor & Francis Ltd.
- Bate, D.M. (1937). Paleontology: the fossil fauna of the Wady El-Mughara caves. En Garrod, D. y Bate, D.M. (Eds.). *The Stone Age of Mt. Carmel, Volumen 1, Excavations at the Wady El-Mughara* (pp. 135-240). Oxford: Oxford University Press.
- Behrensmeyer, A.K. (1978). Taphonomic and Ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4, 150-162.

- Binford, L.R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28, 217-225.
- Binford, L.R. (1978). *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press.
- Binford, L.R. (1981). *Bones. Ancient men and modern myths*. Academic Press.
- Boldurian, A. (2008). Clovis type-site, Blackwater Draw, New Mexico: a history, 1929-2009. *North American Archaeologist*, 29, 65-89.
- Bordas, A. (1940). Síntesis paleontológica. *Relaciones*, 2, 117-121.
- Bonomo, M. (2005). *Costeando las llanuras. Arqueología del litoral marítimo pampeano*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- Borrero, L. (1983). Los factores de extinción de la megafauna: la hipótesis de competencia interespecífica. *Arqueología Contemporánea*, 1, 3-48.
- Borrero, L. (1985). *La economía prehistórica de los habitantes del norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, UBA.
- Borrero, L. (1986). Cazadores de *Mylodon* en la Patagonia Austral. En Bryan, A. (Ed.). *New evidence of the Pleistocene Peopling of the Americas* (pp. 281-294). Orono: Center for the Study of First Americans.
- Borrero, L. (2011). La función transdisciplinaria de la arqueozoología en el siglo XXI: restos animales y más allá. *Antípoda Revista de Antropología y Arqueología*, 13, 267-274.
- Borrero, L. (2013). Paisajes desconocidos, geografía cultural y tafonomía total. *Anuario de Arqueología*, 5, 17-30.
- Brain, C. (1969). The contribution of Namib Desert Hottentots to an understanding of australopithecine bone accumulations. *Scientific Papers of the Namib Desert Research Station*, 39, 13-22.
- Brain, C.K. (1981). *The hunters or the hunted? An Introduction to African caves taphonomy*. University of Chicago Press, Chicago.
- Breuil, H. (1912). Les subdivisions du paléolithique supérieur et leur signification. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques - compte-rendu de la XIVème session, Imprimerie Albert Kundig, tome 1: 165-238. Génova.
- Calderón, N. (2012). Sacrificio de cóndor (*Vultur gryphus*) en el Formativo tardío de Cerro Punta Blanca, valle de Lurín, Perú. *Arqueología y Sociedad*, 25, 35-56.
- Cardich, A. y Miotti, L. (1983). Recursos faunísticos en la economía de los cazadores-recolectores de Los Toldos (provincia de Santa Cruz, Argentina). *Revista Relaciones*, XV, 145-157.
- Cardich, A., Tonni, E.P. y N. Kriskautzky (1977). Presencia de *Canis familiaris* en Los Toldos (Santa Cruz). *Revista Relaciones*, XI, 115-120.
- Carlson, K. y Bemen, L. (2013). Organization of bison hunting at the Pleistocene/Holocene transition on the Plains of North America. *Quaternary International*, 297, 93-99.
- Chaplin, R. (1971). *The Study of Animal Bones from Archeological Sites*. New York: Academic Press.
- Cione, A., Lorandi, A. y Tonni, E.P. (1979). Patrón de subsistencia y adaptación ecológica en la aldea prehispánica "El Veinte" (Santiago del Estero). *Revista Relaciones*, XIII, 103-116.

- Clarke, D. (1968). *Analytical Archaeology*. London: Methuen.
- Clason, A. (1975). *Archaeozoological studies*. Ámsterdam: North Holland Publishing Company.
- Crooks, S. (2014). Middle-Range Theory in Archaeology. En Smith, C. (Eds.). *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 4929-4931). Nueva York: Springer.
- Curzio, D. (1976). Contexto óseo de la Cueva Las Buitreras. *Revista Relaciones*, X, 293-308.
- Dart, R. (1934). The dentition of *Australopithecus prometheus*. *Folic Anatomic Japon*, 12, 207-221.
- Dart, R. (1956). The myth of the bone-accumulating hyena. *American Anthropologist*, 58, 40-62.
- Dart, R. (1957). The Osteodontokeratic Culture of *Australopithecus prometheus*. Transvaal Museum Memoir, vol. 10. Pretoria: The Transvaal Museum.
- Davis, S. (1989). *La arqueología de los animales*. Barcelona: Ediciones Bellaterra.
- Daniel, G. (1976). A hundred and fifty years of archaeology. Cambridge: Harvard University Press.
- de Basaldúa, F. (1899). Monstruos argentinos. *Caras y Caretas*, 32, 18-19.
- de Carles, E. (1916). Breve noticia sobre los sedimentos cuaternarios con restos humanos y animales extinguidos del río Dulce, Santiago del Estero. *Physis*, 9-12, 169-171.
- de Mortillet, G. (1872). Classification de l'Âge de la Pierre. *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme*, 7, huitième année, 2da série, 464-465.
- del Papa, L.M. y Fernández, F.J. (2016). South American Zooarchaeology. *Quaternary International*, 391, 1-2.
- Fernández, F.J. (2014). Micromamíferos como indicadores de deterioro ambiental (antrópico) en el sur de Mendoza. En Huacailuk, C y Mercado, I. (Comps). *E-ICES 10* (pp. 282-293). Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- Fernández, F.J., Guillermo, A., Cordero, J.A, Teta, P. y García-Morato, S (2024). Small mammal records from Limay river basin (Northwestern Patagonia) in the Anthropocene Epoch from a taphonomical and paleoecological perspective. *The Holocene*, 34, 693-705.
- Figgins J. (1927). The Antiquity of Man in America. *Natural History*, XXVII, 229-239.
- Flannery, K. (1967). The vertebrate fauna and hunting patterns. En Byers D. (Ed.). *The Prehistory of the Tehuacan Valley* (pp. 132-178). Austin: University of Texas Press.
- Frenguelli, J. y Outes, F. (1924). Posición estratigráfica y antigüedad relativa de los restos de industria humana hallados en Miramar. *Physis*, 7, 277-398.
- Frere, J. (1800). XVIII. Account of Flint Weapons discovered at Hoxne in Suffolk. By John Frere, Esq. F.R.S. and F.A.S. In a Letter to the Rev. John Brand, Secretary. *Archaeology*, 13, 204-205.
- Frison, G.C. y Todd, L. (1987). *The Horner site. The type site of the Cody cultural complex*. Orlando: Academic Press.
- Garrigou, F. (1865). Études comparatives des alluvions quaternaires anciennes et des cavernes à ossements. *Matériaux pour l'Histoire Positive et Philosophique de l'Homme*, 122-127. *Archaeological Science*, 44, 22-29.

- Gifford-Gonzalez, D. (1981). Taphonomy and paleoecology: a critical review of archaeology's sister disciplines. *Advances in archaeological method and theory*, 4, 365-438.
- Gifford-Gonzalez, D. (1991). Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 10, 215-254.
- Gifford-González, D. (2018). *An Introduction to Zooarchaeology*. Switzerland: Springer.
- González, A.R. (1943). Restos arqueológicos del abrigo de Ongamira. Congreso de Historia Argentina del Norte y Centro Tomo I: 143-158. Córdoba.
- González, A.R. (1960). La estratigrafía de la gruta de Intihuasi (Prov. de San Luis, R.A.) y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica. *Revista del Instituto de Antropología*, I, 5-296.
- González-Arintero, J. (1891). *El diluvio universal de la biblia y de la tradición demostrada por la geología y la prehistoria*. Vergara: Imprenta de El Santísimo Rosario.
- Grayson, D. (1973). On the methodology of faunal analysis. *American Antiquity*, 38, 432-439.
- Grayson, D.K. (1984). *Quantitative Zooarchaeology: topics in the analysis of archaeological faunas*. Academic Press.
- Guilday, J., Parmalee, P. y Tanner, D. (1962). Aboriginal butchering techniques at the Eschelman site (36 La 12), Lancaster County, Pennsylvansia. *Pennsylvania Archaeologist*, 32, 59-83.
- Gutiérrez, M., Miotti, L., Barrientos, G., Mengoni Goñalons, G. y Salemme, M. (2007) (Eds.). *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina*. Oxford: BAR International Series 1601.
- Hauthal, R. (1899). Reseña de los hallazgos en las cavernas de Última Esperanza (Patagonia austral). En Hauthal, R., Roth, S. y Lehmann-Nitsche, R. (Eds.). *El Mamífero Misterioso de la Patagonia «Grypotherium domesticum»* (pp. 411-453). La Plata: Talleres del Museo de La Plata
- Haynes, G. (1999). The role of mammoths in rapid Clovis dispersal. *Deinsea*, 6, 9-38.
- Hodder, I. (1982a). *Symbols in action*. Cambridge: Cambridge University
- Hodder, I. (1982b) (Ed-). *Symbolic and structural archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hodder, I. (1985). Post-processual archaeology. En Schiffer, M. (Ed.). *Advances in Archaeological Method and Theory* 8 (pp. 1-26). New York: Academic Press.
- Hodder, I. (2001). *Archaeological Theory Today*. Cambridge: Polity Press.
- Howard, E. B. (1935). Evidence of Early Man in North America. Based on geological and archaeological work in New Mexico. *The Museum Journal*, 24, 2-3.
- Hrdlička, A. (1912). The skeletal remains of early man in South America. En: *Early Man in South America*, Bulletin 52, 153-255. Smithsonian Institute Bureau of American Ethnology.
- Ingold, T. (1988) (Ed.). *What is an Animal?* London: Taylor & Francis Ltd.
- Jepsen, G. L. (1953). Ancient buffalo hunters. *Princeton Alumni Weekly*, 53, 10-12.
- Klein, R. y Cruz Uribe, K. (1984). *The Analysis of animal bones from archaeological sites*. Chicago: University of Chicago Press.

- Kraglievich, L y Rusconi, C. (1931). Restos de vertebrados vivientes y extinguidos hallados por los señores E. Wagner y hno, en los túmulos precolombinos de Santiago del Estero. *Physis*, 10, 229-241.
- Kreimer, P. (2006). ¿Dependientes o Integrados? La Ciencia Latinoamericana y la División Internacional del Trabajo. *Nómaditas*, 24, 199-212.
- Lafón, C.R. (1957). Sobre algunos artefactos de hueso de la quebrada de Humahuaca. *Runa*, 8, 203-231.
- Lartet, E. (1861). Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique", *Annuaire Sciences Naturelles, quatrième série*, XV, 177-253.
- Lartet, E. y Christy, H. (1864). Cavernes du Périgord: Objets Graves et sculptes des temps Pré-historiques dans l' Europe occidentale. *Revue archéologique*, 35, 1-37.
- Lartet, E. y Christy, H. (1865-75). *Reliquiae Aquitanicae: being contributions to the archaeology and palaeontology of Périgord and the adjoining provinces of southern France*. London: Williams & Norgate.
- Lehmann Nitsche, R. (1899). Coexistencia del hombre con un gran desdentado y un equino. En Hauthal, S. Roth y R. Lehmann-Nitsche (Eds.). *El Mamífero Misterioso de la Patagonia «Gryotherium Domesticum»*. (pp. 455-473). La plata: Talleres del Museo de La Plata.
- Lyell, C. (1830). *Principles of geology, being an attempt to explain former changes of the Earth's surface with reference to the causes now in operation*. London: Murray.
- Lyman, R.L. (1984). Bone density and differential survivorship of fossil classes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 3, 259-299.
- Lyman, R.L. (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lyman, R.L. (2008). *Quantitative Paleozoology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MacNeish, R.S. (1961). *First Annual Report of the Tehuacan Archaeological-Botanical Project. Two volumes*. Andover, Massachusetts: Phillips Academy.
- Madrazo, G. (1979) Los cazadores a larga distancia de la región Pampeana. *Prehistoria Bonaerense*, 13-67.
- Marchionni, L. y Vázquez, M. (2012). New data on exploited Pleistocene fauna at Piedra Museo (central plateau of Santa Cruz province, Argentina). En Miotti, L., Salemme, M., Flegenheimer, N. y Goebel, T. (Eds.). *Southbound. Late Pleistocene Peopling of Latin America* (pp. 139-142). Texas: Center for the Study of the First Americans (CSFA).
- Marchionni, L., Vázquez, M. y Miotti, L. (2022). The archaeofauna of AEP-1. En Miotti, L., Salemme, M. y Hermo, D. (Eds.). *Archaeology of Piedra Museo Locality. An open window to the early peopling of Patagonia* (199-256). Switzerland: Latin American Studies Book Series, Springer Nature.
- Martin, F. (2013). *Tafonomía y paleoecología de la transición Pleistoceno-Holoceno en Fuego-Patagonia. Interacción entre humanos y carnívoros y su importancia como agentes en la formación del registro fósil*. Punta Arenas: Ediciones de la Universidad de Magallanes.

- Martínez, G., Gutiérrez, M. y Tonni, E. (2013). Paleoenvironments and faunal extinctions: Analysis of the archaeological assemblages at the Paso Otero locality (Argentina) during the Late Pleistocene-Early Holocene. *Quaternary International*, 299, 53-63.
- Medrano, C., Day Pilaría, F., del Papa, L. y Zamudio, F. (2023). A-zoo-ciarse. Confluencias multiplicadoras desde la arqueozoología y la etnozoología. Introducción al Dossier. Mundo de Antes: en prensa.
- Menghin, O. y González, A.R. (1954). Excavaciones arqueológicas en el yacimiento de Ongamira (Córdoba, Rep. Argentina). Nota Preliminar. Apéndice por Pascual, R. *Notas Del Museo*, XVII, *Antropología*, 67, 213-274.
- Mengoni Goñalons, G. (1999). *Cazadores de guanacos de la estepa Patagónica*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- Mengoni Goñalons, G. (2007). Archaeofaunal studies in Argentina: a historical overview. En Gutiérrez, M., De Nigris, M., Fernández, P., Giardina, M., Gil, A., Izeta, A., Neme, G. y Yacobaccio, H. (Eds.). *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 13-34). Oxford: BAR International Series 1601.
- Mengoni Goñalons, G. (2010). Advances in animal bone archaeology in Argentina: general trends and some prospects for the future. En Mengoni Goñalons, G., Arroyo-Cabral, J., Polaco, O. y Aguilar, F. (Eds.). *Estado actual de la Arqueozoología Latinoamericana* (pp. 17-26). México DC: Instituto de Nacional de Antropología e Historia.
- Mengoni Goñalons, G. y Silveira, M. (1976). Análisis e interpretación de los restos faunísticos de la Cueva de Las Manos, estancia Alto Río Pinturas (provincia de Santa Cruz). *Revista Relaciones*, X, 261-270.
- Miotti, L. ([1989] 1998). *Zooarqueología de la meseta central y costa de la provincia de Santa Cruz: Un enfoque de las estrategias adaptativas aborígenes y los paleoambientes*. San Rafael: Museo Municipal de Historia Natural de San Rafael.
- Miotti, L. (2019). Conocer, habitar y narrar. Nuevos lugares y seres para el poblamiento de Patagonia. Una historia de las ideas sobre los fósiles y el poblamiento americano (Siglos XIX-XX). *Conferencia en el V Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina (VCNZA)*. San Fernando del Valle de Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca.
- Miotti, L. y Salemme, M. (1999). Biodiversity, taxonomic richness and specialists-generalists during Late Pleistocene/Early Holocene times in Pampa and Patagonia (Argentina, Southern South America). *Quaternary International*, 53/54, 53-68.
- Miotti, L. y Salemme, M. (2005). Hunting and butchering events at late Pleistocene and early Holocene in Piedra Museo (Patagonia, Southernmost South America). En Bonnichsen, R., Lepper, B., Stanford, D. y Waters, M. (Eds.). *Paleoamerican origins: beyond Clovis* (pp. 209-218). Texas: Center for the Study of the First Americans, University of Texas.
- Miotti, L. y Salemme, M. (2022). El lenguaje de los huesos. Diálogos entre paleontólogos y arqueólogos en el Museo de La Plata. PE-APA, vol especial: Cuaternario sin límites. Homenaje a Eduardo Tonni. En prensa.

- Miotti, L. y Marchionni, L. (2023). En Medrano et al. A-zoo-ciarse. Confluencias multiplicadoras desde la arqueozoología y la etnozoología. Introducción al Dossier. Mundo de Antes: en prensa.
- Miotti, L., Salemme, M. y Menegaz, A. (1988). El manejo de los recursos faunísticos durante el Pleistoceno final y Holoceno temprano en Pampa y Patagonia. *Trabajos Precirculados, Simp. Estrategias adaptativas en Arqueología* (pp. 102-118). Buenos Aires: Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología Argentina.
- Miotti, L., Vázquez, M., y Hermo, D. (1999). Piedra Museo un Yamnagoo Pleistocénico en la Colonización de la meseta de Santa Cruz. El estudio de la Arqueofauna. En *Soplando en el Viento* (pp. 113-136). Buenos Aires: Universidad Nacional de Comahue e Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- Miotti, L., Tonni E. y Marchionni, L. (2018). What happened when the Pleistocene megafauna became extinct? *Quaternary International*, 473, 173-189.
- Morlan, R. (1980). *Taphonomy and archaeology in the Upper Pleistocene of the northern Yukon territory: a glimpse of the peopling of the New World*. Archaeological Series of Canada, 94, Mercury Series. Ottawa: National Museum of Man.
- Morris, J. (2011). *Investigating animal burials. Ritual, mundane and beyond*. Oxford: BAR British Series 535. <https://doi.org/10.30861/9781407308128>.
- O'Connell, J., Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1988). Hadza hunting, butchering, and bone transport and their archaeological implications. *Journal of Anthropological Researches*, 44, 113- 162.
- Olsen, S.J. (1971). *Zooarchaeology: animal bones in Archaeology and their interpretation*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- Olson, S.L. (1982). Biological archaeology in the West Indies. *The Florida Anthropologist*, 35, 162-168.
- Payne, S. (1972). Partial recovery and sample bias. En Clason, A. (Ed.). *Archaeozoological Studies* (pp. 7-17). Amsterdam: North Holland.
- Pascual, R. (1954). Restos de vertebrados hallados en el abrigo de Ongamira (Córdoba). *Notas del Museo de La Plata XVII, Antropología*, 67, 269-274.
- Pascual, R. (1960). Informe sobre los restos de vertebrados hallados en la caverna de Intihuaasi y "Paraderos" vecinos de San Luis. Apéndice II en "La estratigrafía de la Gruta de Intihuaasi (Provincia de San Luis, República Argentina), y sus relaciones con otros sitios precerámicos de Sudamérica", por Alberto Rex González. *Revista del Instituto de Antropología*, 1, 299-302.
- Pasquali, R. y Tonni, E.P. (2008). Los hallazgos de mamíferos fósiles durante el Período Colonial en el actual territorio de la Argentina. *Serie Correlación Geológica*, 24, 35-42.
- Paunero, R.S., Valiza Davis, C, Rindel. D. y Tessone, A. (2017) La fauna Pleistocénica: evidencias zooarqueológicas en la meseta central de Santa Cruz, los sitios de La María. *Magallania*, 45, 181-198.
- Pérez, L., Toledo, N., Vizcaíno, S. y Bargo, M.S. (2018). Los restos tegumentarios de perezosos terrestres (Xenarthra, Folivora) de Última Esperanza (Chile). Cronología de los reportes,

- origen y ubicación actual. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 18, 1-21.
- Perez, L., Toledo, N., Mari, F., Echeverría, I., Tonni, E., Toledo, M. (2020). Corrigendum to “Radiocarbon dates of fossil record assigned to mylodontids (Xenarthra-Folivora) found in Cueva del Milodón, Chile”. *Quaternary Science Reviews*, 251, e106695.
- Perkins, D. y Daly, P. (1968). A hunter's village in Neolithic Turkey. *Scientific American*, 219, 97-106.
- Podgorny, I. (2000). *El argentino despertar de las faunas y de las gentes prehistóricas. Coleccionistas, estudiosos, museos y universidad en la creación del patrimonio paleontológico y arqueológico nacional (1875-1913)*. Buenos Aires: Eudeba.
- Politis, G. (1984). Arqueología del área Interserrana Bonaerense. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.
- Politis, G. y Bonomo, M. (2011). Nuevos datos sobre el “Hombre Fósil” de Ameghino. En Fernicola, J., Prieto, A. y Lazo, D. (Eds.). *Vida y obra de Florentino Ameghino* (pp.101-119). Buenos Aires: Publicación Especial nº 12, Asociación Paleontológica Argentina.
- Politis, G. y Messineo, P. (2008). The Campo Laborde site: New evidence of the Holocene survival of Pleistocene Megamammals in the Argentine Pampa. *Quaternary International*, 191, 94-114.
- Politis, G. y Sanders 2002
- Politis, G., Tonni, E.P., Fidalgo, F., Salemme, M. y Meo Guzmán, L. (1987). Man and Pleistocene megamammals in the Argentine Pampa: site 2 at Arroyo Seco. *Current Research in the Pleistocene*, 4, 159-161.
- Prates, L. y Pérez, I. (2021). Late Pleistocene South American megafaunal extinctions associated with rise of fishtail points and human population. *Nature communications*, 12, 2175.
- Raffino, R., Tonni, E.P. y Cione, A. (1977). Recursos alimentarios y economía de la quebrada del Toro. *Revista Relaciones*, XI, 9-30.
- Roth, S. (1899). Descripción de los restos encontrados en la caverna de Última Esperanza. En Hauthal, R., Roth, S. y Lehmann-Nitsche, R. (Eds.). *El Mamífero Misterioso de la Patagonia «Gryotherium domesticum»* (pp. 421-453). La Plata: Talleres del Museo de La Plata.
- Rusconi, C. (1933). Instrumentos óseos trabajados por indígenas prehispánicos de Santiago del Estero. *Revista de la Sociedad Amigos de la Arqueología*, 7, 229-251.
- Rusconi, C. (1934). Nuevos restos de vertebrados vivientes y extinguidos de los túmulos prehispánicos de Santiago del Estero. En Wagner, E. y Wagner, D. (Eds.). *La Civilización Chaco-Santiagoña y su correlación con el Viejo y Nuevo Mundo*, Tomo I (pp. 486-493). Buenos Aires: Compañía Impresora Argentina.
- Russell, N. (2012). *Social zooarchaeology: humans and animals in prehistory*. New York: Cambridge University Press.
- Salemme, M. (1987). Paleoeetnozoología del sector bonaerense de la región Pampeana, con especial atención a los mamíferos. Tesis Doctoral Inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.

- Salemme, M. y Miotti, L. (1987). Zooarchaeology and palaeoenvironments: some examples from Patagonian and Pampean regions (Argentina). *Quaternary of South America & Antarctic Peninsula*, 5, 33-57.
- Sanguinetti de Bórmida, A. y Borrero L. (1977). Los niveles con fauna extinta de la cueva de Las Buitreras (Río Gallegos, Provincia de Santa Cruz). *Revista Relaciones*, XI, 167-175.
- Steward, J. (1937). Ecological aspects of Southwestern society. *Anthropos*, 32, 87-104.
- Steward, J. (1953). Evolution and process. En Kroeber (Ed.). *Anthropology Today* (pp. 313-326). Chicago: University of Chicago Press.
- Synder, L. y Moore, E. (2006) (Eds.). Dogs and people in social, working, economic and symbolic Interaction. Barnsley: Oxbow.
- Taylor, W. (1948). *A Study of Archaeology*. Memoir (Menasha, Wisconsin, American Anthropological Association), 69 (páginas citadas de la reimpresión de 1967, Southern, Illinois University Press, Carbondale).
- Teta, P., Formoso, A., Tammone, M., de Tommaso, D., Fernández, F.J. y Pardiñas, U. (2014). Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿Cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años? *Therya*, 5, 7-38.
- Thomas, D. (1969). Great Basin hunting patterns: a quantitative method for treating faunal remains. *American Antiquity*, 36, 393-401.
- Torres, L.M. (1911). *Los primitivos habitantes del Delta del Paraná*. Buenos Aires: Coni.
- Tonni, E.P. (1984). La arqueología biológica en la Argentina: el estudio de los vertebrados. *ADEHA*, VI, 3-12.
- Tonni, E.P. y Lanza J. (1976). Paleoetnozoología del área de la quebrada del Toro, provincia de Salta. Apéndice I. *Revista Relaciones*, X, 131-140.
- Tonni, E.P. y Politis, G. (1981). Un gran cánido del Holoceno de la provincia de Buenos Aires y el registro prehispánico de *Canis (Canis) familiaris* en las áreas Pampeana y Patagónica. *Ameghiniana*, XVIII, 251-265.
- Trigger, B. (1989). *A History of Archaeological Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Valderrama, M. y Giovannetti, M. (2019). Animales y ritualidad en el mundo Inka. Un caso de estudio en el sitio arqueológico El Shincal de Quimivil (Londres, Catamarca). *Comechingonia*, 23, 11-35.
- Vita-Finzi, C. y Higgs, E. (1970). Prehistoric Economy in the Mount Carmel Area of Palestine: Site Catchment Analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 36, 1-37.
- Wagner, E. y Wagner, D. (1934). *La Civilización Chaco-Santiagoña y su correlación con el Viejo y Nuevo Mundo*, Tomo primero. Buenos Aires: Compañía Impresora Argentina.
- White, T. (1953). A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples. *American Antiquity*, 19, 160-164.
- Yellen, J.E. (1977). The cultural pattern in fauna remains: evidence from the !Kung Bushmen. En Ingersoll, D., Yellen, J.E. y McDonald, W. (Eds.). *Experimental Archaeology* (p. 271-331). Nueva York, Columbia University Press.

- Yeshurun, R. (2016). Paleolithic animal remains in the Mount Carmel caves: a review of the historical and modern research. En Marom, N., Yeshurun, R., Weissbrod, L. y Bar-Oz, G. (Eds.). *Bones and identity zooarchaeological approaches to reconstructing social and cultural landscapes in southwest Asia* (pp. 1-23). Oxford y Philadelphia: Oxbow Books.
- Willis, R. (1990) (Ed.). *Signifying animals*. London: Taylor & Francis Ltd.

CAPÍTULO 2

Fauna nativa e introducida de vertebrados en Argentina

Fernando J. Fernández y Ricardo S. De Mendoza

Introducción

En América precolombina la explotación humana de los recursos faunísticos fue muy variada en las diferentes regiones y a través del tiempo, tal como lo demuestran las numerosas investigaciones sobre el registro arqueofaunístico desde el fin-Pleistoceno hasta el Holoceno tardío. Si bien, en líneas generales, en el registro arqueológico existe un predominio de mamíferos de tamaño grande, se pueden encontrar especies de diferentes tamaños de todas las clases de vertebrados (e.g., Mengoni-Góñalons, 2004; Gutiérrez et al., 2007; Muñoz y Mondini, 2008; del Papa y Fernández, 2016; y referencias citadas en estos trabajos editoriales).

A partir de la conquista europea en América se produce la introducción de especies animales exóticas -primero domésticas y luego silvestres- que desencadenó una serie de transformaciones económicas, sociales y culturales tanto en los indígenas como en los colonos (e.g., Crivelli Montero, 2013; Ratto, 2007; Guillermo, 2017). El conocimiento sobre la fauna introducida o exótica en un territorio determinado tiene diferentes puntos de interés para la arqueología. El cronológico es el primero de ellos, máxime cuando se cuenta con una fecha precisa de ingreso de las especies exóticas al territorio. Para ello, es necesario servirse de las fuentes documentales (relatos o cartas de funcionarios de la corona, religiosos o viajeros) existentes desde la llegada de los conquistadores hasta la configuración de los territorios nacionales. Asimismo, las fuentes pueden brindar datos sobre los motivos y las formas de ingreso de la fauna exótica, además del ulterior tratamiento y comercialización de dicha fauna y transformación sociocultural por parte de los colonos y las etnias locales. La zooarqueología puede evaluar los datos etnohistóricos y ponerlos a prueba en base al análisis tafonómico de los restos faunísticos recuperados de los sitios arqueológicos con presencia de componentes posthispanicos. Incluso, desde esta disciplina se pueden plantear nuevas problemáticas. Por ejemplo, evaluar el impacto acaecido por el arribo de la fauna exótica en la subsistencia de los grupos indígenas desde el análisis de los restos zooarqueológicos. Si existió, o no, una incorporación de estos recursos novedosos en el menú de los pueblos locales, si hubo reemplazo o complementación en relación con las especies nativas. Asimismo, analizar los modos de uso de la fauna exótica, sea por alimentación, como fuente de materias primas y/o como parte de la reestructuración simbólica (Guillermo, 2017

y literatura allí citada). Otro ejemplo, desde una perspectiva ecológica y de conservación, se relaciona con los efectos del pisoteo y sobrepastoreo que produce el ganado exótico -junto a otras consecuencias del modelo extractivista de explotación masiva de los recursos naturales, como la mega minería, la agricultura extensiva, la silvicultura, la deforestación y la quema intencional de campos- con las extinciones, retracciones regionales y disminución de las poblaciones de numerosas especies de mamíferos de hábitos, tamaños y dietas distintas, tales como roedores, cánidos, félidos, etc. (e.g., Roig, 1991; Fernández, 2014; Teta et al., 2014; Valenzuela et al., 2023).

En este capítulo se presentan los principales grupos de vertebrados nativos y exóticos frecuentes en sitios arqueológicos de América, con mayor énfasis en los segundos fundamentalmente de Argentina. Incluye, asimismo, una diferenciación de los tipos de vertebrados exóticos según la forma, la época y el motivo por el cual fueron introducidos al territorio argentino, además del impacto ambiental y económico provocados en la naturaleza y en las sociedades. Por último, se abordan las problemáticas zooarqueológicas asociadas a estos vertebrados. Los nombres científicos por encima del nivel de orden se escriben castellanizados.

Vertebrados nativos frecuentes en sitios arqueológicos americanos

En esta sección se mencionan brevemente a los principales grupos de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos nativos que suelen registrarse en los sitios arqueológicos.

Peces

Clase Condriktios: incluye a los peces cartilaginosos tales como tiburones, escualos, rayas, mantarayas, peces ángel y quimeras. Si bien estos peces no son frecuentes en los sitios arqueológicos americanos, se pueden hallar Elasmobranquios Selacimorfos (*Carcharhinus*, *Carcharias*, *Lamna*, *Squatina*) y Batoideos (*Potamotrygon*, *Hypanus*). Lo más habitual es el hallazgo de dientes o placas dentarias en sitios costeros fluviales y marinos, aunque, ocasionalmente, se pueden registrar cuerpos vertebrales de los tiburones grandes que presentan mayor nivel de calcificación (e.g., Gilson y Lessa, 2020: figuras 1.3 y 1.4).

Superclase Osteíktios, Clase Actinopterygios: abarca a los peces óseos con aletas radiadas. Los Teleósteos son los peces óseos más comunes, con un gran número de órdenes, familias y especies. En los sitios arqueológicos son más abundantes los Perciformes (peces marinos y fluviales como *Percichthys trucha*), Characiformes (peces fluviales como *Salminus*, *Myleus*, *Prochilodus*) y Siluriformes (peces fluviales; *Pseudoplatystoma*, *Pimelodus*, *Pterodoras*, *Oxydoras*) (e.g., Santini, 2009; Stoessel, 2015; del Papa et al., 2021).

Superclase Osteíctios, Clase Sarcopterigios, Subclase Dipnoos: son peces pulmonados con aletas lobuladas de distribución gondwánica. *Lepidosiren paradoxa* es la única especie de dipnoo que habita en América del Sur y presenta registros zooarqueológicos frecuentes en la cuenca del Río de la Plata (e.g., Santini, 2009).

Clase Anfibios

Los anfibios actuales están comprendidos por tres órdenes: 1) anuros (sapos y ranas) de distribución cosmopolita (a excepción de los polos); 2) urodelos (salamandras y tritones), ocupan ambientes tropicales, mayormente, en el Hemisferio Norte; 3) gimnofiones o ápodos (cecilias), habitan en áreas tropicales y subtropicales, principalmente, en el Hemisferio Sur. Nos referiremos a los anuros porque son los más frecuentes en los sitios arqueológicos americanos (e.g., Santini, 2009; Fernández, 2012).

Orden Anuros: contiene a los sapos y las ranas, los cuales se dividen en dos clados: 1) Hiloides, representados por las familias Hylidae (*Hypsiboas*), Bufonidae (*Bufo*), Leptodactylidae (*Leptodactylus*) y Ceratophryidae (*Ceratophrys*); 2) Ranoides, integrados mayormente por especies del Viejo Mundo (*Rana*) y en América del Sur por la familia Microhylidae (*Dermatonotus*).

Clase Reptiles

Orden Testudinos: incluye a las tortugas terrestres, fluviales y marinas. En la actualidad existen dos subórdenes de Testudinos o Quelonios, ambos con registros arqueológicos frecuentes en América: 1) Cryptodira, corresponde a las tortugas que retraen el cuello en sentido antero-posterior, como *Chelonoidis chilensis* abundante en contextos arqueológicos enclavados en ambientes áridos y semiáridos del Cono Sur de América del Sur (del Papa y De Santis, 2015 y referencias allí citadas); 2) Pleurodira, integrado por tortugas fluviales que retraen el cuello lateralmente, como *Hidromedusa tectifera* registrada en numerosos sitios arqueológicos del centro-este y noreste de Argentina (e.g., Santini, 2009).

Orden Crocodilia: compuesto por los yacarés, caimanes y cocodrilos. Los yacarés, *Caiman* spp., son frecuentes en sitios arqueológicos emplazados en ambientes fluviales subtropicales y tropicales de América del Sur y Centroamérica (e.g., Santini, 2009). En el norte de América del Sur y en Centroamérica pueden encontrarse los cocodrilos más grandes como *Melanosuchus* y *Cocodrylus*, en tanto, en el sudeste de América del Norte se hallan los caimanes *Alligator* (e.g., Morgan y Albury, 2013; y referencias allí citadas).

Orden Squamata: en América actualmente existen dos subórdenes: 1) Iguania, Sauria o Lacertilia, incluye a los lagartos, lagartijas e iguanas; 2) Serpentes u Ofidia, integrados por

serpientes y víboras. Ambos grupos suelen hallarse en los sitios arqueológicos (e.g., Kligmann et al., 1999; Santini, 2009; Fernández, 2012).

Clase Aves

Superorden de Paleoagnatas: comprende a las aves corredoras del Orden Rheiformes (*Rhea*) y las aves poco voladoras del Orden Tinamiformes (*Tinamus*, *Eudromia*, *Nothura*, *Rhynchotus*). Es frecuente el hallazgo de huesos y huevos de estas aves en los sitios arqueológicos de América del Sur (e.g., Giardina, 2010).

Superorden de Neoagnatas: alcanza al resto de los órdenes de aves. A lo largo de este libro nos detendremos en Strigiformes (*Tyto*, *Bubo*, *Asio*, *Athene*, etc), Accipitriformes (*Geranoaetus*, *Circus*, *Elanus*), Falconiformes (*Falco*, *Caracara*, *Milvago*) y Cathartiformes (*Vultur*, *Coragyps*, *Cathartes*) por sus roles como agentes acumuladores (véase Capítulo 4). Otros órdenes de aves de este grupo, tales como Anseriformes (*Anas*, *Chloephaga*, *Cygnus*), Pelecaniformes (*Ardea*, *Tigrisoma*), Suliformes (*Phalacrocorax*), Columbiformes (*Patagioenas*, *Zenaida*, *Columbina*, *Metriopelia*), Passeriformes (*Furnarius*, *Saltator*, *Zonotrichia*) tienen representantes nativos usuales en sitios arqueológicos (e.g., Santini, 2009; Giardina, 2010; Fernández, 2012).

Clase Mamíferos

En la actualidad existen, de acuerdo a Wilson y Reeder's (2005), 29 órdenes de mamíferos, 15 de los cuales tienen representantes vivientes en América. Haremos mención a los órdenes más abundantes en los sitios arqueológicos americanos (e.g., Mengoni-Góñalons, 2004; Gutiérrez et al., 2007; Muñoz y Mondini, 2008; del Papa y Fernández, 2016; y referencias citadas en estos trabajos editoriales).

Sin lugar a dudas, el orden más destacado en la zooarqueología americana es Artiodactyla, que incluye las familias Camelidae (guanaco [*Lama guanicoe*], llama [*Lama glama*], vicuña [*Vicugna vicugna*] y alpaca [*Vicugna pacos*]), Cervidae (*Blastocerus*, *Hippocamelus*, *Ozotoceros*, *Mazama*), Bovidae (*Bison bison*, habita únicamente en América del Norte) y Tayassuidae (*Parachoerus*, *Tayassu*, *Pecari*). Otro orden importante es Carnivora, que contiene a Felidae (*Panthera onca*, *Puma concolor*, *Leopardus* spp.), Canidae (*Chrysocyon*, *Lycalopex*), Mustelidae (*Lontra*, *Galictis*, *Lyncodon*, *Eira*), Mephitidae (*Conepatus*), Procyonidae (*Procyon*, *Nasua*) y Otariidae (*Arctocephalus*, *Otaria*). El orden Rodentia integrado por roedores grandes (*Hydrochoerus hydrochaeris*), medianos (*Dolichotis*, *Lagotomus*, *Lagidium*, *Myocastor*) y pequeños (*Calomys*, *Akodon*, *Ctenomys*, *Cavia*, *Galea*), usualmente abundantes en el registro zooarqueológico. En sitios costeros suelen hallarse restos faunísticos del Orden Cetacea (*Eubalaena*, *Orcinus*). Otros órdenes frecuentes en los sitios arqueológicos son Cingulata

(*Priodontes*, *Tolypeutes*, *Chaetophractus*, *Zaedyus*, *Dasypus*), *Perissodactyla* (*Tapirus*) y *Lagomorpha* (*Sylvilagus*). Entre los marsupiales, el orden *Didelphimorphia* (*Didelphis*, *Lutreolina*, *Lestodelphys*, *Thylamys*) cumple un rol notorio, principalmente, en depósitos acumulados por aves rapaces.

Vertebrados exóticos

Domésticos

En América pre-europea la domesticación de animales (véase Capítulo 5) había alcanzado a dos especies de camélidos, la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Lama pacos*), una especie de roedor caviomorfo, el cuy o cobayo (*Cavia porcellus*), un cánido, el perro (*Canis lupus familiaris*) y un ave, el pavo (*Melleagris gallopavo domesticus*). Con el arribo de los españoles la cantidad de especies domésticas aumentó considerablemente con la incorporación de équidos, bóvidos, suidos, cánidos (perros euroasiáticos) y félidos. Las especies domésticas ingresaron, principalmente, con fines alimenticios y de transporte, aunque, también, había otros intereses como el uso de cueros, mascotismo y control de plagas (Giberti, 1970; Navas, 1987). Estos recursos, novedosos para la región, desencadenarán una serie de cambios ambientales, culturales, económicos, sociales y políticos, tanto entre los indígenas como en los españoles (Crivelli Montero, 2013).

Si bien los nombres científicos de los animales domésticos pueden hallarse, por ejemplo, bajo los binomios *Equus caballus*, *Bos taurus* y *Ovis aries*, el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica considera que debe prevalecer el nombre específico de las formas silvestres que les dieron origen, aunque esto implique la transgresión del principio de prioridad establecido por la misma entidad debido a que, en muchos casos, las especies domésticas fueron descritas con anterioridad a las especies silvestres¹. En tal sentido, en este libro las formas domésticas se nombrarán como una subespecie de la silvestre. Finalmente, si bien se menciona el origen más antiguo conocido para los procesos de domesticación, eso no significa que no hayan existido, como ocurrió en la mayoría de las especies, otros eventos de domesticación independientes en diferentes momentos y lugares que pudieron prosperar o no.

Mamíferos

Orden Perissodactyla

Familia Equidae

Equus ferus caballus

¹ International Commission on Zoological Nomenclature: <https://www.iczn.org/about-the-iczn/why-is-the-iczn-important/biodiversity-studies>

Figura 2.1

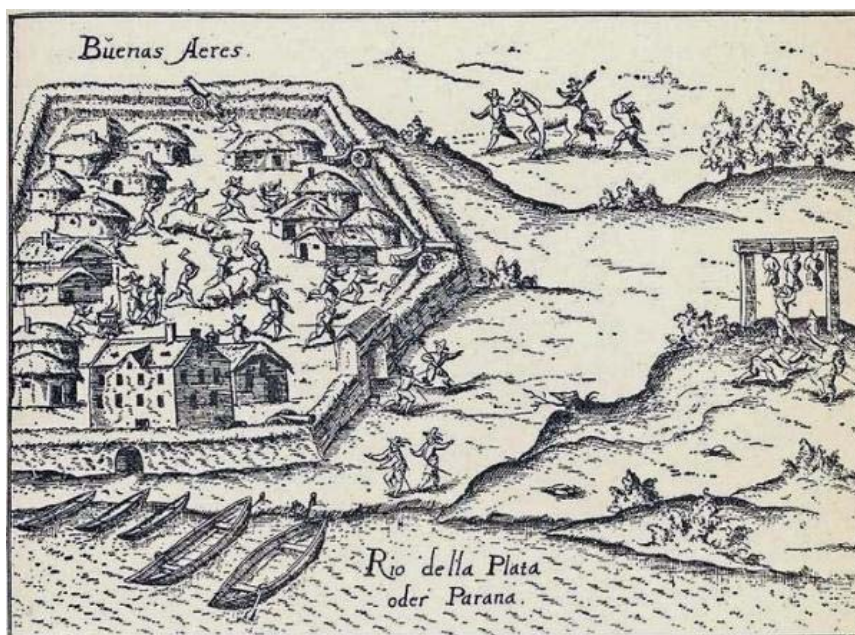
Nota. Caballos libres en los Esteros del Iberá (Corrientes). Tomada por Fernando J. Fernández.

El caballo es un ungulado herbívoro de tamaño grande, ~460 kg (Scorolli et al., 2019), resultado de la domesticación del extinto tarpán, *Equus ferus ferus*, hace unos 5500 años en el norte de Kazajistán, Asia (Outram et al., 2009). El caballo es el primer mamífero introducido en el territorio argentino. Ulrich Schmídel (1903 [1534-1541]: p.145), el soldado alemán que fuera parte de la expedición de España al Río de la Plata capitaneada por don Pedro de Mendoza y que fundara Buenos Aires en 1536, narra que en aquella conquista se trajeron 72 ejemplares utilizados como medio de transporte, para fines bélicos y alimenticios, cuando el hambre golpeó los muros de la reciente ciudad (Figura 2.2). Paralelamente, el mismo año, ingresan caballos al Noroeste argentino con la campaña del conquistador Diego de Almagro, proveniente del Cusco (Perú) en dirección a Chile, a través de la red vial Inka del Kollasuyo (e.g., Vitry, 2007). Por su parte, en 1543 Diego de Rojas arribó a esta región, con sus caballos, en dirección al Río de la Plata, pero un año después encontró su muerte en las Sierras de Guasayán (Santiago del Estero) a manos de las etnias locales (e.g., Levillier, 1925).

Con el abandono hispano del fuerte Santa María del Buen Ayre, un lustro después de su fundación, por orden de Domingo Martínez de Irala, los yeguarizos quedaron libres y se multiplicaron rápidamente en las Pampas y se convirtieron en cimarrones (Crivelli Montero, 2013). Es decir que, al escapar del control humano, han vuelto a su estado natural, en forma semejante a la especie silvestre que les dio origen (agriotipo), aclimatándose y reproduciéndose en la naturaleza (Navas, 1987). Durante el siglo XIX, la propagación del alambrado limitó mucho al ganado cimarrón (Navas, 1987), a partir del cual su descenso gravitó profundamente hasta que solo quedasen, hoy día, algunas manadas de baguales aisladas, mayormente, en la Patagonia y en el sur de las Pampas (Scorolli et al., 2019). Los caballos producen un impacto negativo sobre los ambientes, a la sazón que consumen numerosas especies de la cubierta herbácea y arbustiva y aumentan la compactación del suelo (Scorolli et al., 2019). En la Patagonia, las crónicas de los siglos XVII y XVIII mencionan que los aborígenes usaban caballos

como medio de transporte e intercambio (Vignati, 1939: p. 238-240, 1964: p. 497; Embón, 1949; Cabrera, 2000: p. 110,114). En los siglos posteriores, misioneros y viajeros de la Patagonia señalan la utilización de los caballos, además de locomoción e intercambio, para realizar cacerías, como fuente de alimentos, bien de prestigio, obtención de subproductos y ritualidad (Cox, 1863: p. 152, 162,169, 185; Menéndez, 1896: p. 62, 303; Furlong, 1943: p. 26, 129; Musters, 1964: p. 130, 134; Villarino, 1972: p. 990; Claraz, 1988: p. 80). Análisis zooarqueológicos en las Pampas señalan que los caballos se utilizaron como fuente de alimento, combustible y como materia prima para la fabricación de artefactos (e.g., Lanza, 2006, 2013; Ramos et al., 2008).

Figura 2.2



Nota. Grabado de Levino Hulsio, con el fuerte Santa María del Buen Ayre (Buenos Aires), Ulrich Schmidel (1903 [1534-1541]: p. 151).

Equus africanus asinus

El burro o asno es un ungulado herbívoro de tamaño grande, ~100-130 kg (Borghi et al., 2019a), derivado de la domesticación del burro salvaje africano, *Equus africanus africanus*, nativo del Cuerno de África y del norte del desierto del Sahara, hace unos 6000 años AP (Rossel et al., 2008). Los burros domésticos habrían sido introducidos a mediados del s. XVI en el noroeste de Argentina con fines de carga (Borghi et al., 2019a). Las poblaciones de burros ferales se habrían ocasionado por abandono de las actividades mineras, entre otras (Borghi et al., 2019a). Los burros cimarrones, actualmente distribuidos en pequeñas poblaciones dispersas por el norte de la Argentina, pueden impactar negativamente sobre el ambiente debido a la compactación del suelo, el consumo de plantas nativas y el solapamiento trófico con camélidos (Borghi et al., 2019a).

Orden Artiodactyla**Familia Bovidae***Bos primigenius taurus***Figura 2.3**

Nota. Toro bagual en los bosques australes Cordilleranos (Bahía Onelli, Parque Nacional Los Glaciares, Santa Cruz). Foto tomada de la revista Viva de Clarín (14 de septiembre de 2003).

La vaca es un ungulado herbívoro muy grande, ~400-1000 kg (Aprile et al., 2019), proveniente de la domesticación del uro, *Bos primigenius primigenius* (extinto en el s. XVII), ocurrida hace más de 10000 años AP en el Creciente Fértil, Medio Oriente (Pitt et al., 2019). Cabe aclarar que, unos 1500 años después tuvo lugar un segundo evento de domesticación en el valle del Indo sobre el uro indio, *Bos primigenius nomadicus*, cuyo resultado fue el cebú, *Bos primigenius indicus*, de introducción tardía en el noreste de la Argentina debido a su mayor resistencia a las condiciones ambientales tropicales (Pitt et al., 2019). La vaca, por su parte, fue introducida por primera vez al actual territorio argentino por Juan Núñez del Prado a Tucumán en 1550 desde Potosí (actual Bolivia). A partir de esta fecha hasta 1580 se producen otras tres vías de ingresos de vacas al territorio nacional; al noroeste y a Santiago del Estero en 1551 desde Chile; a Santa Fe y Corrientes en 1573 desde Asunción; finalmente, Juan de Garay en 1580 trajo de tres a cinco centenas de ejemplares para la refundación de Buenos Aires (Martínez et al., 2000; Aprile et al., 2019). Rápidamente, las vacas se hicieron cimarronas y en pocas décadas comenzó su cacería en el Río de la Plata (véase Box 1). Como vimos anteriormente, el alambrado, establecido extensivamente durante el s. XIX, dejó solo pequeños núcleos dispersos de baguales (Navas, 1987; Aprile et al., 2019).

En la Patagonia, durante el mencionado siglo, distintas fuentes documentales señalan que la vaca fue explotada y utilizada comercialmente entre los grupos de indígenas y criollos, principalmente como alimento, obtención de subproductos como canastas realizadas con ubres, toldos y corazas hechas con cueros (Cox, 1863: p. 144, Rosales, 1877; Vignati, 1931: p. 37; Furlong, 1943: p. 90). Análisis zooarqueológicos indican que las vacas se usaron para alimentación, combustible, cueros y materia prima para la fabricación de artefactos (e.g., Lanza, 2006, 2013; Ramos et al., 2008; Guillermo, 2017). Actualmente, existen algunos núcleos poblacionales de vacas salvajes dispersos en el área cordillerana Patagónica (Chebez et al., 2014; Aprile et al., 2019). El ganado vacuno produce grandes modificaciones ambientales por el consumo masivo de gramíneas y por la compactación de los suelos, lo que desencadena, asimismo, cambios profundos en las estructuras de las comunidades faunísticas (Chebez et al., 2014; Teta et al., 2014).

Box 1. Origen de las vaquerías en el Río de la Plata

Luciano J.M. De Santis+

“Ningún animal doméstico, sin exceptuar el caballo; ninguna nueva planta, ni siquiera el trigo, produjeron en el Río de la Plata revolución semejante a la causada en las costumbres por la introducción del vacuno” (Emilio Coni, 1930, Historia de las vaquerías de Río de la Plata, 1555-1750).

Figura 2.4



Nota. Pintura de la cacería de ganado vacuno cimarrón o vaquerías en el Río de la Plata (Pelozatto Reilly, 2016: p. 1).

Las vaquerías comprenden el primer tipo de explotación económica practicada sobre el ganado vacuno en la región del Río de La Plata (Pelozatto Reilly, 2016). La naturalización, multiplicación y dispersión de los vacunos ocasionó cambios profundos en el ambiente y en las culturas de los aborígenes y españoles, a partir de la segunda fundación de Buenos Aires en 1580, liderada por Juan de Garay (Crivelli Montero, 2013). Cuando decimos “vaquerías tradicionales”, nos referimos a las expediciones de caza de vacunos salvajes o bovino cimarrón, las cuales eran organizadas por las autoridades locales y vecinos criadores de la jurisdicción (Pelozatto Reilly, 2016). Estas prácticas o “vaquerías” se desarrollaban en un territorio específico delimitado, generalmente, entre rinconadas formadas por corrientes de agua y estaban sujetas al permiso otorgado por la autoridad para realizar la caza, consumo y comercialización del vacuno cimarrón (González, 1705; Fernández de Assunção, 1999).

El Cabildo de Buenos Aires, a partir de 1608, otorga licencias para la caza de bovinos cimarrones y, con ello, se aprovechaba la carne, el sebo y, principalmente, el cuero, de gran valor exportable (Crivelli Montero, 2013). En los acuerdos del cabildo se encuentran referencias a numerosas licencias de vaquerías, correspondientes a los actuales partidos de Escobar, Arrecifes, Luján, Saladillo y Magdalena, en cantidades entre 500 y 6000 cabezas (Fernández de Assunção, 1999). El cabildo, con el tiempo, comenzó a cobrar los derechos sobre los cueros extraídos y estableció los períodos para realizar las vaquerías, generalmente, ocurridas en primavera o verano (Maeder, 1997).

A finales del s. XVII, ya se advertía la rauda declinación del ganado cimarrón a causa de la valorización de los cueros por el aumento de las exportaciones, razón por la cual se empieza a poner límites a las licencias de caza y, a mediados del s. XVIII, se pone fin a las vaquerías (Giberti, 1970; Coni, 1930; Crivelli Montero, 2013). Entonces, surge la estancia colonial poblada por hacendados con numerosas cabezas de ganado sujetas a rodeo, ulteriormente se valorizan las carnes y nacen los saladeros, que sientan las bases del desarrollo pecuario del país (Giberti, 1970). No obstante, hubo una etapa de transición durante los siglos XVII y XVIII, donde coexistieron las vaquerías con la explotación del ganado manso en las estancias (Maeder, 1997). Este ganado, en muchos casos, se identificó como “alzado”, debido a que los vacunos escapaban de las estancias y se extendían a pastar libremente, lo cual los diferenciaba de los bovinos salvajes o cimarrones (Pelozatto Reilly, 2016). El ganado doméstico estaba identificado con una marca; el cimarrón o salvaje, quedaba sin dueño, sujeto al aprovechamiento de los vecinos sin autorización oficial (Maeder, 1997). En el caso de Corrientes, la clausura definitiva fue en 1716, en consonancia con serios conflictos de jurisdicción con las Misiones de los guaraníes (Maeder, 1997). La consolidación de las estancias, en tanto, se produjo después de la desaparición de las vaquerías, aunque ya existían desde la época de las fundaciones de ciudades, cuando los campos vecinos se adjudicaron a sus primeros habitantes para la cría de animales (Maeder, 1997).

Inicialmente, los cabildos otorgaron las denominadas “suertes de estancias”. Eran campos de media legua de frente por una y media de fondo, una superficie de aproximadamente 1900 hectáreas, pero, en la práctica, esos terrenos eran mucho mayores dada la inexistencia de

alambrados y agrimensores (Maeder, 1997). Estas suertes de estancias tenían por límites arroyos, ríos o lagunas y, además de contener a los animales, proporcionaban aguadas permanentes y servían de límites con otras estancias (Maeder, 1997). Los orígenes de la estancia colonial deben rastrearse en el sistema de pastoreo nómada, donde el ganado comenzó a ser vigilado, marcado y castrado, gracias a la tendencia natural de los animales a congregarse cerca de las fuentes de agua (mayo, 2004). El interés por las estancias no fue importante en un principio, pero se incrementó cuando el cuero comenzó a valorizarse, especialmente, en la segunda mitad del siglo XVIII (Maeder, 1997). A pesar de todas las irregularidades en su formación, las estancias fueron muy importantes para la ocupación efectiva de los espacios y para ganarles territorios a los aborígenes con la ampliación de las fronteras interiores. En especial, la competencia con los aborígenes de las Pampas, quienes desde el siglo XVII se dedicaron al tráfico de vacunos y equinos con destino a la Araucanía (hoy sur de Chile), situación que duró, con distintas alternativas, hasta el último tercio del siglo XIX (Maeder, 1997; Mases, 2002).

El Cabildo se vió precisado a espaciar las vaquerías (1700, 1709, 1715) concluidas, prácticamente, en esa última fecha por falta de animales que justificaran el costo de la empresa (Maeder, 1997). A diferencia de las vaquerías, que dieron lugar a la aparición de vagabundos y marginales, la estancia formó al paisano rural, al gaucho con arraigo, con casa en el lugar, trabajo estable en las faenas ganaderas. Las estancias tuvieron, asimismo, una organización ligada a los espacios urbanos con edificios importantes (capillas, dependencias para el personal, corrales y cementerios) y caminos que permitían rápidas comunicaciones (Maeder, 1997).

El origen de la ganadería, en el virreinato del Perú, en su provincia jesuítica del Paraguay y, luego, en el virreinato del Río de la Plata tuvo lugar entre fines del siglo XVIII y principios del XIX, donde se produjo un lento y paulatino ascenso de las economías del litoral argentino y la Banda Oriental. Este ascenso, en parte, se debió a la creciente demanda mundial de cueros vacunos, fundamentalmente, por las nacientes industrias manufactureras (Giberti, 1970). El interés por el ganado y sus productos se acrecentó en un corto periodo de pocos años, desarrollándose durante el siglo XVIII, las estancias, los saladeros, el acopio de cueros y la industria de la curtiembre (Maeder, 1997; Fernández de Assunção, 1999). En la Banda Oriental y en parte de lo que hoy conocemos como Entre Ríos, la situación sería marcadamente diferente, ya que el vacuno cimarrón abundó hasta fines del período colonial (Pelozatto Reilly, 1997), donde se desarrolló espontáneamente la “Vaquería del Mar”, localizada al sur del litoral atlántico, en la región de Maldonado (Maeder, 1997), cuya importancia se hizo evidente a partir de la década de 1670 (Fernández de Assunção, 1999).

*Ovis orientalis aries***Figura 2.5**

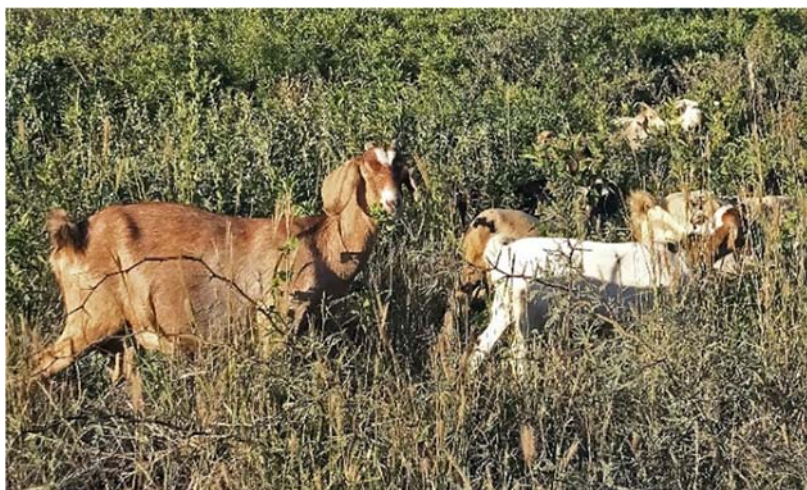
Nota. Ovejas pastando libremente en las cercanías al sitio arqueológico La Aguadita (Villa Guasayán, Guasayán, Santiago del Estero). Foto tomada por Fernando J. Fernández.

La oveja, de entre 45 y 160 kg de peso (Burrill, 2004), es el resultado de la domesticación del muflón asiático, *Ovis orientalis orientalis*, acontecida en el Creciente Fértil, Medio Oriente, entre unos 11000 a 9000 mil años AP (Zeder, 2008). La ruta de introducción de la oveja se traza desde Andalucía (España) a Lima (Perú), desde esta ciudad a Asunción (Paraguay) en 1550 y desde esta última al territorio argentino con la fundación de Santa Fe en 1573, liderada por Juan de Garay (Giberti, 1970). En 1580 Garay dota de ovejas a la refundación de Buenos Aires, principalmente como alimento (Giberti, 1970). Sin embargo, no es hasta la revolución de mayo de 1810 que el ganado ovino comienza a tomar importancia en Buenos Aires con la introducción de ovejas laneras de la raza española merina, tras casi tres siglos de resistencia de España para abrir el mercado lanar a sus colonias (Giberti, 1970). Las exportaciones de lanas crecen exponencialmente y, a mediados del s. XIX, Buenos Aires ya contaba con unos 5 millones de cabezas ovinas, cifra que seguirá en aumento durante las próximas décadas hasta sobrepasar los 75 millones, en detrimento del ganado vacuno que -por condiciones internacionales, grandes sequías y técnicas de conservación- sufría una gran caída y emigraciones hacia provincias vecinas, como Santa Fe y Corrientes (Giberti, 1970). No obstante, nuevas mejoras en las condiciones externas e internas para el ganado vacuno bonaerense mantienen a este ganado como prioritario respecto al ovino. Este último, tras la Campaña del Desierto (1879-1884), se radica en el norte y centro de la Patagonia donde se establecen las grandes estancias laneras, principalmente extranjeras (Giberti, 1970). Por otra parte, el ingreso de los primeros rebaños de ovejas (unas 30.000) a la Patagonia meridional llegaron, desde las Islas Malvinas, por San Julián en 1885 (Navas, 2019). Las ovejas patagónicas van aumentando en número a comienzos del s. XX y alcanzan las 20 millones de cabezas, principalmente merinas, en 1950 (Giberti, 1970; Coronato, 2010). Las fuentes documentales mencionan que los indígenas de la Patagonia consumían carne de oveja desde finales del s. XVIII (Menéndez 1896: p. 218). A mediados del

siglo XIX se menciona, asimismo, la utilización de los cueros de las ovejas para confeccionar camas (Cox, 1863: p. 140). La presencia de los restos óseos de ovejas es bastante frecuente en sitios arqueológicos posthispánicos, aunque su impacto en la subsistencia indígena varía según la región (Lanza, 2006, 2013; Guillermo, 2017 y literatura allí citada). Con el auge de la industria lanera, también, se produce la desertificación de la Patagonia extra-andina por la alimentación de la oveja a campo abierto, con una pérdida de diversidad y riqueza florística y faunística que desencadena cambios ambientales sin parangón durante el Holoceno (Coronato, 2010; Teta et al., 2014).

Capra aegagrus hircus

Figura 2.6



Nota. Cabras pastando libremente en las cercanías al sitio arqueológico Guampacha (Guampacha, Guasayán, Santiago del Estero). Foto tomada por Fernando J. Fernández.

La cabra o chivo es un ungulado herbívoro de entre 38 y 64 kg de peso (Borghi et al., 2019b), muy resistente y proveniente de la domesticación de la cabra salvaje bezoar, *Capra aegagrus aegagrus*, hace unos 11000 años en el Creciente Fértil, Medio Oriente (Zheng et al., 2020). La cabra fue introducida a Tucumán, desde el Perú, a mediados del S. XVI con fines alimenticios y, debido a su buena adaptación a los ambientes desérticos, tuvo una rápida aceptación en las poblaciones humanas del Noroeste argentino y áreas linderas como Santiago del Estero, Córdoba y Mendoza (Giberti, 1970; Martínez Sarasola, 2011; Borghi et al., 2019b). A finales de ese siglo introdujeron cabras en Córdoba procedentes del Perú y en las provincias del Río de la Plata desde Charcas y Tarija (Borghi et al., 2019b). Las cabras ferales de Sierras de la Ventana (Navas, 1987) y de Bahía Crossley (Islas de los Estados) fueron introducidas en el siglo XIX (Borghi et al., 2019b). La cabra es la más dañina de todas las especies de mamíferos domésticos en los ambientes debido, principalmente, a las comunidades vegetales que consumen (pastos y arbustos) y al pisoteo del suelo, nidos y madrigueras (Borghi et al., 2019b).

Familia Suidae

Sus scrofa domestica

Figura 2.7



Nota. Cerdos domésticos Landrace, fuera de sus corrales, alimentándose en el sitio arqueológico Cementerio (Villa Guasayán, Guasayán, Santiago del Estero). Nótese como el chanco blanco de la parte inferior izquierda remueve la tierra y altera la capa superior del sitio arqueológico cuando hociquea en busca de comida. Foto tomada por Fernando J. Fernández.

El chanco, cerdo o puerco es un ungulado omnívoro, derivado de la domesticación del jabalí, *Sus scrofa scrofa*, en Asia menor durante la transición Pleistoceno-Holoceno (Vigne et al., 2009). No existe una fecha exacta de introducción al territorio argentino, aunque se sabe que ocurrió durante la primera fundación de Buenos Aires, como fuente de alimento (Giberti, 1970). En la carta de Domingo Martínez de Irala, publicada por Estanislao Zeballos en 1901 (p. 396), sobre el abandono de la mencionada ciudad en 1541, se hace mención de la existencia de cerdos en el Río de La Plata “*quedan en una ysla de las de sant gabriel un puerco y una puerca para casta no las maten y sy ovieren muchos tomen los q. ovieren menester y dexten siempre para casta y asy mesmo de camyno hechen en la ysla de martin garcia un puerco y una puerca y en las demas q. les pareciere para q. hagan casta*”. Posteriormente, hubo otras introducciones y para fines del siglo XVI el número de animales era muy alto. Los individuos sin confinamiento originaron las primeras poblaciones de cimarrones (Ballari et al., 2019). Recientemente se confirmó, mediante el marcador molecular mitocondrial gen citocromo *b*, la vinculación genética de las piaras salvajes de cerdos costeros criollos, de 100 kg, que habitan en la Bahía de Samborombón con los cerdos de raza ibérica, de 100 a 160 kg, introducida por los conquistadores (Figueroa, 2014). Los efectos negativos de los cerdos salvajes sobre el ambiente se mencionarán, más adelante, cuando se trate al jabalí.

Orden Carnivora**Familia Canidae***Canis lupus familiaris*

El perro, con gran diversidad de razas y pesos que van desde 1 kg hasta 95 kg (Lartigau et al., 2019), es el resultado de varios eventos de domesticación del lobo gris euroasiático, *Canis lupus lupus*, hace unos 23 mil años (Perri et al., 2021). Si bien hubo perros introducidos por los españoles durante los primeros siglos de la conquista, se conoce la existencia de perros domésticos prehispánicos en numerosas partes de América, incluida la Argentina, que habrían llegado desde Siberia, a través del puente terrestre de Beringia, hace unos 15000 años AP, acompañando a los primeros cazadores y recolectores que arribaron al continente (Perri et al., 2021, véase Capítulo 5). Los perros introducidos por los españoles, frecuentemente, se usaban para la caza de animales cimarrones durante la etapa de Vaquerías, aunque, también, estos se hicieron cimarrones y produjeron grandes daños, por depredación, tanto en los animales nativos como en los exóticos (Navas, 1987; Lartigau et al., 2019). Si bien la población de perros ferales disminuyó súbitamente durante el siglo XIX debido a la persecución humana (Navas, 1987), actualmente sigue habiendo pequeñas jaurías cimarronas en algunos sectores dispersos por el territorio argentino (Chebez et al., 2014; Lartigau et al., 2019).

Familia Felidae*Felis sylvestris catus*

El gato es un carnívoro especializado con numerosas razas, un tamaño poco variable y un peso de entre 2 y 6 kg (Palacios et al., 2019), resultado de la domesticación del gato salvaje, *Felis sylvestris libica*, hace unos 10000 años AP en el Creciente Fértil, Medio Oriente (Driscoll et al., 2007). Se desconoce la fecha exacta de la introducción de este felino al territorio argentino, aunque existe evidencia que confirma la presencia de gatos domésticos en los primeros siglos de la conquista (Palacios et al., 2019). Los gatos arribaron a la Argentina como mascotas y/o control de plagas y, como en los casos anteriores, algunos fueron abandonados y se naturalizaron. Actualmente, existen gatos ferales en Tierra del Fuego y en la Isla Tova Vita, donde producen daños por depredación de vertebrados nativos de pequeño y mediano tamaño (Palacios et al., 2019). En Argentina, como suele pasar en numerosos lugares, muchos dueños dejan libres a los gatos, lo que da lugar a comunidades de gatos semi-domésticos en lugares abandonados, con incidencia negativa sobre las especies silvestres en áreas urbanas y periurbanas (Palacios et al., 2019).

Aves**Orden Galliformes****Familia Phasianidae***Gallus gallus domesticus*

Figura 2.8

Nota. Gallinas libres en los alrededores del sitio arqueológico Conzo (Conzo, Guasayán, Santiago del Estero). Foto tomada por Luis M. del Papa.

La gallina es un ave omnívora, gregaria, de alrededor de 2 kg de peso y con un marcado dimorfismo sexual, a la razón que los machos pueden alcanzar los 4 kg. Es un ave originaria del sudeste asiático y domesticada hace más de 8000 años (Lawal et al., 2020). La gallina se dispersó desde la India por Asia menor, Egipto y Grecia (Perry-Gal et al., 2015). Actualmente, la gallina es la más extendida de todas las especies domésticas, explotada principalmente por su carne y por sus huevos. Los orígenes de la dispersión y utilización de esta ave están ligados a la riña de gallos y a su utilización ritual (Perry-Gal et al., 2015). Navas (2002) señala que el Gral. Urquiza introdujo a la gallina en Villa San José (Entre Ríos) en 1857. Sin embargo, existen registros zooarqueológicos de gallinas en el Fuerte de San Rafael (Mendoza) y en algunos sitios arqueológicos de Buenos Aires datados para los s. XVIII e inicios del XIX (Lebrasseur et al., 2019).

Por otra parte, la gallina Mapuche, Araucana o Collonca es una variedad propia del sur de Chile y Argentina. Se la reconoce por carecer de cola, por presentar unos “aretes” (protuberancias carnosas a la altura de los oídos) y por sus huevos azules y verdes. El origen de esta raza de gallina es materia de debate en la actualidad. De hecho, Storey et al. (2007) dataron huesos de gallinas en el sitio arqueológico El Arenal (Arauco, Chile, 1321-1407 AD), analizaron el ADN mitocondrial y señalaron su origen en las islas de la Polinesia y Asia suroriental. Estudios posteriores hallaron evidencias de contaminación en las muestras de ADN e indicaron que la gallina Araucana no habría derivado de gallinas de la Polinesia (e.g., Thomson et al., 2014).

Melleagris gallopavo domesticus

El pavo doméstico es un ave de gran tamaño, alrededor de 13 Kg de peso en promedio, domesticada en México entre los 200 años AC y 700 años AD, a partir de los pavos salvajes

Melleagris gallopavo gallopavo (Schorger, 1966; Thornton et al., 2012). Este pavo fue exportado a Europa por los españoles y, en buena parte del continente mencionado, así como en América del Norte, tuvo una producción extensiva. En Argentina, la producción del pavo se inicia en el siglo pasado, pero es aún incipiente y dedicada mayormente al autoconsumo. La mayoría de los productos troceados o derivados del pavo se importan desde Brasil (Cantaro et al., 2010).

Orden Anseriformes

Familia Anatidae

Anser anser

El ganso doméstico es un ave gregaria, de talla mediana a grande, de plumaje blanco o gris, se alimenta de brotes, semillas, hierbas y otra materia vegetal. Este ganso tiene una distribución original euroasiática y frecuente humedales y pastizales (Moroni y Salvador, 2016). Fue introducido a la Argentina con fines alimenticios. Existen poblaciones naturalizadas del ganso doméstico en las Islas Malvinas donde fueron introducidas en 1935 y 1944. También, viven poblaciones asilvestradas a lo largo del Río Negro (Gelain y Tolosa, 2011).

Orden Columbiformes

Familia Columbidae

Columba livia domestica

La paloma doméstica es un ave granívora, de alrededor de medio kilo de peso, surgida de la paloma bravía, *Columba livia livia*, en la Mesopotamia de Asia Menor hace unos 6500 años (Navas, 2002). Esta paloma habita en buena parte de las ciudades del mundo y fue introducida en Argentina con fines ornamentales y dietarios alrededor de finales del siglo XIX (Navas, 2002). Por escapes ocasionales, abundancia de recursos y pocos depredadores se multiplicaron y se dispersaron hasta convertirse en plaga en varias ciudades. En algunas regiones se han naturalizado y se instalaron en acantilados marinos (Navas, 2002). Por los ácaros e insectos que habitan en sus plumas, potencialmente perjudiciales y vectores de enfermedades, se la considera peligrosa para la salud humana. Asimismo, sus excrementos dañan ornamentos y estatuas. Por estas razones, se combate activamente, mediante mallas, alambres, púas y repelentes químicos, la nidificación de las palomas en los edificios (Navas, 2002).

Animales exóticos naturalizados

Bajo este concepto se incluye a los animales silvestres originarios de otros continentes principalmente Europa y Asia, ingresados al territorio argentino con fines de caza, ornamentales y para la industria peletera (Navas, 1987, 2002; Valenzuela et al., 2023).

Mamíferos

Familia Suidae

Sus scrofa scrofa

El jabalí es un mamífero omnívoro grande (~15-250 kg), originario de Eurasia y norte de África. Fue introducido por Pedro Luro con fines cinegéticos primero, sin éxito, en la isla Vizcaíno (Entre Ríos) en 1901 y, posteriormente, en el establecimiento San Huberto (800 ha) cerca de Santa Rosa (La Pampa) donde él crea un coto de caza en 1906 (Navas, 1987; Ballari et al., 2019). En 1914 algunos ejemplares de jabalí se escaparon del mencionado coto y se dispersaron rápidamente por varias provincias. Asimismo, hubo otras entradas posteriores al territorio nacional, por ejemplo, en Colón (Entre Ríos) y en las estancias Collún-có y Huemul (Neuquén), donde, por un accidente en 1931, quedaron en libertad y se dispersaron en el norte de la Patagonia (Navas, 1987; Ballari et al., 2019). El jabalí invade numerosos hábitats prístinos y antropizados con alta eficacia; y, frecuentemente, se cruza en forma deliberada o fortuita con chanchos domésticos y cimarrones, respectivamente (Navas, 1987; Ballari et al., 2019). Debido a que el jabalí, al igual que el chancho feral, consume grandes cantidades de raíces, tubérculos, brotes, semillas, frutos, gusanos, huevos y pequeños vertebrados, tiene un impacto muy negativo sobre los ecosistemas naturales (Navas, 1987).

Familia Cervidae

Cervus elaphus

El ciervo colorado es un ungulado herbívoro y gregario de tamaño grande (~80-340 kg), originario de Eurasia (Relva et al., 2019). Este ciervo fue introducido en 1906 por Pedro Luro en el coto de caza San Huberto (800 ha), actual reserva Parque Luro, Santa Rosa (La Pampa) con fines cinegéticos y ornamentales (Navas, 1987; Relva et al., 2019). Años más tarde, luego de una tormenta, cedieron los alambrados, algunos ciervos se escaparon e invadieron otras partes de la provincia. En 1922 se introdujeron ciervos colorados en la Ea. Collún-có (Neuquén) desde San Huberto, donde también se escaparon, invadieron otras áreas de la Patagonia y se volvieron plaga (Navas, 1987; Chebez et al., 2014; Relva et al., 2019). En 1973 se introdujeron ciervos colorados en Bahía Crossley (Isla de los Estados) y cerca de Tafí del Valle (Tucumán). A finales del siglo pasado, los introdujeron en Ea. Asunción, hoy Ea. Cerro Verde (Corrientes), como en los casos anteriores, también, se escaparon (Relva et al., 2019). Este ciervo ocasiona impactos negativos sobre los ambientes debido al consumo y pisoteo de plantas y hongos (Relva et al., 2019), además de ser un competidor potencial del amenazado huemul, *Hippocamelus bisulcus*, en los bosques austral-cordilleranos (Chebez et al., 2014; Pastore y Aprile, 2019).

Dama dama

El ciervo dama es un ungulado herbívoro de entre 50 y 100 kg de peso, originario de Asia menor. Este ciervo fue introducido en 1905 en Sierra de la Ventana (Buenos Aires) desde España y Polonia, con fines ornamentales (Barrios-García et al., 2019). En 1930 Aarón Anchorena llevó ciervos dama en la Ea. Huemul y en la Isla Victoria, Neuquén (Chebez et al., 2014). Ulteriormente, hubo otros eventos de introducción de este ciervo en otras provincias desde poblaciones de Buenos Aires (Navas, 1987; Barrios-García et al., 2019). El ciervo dama fue declarado plaga por la provincia de Buenos Aires, donde es la especie exótica silvestre más abundante, a la razón que produce impacto negativo sobre las plantas debido al ramoneo, raspado y descortezado (Navas, 1987; Barrios-García et al., 2019).

Axis axis

El ciervo axis es un ungulado herbívoro de entre 45 y 75 kg de peso, originario de Asia. Este ciervo fue introducido en Punta Indio (Buenos Aires) entre 1928 y 1930 desde Uruguay, previamente traídos en 1907, con fines cinegéticos y ornamentales (Navas, 1987; Tellarini et al., 2019). Posteriormente, este ciervo fue llevado a varias provincias, como Córdoba, Corrientes, Neuquén, Río Negro, Santa Fe y Tucumán (Navas, 1987; Tellarini et al., 2019). El ciervo axis produce modificaciones en las comunidades vegetales a causa del ramoneo y descortezamiento (Navas, 1987; Tellarini et al., 2019). Este cérvido puede competir directa e indirectamente (además del riesgo de transmisión de patógenos) con ciervos nativos, por ejemplo, el ciervo de los pantanos, *Blastocerus dichotomus*, el venado de las Pampas, *Ozotoceros bezoarticus*, y la corzuela parda, *Mazama gouazoubira*, en áreas de distribución simpátrica (Tellarini et al., 2019).

Orden Carnivora**Familia Mustelidae***Neovison vison*

El visón es un depredador de tamaño mediano (~5-10 kg), de hábitos semiacuáticos, originario de América del Norte (Valenzuela et al., 2019a). Este mustélido fue introducido en la Patagonia chilena y argentina durante la década de 1930 para la industria peletera. En las décadas venideras, los criaderos de visones aumentan y se establecen en numerosos puntos de la Patagonia, además de Buenos Aires, La Pampa, Mendoza, Salta y Tierra del Fuego, en menor medida (Valenzuela et al., 2019a). En la década de 1970, principalmente en Chubut, algunos ejemplares se escaparon y otros se liberaron de sus jaulas y se dispersaron por buena parte de los Andes australes (Navas, 1987; Chebez et al., 2014; Valenzuela et al., 2019a). La ulterior naturalización del visón acarrió numerosos problemas en los ambientes costeros y dulceacuícolas patagónicos ya que este mustélido cuenta con escasos enemigos naturales, depreda aves acuáticas, peces, anfibios, pequeños mamíferos y crustáceos y puede impactar negativamente (principalmente por transmisión de enfermedades) sobre el huillín, *Lontra*

provocax, un mustélido amenazado y endémico de los bosques austral-cordilleranos (Navas, 1987; Valenzuela et al., 2019a, 2019b).

Orden Lagomorpha

Familia Leporidae

Lepus europaeus

La libre europea es un herbívoro terrestre de entre 3 y 6 kg y de origen euroasiático (Monteverde et al., 2019). Este lepórido fue introducido, con fines de caza deportiva, por primera vez en Rosario (Santa Fe) en 1888 desde Alemania, posteriormente en Tandil (Buenos Aires) en 1897 desde Francia, finalmente, hubo otras liberaciones en Santa Cruz (1930) y San Luís (Navas, 1987; Monteverde et al., 2019). A pesar que las liebres europeas cuentan con abundantes depredadores aéreos y terrestres, su gran plasticidad ambiental (euroicidad) hizo que se reprodujeran y se dispersaran rápidamente hasta cubrir casi todo el territorio nacional, a excepción de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Navas, 1987; Monteverde et al., 2019). La libre europea puede competir e impactar negativamente sobre roedores nativos con los que comparte dietas y depredadores, tales como la mara, *Dolichotis patagonum*, la vizcacha, *Lagostomus maximus*, el chinchillón, *Lagidium viscacia*, también, con el lepórido nativo tapetí, *Sylvilagus brasiliensis* (Monteverde et al., 2019). Es frecuente el hallazgo de lepóridos exóticos (cf. *Lepus europaeus* y *Oryctolagus cuniculus*, ver abajo) mezclados en depósitos de micromamíferos generados por aves rapaces en los niveles superiores de sitios arqueológicos (e.g., Fernández, 2012; Guillermo et al., 2020).

Oryctolagus cuniculus

El conejo europeo es un herbívoro terrestre de entre 1 y 3 kg, originario de Europa occidental y norte de África (Navas, 1987; Cuevas et al., 2019). Este lepórido fue introducido con fines alimenticios primero en las Islas Malvinas desde Europa en el año 1764 y, al año siguiente, en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Cuevas et al., 2019). También, el conejo fue introducido en la zona central de Chile en 1880 y, desde esa población, se expandió hacia el sur del Neuquén y al suroeste de Mendoza (Chebez et al., 2014). Recientemente, en los años 2001 y 2006, se liberaron ejemplares en Península Valdés (Chubut) y en Villavicencio (Mendoza), respectivamente (Cuevas et al., 2019). Los conejos, mediante el ramoneo de plantas, ocasionan daños tanto en los ambientes naturales como en los sistemas agrarios y forestales (Cuevas et al., 2019). Además, pueden competir por los mismos recursos con algunos roedores nativos como *Lagidium* (Cuevas et al., 2019). Finalmente, debido a que los conejos construyen madrigueras subterráneas y a su abundancia en la Isla Grande de Tierra del Fuego, suelen ser elementos intrusivos y perturbadores del registro arqueológico fueguino (e.g., Pardiñas et al., 2020 y literatura allí citada).

Orden Rodentia**Familia Castoridae***Castor canadensis*

El castor es un roedor herbívoro de gran tamaño (~20-30 kg), semi-acuático, originario de América del Norte. Este roedor fue introducido desde Canadá y liberado en el Lago Fagnano de la Isla Grande de Tierra del Fuego en 1946 con fines peleteros, actividad posteriormente abandonada (Navas, 1987; Chebez et al., 2014; Anderson et al., 2019). Si bien existen algunas poblaciones de castor en extremo sur de Chile continental y en varias islas australes, las poblaciones más abundantes ocurren en la Isla Grande de Tierra del Fuego (Anderson et al., 2019). Debido a que el hábitat del castor en su lugar de origen se asocia a bosques fríos y húmedos, con abundantes ríos, arroyos, lagunas y humedales, este roedor se adaptó rápidamente a los ambientes fueguinos (Anderson et al., 2019). El castor fue declarado plaga dañina en Tierra del Fuego en 2006 porque ocasionó numerosos daños ambientales al construir diques e inundar áreas, donde tienen sus madrigueras subacuáticas, con la muerte inexorable de los árboles ribereños y de las especies del sotobosque (Navas, 1987; Chebez et al., 2014; Anderson et al., 2019).

Familia Cricetidae*Ondatra zibethicus*

La rata almizclera es herbívora, semi-acuática, pesa entre 550 y 1500 g y es originaria de América del Norte (Deferrari, 2019). Este roedor fue introducido desde Canadá y liberado en varios puntos de la Isla Grande de Tierra del Fuego en 1948 para su explotación peletera, aunque nunca existió tal práctica (Navas, 1987; Chebez et al., 2014; Deferrari, 2019). Al igual que el castor, la rata almizclera raudamente se adaptó a todos los ambientes acuáticos fueguinos y, actualmente, ocupa buena parte de las islas del archipiélago fueguino (Deferrari, 2019). Esta rata se considera plaga dañina debido, por ejemplo, al impacto negativo que genera la construcción de sus madrigueras sobre las márgenes de los cuerpos de agua, también, porque la utilización de plantas acuáticas desencadena cambios en las comunidades de plantas e invertebrados, por lo tanto, en otras especies que dependen de esos recursos (Deferrari, 2019).

Aves**Orden Galliformes****Familia Phasianidae***Pavo cristatus*

El pavo real es un ave ornamental proveniente de la India, reconocida a simple vista por el plumaje del macho. Esta ave utiliza su cola, compuesta por 20 plumas largas en abanico con estructuras en forma de ojo, para atraer a las hembras durante el cortejo (Navas, 2002). Además de su cola, en el plumaje del macho presenta un color azul iridiscente y una cresta pequeña de plumas enroscadas. En Argentina, así como en buena parte del mundo, el pavo

real fue introducido como ave ornamental, aunque existe una población pequeña que habita de manera naturalizada en Cariló, Buenos Aires (Navas, 2002).

Chrysolophus pictus

El faisán dorado es un ave grande de alrededor de 1 metro de longitud y procede del centro oeste de China. Como en el resto de los faisanes que comentaremos a continuación, el faisán dorado fue introducido como ave ornamental, dado su plumaje que le hace honor al nombre, así como ave de caza y selecto alimento (Navas, 1987, 2002). Las cuatro especies de faisanes exóticos prosperaron en estado salvaje en la Isla Victoria, en el lago Nahuel Huapi, provincia del Neuquén, donde fueron introducidos por Aarón de Anchorena entre 1901 y 1902 con fines de caza (Navas, 2002).

Chrysolophus amherstiae

El faisán damisela o diamantino es el más grande de los faisanes introducidos (el macho alcanza los 1,75 metros de longitud debido al gran desarrollo de su cola) y proviene del Sudeste Asiático y (Navas, 2002).

Lophura leucomelanos melanota

El faisán de dorso negro es el más pequeño de los cuatro faisanes de la Isla Victoria (llega hasta 75 cm de longitud) y procede del borde oriental del Himalaya (Navas, 2002).

Lophura nycthemera nycthemera

El faisán plateado mide hasta 1,25 metros de longitud (el macho) y es originario del sur de China y norte de Vietnam. Es el más abundante de los cuatro faisanes de la Isla Victoria, las otras especies redujeron ampliamente su población o desaparecieron (Navas, 2002).

Familia Odontophoridae

Callipepla californica

La codorniz de California es un ave pequeña, se alimenta de semillas y pequeños artrópodos y habita en los jarillares y otras áreas arbustivas (Navas, 2002). Esta ave es originaria del Oeste de Estados Unidos y fue introducida por Carlos Reed en la ciudad de Mendoza desde Chile en 1920. Se realizaron otras sueltas en Mendoza y en San Luis, sin embargo, estas poblaciones parecen no haber prosperado (Navas, 2002). En 1943, se soltaron diez parejas en la estancia La Primavera (Neuquén), se naturalizaron y se dispersaron por buena parte del noroeste de la Patagonia (Navas, 2002).

Orden Anseriformes**Familia Anatidae***Anas platyrhynchos*

El ánade real es un pato mediano y gregario, que puede formar grandes bandadas. Se alimenta de la superficie del agua, hundiendo la mitad de su cuerpo, sin bucear. Es el agriotipo del pato doméstico del Hemisferio Norte y fue introducido en 1930 en la Isla Soledad, aunque dicha población se halla aparentemente extinta (Navas, 2002).

Orden Passeriformes**Familia Passeridae***Passer domesticus*

El gorrión doméstico es un ave pequeña, gregaria, se alimenta de granos, es oriunda de Eurasia y, actualmente, es cosmopolita (Navas, 2002). Emilio Bieckert, un industrial francés de origen alemán y fundador de la primera cervecera en Argentina, que lleva su apellido, introdujo algunas parejas de gorriones entre 1872 y 1873 como recuerdo nostálgico de Europa, aunque con el propósito de mantenerlas enjauladas. Aparentemente, el cervecero se negó a pagar los derechos que le exigía la aduana de Buenos Aires y los soltó ahí mismo (Navas, 2002). Sin embargo, Berg (1901) afirma que Bieckert liberó a los gorriones por sugerencia de Domingo Faustino Sarmiento con el fin de combatir al bicho canasto, *Oiketicus kirbyi*, a pesar que el gorrión no consume a este insecto. El gorrión ha sido considerado una amenaza para la industria agrícola, no obstante, nunca se lo ha combatido con intensidad (Navas, 2002). Asimismo, se lo ha señalado como un competidor de aves nativas, sobre todo del chingolo *Zonotrichia capensis* (Emberizidae), aunque este último es estrictamente granívoro y tiende a atacar a los gorriones y no a la inversa (Navas, 2002).

Familia Fringillidae*Carduelis chloris*

El verderón es un pajarito solitario o gregario de 14 a 16 cm de longitud, se alimenta principalmente de semillas, aunque puede incorporar artrópodos y otra materia vegetal. No se sabe exactamente cuándo fue introducido a la Argentina, o si migró desde Uruguay, donde los datos sobre su presencia y anidación datan de 1929 (Navas, 2002).

Carduelis carduelis

El cardelino o jilguero europeo es un pajarito colorido que se alimenta fundamentalmente de semillas y complementariamente de insectos durante el período de cría. El cardelino procede de Europa y Asia Central y fue introducido en Argentina a fines del siglo XIX o principios del XX, ya que su presencia era detectada, por entonces, en Avellaneda, Buenos Aires (Navas, 2002). Sin embargo, la fecha exacta y otras condiciones de su introducción son desconocidas; incluso es posible que haya migrado desde Uruguay, donde fue importado, también, en circunstancias desconocidas (Navas, 2002).

Familia Sturnidae

Sturnus vulgaris

El estornino pinto es un pajarito altamente gregario proveniente de Europa, Norte de África, cercano Oriente y Nepal. Esta ave fue introducida en buena parte del mundo ya que en su lugar de origen es reconocida como una cazadora de insectos perjudiciales para las actividades agrarias. En esos lugares ajenos a su hábitat original, sin embargo, muestra una tendencia a modificar su dieta hacia la omnivoría o frugivoría, volviéndose una amenaza a los cultivos (Navas, 2002). La primera detección de esta ave en Argentina se produjo en el Rosedal de Palermo (Ciudad Autónoma de Buenos Aires) en 1987, probablemente, los primeros ejemplares fueron liberados en una circunstancia asociada al tráfico de aves (Carro et al., 2014). Aparentemente, la introducción del estornino pinto en la costa bonaerense, Mendoza, Córdoba, Entre Ríos y Santa Fe es producto de la liberación de individuos cautivos. El estornino pinto es considerada una de las diez especies más invasoras del mundo debido a su tendencia a formar grandes bandadas en las ciudades durante la época otoñal o invernal y a la razón que sus excrementos ensucian y arruinan las cornisas y recovecos de los edificios (Navas, 2002). Existieron esfuerzos para erradicar al estornino pinto a fines de la década de 1990 y se llegó a eliminar al 35% de la población, sin embargo, la desinversión generó el abandono del programa de erradicación (Carro et al., 2014).

Acridotheres cristatellus

El estornino crestado es un pajarito negro con una cresta muy destacada, anida en los recovecos de edificios y huecos de árboles y proviene del sudeste asiático. Su primer registro en Argentina tuvo lugar en los alrededores de la Reserva Natural de Punta Lara (Buenos Aires) en 1982 (Navas, 2002). En la actualidad existen dos poblaciones estables y en crecimiento del estornino crestado en Buenos Aires, ambas probablemente producto de suelta de individuos enjaulados, una de ellas se extiende desde La Plata hasta San Isidro y la otra en Mar Chiquita (Navas, 2002).

Introducción inadvertida de especies sinántropas

Bajo esta categoría se reúnen tres especies de roedores (múridos) exóticos cohabitantes con los humanos y que ingresaron al territorio argentino, así como a todo el mundo, a manera de polizones en barcos de colonos del viejo mundo (Navas, 1987). Es muy probable que estos múridos no faltarían en los navíos de la flota al mando de don Pedro de Mendoza en su viaje hacia el Río de la Plata en 1534-1536. De hecho, Ulrich Schmidel, en su relato sobre el padecimiento del hambre en el fuerte Santa María del Buen Ayre, señala “*Así aconteció que llegaron a tal punto la necesidad y la miseria que por razón de la hambruna ya no quedaban ni ratas, ni ratones, ni culebras, ni sabandija alguna que nos remediase en nuestra gran necesidad e inaudita miseria; llegamos hasta comernos los zapatos y cueros todos*” (Ulrich

Schmidel, 1903 [1534-1541]: p. 151-152). Aunque la fuente no es específica sobre el tipo de “rata” y “ratón”, lo más plausible es que Ulrich se haya referido a los múridos exóticos porque son los que suelen habitar en los poblados humanos. A estos roedores se los consideran plagas que afectan las actividades económicas (por la contaminación de alimentos, consumo de granos y de crías de aves de corral y por roturas en cañerías, cables y artefactos eléctricos) y a la salubridad humana debido a que son vectores de numerosas enfermedades zoonóticas, como la peste negra o bubónica, leptospirosis, fiebre hemorrágica, tifus marino y salmonelosis, entre otras (Navas, 1987; Cavia et al., 2019a, b, c). El aumento constante de la urbanización y las granjas desencadenó el reemplazo de roedores cricétidos nativos por los múridos exóticos (Teta et al., 2014).

Orden Rodentia

Familia Muridae

Rattus norvegicus

La rata parda o rata noruega es la más grande de las tres especies de múridos exóticos (~100-500 g), es omnívora y originaria del norte de China y Mongolia (Cavia et al., 2019a). Esta rata se distribuye en casi todo el territorio argentino en cercanías al agua y resulta, principalmente, abundante en áreas urbanas y periurbanas, donde prefiere habitar los sistemas de desagüe y en madrigueras bajo tierra, antes que en las viviendas (Navas, 1987). La rata noruega, también, suele ser muy profusa, incluso plaga, en costas de ríos y arroyos, villas de emergencias, basureros y criaderos de animales domésticos (Cavia et al., 2019a). Finalmente, se han registrado ejemplares de esta rata en algunos ámbitos silvestres patagónicos y fueguinos (Chebez et al., 2014).

Rattus rattus

La rata negra, también omnívora, es un poco más chica (~130-350 g), menos agresiva, menos nadadora, aunque más ágil y mejor trepadora que la rata noruega (Navas, 1987; Cavia et al., 2019b). La rata negra ocurre prácticamente en toda la Argentina, frecuentemente en áreas urbanas (viviendas y construcciones varias) y rurales (Navas, 1987; Cavia et al., 2019b), aunque, como en el caso anterior, se la ha registrado en ambientes silvestres de la Patagonia austral (Chebez et al., 2014). Los restos cráneo-dentarios de *R. rattus* son, prácticamente, indiferenciables de aquellos de *R. norvegicus*, razón por la cual en la literatura zooarqueológica y mastozoológica suele hallarse como *Rattus* sp. (e.g., Teta et al., 2014).

Mus musculus

El ratón doméstico, casero o común es muy pequeño (~10-30 g), es omnívoro y originario de Asia central y norte de la India (Cavia et al., 2019c). Este ratón habita en casi toda la Argentina, mayormente en áreas urbanas (viviendas y construcciones varias) y rurales, donde reside en criaderos de animales y campos de cultivos (Cavia et al., 2019c). No ha colonizado ambientes naturales, aunque se lo ha registrado en pastizales densos cercanos a El Calafate,

Santa Cruz (Chebez et al., 2014). El ratón doméstico se cría en bioterios para uso, principalmente, científico (Cavia et al., 2019c).

Referencias

- Anderson, C., Deferrari, G., Escobar, J., Lizarralde, M., Roulier, C. y González Dubox, C. (2019). *Castor canadensis*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>
- Aprile, G., Borghi, C., Chalukián, S., Lartigau, J., Relva, M. y González-Rivas, C. (2019). *Bos primigenius taurus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Ballari, S., Cirignoli, S., Winter, M., Cuevas, M., Merino, M., Monteverde, M., Barrios-García, M., Sanguinetti, J., Lartigau, B., Kin, M. y Relva, M. (2019). *Sus scrofa*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Barrios-García, M., Cirignoli, S., Kin, M., Relva, M., Monteverde, M., Chalukián, S. y Giménez, S. (2019). *Dama dama*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Berg, K. (1901). Omithologisches. *Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires*, 1, 283-287.
- Borghi, C., Valenzuela, A. y Kin, M. (2019b). *Capra aegagrus hircus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Borghi, C., Cirignoli, S., Aprile, G., Monteverde, M., Borgia, M., Giménez, S. y Chalukián, S. (2019a.). *Equus africanus asinus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. Recuperado de <http://cma.sarem.org.ar>.
- Burrill, M. (2004). *Sheep*. Boston: Mackiev, World Book.
- Cabrera, G. (2000). *Relaciones de la Jornada a los Césares (1625)*. Buenos Aires: Amerindia.
- Cantaro, H., Sánchez, J. y Sepúlveda, P. (2010). *Cría y engorde de pavos*. Buenos Aires, Ediciones INTA.
- Carro, M., Lacoretz, M. y Acosta, T. (2014). El estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) en General Lavalle, Buenos Aires, Argentina. *Nuestras Aves*, 59, 29-30.
- Cavia, R., Gómez Villafañe, I., Suárez, O., Piudo, L., Sánchez, J. y Monteverde, M. (2019a.). *Rattus norvegicus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de*

- Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.*
<http://cma.sarem.org.ar>.
- Cavia, R., Gómez Villafañe, I., Suárez, O., Piudo, L., Sánchez, J. y Monteverde, M. (2019b). *Rattus rattus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.*
<http://cma.sarem.org.ar>.
- Cavia, R., Gómez Villafañe, I., Suárez, O., Gómez, M., Daniela; Sánchez, J. y León, V. (2019c). *Mus musculus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.*
<http://cma.sarem.org.a>
- Chebez, J.C., Pardiñas, U. y Teta, P. (2014). *Mamíferos terrestres de la Patagonia. Sur de Argentina y Chile*. Buenos Aires: Vazquez Mazzini Editores.
- Claraz, J. (1988). *Diario de viaje de exploración al Chubut. 1865-1866*. Buenos Aires: Marymar.
- Coni, E. (1930). Historia de las vaquerías de Río de la Plata (1555-1750). *Boletín de la Real Academia de la Historia*, 96, 262-357.
- Coronato, F. (2010). *El rol de la ganadería ovina en la construcción del territorio de la Patagonia*. Tesis doctoral inédita, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech, Paris.
- Cox, G. (1863). *Viaje a las rejiones septentrionales de la Patagonia*. Santiago: Imprenta Nacional.
- Crivelli Montero, E. (2013). Pactando con el enemigo: la doble frontera de Buenos Aires con las tribus hostiles en el período colonial. En Cipolletti, M., (Ed). *Los mundos de abajo y los mundos de arriba. Individuo y sociedad en las tierras bajas, en los Andes y más allá* (pp. 313-356). *Tomo de homenaje a Gerhard Baer en su 70 cumpleaños*. Buenos Aires: Abya-Yala.
- Cuevas, M., Bonino, N., Bobadilla, Y., Monteverde, M., Deferrari, G., Cirignoli, S., Chalukián, S., Giannoni, S., Giménez, S. y Valenzuela, A. (2019). *Oryctolagus cuniculus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.* <http://cma.sarem.org.ar>.
- Deferrari, G. (2019). *Ondatra zibethicus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina.* <http://cma.sarem.org.ar>.
- del Papa, L.M. y De Santis, L. (2015). No se les escapó la tortuga. Uso antrópico de *Chelonoidis chilensis* en un sitio de la región chaco-santiagueña (provincia de Santiago del Estero). *Arqueología*, 21, 115-135.
- del Papa, L.M., Romina Vallone, E. y Togo, J. (2021). Registro de peces en un sitio de la Sierra de Guasayán (Santiago del Estero). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano*, 30, 86-89.

- del Papa, L.M. y Fernández, F.J. (2016). South American Zooarchaeology. *Quaternary International*, 391, 1-2.
- Driscoll, C., Menotti-Raymond, M., Roca, A., Hupe, K., Johnson, W., Geffen, E, Harley, E., Delibes, M., Pontier, D., Kitchener, A., Yamaguchi, N., O'brien, S. y Macdonald, D. (2007). The Near Eastern origin of cat domestication. *Science*, 317, 519-523.
- Embón, A. (1949). *Fuentes históricas con fuentes etnográficas y arqueológicas del indígena patagón*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Fernández, F.J. (2012). *Microvertebrados del Holoceno de sitios arqueológicos en el sur de Mendoza (República Argentina): aspectos tafonómicos y sus implicancias en la subsistencia humana*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, CEDISI, La Plata.
- Fernández, F.J. (2014). Micromamíferos como indicadores de deterioro ambiental (antrópico) en el sur de Mendoza. En Hucailluk, C y Mercado, I. (Comps). *E-ICES 10* (pp. 282-293). Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- Fernández de Assunção (1999). *Historia del Gaucho*. Buenos Aires: Editorial Claridad. S.A.
- Figueroa, C. (2014). *Variabilidad genética en los planteles de los pequeños productores porcinos del Noroeste de la provincia de Buenos Aires*. Tesis de Licenciatura, Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Universidad Nacional del Noroeste, Buenos Aires.
- Furlong, G. (1943). *Entre los tehuelches de la Patagonia*. Buenos Aires: Talleres Gráficos San Pablo.
- Gelain, M. y Tolosa, J. (2011). Aves de la provincia de Río Negro. Lista sistemática. *Xolmis*, 6, 1-37.
- Giardina, M. (2010). *El aprovechamiento de la avifauna entre las sociedades cazadoras-recolectoras del sur de Mendoza, un enfoque arqueozoológico*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Giberti, H. (1970). *Historia económica de la ganadería Argentina*. Buenos Aires: Editorial Solar/Hachete.
- Gilson, S. y Lessam A. (2021). Capture, processing and utilization of sharks in archaeological context: Its importance among fisher-hunter-gatherers from southern Brazil. *Journal of Archaeological Science Reports*, 35, 10269.
- González, S. (1705). *Diario de viaje a las vaquerías del mar*. Montevideo: Editorial Artes Gráficas Covadonga.
- Guillermo, A., (2017). *Zooarqueología de la Transición Prehispánica y Posthispánica del Sitio Arqueológico Casa de Piedra de Ortega (Río Negro, Argentina)*. Mauritius: Editorial Académica Española.
- Guillermo, A., Fernández, F.J. y Crivelli Montero, E. (2020). Zooarqueología y tafonomía del sitio Cañadón Las Coloradas 1 (Holoceno tardío, Río Negro, Argentina). *Chungara Revista de Antropología Chilena*, 52, 617-631.

- Gutiérrez, M., Miotti, L., Barrientos, G., Mengoni Goñalons, G. y Salemme, M. (2007). Taphonomy and zooarchaeology in Argentina. Introduction. En Gutiérrez, M., Miotti, L., Barrientos, G., Mengoni Goñalons, G. y Salemme, M. (Eds.). *Taphonomy and zooarchaeology in Argentina* (pp. 5-7). Oxford: BAR International Series 1601.
- Kligmann, D., Sesé, C. y Barbadillo, J. (1999). Análisis tafonómico de la fauna de microvertebrados del Alero 12 (Puna Meridional Catamarqueña Argentina) y sus implicancias para el comportamiento humano. *Arqueología*, 9, 9-48.
- Lanza, M. (2006). Estudio zooarqueológico del sitio Siempre Verde. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 31, 229-247.
- Lanza, M. (2013). Zooarqueología del sitio histórico Santa Rosa (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Cuadernos de Antropología*, 10, 375-402.
- Lartigau, B., Aprile, G., Monteverde, M., Beade, M., Lartigau, J., Valenzuela, A., Funes, M. y Mezzabotta, A. (2019). *Canis lupus familiaris*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Lawal, R., Martin, S., Vanmechelen, K., Vereijken, A., Silva, P., Al-Atiyat, R., Aljumaah, R., Mwacharo, J., et al. (2020). The wild species genome ancestry of domestic chickens. *BMC Biology*, 18, 0.1186/s12915-020-0738-1
- Lebrasseur, O., Neme, G., Gil, A., Matilde Lanza, M. y Larson, G. (2019). La historia cultural de la gallina en Argentina: integración de registros históricos y genética para rastrear su introducción e integración en las sociedades nativas. En Actas de resúmenes del V Congreso Nacional de Zooarqueología Argentina, Catamarca: Universidad Nacional de Catamarca.
- Levillier, R. (1925). *El descubrimiento del norte Argentino. La expedición de Diego de Rojas del Cuzco al Tucumán y al río de La Plata. 1543-1546*. Lima: Librería Francesa Rosay.
- Maeder, E. (1997). De las vaquerías a las estancias. Desarrollo inicial de la ganadería en la cuenca del Plata. *Revista Nordeste 2da. Época*, 7, 27-41.
- Martínez Sarasola, C. (2011). *Nuestros paisanos los indios*. Buenos Aires: Del Nuevo Extremo.
- Martínez, R., Fernández, E. Género, E. y Rumiano, F. (2000). El ganado bovino criollo en Argentina. *Archivo de Zootecnia*, 49, 353-361.
- Mases, E. (2002). *Estado y cuestión indígena: El destino final de los indios sometidos en el sur del territorio (1878-1910)*. Buenos Aires: Editorial Prometeo.
- Menéndez, F. (1896). *Diarios del P. Fr. Francisco Menéndez, Predicador General Apostólico del Colegio de Santa Rosa de Ocopa*. Valparaíso: Niemeyer.
- Mengoni Goñalons, G. (2004). Zooarchaeology of South America. Introduction. En Mengoni Goñalons, G. (Ed.). *Zooarchaeology of South America* (pp. 1-10). Oxford: BAR International Series 1298.
- Muñoz, S. y Mondini, M. 2008 (Eds.). Neotropical Zooarchaeology and Taphonomy. *Quaternary International*, 180, 1-158.

- Monteverde, M., Cirignoli, S., Bonino, N., Gonzalez y A., Aprile, G. (2019). *Lepus europaeus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Morgan, G. y Albury, N. (2013). The Cuban crocodile (*Crocodylus rhombifer*) from late Quaternary fossil deposits in the Bahamas and Cayman Islands. *Bulletin Florida Museum Natural History*, 52, 161-236.
- Moroni, M. y Salvador, S. (2016). Reproducción de una población asilvestrada de ganso común (*Anser anser*) en Santa Cruz, Argentina. *Historial Natural*, 6, 135-139.
- Musters, G. (1964). *Vida entre los Patagones*. Buenos Aires: Solar/Hachette.
- Navas, J. (1987). Los vertebrados exóticos introducidos en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, 14, 7-38.
- Navas, J. (2002). Las aves exóticas introducidas y naturalizadas en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" Nueva serie*, 4, 191-202.
- Navas, P. (2019). Inflexiones sobre la visibilidad. A propósito de la migración malvinenses en Patagonia Austral. *Identidades*, 16, 1-17.
- Outram, A., Stear, N., Bendrey, R., Olsen, S., Kasparov, A., Zaibert, V., Thorpe, N. y Evershed, R. (2009). The earliest horse harnessing and milking. *Science*, 323, 1332-1335.
- Palacios, R., Udrizar Sauthier, D., Monteverde, M. y Valenzuela, A. (2019). *Felis sylvestris catus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Pardiñas, U., Martín, F., Borrero, L., Massone, M. y Fernández, F.J. (2020). Micromamíferos, tafonomía y paleoambientes del Cuaternario Tardío en Tierra Del Fuego: los roedores de Tres Arroyos 1. *Magallania*, 48, 93-122.
- Pastore, H. y Aprile, G. (2019). *Hippocamelus bisulcus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Pelozatto Reilly, M. (2016). Las vaquerías rioplatenses desde una problemática puntual: el cabildo de Santa Fe y su intervención en la concordia con Buenos Aires y la Compañía de Jesús, 1721-1726", *Revista Raíces*, 187, 1-9.
- Perri, A., Feuerborn, T., Frantz, L., Larson, G., Malhij, R., Meltzer, D. y Witt, K. (2021). Dog domestication and the dual dispersal of people and dogs into the Americas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, e2010083118.
- Perry-Gal, L., Erlich, A., Gilboa, A. y Bar-Oz, G. (2015). Earliest economic exploitation of chicken outside East Asia: Evidence from the Hellenistic Southern Levant. *PNAS*, 112, 9849-9854.
- Pitt, P., Sevane, N., Nicolazzi, E., MacHugh, D., Park, S., Colli, L., Martínez, R., Bruford, M. y Orozco-terWengel, P. (2019). Domestication of cattle: two or three events? *Evolutionary Application*, 19, 123-136.

- Ramos, M., Lanza, M., F. Bognanni y Helfer, V. (2008). Implicancias arqueológicas respecto del ganado introducido y el tráfico de los cimarrones. *Revista Tefros*, 6, 1-24.
- Ratto, S. (2007). *Indios y cristianos. Entre la guerra y la paz en las fronteras*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Relva, M., Cirignoli, S., Monteverde, M., Valenzuela, A. y Pastore, H. (2019). *Cervus elaphus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Roig, V. (1991). Desertification and distribution of mammals in the southern cone of South America. En Mares, M. y Schmidly, D., (Eds). *Latin American Mammalogy* (pp. 239-279). Oklahoma: University of Oklahoma Press.
- Rosales, D. de (1877). *Historia general del Reyno de Chile. Flandes indiano*. Valparaíso: Imprenta del Mercurio.
- Rossel, S., Marshall, F., Peters, J., Pilgram, T., Adams, M. y O'Connor, D. (2008). Domestication of the donkey: Timing, processes, and indicators. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 3715-3720.
- Santini, M. (2009). *Prehistoria de la región meridional del Gran Chaco: aportes del análisis de restos faunísticos en la reconstrucción de las estrategias adaptativas de los grupos aborígenes*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Schmidel, U. (1903). *Viaje al Río de la Plata (1534-1554). Prólogo, traducción y anotaciones por Lafone Quevedo, Samuel Alejandro. Notas bibliográficas y biográficas de Bartolomé Mitre*. Buenos Aires: Cabaut y Cía.
- Schorger, A. (1966). *The wild turkey. Its history and domestication*. Norman: University of Oklahoma press.
- Scorolli, A., Borghi, C., Aprile, G. y Lartigau, J. (2019). *Equus ferus caballus*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Stoessel, L. (2015). Tendencias preliminares sobre el consumo de peces durante el Holoceno medio en el área de transición Pampeano-Patagónica oriental (provincia de Buenos Aires). *Archaeofauna*, 24, 103-117.
- Storey, A., Ramirez, J., Quiroz, D., David, V., Burley, D., Addison, D., Walter, R., et al. (2007). Radiocarbon and DNA evidence for a pre-Columbian introduction of Polynesian chickens to Chile. *PNAS*, 104, 10335-10339.
- Teta, P., Formoso, A., Tammone, M., de Tommaso, D., Fernández, F.J. y Pardiñas, U. (2014). Micromamíferos, cambio climático e impacto antrópico: ¿Cuánto han cambiado las comunidades del sur de América del Sur en los últimos 500 años? *Therya*, 5, 7-38.
- Tellarini, J., Cirignoli, S., Aprile, G., Sobral Zotta, N., Varela, D., Maranta A., Fracassi, N., Lartigau, B. y Gómez Villafañe, I. (2019). *Axis axis*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.

- Thomson, V., Lebrasseur, O., Austin, J., Hunt, T., Burney, D., Denham, T., Rawlence, N., Wood, J., et al. (2014). Using ancient DNA to study the origins and dispersal of ancestral Polynesian chickens across the Pacific. *PNAS*, 111, 4826-4831.
- Thronton, E., Emery, K., Steadman, D., Speller, C., Matheny, R. y Yang, D. (2012). Earliest mexican turkeys (*Meleagris gallopavo*) in the Maya region: implications for Pre-Hispanic animal trade and the timing of turkey domestication. *Plos One*, 7, e42630.
- Valenzuela, A., Fasola, L., Guichón, M. y Rodríguez-Planes, L. (2019a). *Neovison vison*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Valenzuela, A., Fasola, L., Pozzi, C., Chehébar, C., Ferreyra, N., Gallo, E. y Massaccesi, G. (2019b). *Lontra provocax*. En SAYDS–SAREM (Eds.). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <http://cma.sarem.org.ar>.
- Valenzuela, A., Anderson, C., Ballari, S., Ojeda, R. (2023). (Eds.). *Introduced invasive mammals of Argentina*. Buenos Aires: Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos SAREM.
- Vignati, M. (1931). La armadura de un cacique patagón. *Notas Preliminares del Museo de la Plata*, 1, 362-373.
- Vignati, M. (1939). Los indios poyas. Notas del Museo de La Plata. *Antropología*, 12, 211-44.
- Vignati, M. (1964). Antecedentes para la protoetnografía del norte de la Patagonia. *Boletín de la Academia Nacional de la Historia*, 34, 493-525.
- Vigne, J., Zazzo, A., Saliege, J., Poplin, F., Guilaine, J. y Simmons, A. (2009). Pre-Neolithic wild boar management and introduction to Cyprus more than 11,400 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 16135-16138.
- Villarino, B. (1972). *Diario del piloto de la real Armada Don Basilio Villarino del reconocimiento que hizo del río Negro en la costa oriental de Patagonia en el año de 1782*. Buenos Aires: Plus Ultra.
- Vitry, C. (2007). La ruta de Diego de Almagro en el territorio argentino: un aporte desde la perspectiva de los caminos prehispánicos. *Revista Escuela de Historia*, 6, 325-351.
- Wilson, D. y Reeder, D. (2005). *Mammals species of the world*. Third edition. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Zeballos, E. (1901). La relación que dexo Dominco Minez de Yrala en Buenos Ayres al tpo q. la despobló (1541). *Revista del Instituto Paraguayo*, 30, 391-405.
- Zeder, M. (2008). Domestication and early agricultura in the Mediterranean basin: origins diffusion, and impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 11597-11604.
- Zheng, Z., Wang, X., Li, M., Li, Y., Yang, Z., Wang, X., Pan, X., Gong, M., Zhang, Y., et al. (2020). The origin of domestication genes in goats. *Science Advance*, 6, eaaz5216.

CAPÍTULO 3

Nociones básicas del esqueleto de los vertebrados para las identificaciones anatómicas y taxonómicas

Fernando J. Fernández y Ricardo S. De Mendoza

Introducción

Cuando las muestras arqueofaunísticas se encuentran en la mesa del laboratorio -luego de la elección del lugar de excavación del sitio arqueológico, la exhumación, la limpieza y rotulación de los materiales- inicia la identificación anatómica y taxonómica de los restos óseos y dentarios. Actualmente, existen técnicas moleculares de alta resolución que se pueden utilizar para identificar a los taxones recuperados de sitios arqueológicos: ADN y ZooMS (*Zooarchaeology by Mass Spectrometry*). Si bien se ha visto el uso de ambas técnicas en algunos trabajos (e.g., véase Brandt et al., 2018 y referencias allí citadas), la identificación taxonómica en base a la morfología de los dientes y huesos sigue siendo la más utilizada en el mundo entero porque es menos costosa (principalmente respecto al ADN, ya que ZooMS es bastante económica) y directa (no depende de enviar las muestras a laboratorios especializados). Razón por la cual, es de suma importancia contar con un conocimiento osteológico de los distintos grupos de vertebrados, además de comprender los distintos niveles de jerarquización diagnóstica de los elementos anatómicos (Salemme et al., 1991). El hecho que, desde una perspectiva morfológica, las descripciones de nuevas entidades taxonómicas se realicen en base a cráneos y dientes, revela que dichos elementos son los más diagnósticos a la hora de realizar identificaciones taxonómicas de género y especie. En orden de nivel diagnóstico siguen, por norma general, los huesos largos, luego las cinturas, finalmente, la columna vertebral y sus anexos, costillas y esternón (Salemme et al., 1991).

Una vez que se alcanza un conocimiento global de los distintos grupos de vertebrados, eje de este capítulo, resulta sumamente necesario apoyarse en muestras esqueléticas comparativas con asignaciones taxonómicas precisas, guías y atlas osteológicos reconocidos y fotometrías de modelos 3D de esqueletos para realizar identificaciones correctas. Cabe destacar que la cátedra de Zooarqueología cuenta con una colección osteológica y tafonómica,

donada por Luciano J.M. “Pepe” De Santis+, Luís M. del Papa y Fernando J. Fernández, para el desarrollo de este tema y de tafonomía en la parte práctica.

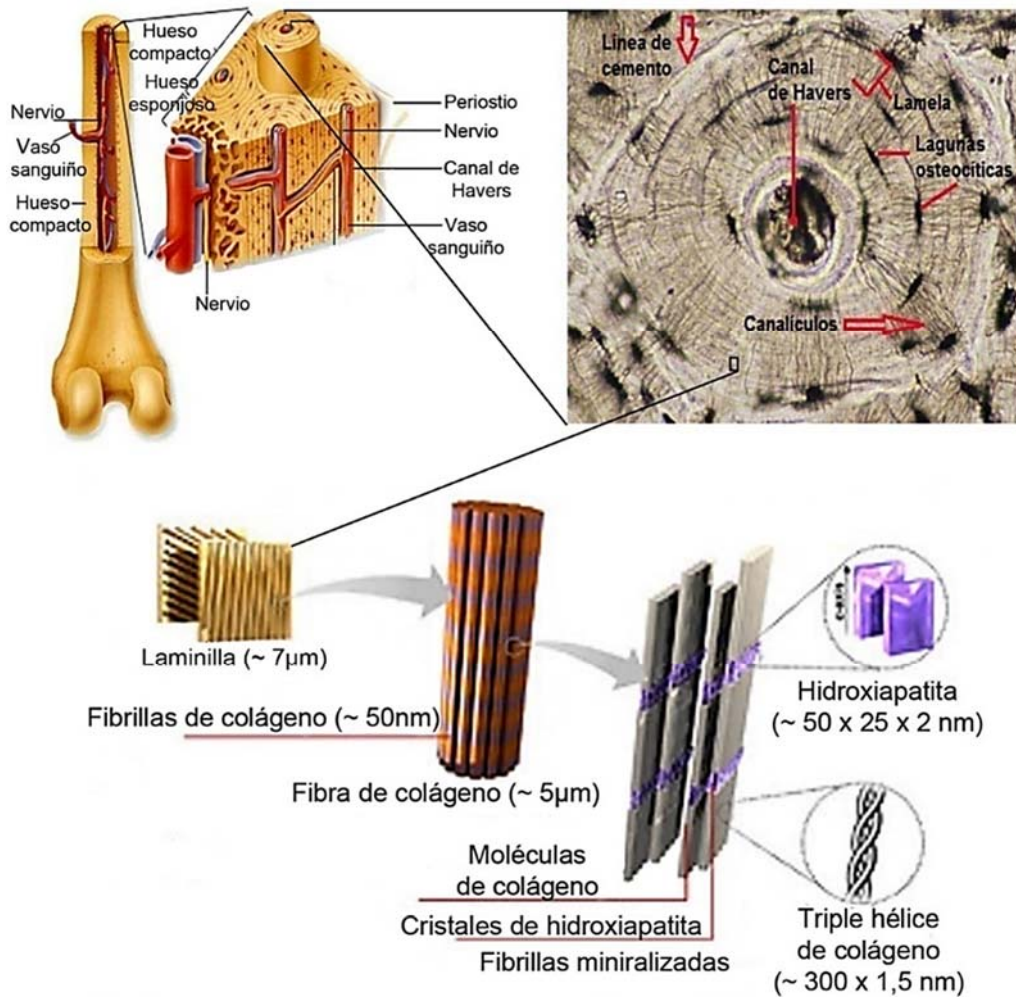
En este capítulo se trata la osteología de los grupos de vertebrados que son frecuentes en los sitios arqueológicos de América, principalmente América del Sur, con el objetivo central de aportar herramientas que permitan realizar determinaciones taxonómicas. Se hace énfasis en los niveles de diagnóstico que posee cada elemento anatómico por grupo de vertebrados, en base a guías osteológicas y libros de anatomía comparada (e.g., Gravilov, 1958; Romer, 1972; Grasse, 1976; Pirlot, 1976; Bracegirdle y Milles, 1981; Carrol, 1997; Kardong, 1998; Weichert, 2009; Hickman et al., 2010).

Composición y estructura del hueso y del cartílago

Los cartílagos y los huesos son tejidos conectivos mineralizados. Tienen depósitos de sales inorgánicas y fibras proteicas en la matriz. Los tejidos cartilaginosos y óseos se diferencian en el tipo de célula. Los primeros tienen condrocitos y los segundos osteocitos, además de células formadoras de hueso llamadas osteoblastos y células destructoras de hueso denominadas osteoclastos. El cartílago y el hueso varían en la composición de las sales minerales de la matriz, el primero está compuesto por sulfato de condroitina y el segundo por fosfato de calcio (hidroxiapatita). Ambos difieren en la vascularización, el cartílago es avascular y el hueso está vascularizado. Finalmente, se distinguen en cuanto a su microarquitectura, el hueso puede estar muy ordenado en osteonas y el cartílago es menos organizado. Estas diferencias, en la composición y estructura de ambos tejidos, se traducen en que los huesos son mucho más resistentes ante los agentes postdeposicionales (véase Capítulo 4); por ende, se conservan mucho mejor que los cartílagos en el registro arqueológico y paleontológico. Por esta razón, son poco frecuentes los hallazgos de esqueletos de peces cartilaginosos o condricios en sitios arqueológicos y paleontológicos. De este grupo, empero, son comunes los registros de los dientes, cuya cubierta mineral, llamada vitrodentina, es muy dura.

La estructura del hueso consta de dos partes: una orgánica que representa entre el 30 y el 40% y está formada por fibras (proteínas) de colágeno; y otra inorgánica que constituye entre el 60 y el 70% restante y está compuesta por cristales de hidroxiapatita (Figura 3.1). La unidad fundamental de la microestructura del hueso compacto se llama osteona o sistema de Havers (Figura 3.1). Las osteonas mejor configuradas se encuentran en la diáfisis de los huesos largos, están compuestas por un canal de Havers ubicado en el centro, alrededor del cual se agrupan, de forma concéntrica, las laminillas que presentan la matriz orgánica e inorgánica previamente mencionada y las lagunas osteocíticas que contienen a las células óseas. Las osteonas se conectan entre sí por los conductos o canalículos de Volkmann, portadores de vasos sanguíneos (Figura 3.1).

Figura 3.1



Nota. Estructura del hueso. Modificado de Cantero et al. (2015: figura 1) y Retales de Ciencia (2022).

Tipos de huesos

Largos: estilopodio (húmero y fémur), zeugopodio (cúbito, radio, tibia y peroné) y partes del autopodio como metapodio (metacarpo y metatarso) y acropodio (falange).

Cortos: basipodio (carpo y tarso).

Planos: cráneo, esternón, costilla, cintura.

Irregulares: vértebras.

Sesamoideos: patela o rótula, pisiforme.

Tipos de osificación

Autostósica / Endocondral: la osificación se produce de forma indirecta, mediante un molde de cartílago (e.g. huesos largos y algunos huesos del cráneo, como los huesecillos del oído medio y huesos de la base).

Allostósica / Dérmica / Intramembranosa: contrariamente, en este caso, la osificación es directa. Se forma el hueso de revestimiento o de membrana (e.g. huesos de la bóveda craneana, huesos del arco mandibular a excepción de los citados en el caso anterior, placas del exoesqueleto).

Funciones

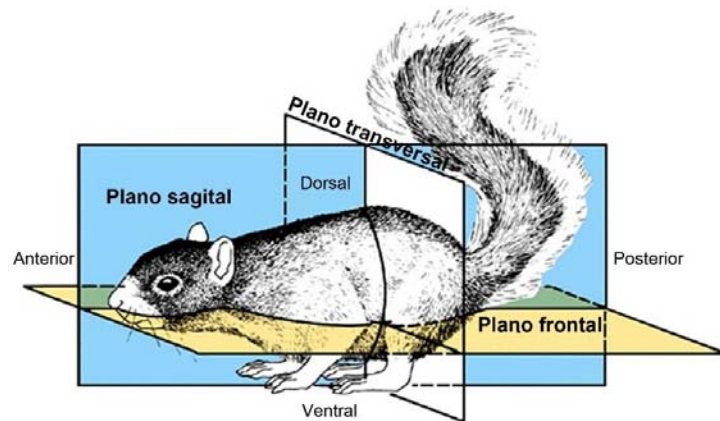
- **Sostén:** estilopodio, zeugopodio y autopodio.
- **Locomoción:** estilopodio, zeugopodio, autopodio, cinturas y columna vertebral (en casos excepcionales como en ofidios).
 - **Protección y soporte:** cráneo, columna vertebral, esternón, costillas y sesamoideos.
 - **Producción sanguínea:** epífisis de los huesos largos.
 - **Reserva de grasa:** diáfisis de los huesos largos.

Planos de simetría

En animales con simetría bilateral se distinguen los siguientes planos (Figura 3.2):

- **Plano sagital:** divide al cuerpo en dos laterales especularmente idénticos (izquierda y derecha).
- **Plano transversal:** separa al cuerpo en sus partes anterior (craneal) y posterior (caudal).
- **Plano frontal (o coronal):** divide al cuerpo en la mitad dorsal (superior) de otra ventral (inferior).

Figura 3.2

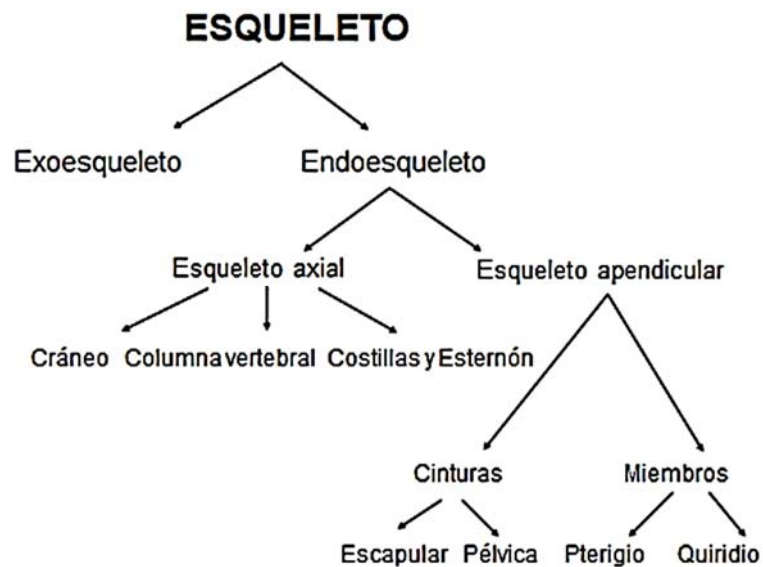


Nota. Planos de simetría en un vertebrado. Modificado de Hickman et al. (2010: figura 9-2).

Esqueleto

La Figura 3.3 muestra la clasificación general del esqueleto de los vertebrados con sus niveles y divisiones. A lo largo de este capítulo nos vamos a detener en cada una de sus partes.

Figura 3.3



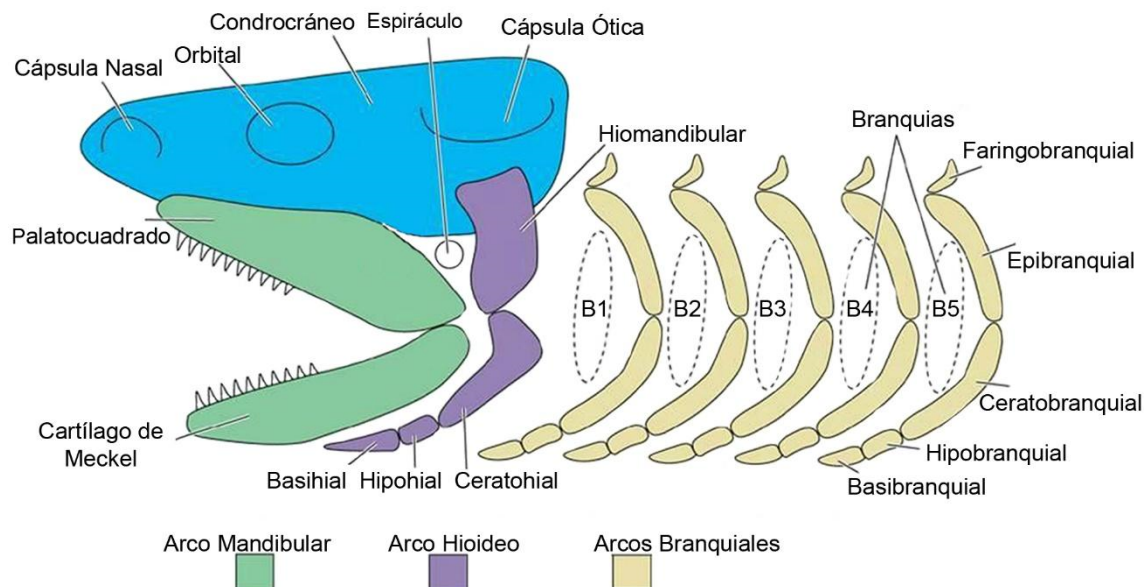
Nota. Esquema general sobre las divisiones del esqueleto de los vertebrados.

Cráneo

Está dividido en dos partes con diferentes orígenes y funciones. La porción del cráneo que encierra y protege al cerebro y a los principales órganos de los sentidos se denomina neurocráneo y la parte del cráneo que se encuentra en relación con la primera porción de los sistemas digestivo y respiratorio es el esplanocráneo (Figura 3.4). El nivel elevado de diagnóstico del cráneo permite asignar restos a nivel de género o especie.

No nos detendremos en el cráneo de los condricios porque, como se mencionó previamente, sus restos esqueléticos no son frecuentes en el registro arqueológico y paleontológico porque su estructura y composición de cartílago les confieren poca conservación, a excepción de los ejemplares de gran tamaño cuyo esqueleto está altamente calcificado (véase Capítulo 2). De este grupo, únicamente, usaremos el esquema de un ejemplar de Selachimorfos o Selachimorpha (tiburones o escualos) que ilustra las divisiones del cráneo y sus partes (Figura 4), a partir del cual resulta didáctico para explicar las osificaciones que se presentan en los demás vertebrados.

Figura 3.4



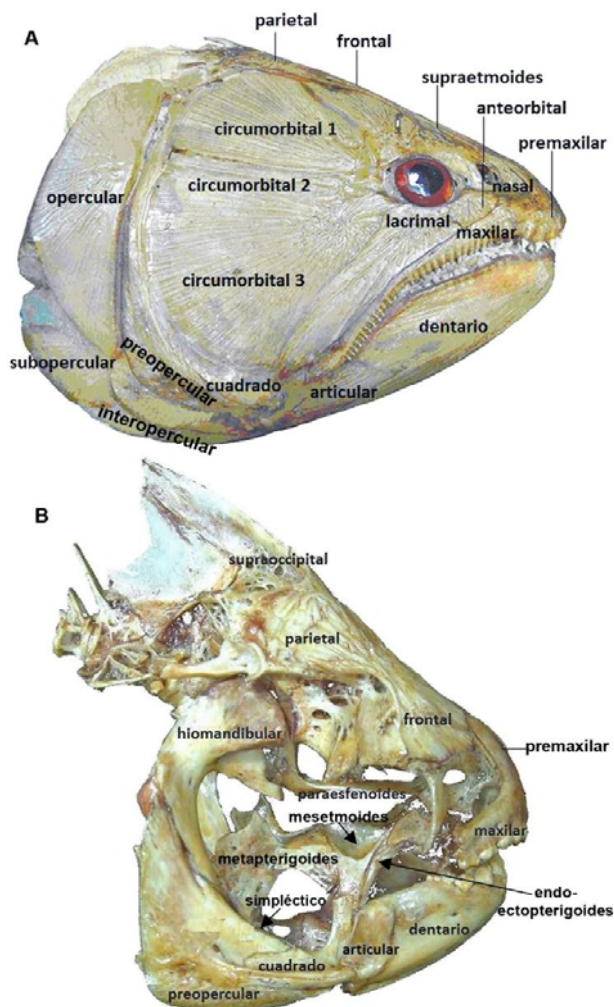
Nota. Esquema del cráneo de un condricio Selachimorpha con sus divisiones. Modificado de Liem et al. (2001: figura 7.3).

Peces óseos: Teleósteos

En los Actinoptergios del grupo Teleósteos, el cráneo es tropibásico (las trabéculas están fusionadas en la zona orbitotemporal con agujero hipofisario pequeño, distancia interorbital angosta y cavidad cerebral ubicada hacia atrás), presenta numerosas osificaciones y son el grupo de vertebrados con mayor cantidad de huesos en el cráneo (Figura 3.5). En este apartado nos detendremos en los huesos que se encuentran con mayor frecuencia en los

sitios arqueológicos, tanto sea por su conservación o por su mejor determinación. En la región naso-etmoidal tenemos, como elementos conspicuos, al mesetmoides, los ectetmoides y los nasales (Figura 5). En la región fronto-orbital se destacan, entre otros huesos, las placas escleróticas, lacrimal, orbitosfenoides, paraesfenoides (también abarca regiones vecinas), frontales, prefrontales y una serie de circunorbitales (Figura 3.5). En la región esfeno-parietal-ótica se distinguen los parietales, esfenóticos (postfrontal), intercalar, proótico y los perióticos -principalmente epiótico, opistóticos y pteróticos- (Figura 3.5). En la región occipital tenemos al supraoccipital, el basioccipital y los exoccipitales, sin cóndilos de articulación con la columna vertebral (Figura 3.5).

Figura 3.5



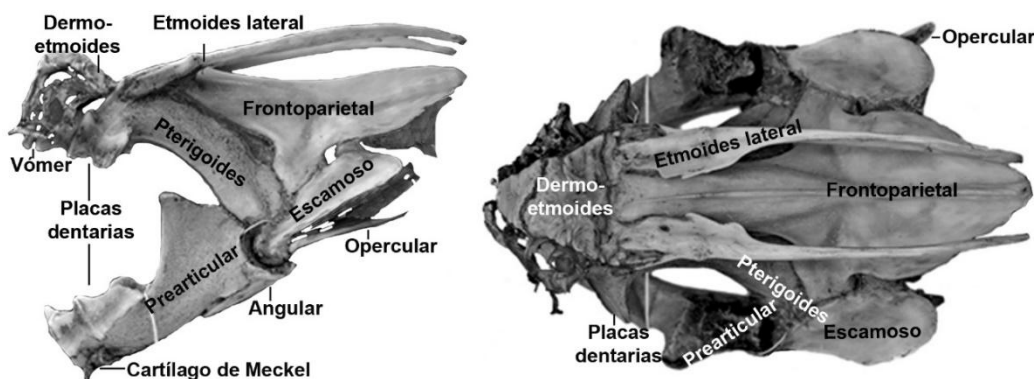
Nota. Cráneos de peces Characiformes. El cráneo de un dorado, *Salminus brasiliensis* (A), con las series orbitales y operculares. El cráneo de un pacú, *Myleus pacu* (B), no presenta las mencionadas alostosis para poder observar los huesos del arco hioideo, el paraesfenoides y los pterigoides. Modificado de Teisire et al. (2010: figuras 10 y 12).

En el borde externo del palatocuartado (Figura 3.4), a ambos lados, se osifican el premaxilar, maxilar y cuadrado. En los bordes internos del mencionado cartílago se osifican

los palatinos, los endopterigoides, los ectopterigoides y los metapterigoides. Sobre el cartílago de Meckel (ver Figura 3.4) se osifican el dentario, angular, suprangular, esplenial y articular. El cuadrado, metapterigoides y articular son las únicas autostosis de esta serie. En el arco hioideo (ver Figura 3.4) se osifican, como elementos conspicuos, el hiomandibular y el simpléctico. Los peces óseos presentan un grupo de huesos alostósicos que cubren y protegen a las branquias llamados operculares -opercular, preopercular, subopercular e interopercular (solo en teleósteos)- que varían morfológicamente en los distintos grupos taxonómicos, por lo que ostentan un alto nivel de diagnosis (Figura 3.5). El opercular, el de mayor superficie, es altamente reconocible por presentar la cavidad que articula con el hiomandibular. El preopercular, también, es de fácil determinación porque lleva los surcos por donde pasa la línea lateral en su recorrido por el cráneo. Los peces óseos presentan un grupo de huesos alostósicos que cubren y protegen a las branquias llamados operculares -opercular, preopercular, subopercular e interopercular (solo en teleósteos)- que varían morfológicamente en los distintos grupos taxonómicos, por lo que ostentan un alto nivel de diagnosis (Figura 3.5). El opercular, el de mayor superficie, es altamente reconocible por presentar la cavidad que articula con el hiomandibular. El preopercular, también, es de fácil determinación porque lleva los surcos por donde pasa la línea lateral en su recorrido por el cráneo.

Entre los Sarcopterigios, el Dipnoo sudamericano, *Lepidosiren paradoxa*, presenta un cráneo platibásico (las trabéculas están separadas en la región orbitotemporal con agujero hipofisario y distancia interorbital amplia, falta el tabique interorbital y la cavidad cerebral se extiende hacia adelante, hasta las cápsulas nasales con base ancha). Es un cráneo poco osificado y con numerosas fusiones (Figura 3.6). Los parietales y los frontales se unen y forman un hueso grande en la bóveda llamado frontoparietal y, a ambos lados, se destacan dos varillas largas correspondientes a los etmoides laterales o ectetmoides o frontoparietales laterales. Además, se osifican los prevomeres y los pterigopalatinos portadores de placas dentarias, el paraesfenoides y los exoccipitales. En este pez pulmonado se osifica el escamoso, pero no el cuadrado (Figura 3.6). Asimismo, se observan un par de costillas cefálicas que son el resultado de tres vértebras asimiladas al cráneo. La mandíbula la constituye el esplenial, portador de placas dentarias configuradas para triturar los alimentos. La articulación mandibular, en este caso, se produce entre el esplenial y un articular cartilaginoso, con pocas posibilidades de hallarse en los sitios. En la región del opérculo se distinguen un opercular y un subopercular.

Figura 3.6



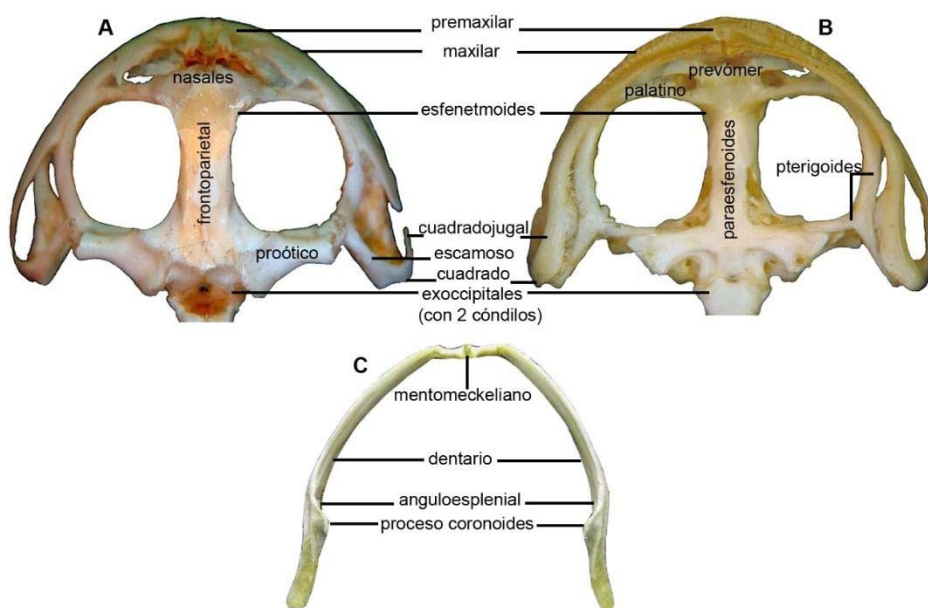
Nota. Vistas lateral y dorsal del cráneo del pez pulmonado *Lepidosiren paradoxa*. Modificado de Machado et al. (2010: figuras 2 y 3).

Anfibios anuros

Las ranas y sapos presentan un cráneo platibásico (Figura 3.7). Tienen, asimismo, pocas osificaciones, entre sus órbitas se observa el frontoparietal, dorsal al esfenetmoides. Por delante se encuentran los nasales y en la parte anterior de la quijada superior los premaxilares, seguidos de los maxilares y los cuadradoyugales, estos contactan con los escamosos y estos con los proóticos. Posteriormente, se hallan los exoccipitales con dos cóndilos. En el paladar se observan los prevómeres a veces dentados, los palatinos y un gran paraesfenoides en forma de “T” que contacta los pterigoides.

Con los tetrápodos aparece el oído medio formado por la columela (o estribo), el cual deriva del hiomandibular (elemento destacado del arco hioideo) de los peces. La mandíbula exhibe un dentario extendido como elemento notorio, además, presenta el anguloesplénial, el mentomeckeliano y el cartílago de Meckel, que raramente persiste en el registro fósil (Figura 3.7). La quijada inferior en los anuros no lleva dientes y en el caso de los sapos (Bufonidae), tampoco lo hace la quijada superior.

Figura 3.7



Nota. Vistas dorsal (A) y ventral (B) del cráneo y mandíbula (C) de un anuro. Modificado de Teisaire et al. (2010: figuras 1 y 2).

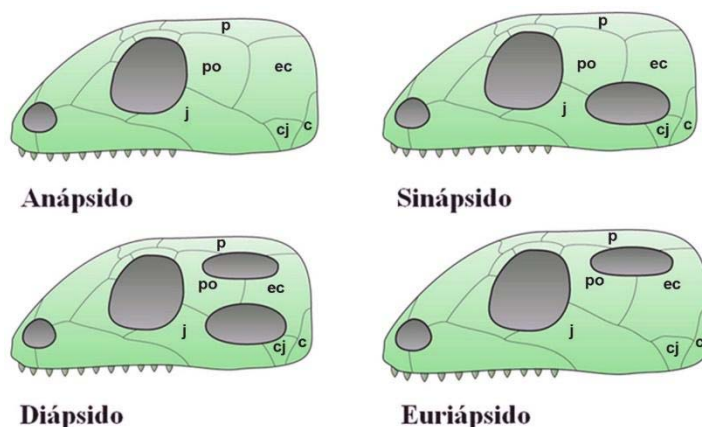
Reptiles

Aunque en este volumen se utiliza una clasificación sistemática tradicional (véase Capítulo 2) y, según este marco, se abordará el presente capítulo. Cabe mencionar que “Reptiles” no es un grupo natural, es decir que no incluye a todos los descendientes del mismo ancestro común, ya que excluye a las Aves (que tradicionalmente ocupaban su propia clase independiente). Cocodrilos y Aves conforman el grupo Arcosauria y están más emparentados entre sí respecto del resto de los reptiles. El grupo natural conformado por todos los

descendientes del ancestro en común de los reptiles, es decir que incluye a las aves, se denomina Sauropsida.

En reptiles, el cráneo es tropibásico. La clasificación tradicional de los reptiles se realiza en base a las vacuidades (fenestras) o arcos temporales (Figura 3.8). Los cráneos cerrados, sin fenestras temporales, se denominan anápsidos y están representados por Cotosaurios extinguidos en el Mesozoico. Los cráneos que poseen la vacuidad superior, delimitada por el parietal (arriba) y por el postorbital y escamoso (abajo) se llaman euriápsidos y están constituidos por grupos marinos (plesiosaurios, ictiosaurios) extinguidos en el Mesozoico. Los cráneos de tipo diápsido son aquellos que tienen dos fenestras temporales, la superior (igual que el caso anterior) y la inferior delimitada por el postorbital y el escamoso arriba y el yugal más el cuadradoyugal abajo. Estos cráneos existen en numerosas formas extinguidas y actuales, como en los cocodrilos y en los saurios; también en las aves. En la actualidad los euriápsidos y algunos grupos, que tradicionalmente estaban comprendidos en los anápsidos, como los quelonios, se los considera diápsidos porque han perdido las fenestras secundariamente. Finalmente, los cráneos con una fenestra inferior se denominan sinápsidos y están representados por los reptiles mamíferoides, mamíferos primitivos y actuales, aunque en estos últimos están modificados por pérdida del postorbital y el cuadradoyugal.

Figura 3.8

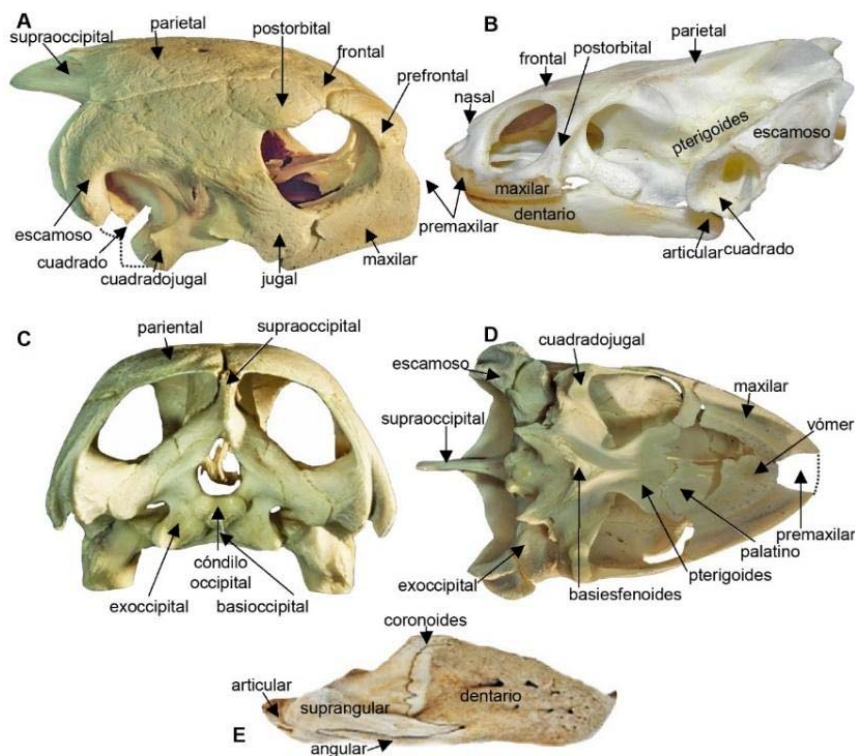


Nota. Clasificación tradicional del cráneo de los “reptiles” en base a las fenestras temporales. Abreviaturas: c = cuadrado; cj = cuadradoyugal; ec = escamoso; j = yugal; p = parietal; po = postorbital. Modificado de Paleontología y Evolución de la UCM (2014: figura 1).

Entre otras características craneales que comparten todos los reptiles se destacan la presencia de un cóndilo occipital (pueden intervenir uno o dos huesos, como basioccipital y exoccipitales) para articular con la primera vértebra cervical llamada atlas y la presencia de estribo en el oído medio. En los reptiles no osifican la mayor parte de las autostosis del cráneo, es decir que en el adulto los etmoides y los esfenoides permanecen cartilaginosos. Las únicas autostosis presentes son el cuadrado, pleuroesfenoides (que cierra por delante la cavidad encefálica), articular y, en saurios y quelonios, el epipterigoides (osificación del proceso ascendente del palatocadrado).

Quelonios o Testudinos: evolutivamente las tortugas son consideradas diápsidos, aunque presentan un cráneo cerrado como los anápsidos (Figura 3.9A). Algunos grupos de tortugas pueden presentar emarginaciones (Figura 3.9B). Poseen un supraoccipital que termina en forma de espina, más o menos destacada según el grupo. En la conformación del cóndilo occipital intervienen el basioccipital y los exoccipitales (Figura 3.9C). El cuadrado es inmóvil, condición llamada monimostília. Los quelonios poseen cierta extensión ventromedial de los premaxilares y maxilares (Figura 3.9D), sin llegar a formar un paladar secundario. Las tortugas pleurodiras tienen una morfología muy particular que las distinguen fácilmente de las criptodiras. Por ejemplo, la presencia de los huesos nasales y los premaxilares, los maxilares y los postorbitales más reducidos debido a una notable emarginación, los pterigoides se observan desde la vista lateral del cráneo, aunque también en su base (Figura 3.9B). La mandíbula en ambos grupos de quelonios poseen numerosos huesos y ninguno lleva dientes, aunque el dentario, al igual que el premaxilar y el maxilar, es robusto y con bordes filosos (cubierto de una ranfoteca córnea) que les permiten cortar sus alimentos (Figura 3.9E y B).

Figura 3.9

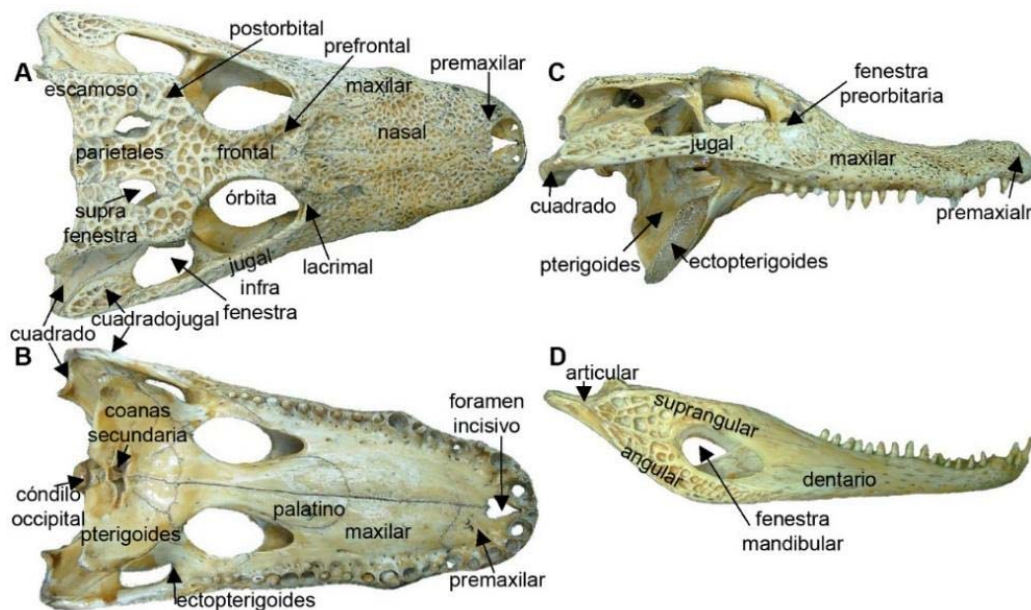


Nota. Vistas lateral del cráneo de una tortuga marina criptodira, *Chelonia mydas* (A) y de una pleurodira fluvial *Hydromedusa tectifera* (B), vistas posterior (C) y ventral (D) del cráneo y labial de mandíbula (E) de *C. mydas*. Modificados de Huerta (2017: figura 2) y Cáceres Murrie et al. (2019: figuras 3-5).

Crocodilios: los cocodrilos tienen un cráneo diápsido con dos fenestras temporales, además de las fenestras preorbitaria y mandibular (Figura 3.10), características de los

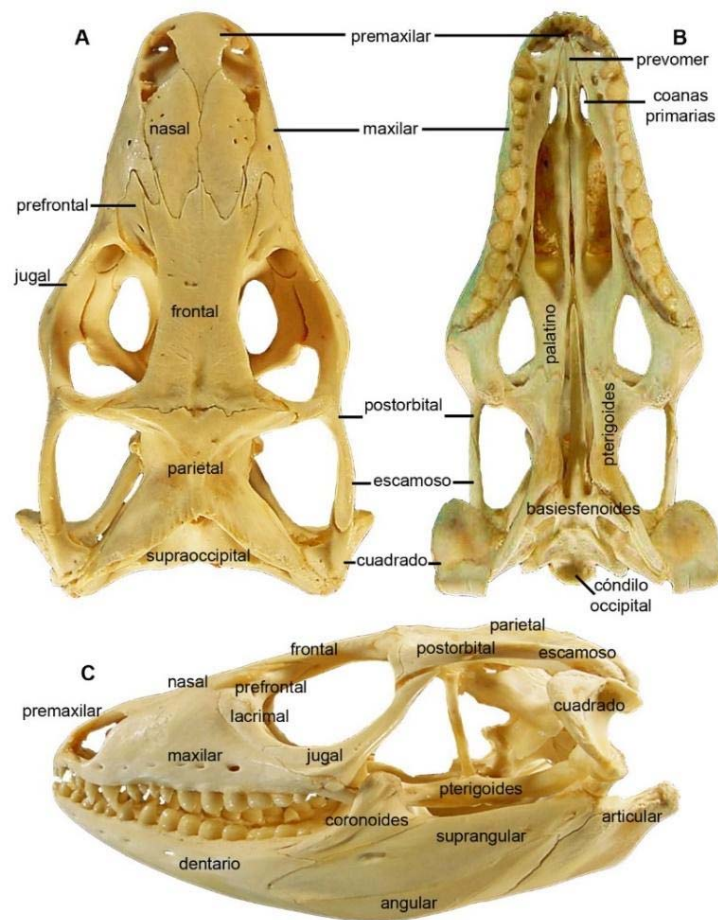
arcosaurios (cocodrilos y aves). Estos reptiles poseen paladar secundario por la extensión ventro-medial de los premaxilares, maxilares, palatinos y pterigoides, donde se ubican las coanas secundarias (Figura 3.10). En la conformación del cóndilo occipital de los cocodrilos interviene únicamente el basioccipital (Figura 3.10). El cuadrado es inmóvil (monimostília). El premaxilar, maxilar y dentario de estos reptiles tienen alvéolos que portan dientes tecodontes (ver más adelante). La mandíbula de los cocodrilos presenta numerosos huesos y, como se mencionó, tiene una vacuidad llamada fenestra mandibular (Figura 3.10).

Figura 3.10



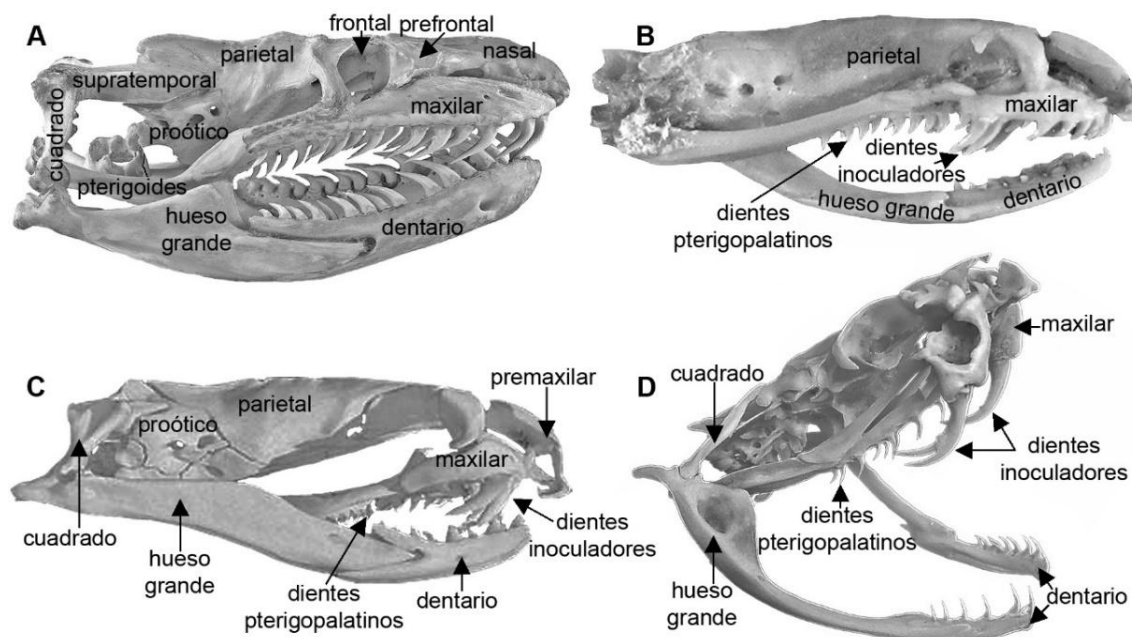
Nota. Vistas dorsal (A), ventral (B) y lateral (C) del cráneo y mandíbula (D) de un crocodilio *Caiman*. Modificado de Teisairie et al. (2010: figuras 3-6).

Saurios o larcertilios: los lagartos y lagartijas presentan un cráneo diápsido modificado, con dos vacuidades temporales, aunque con la infrafenestra abierta por la ausencia del cuadradojugal (Figura 3.11). Los saurios no tienen paladar secundario. En la conformación del cóndilo occipital intervienen el basioccipital y los exoccipitales (Figura 3.11). El cuadrado es móvil respecto de la región ótica (estreptostília), lo que permite mayor apertura de la boca. La mandíbula presenta todos los huesos que osifican sobre el cartílago de Meckel (Figura 3.11).

Figura 3.11

Nota. Vista dorsal, ventral y lateral (con mandíbula) del cráneo de un saurio, *Salvator rufescens*. Modificado de Montero et al. (2004).

Ofidios: las serpientes o víboras pertenecen, junto con los saurios, al grupo de reptiles escamados, por lo que comparten varias características con éstos, tales como ausencia de paladar secundario, un cóndilo occipital formado por el basioccipital y los exoccipitales y cuadrado móvil (estreptostílico). Los ofidios tienen un cráneo diápsido tan modificado que resulta difícil distinguir los límites de las fenestras temporales (Figura 3.12), dado que se pierde el yugal, el cuadradoyugal y el posorbital. El escamoso no se encuentra y su posición es reemplazada por el supratemporal (Figura 3.12). En este grupo de reptiles, los pterigopalatinos (fusión de los pterigoides y los palatinos) pueden llevar dientes y, en aquellas con diente inoculador móvil, el maxilar está reducido para portar ese diente y se vuelve móvil respecto del resto del cráneo (Figura 3.12D, ver más adelante). Una característica particular de los ofidios es que la mandíbula presenta, posteriormente al dentario (con sus dientes acrodontes), un hueso llamado grande formado por la fusión de varios elementos (Figura 3.12).

Figura 3.12

Nota. Vistas laterales de cráneos y mandíbulas de ofidios: aglifa, *Euneetes* (A), opistoglifa, *Phalotris* (B), proteroglifa, *Micrurus* (C) y solenoglifa, *Crotalus* (D). Modificados de Kladzko et al. (2016: figura 1) y Berkovitz y Shellis (2017: figura 7.34).

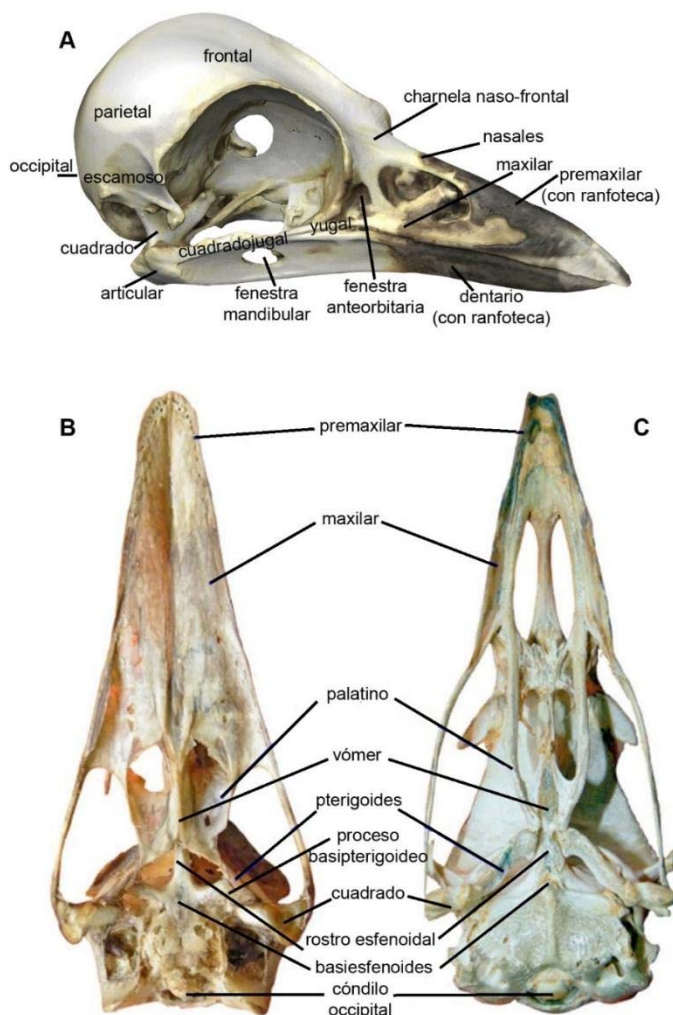
Aves

Como característica general, el cráneo de las aves es tropibásico, globoso, no posee suturas y presenta órbitas grandes y profundas (Figura 3.13A). Las aves tienen un cráneo de tipo diápsido modificado, carecen de posorbital y el yugal y cuadradoyugal forman una barra delgada que conecta el maxilar con un cuadrado móvil (estreptostílico), por lo que ambas fenestras temporales y, muchas veces, la fenestra preorbitaria, por reducción o pérdida del lacrimal, confluyen con la órbita. En las aves se destaca la prolongación del premaxilar y dentario para formar el pico, carente de dientes y con multiplicidad de formas que le confiere un nivel de diagnóstico único. Este grupo presenta un solo cóndilo occipital integrado por los exoccipitales y el basioccipital. Entre otros atributos, el cráneo de las aves es muy kinético debido a que cuentan con charnelas entre los nasales y los frontales (Figura 3.13A). A diferencia de lo que ocurre en reptiles, en las aves osifica el mesetmoides, a veces los ectetmoides y el orbitoesfenoides que constituye el tabique interorbitario. La mandíbula presenta una fenestra (como en cocodrilos) y tiene múltiples huesos.

Paladar paleognato o rígido: este tipo de paladar lo tienen las aves paleognatas con distribución actual restringida al Hemisferio Sur, representadas en América del Sur por las Rheiformes (ñandúes) y las Tinamiformes (inambúes). El paladar paleognato presenta prevómeros grandes unidos a los palatinos y a los pterigoides, basiesfenoides con procesos basipterigoideos que los unen con mayor rigidez a los pterigoides y al rostro esfenoidal (Figura 3.13B).

Paladar neognato o móvil: está presente en el resto de las aves, llamadas neognatas. Este paladar posee prevómeres reducidos sin contacto con los pterigoides, además de palatinos y pterigoides unidos en forma móvil. Los procesos basipterigoideos están reducidos o, generalmente, ausentes (Figura 3.13C).

Figura 3.13



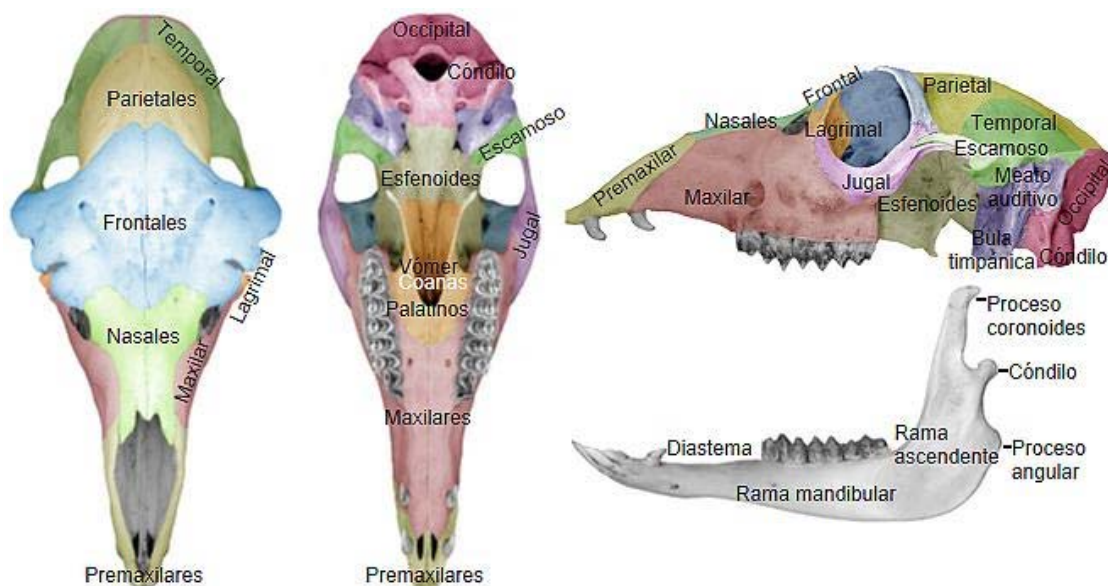
Nota. Cráneo de ave (A), paladar paleognato (B) de *Rhea pennata* y paladar neognato (C) de *Melleagris gallopavo domesticus*. Modificado de Teisaire et al. (2010: figura 20).

Mamíferos

En este grupo el cráneo es tropibásico, aunque, durante el crecimiento, adopta características de platibásico secundariamente (Figura 3.14). En los mamíferos se reduce el número de huesos por distintas fusiones que dan lugar a la conformación de los complejos óseos:

- Temporal: formado por el escamoso, el petroso (fusión de los óticos), el mastoideo (ausente en los cetáceos) y el timpánico (angular y suprangular de los reptiles).

- Esfenoidal: el aliesfenoides (derivado del epipterigoides) unido al basiesfenoides componen las alas mayores o magnas del esfenoides. El orbitoesfenoides forma a las alas menores o parvas del esfenoides.
- Etmoidal: los mesetmoides integran el tabique nasal y los ectetmoides a los cornetes etmoidales o etmoturbinales (visibles en un corte sagital), los cuales aumentan la superficie del epitelio olfatorio y según su número, tamaño y forma permiten clasificar a los mamíferos en anosmáticos (carentes de turbinas o son muy reducidos; cetáceos odontocetos), microsmáticos (dos o tres turbinas de cada lado; primates, pinnípedos, cetáceos misticetos) y macrosmáticos (4 a 8 turbinas de cada lado; carnívoros, insectívoros, ungulados, edentados, roedores y quirópteros).
- Occipital: por la fusión del supraoccipital, los exoccipitales y el basioccipital. Existen dos cóndilos occipitales.

Figura 3.14

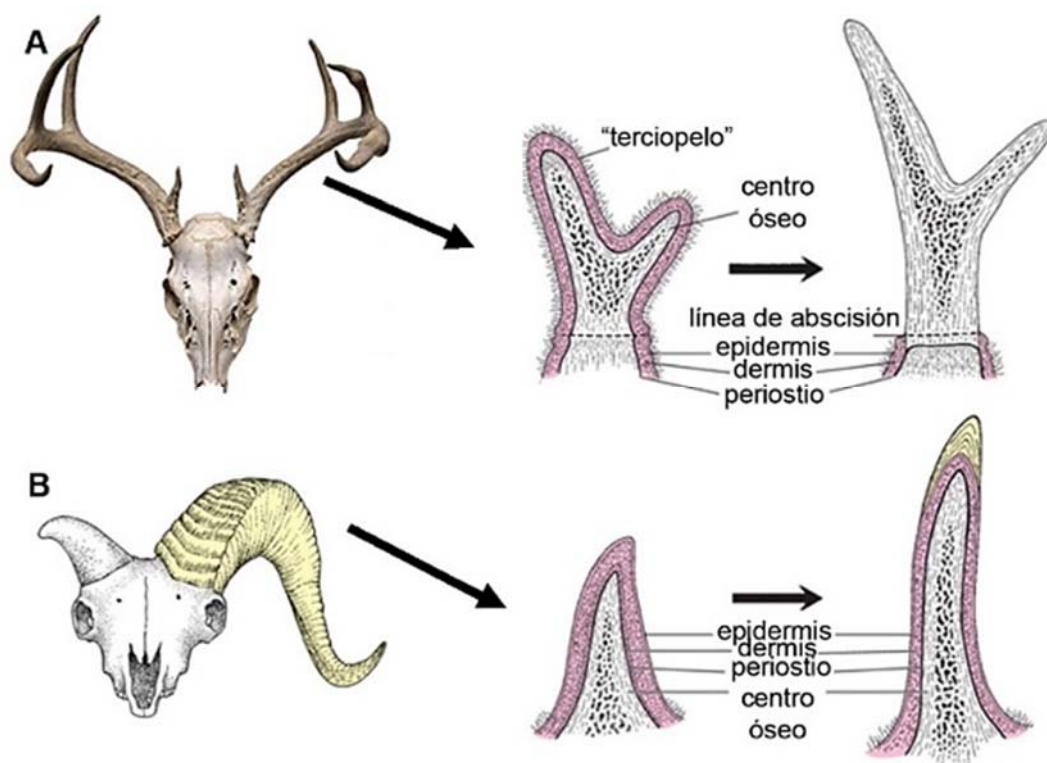
Nota. Vistas dorsal (A), ventral (B) y lateral de cráneo (C) y vista labial de mandíbula (D) de guanaco, *Lama guanicoe*. Modificado de Sierpe (2015: figuras 8-11).

Asimismo, el cráneo de los mamíferos presenta nasales (ausentes en sirenios y reducidos en los primates), vómer y frontales. Posee paladar secundario por extensión ventromedial de premaxilares, maxilares y palatinos (en pocos casos intervienen los pterigoideos, como ocurre en edentados y cetáceos), por detrás del cual se ubican las coanas secundarias (Figura 3.14B). La mandíbula está formada únicamente por el dentario que, salvo pocas excepciones, porta dientes tecodontes en sus alvéolos. Este hueso articula con el escamoso (craniostilia), en una carilla que se encuentra en la base del arco zigomático (Figura 3.14B y C). El resto de los huesos, que forman parte de la mandíbula en los otros vertebrados, se pierden (esplénial, coronoides) o pasan a integrar el hueso timpánico (angular y suprangular) y el oído medio como el articular (martillo) y el prearticular o gonial (apófisis foliana del martillo), mientras que

el dentario presenta accidentes que reemplazan esos huesos (apófisis coronoidea, proceso angular, cóndilo articular). El aparato del hioides, originado a partir de la parte inferior del arco homónimo y del primer arco branquial, también, es importante ya que, como sostiene a la lengua, puede hallarse con marcas de corte en restos exhumados de los sitios arqueológicos.

El cráneo de los mamíferos presenta multiplicidad de formas según el orden en que se incluya. En grupos como los roedores, los carnívoros y los ungulados, los exoccipitales se prolongan para constituir los procesos paraoccipitales o se dilata la base del timpánico para componer las bulas homónimas, cuyo mayor desarrollo se halla en roedores octodóntidos. Por adaptación a la vida acuática permanente, los huesos del cráneo de los cetáceos muestran cambios notables conocidos como telescopización. Esta condición se caracteriza por el alargamiento de los premaxilares y maxilares, la reducción del frontal en sentido antero posterior, la proyección del occipital hacia adelante y el desplazamiento de los nasales hacia el techo del cráneo, que le permiten respirar y tragar al mismo tiempo. La mandíbula de los cetáceos no tiene rama ascendente como en mamíferos terrestres o semi acuáticos. Por su parte, la mandíbula de los herbívoros presenta ramas ascendentes más verticales y, a diferencia de los carnívoros, los cóndilos articulares están más elevados que la superficie de oclusión de los dientes (Figura 3.14D).

Finalmente, muchos ungulados presentan proyecciones puntiagudas en la bóveda del cráneo denominadas astas y cuernos (Figura 3.15). La primera de estas es propia de los cérvidos machos, excepto en el reno o caribú, *Rangifer tarandus*, que se halla en adultos de ambos sexos. Las astas crecen y caen cuando empieza y termina la época reproductiva, no obstante, perdura la roseta ósea que sostiene al asta. La morfología de las astas es muy variable según el género, desde la presencia de una sola punta como en el guazuncho o corzuela, *Mazama*, hasta formas anchas y palmeadas con finas puntas en el borde como en *Alces*. Los cuernos son típicos en los individuos de ambos sexos en los bóvidos y en el antilocáprido norteamericano, *Antilocapra americana*. Estas proyecciones son permanentes y están revestidas por un estuche córneo queratinizado que integra la capa externa de la epidermis.

Figura 3.15

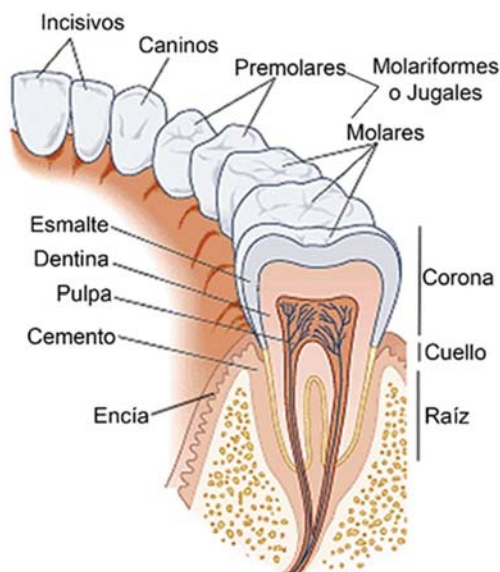
Nota. Astas de cérvido (A) y cuernos de bóvido (B). Modificado de Kardong (1998: figuras 6.26 y 6.28).

Dientes

Los dientes tienen un nivel diagnóstico muy alto que permite realizar identificaciones taxonómicas a nivel de género o especie, principalmente en los condriktios y en los mamíferos. En cuanto a su composición, el diente en la mayor parte de los vertebrados está formado por tres capas que, desde el interior a la superficie, se denominan pulpa, dentina y esmalte (Figura 3.16). El tejido conectivo mucoso o pulpa llena la cavidad pulpar en la corona y en el conducto radicular para soportar los vasos sanguíneos y los nervios que ingresan al diente por el agujero apical. La dentina o marfil rodea a la pulpa y crece durante toda la vida. Es una sustancia orgánica impregnada por sales calcáreas, semejante al hueso aunque más dura, atravesada por canalículos dentarios ramificados penetrados por las prolongaciones de las células periféricas de la pulpa. La sustancia brillante llamada esmalte cubre la superficie de la corona y deja de crecer después de la erupción del diente. El esmalte está compuesto por fibras prismáticas perpendiculares a la superficie con más de un 95% de componentes inorgánicos, principalmente fosfato de calcio y menor proporción de fosfato de magnesio y fluoruro de calcio. Esta altísima proporción de componentes inorgánicos lo convierte en la sustancia más dura del cuerpo. En los dientes de los condriktios, de similares características a sus escamas placoides, la capa externa, también muy dura (mineralizada) y brillante, se

denomina vitrodentina. El cemento, como el hueso, está formado por áreas celulares y acelulares. Presenta bastoncillos de fibras conjuntivas de Sharpey. Los cementocitos elaboran la matriz de anillos concéntricos en pulsos estacionales de modo que el cemento aumenta irregularmente con la edad. Esta sustancia yace sobre la dentina a nivel radicular, crece en capas sobre la superficie de las raíces y en muchos herbívoros (e.g. roedores cavinós, equinos) puede extenderse a lo largo de la corona entre los pliegues del esmalte.

Figura 3.16

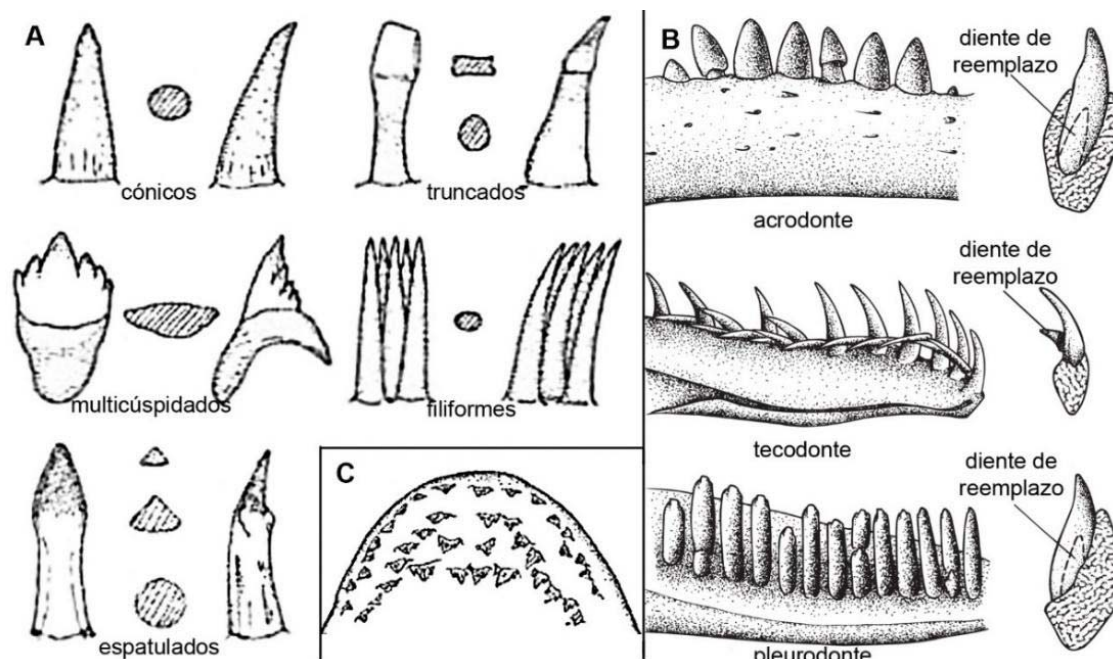


Nota. Heterodoncia y estructura del diente de un mamífero, *Homo sapiens*. Modificado de Castellano (2012).

En cuanto a su morfología, por un lado, existen los dientes simples, cónicos y sin raíz denominados haplodontes, típicos de los peces, anfibios y reptiles (Figura 3.17A). Por otro lado, tenemos a los dientes complejos, con raíz y corona, llamados plexodontes (Figura 3.16). Los dientes pueden estar implantados sobre el hueso denominados acrodontes (e.g., peces y mayoría de los reptiles), en los laterales del hueso llamados pleurdontes (e.g., anuros, saurios) y en alvéolos denominados tecodontes (e.g., mamíferos, cocodrilos) (Figura 3.17B). Por otra parte, cuando los dientes se reemplazan varias veces en la vida, como ocurre en los vertebrados basales (mayoría de los peces, anfibios y reptiles), recibe el nombre de polifiodoncia (Figura 17C). Si hay dos generaciones de dientes (deciduos o de leche y definitivos) se habla de difiodoncia (mayoría de los mamíferos). Si existe una sola dentición se llama monofiodoncia y se la puede hallar en dipnoos, cetáceos odontocetos, marsupiales y algunos edentados. Cuando los dientes tienen corona baja y raíces grandes y subdivididas, como en la mayoría de los mamíferos, se denominan braquiodontes. Contrariamente, si la corona es alta y la raíz es corta se llaman hipsodontes (ungulados, xenarthros, roedores, lagomorfos y marsupiales). En general, el crecimiento en este tipo de diente es limitado (protohipsodoncia). En algunos casos (incisivos de roedores, lagomorfos y proboscidos;

molares de caviomorfos y xenarthros) el crecimiento continúa a lo largo de toda la vida para compensar el desgaste, en una condición llamada euhipsodoncia. En los ejemplos mencionados, el esmalte puede cubrir a todo el diente (lagomorfos), solo a la parte anterior (roedores) o presentarse únicamente en el extremo del colmillo (proboscidos).

Figura 3.17



Nota. Dientes haplodontes (A), tipos de implantación (B) y polifiodontes (C). Modificados de Angulo et al. (2021: figura 8) y Kardong (1998: figura 13.10).

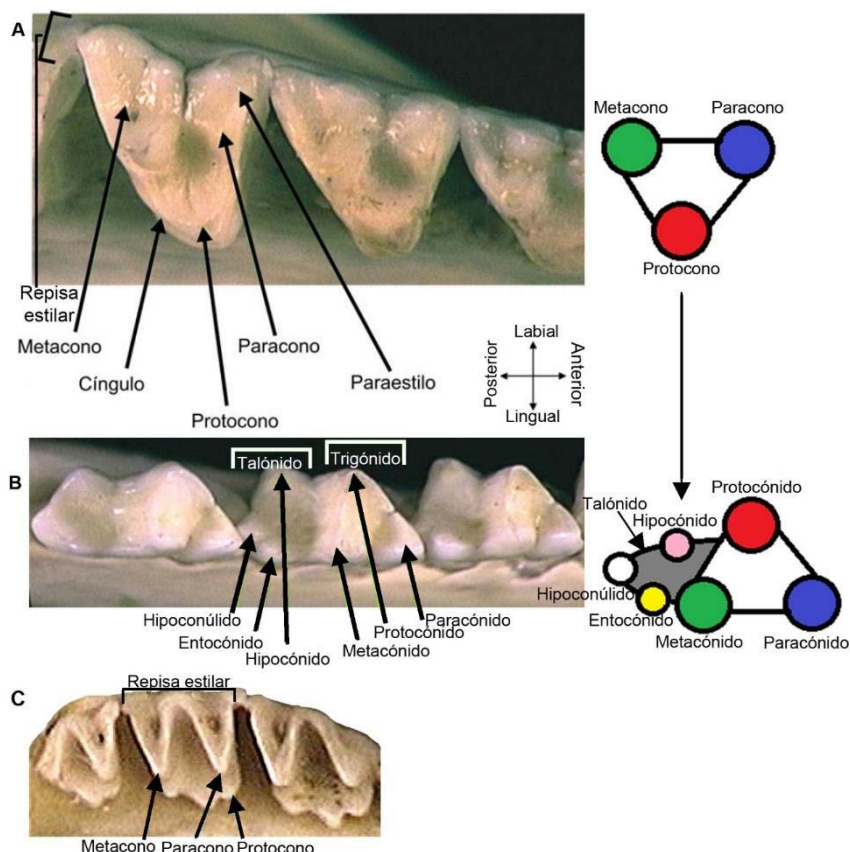
En los peces, anfibios y reptiles es frecuente que todos los dientes sean iguales (homodoncia). Sin embargo, algunos grupos pueden presentar alguna diferenciación. Por ejemplo, los lagartos del género *Salvator*, relativamente frecuentes en sitios arqueológicos sudamericanos, portan dientes cónicos, simples y levemente curvados hacia atrás en la parte anterior del dentario, premaxilar y maxilar y dientes romos en la parte posterior del dentario y maxilar (Figura 3.11). Otro ejemplo destacado lo constituyen los ofidios, debido a que pueden contar con un par de dientes especializados para inocular el veneno. Los boideos, pitónidos (estos últimos sin distribución en América) y numerosas especies de colúbridos, que matan a sus presas por constricción, no tienen tal diferenciación en los dientes. Esta condición recibe el nombre de aglifa (Figura 3.12A). Algunos colúbridos venenosos (e.g., *Philodryas* y *Phalotris*) presentan un par de dientes inoculadores, un poco más grandes que el resto, ubicados en la parte posterior de los maxilares. Esta condición se denomina opistoglifa (Figura 12B). Contrariamente, las serpientes de la familia de los elápidos, altamente venenosas, portan un par de dientes, con un surco por donde escurre el veneno en la parte anterior del maxilar. Esta condición se llama proteroglifa (Figura 3.12C). Los elápidos incluyen numerosas serpientes que habitan en otros continentes (cobras, mambas y serpientes marinas) y algunas propias de América como las especies del género *Micrurus* (coral). Finalmente, los vipéridos

cuentan con un par de dientes muy desarrollados con un canal interno para inocular veneno, a modo de una verdadera aguja hipodérmica, ubicados en la parte anterior de la boca, precisamente sobre los maxilares que, como tienen motilidad, estas serpientes los pueden retraer sobre el paladar cuando no están en función de ataque (Figura 3.12D). Esta condición recibe el nombre de solenoglifa y en América se encuentra en los crotalinos *Crotalus* (cascabel) y *Bothrops* (yará).

En los mamíferos, salvo algunas excepciones (edentados, odontocetos), presentan una diversidad dentaria muy marcada (heterodoncia), donde se destacan las siguientes categorías (Figura 3.16): 1) incisivos, generalmente implantados en los premaxilares y en la parte anterior del dentario, son de configuración simple, mayormente, con una sola raíz y pueden tener forma de espátula o cónicos por su función prensil; 2) caninos, implantados generalmente entre los premaxilares y maxilares, principalmente tienen una sola raíz y una corona simple cónica y aguda porque tienen la funcionalidad de defensa o ataque; 3) molariformes o yugales (premolares y molares), implantados en los maxilares y en la parte medial y posterior del dentario, cuya configuración de la corona puede variar entre los distintos grupos taxonómicos, como veremos a continuación, según la cantidad, forma y disposición de las cúspides y superficies machacantes, que tienen la función de cortar y triturar los alimentos.

Tribosfénico

La corona de este molar está completamente cubierta de esmalte. El molar superior consiste de un triángulo cuya cúspide apical (protocono) es lingual y con dos cúspides labiales, anterior (paracono) y posterior (metacono). El molar inferior exhibe un trigónido con el ápice (protocónido) en el sentido opuesto (labial) y dos cúspides linguales, anterior (paracónido) y posterior (metacónido), al cual se le añade una superficie machacante, a modo de cuenco, llamada talónido con algunas cúspides, donde machaca el protocono. Este tipo de molar se lo considera precursor del resto de los molares y es de carácter teórico. En marsupiales americanos se da una configuración similar, salvo que debido a pliegues del esmalte surgen los llamados estilos en el cíngulo que pueden formar una repisa estilar en la cara labial del molar superior y en la cara lingual del molar inferior (Figura 3.18A y B).

Figura 3.18

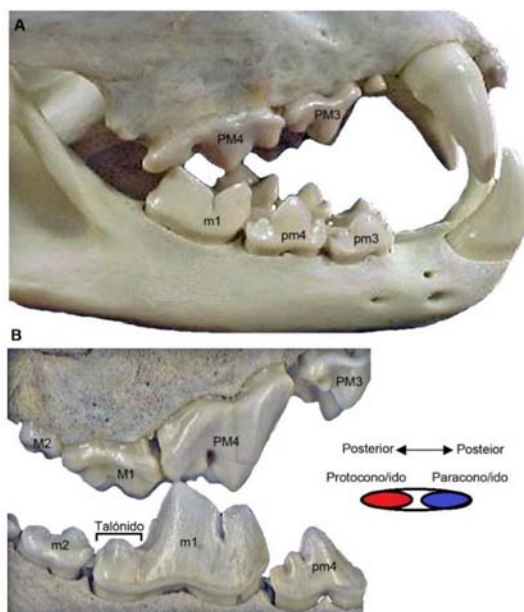
Nota. Molar tribosfénico superior (A) e inferior (B) de un marsupial didelfimorfo (zarigüeyas). Molar superior bilambdodonte de quiróptero (C). Modificado de Duque-Orsio et al. (2009: figuras 5, 6 y 9B). Esquemas del molar tribosfénico a la derecha.

Bilambdodonte

Es un molar de corona amplia y cuadrangular, completamente cubierta de esmalte, con un cíngulo en forma de “W”. Es un tipo de molar que ocurre únicamente en los quirópteros y, como en el mencionado molar tribosfénico presente en los marsupiales, también se observa una repisa estilar bien destacada (Figura 18C).

Secodonte

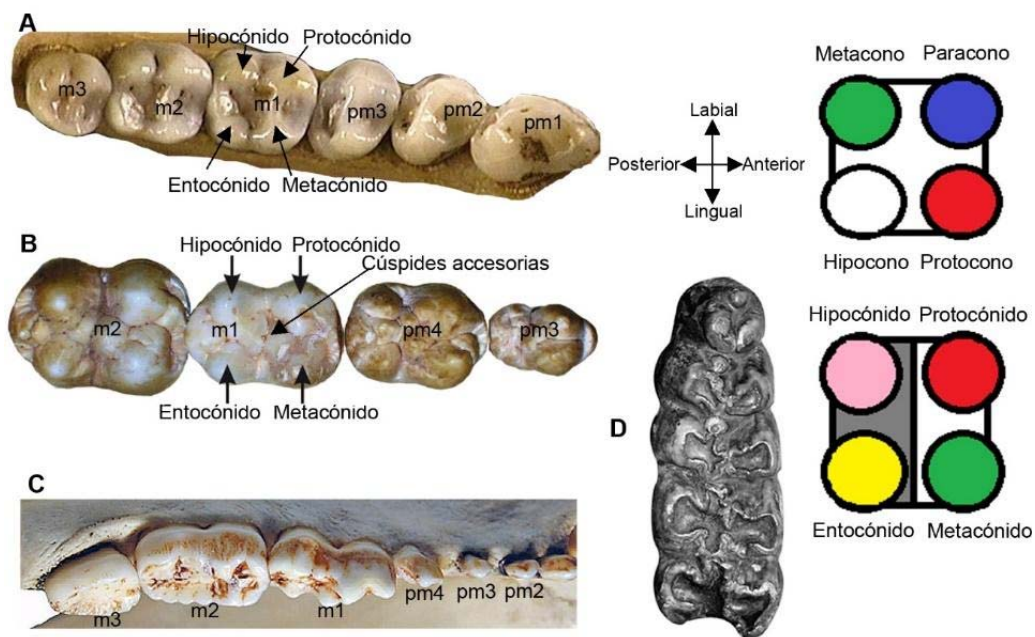
Es un molar con una corona íntegramente cubierta de esmalte comprimida lateralmente, de modo que las cúspides quedan alineadas y unidas por crestas cortantes. Se destaca la cuchilla carnífera constituida por el 4º premolar superior -PM4- y el 1º molar inferior -m1- (Figura 3.19). Este tipo de molar lo portan los mamíferos carnívoros, aunque, algunas familias no lo presentan (úrsidos, mustélidos, mefitidos y prociónidos) y otras pueden exhibir diferencias importantes en su morfología. Por ejemplo, los félidos ostentan el molar secodonte más especializado, incluso con la reducción de la cantidad de piezas, caracterizado por la pérdida de la superficie machacante (talónido) y reducción del metacónido (Figura 3.19A). Estos rasgos, sí están presente en los cánidos (Figura 3.19B), por lo que su diferenciación respecto de los félidos resulta evidente.

Figura 3.19

Nota. Series molariformes superior e inferior, tipo secodonte, de *Puma concolor* (A) y *Canis lupus lupus* (B). Modificado de Duque-Orsio et al. (2009: figura 15). Esquemas a la derecha.

Bunodonte

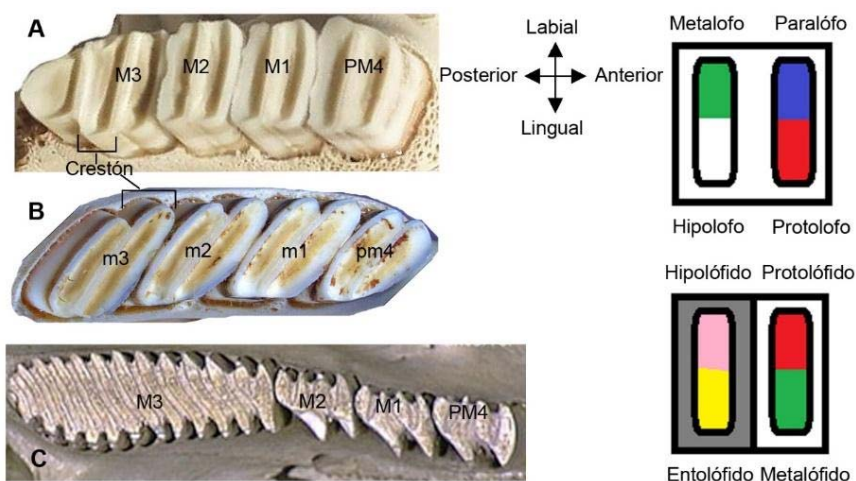
Es un molar de corona amplia y cuadrangular, completamente cubierta de esmalte, con cuatro cúspides aisladas, bien destacadas (pueden existir cúspides accesorias) en forma de bunos, es decir redondeadas o romas. En el diente superior las cúspides derivan del trígono más una cúspide accesorio lingual posterior llamada hipocono y en el molar inferior deriva del trigónido con la pérdida del paracónido, la suma del talónido y dos de sus cúspides (entocónido e hipocónido). Por norma general, este tipo de molar es característico de los mamíferos con dieta omnívora tales como los primates (Figura 3.20A), los suidos, los tayasuidos (Figura 20B) y los úrsidos (Figura 20C). Los mastodontes -cuya etimología (*masto* “mama” + *odóntos* “diente”) hace referencia a dientes en formas de mamas- gonfotéridos extintos en el límite Pleistoceno-Holoceno con tipo de dieta herbívora especializada en el consumo de hojas y frutos de plantas leñosas presentan molares braquiodontes con una combinación bunodonte y trilofodonte (Figura 3.20D).

Figura 3.20

Nota. Series molariforme, tipo bunodonte, inferiores del primate platirrino *Sapajus apella* (A), del tayasuido *Tayassu pecari* (B) y del úrsido *Tremarctos ornatus* (C). Modificados de Myers et al. (2022), Gasparini et al. (2011: figura 2) y Stucchi y Figueroa (2013: figura 10a). Molar bunodonte-trilofodonte inferior izquierdo del gonfotérido *Notiomastadon* (D), en posición anterior hacia la parte superior, modificado de Mothé et al. (2019: figura 2e). Esquemas del molar bunodonte a la derecha.

Lofodonte

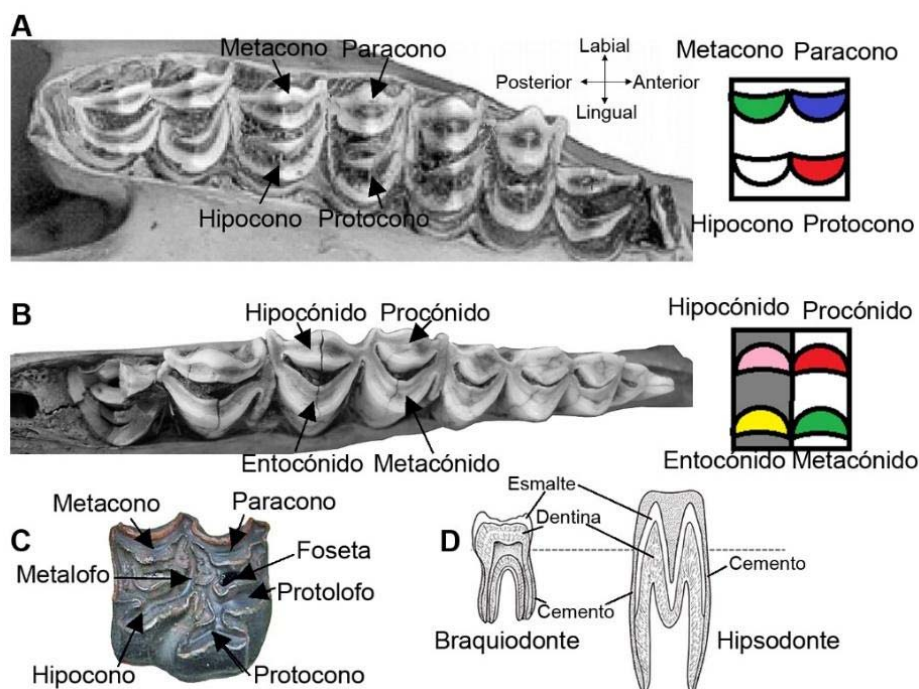
En este molar las cuatro cúspides principales son bajas, se extienden en dirección transversal y se unen entre sí mediante puentes, de modo que quedan dos crestones (Figura 3.21 A y B), además que puede existir un crestón longitudinal (ectolofol/ido), en congruencia con el movimiento longitudinal de la mandíbula (propalinal). La dentina aflora en la superficie oclusal a través de los crestones. Este tipo de molar lo presentan algunos grupos de mamíferos herbívoros como los roedores, lagomorfos, sirenios y tapíridos. Cuando este tipo de molar exhibe numerosas crestas o láminas transversales recibe el nombre de elasmodonte, el cual se aprecia en el carpincho *Hydrochoerus hydrochaeris*, entre otros (Figura 3.21C).

Figura 3.21

Nota. Serie molariforme, tipo bilofodonte, superior (A) e inferior (B) del roedor *Lagostomus maximus*. Serie molariforme, tipo elasmodonte, superior del roedor *Hydrochoerus hydrochaeris* (D). Modificado de Duque-Orsio et al. (2009: figura 13). Esquema simplificado a la derecha.

Selenodonte

Es un molar rectangular con las cuatro cúspides en forma de medialunas orientadas en dirección longitudinal al eje del diente (Figura 3.22A y B), asociada al desplazamiento transversal de la mandíbula. La dentina aflora en la superficie oclusal del molar. El diente selenodonte es típico de ciertos ungulados como en Camelidae, Bovidae, Cervidae.

Figura 3.22

Nota. Serie molariforme, tipo selenodonte, superior (A) e inferior (B) del camélido *Lama guanicoe*. Molar superior Lofoselenodonte (C) de caballo (*Equus ferus caballus*). Modificados de Sierpe (2015: figura 9) y Costa y Barri (2018: figura 3b). Esquemas de tipos de molar braquiodonte e Hipsodonte (D), modificado de Kardong (1998: figura 13.15). Esquemas de molar selenodonte a la derecha.

Lofoselenodonte o lofodonte complejo

Este tipo de molar deriva del lofodonte debido a que adquieren las crestas transversales, aunque de configuración más compleja ya que enmascara los atributos propios del lofodonte (Figura 3.22C). El molar lofoselenodonte presenta numerosos pliegues en el esmalte llamados estilos y tiene corona alta de crecimiento continuo (hipsodonte) que contrarresta el desgaste constante (Figura 3.22D). La dentina aflora en la superficie oclusal del molar, entre las cúspides y en las fosetas/idas (Figura 3.22C). Es un tipo de molar que está presente solamente en los équidos.

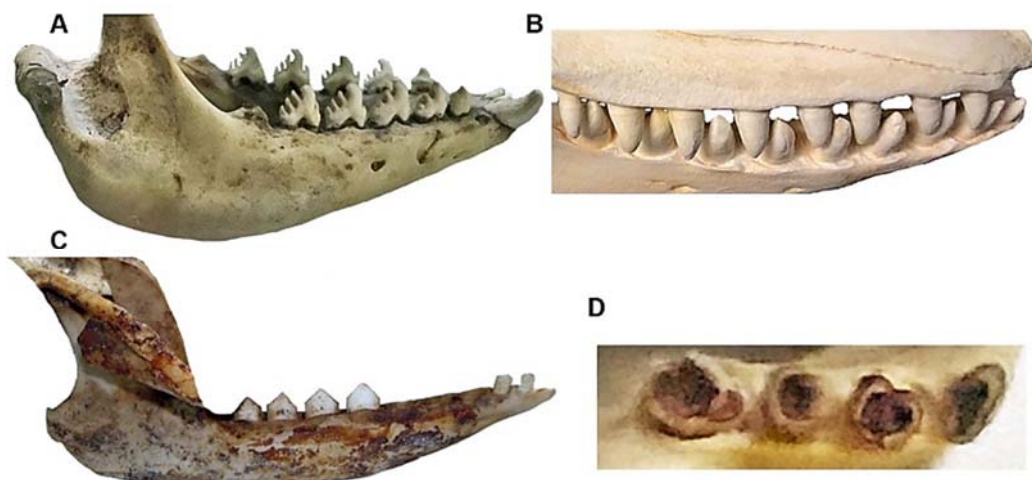
Otros tipos más simples

Los pinnípedos, aunque con variaciones según el grupo, presentan molariformes con el trigono/trigónido con sus tres cúspides (una central y dos adicionales) alineadas lateralmente (Figura 3.23A). Estos molares, surgidos secundariamente, se asemejan a los molares de los mamíferos triconodontes del mesozoico.

Los cetáceos odontocetos son monofiodontes (corresponde a la dentición decidual) con dientes simples y cónicos, ligeramente curvados hacia atrás (Figura 3.23B).

Los xenarthros edentados son, también, monofiodontes, aunque pertenecen a la dentición definitiva, con dientes simples, tubulares y sin esmalte (Figura 3.23C y D).

Figura 3.23



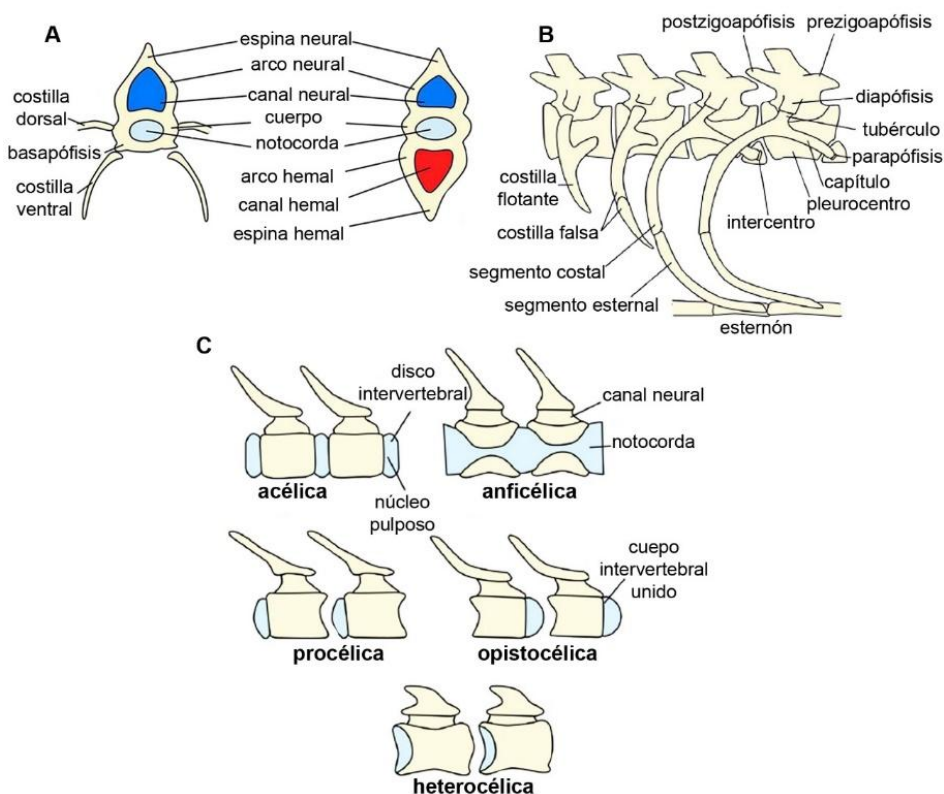
Nota. Molares de pinnípedo, *Lobodon* (A), cetáceo odontoceto, *Pseudorca* (B), xenarthro cingulado, *Chaetophractus* (C) y xenarthro piloso, *Bradypus* (D).

Columna vertebral y sus anexos (costillas y esternón)

La columna vertebral y sus anexos (costillas y esternón) conforman, junto al cráneo, el esqueleto axial de los vertebrados. Existen las vértebras sin cuerpos, llamadas aspóndilas, en los dipnoos, razón por la cual no serán tratados en este apartado y las vértebras holospóndilas, con cuerpos verdaderos, que veremos a continuación. Las vértebras, las costillas y el esternón, por norma general, presentan un nivel de diagnóstico baja para realizar identificaciones taxonómicas a nivel de género o especie.

Una vértebra completa posee un cuerpo o centro vertebral en la parte ventral, un arco neural que encierra y protege a la médula y se prolonga para formar la espina neural en la parte dorsal asociada a paquetes musculares epiaxiales (Figura 3.24A). Una vértebra puede, en algunos casos, tener un arco hemal que envuelve venas y arterias y que termina en una espina hemal en la parte ventral (Figura 3.24A) relacionada con las masas musculares hipoaxiales. En los laterales de los cuerpos vertebrales, según el grupo taxonómico como veremos a continuación, pueden presentar apófisis transversas en las regiones torácicas y lumbares y pleuroapófisis (fusión de parapófisis, diapófisis y costillas rudimentarias unidas al cuerpo que delimitan los forámenes vertebroarteriales) en la región cervical. Las vértebras de los tetrápodos presentan un pares de zigoapófisis de cada lado para articular con la vértebra anterior y la posterior (Figura 3.24B), las cuales se ubican en el arco neural y están dispuestas en la parte anterior del citado arco y hacia arriba (prezigoapófisis) y en la parte posterior y hacia abajo (postzigoapófisis). También, en la región torácica existen áreas localizadas en la apófisis transversa denominada diapófisis y en el cuerpo vertebral llamadas parapófisis que articulan con los tubérculos y los capítulos de las costillas bicípitas, respectivamente. En las vértebras lumbares de algunos mamíferos existen, asimismo, prolongaciones que, según su posición anterior por encima de las prezigoapófisis llevan el nombre de metapófisis (o tubérculos mamilares) y anapófisis las ubicadas posteriormente por debajo de las postzigoapófisis. Las vértebras, también, se relacionan entre sí a partir de sus cuerpos (Figura 3.24C), los cuales pueden tener ambas superficies de contacto planas (anfiplanas), ambas cóncavas (anficélicas), ambas superficies convexas (biconvexas), la parte anterior cóncava y la posterior convexa (procélicas), la parte anterior convexa y la posterior cóncava (opistocélicas), la parte anterior cóncava y la posterior plana (celoplana), la parte anterior plana y la posterior cóncava (platicélicas); finalmente, ambas superficies pueden presentar forma de silla de montar (heterocélicas) para favorecer los movimientos laterales.

Cuando las costillas alcanzan al esternón se llaman verdaderas, las que se asocian a otras costillas se denominan falsas y las que están libres reciben el nombre de flotantes (Figura 3.24B). Las costillas tienen un segmento vertebral o vertebrocostal bifurcado en su extremo vertebral (a excepción de los reptiles escamados y quelonios), un segmento medio llamado intercostal y, en las costillas verdaderas, un segmento esternal.

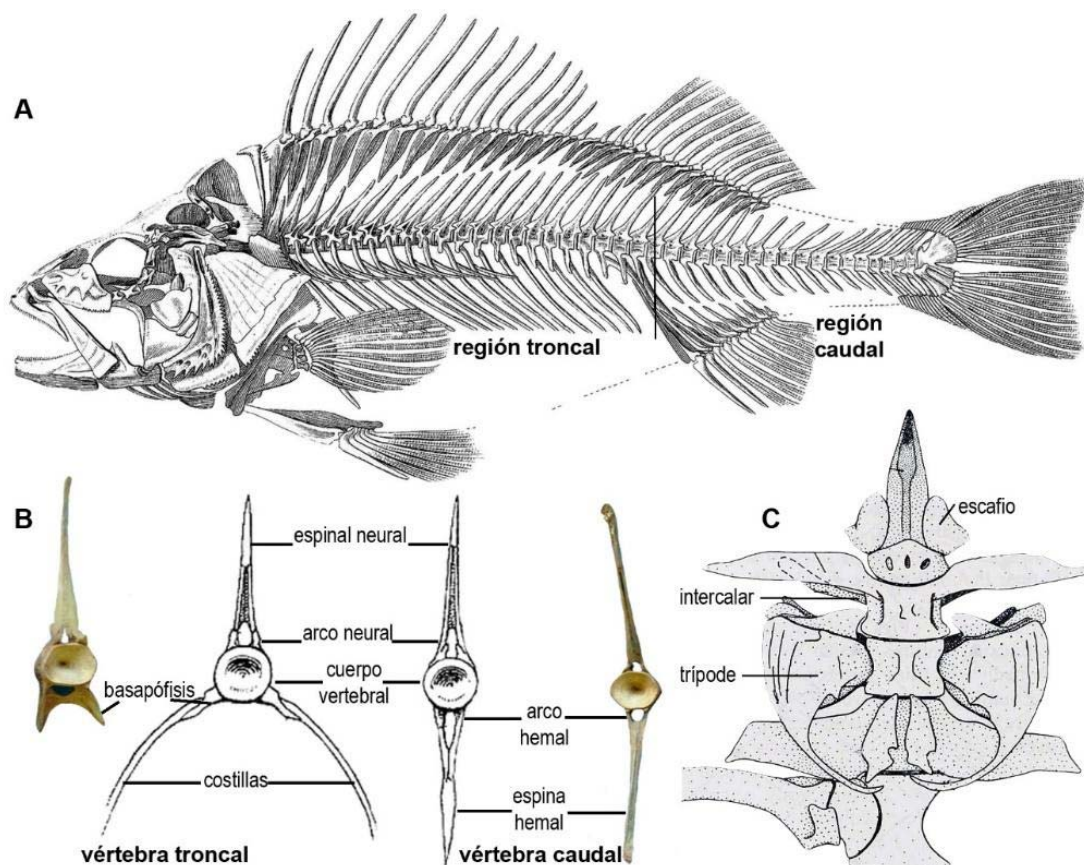
Figura 3.24

Nota. Características generales de una vértebra (A), las carillas de articulación y tipos de costillas (B) y la clasificación según los tipos de cuerpos vertebrales (C). Modificado de Kardong (1998: figuras 8.4, 8.6 y 8.7).

Peces óseos teleósteos

Los teleosteos poseen vértebras del tipo anficélica (Figura 3.25B). La columna vertebral presenta dos regiones claramente diferenciadas (Figura 25A). La región troncal, que se extiende desde el cráneo hasta aproximadamente la aleta anal, posee vértebras con un par de carillas en la parte inferior y lateral del cuerpo llamadas basapófisis para articular con las costillas (Figura 3.25B). La región caudal, desde la aleta anal hasta la aleta caudal, tiene vértebras con arco hemal y espina hemal (Figura 3.25B).

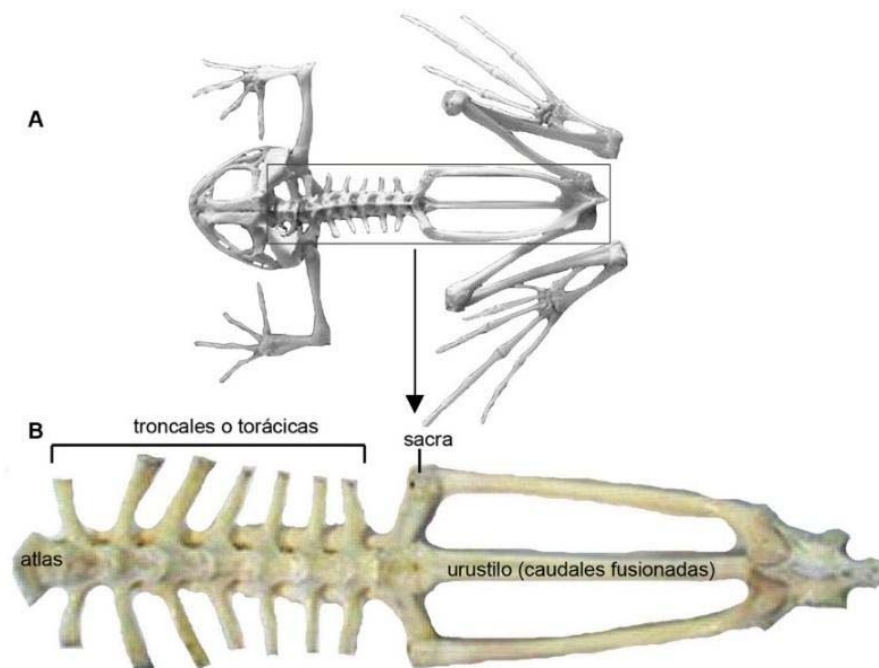
Algunos grupos de teleosteos, tales como Siluriformes y Characiformes, presentan los denominados osículos de Weber asociados a las primeras tres vértebras, que funcionan para transmitir las variaciones de presión de los gases de la vejiga natatoria a los laberintos del oído interno. En relación con la 1era vértebra, se encuentran el claustro y el escafo, asociado a la 2da vértebra se halla el intercalar y conectado a la 3era vértebra está el trípode (Figura 3.25C).

Figura 3.25

Nota. Esqueleto de un pez teleosteo con la indicación de las dos regiones de la columna vertebral (A), los tipos de vértebras de ambas regiones (B) y los osículos de Weber (C). Modificados de Romer (1972: figura 108) y Teisaire et al. (2010: figura 2).

Anfibios anuros

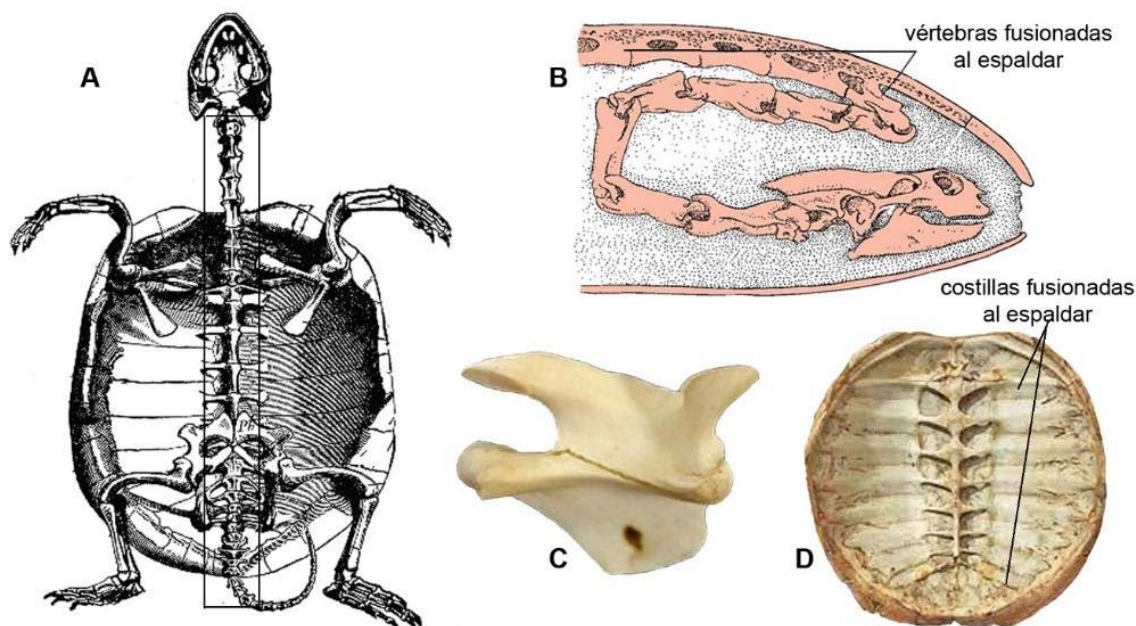
Los sapos y ranas pueden tener vértebras procélicas y anficélicas a lo largo de la columna vertebral (más diferenciada que en los peces; Figura 3.26). La región cervical está compuesta únicamente por el atlas, que tiene forma de anillo y con dos carillas articulares para los dos cóndilos occipitales. La región torácica o troncal está integrada por 7 vértebras con costillas fusionadas (o apófisis transversas muy desarrolladas) sin llegar al esternón. Una región sacra formada por una vértebra con procesos transversos muy extendidos y una carilla de articulación con el ilion. Finalmente, posee una región caudal con 12 vértebras fusionadas que forman el urostilo (Figura 3.26).

Figura 3.26

Nota. Esqueleto completo de un anuro (A) y columna vertebral con sus regiones (B).

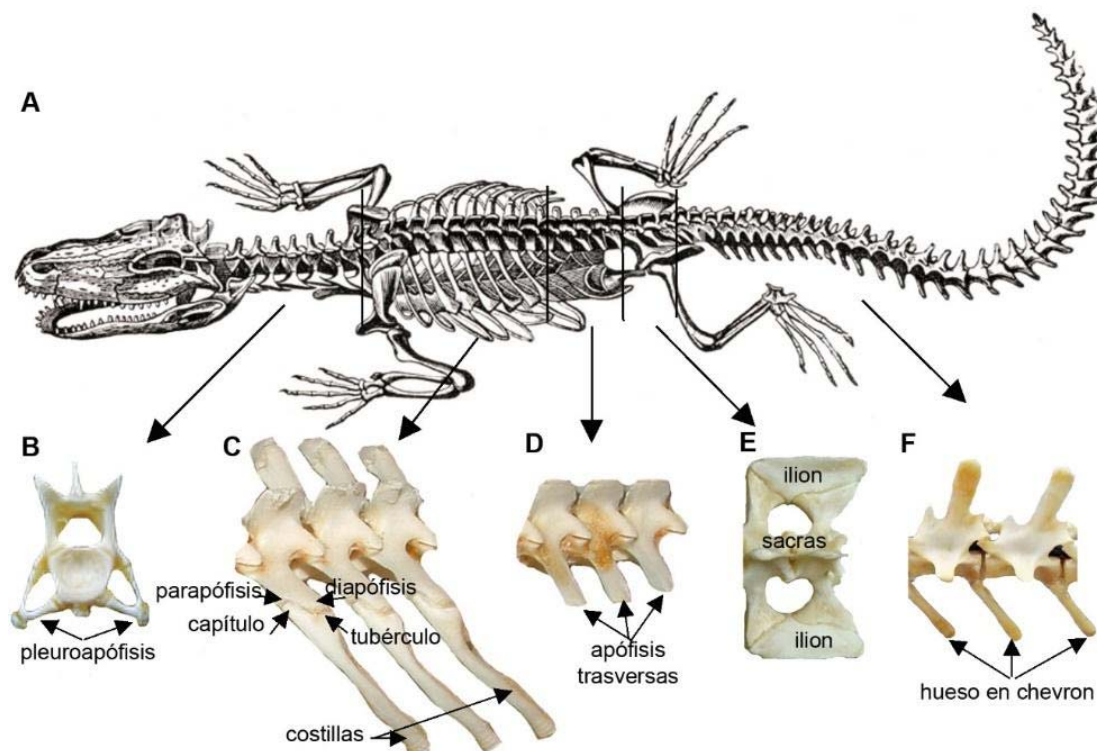
Reptiles

Quelonios: la columna vertebral en los reptiles está aún más diferenciada y las tortugas tienen la particularidad que la mayor parte de los arcos neurales de las vértebras están fusionados al espaldar del caparazón (Figura 3.27). Además del atlas (con una sola carilla en su parte anterior para articular con el cóndilo occipital) y el axis (con su apófisis odontoides que entra en el atlas), como en todo reptil; la región cervical en las tortugas se distingue porque presentan 7 vértebras libres y la octava fusionada al espaldar a través de su arco neural, además de gran diversidad de formas, incluidas procélicas, opistocélicas, platicélicas y biconvexas (Figura 3.27B y C). Estas vértebras carecen de costillas y pleuroapófisis. Las vértebras torácicas o dorsales (~10) están unidas al espaldar mediante sus arcos neurales. Estas vértebras tienen parapófisis para articular con costillas monocípitas (esta vez por pérdida del tubérculo), también, fusionadas al espaldar. Las vértebras sacras (2 o 3) están unidas al espaldar y articulan con el ilion. Las vértebras caudales (≥ 12) medias y finales son libres (Figura 3.27A).

Figura 3.27

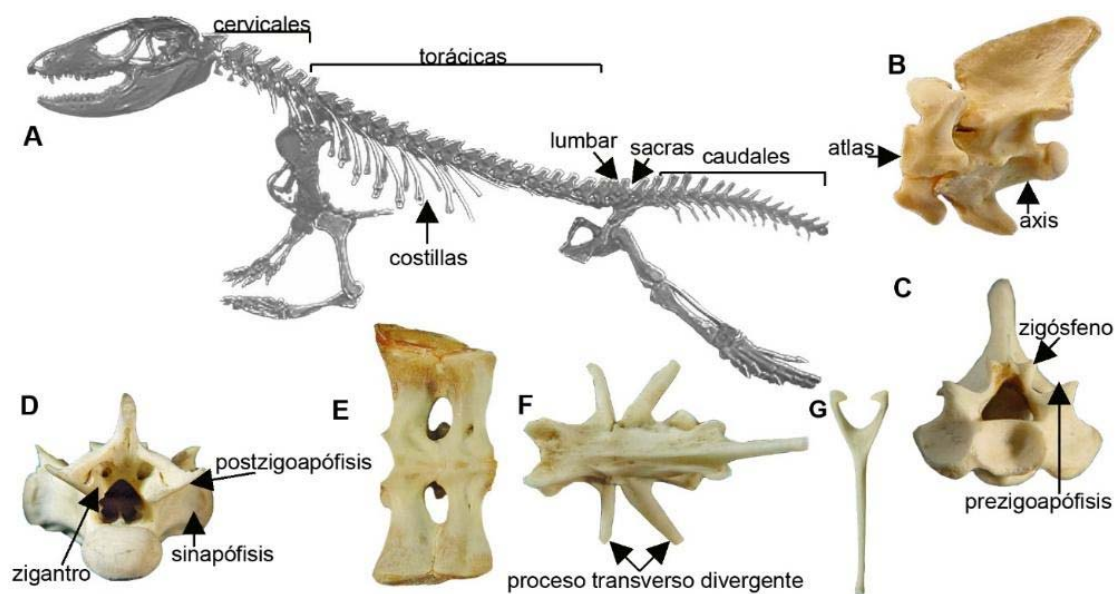
Nota. Columna vertebral en quelonios (A), región cervical (B), vértebra biconvexa (C) y espaldar con las vértebras y costillas fusionadas (D). Modificadas de Kardong (1998: figura 8.27c) y de Rebecca Hawkins (licencia *Creative Commons*).

Crocodilios: las vértebras de los cocodrilos son opistocélicas (Figura 3.28B). Presentan una región cervical con atlas, axis y 6 vértebras cervicales típicas con pleuroapófisis y forámenes vertebroarteriales donde, a diferencia de otros grupos, esa costilla rudimentaria no se fusiona al cuerpo de la vértebra y se observa la sutura (Figura 3.28B). La región torácica cuenta con 13 vértebras con diapófisis y parapófisis, más destacadas que en otros grupos, para articular con costillas bicípitas (Figura 3.28C). La región lumbar exhibe 3 vértebras con apófisis transversas desarrolladas (Figura 3,28D). Continúa la región sacra con 2 vértebras que articulan con el Ilium (Figura 3.28E). Finalmente, la región caudal presenta un número variable de vértebras con hueso en chevron en su parte ventral, vestigio del arco hemal (Figura 3.28F).

Figura 3.28

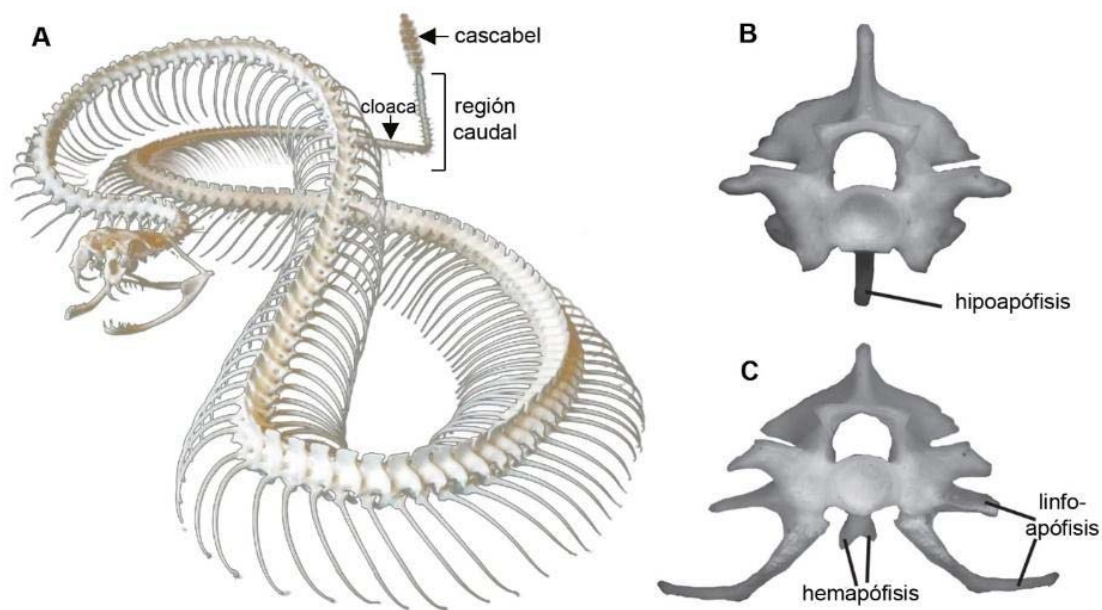
Nota. Esqueleto completo de un crocodilio con sus regiones en la columna vertebral (A), vértebra cervical (B), vértebras torácicas (C), vértebras lumbares (D), vértebras sacras (E) y vértebras caudales (F). Modificado de Vieira et al. (2016: figuras 6 y 9).

Saurios: las vértebras de los lagartos y lagartijas son procélicas (Figura 3.29C y D). En los reptiles escamados existen dos pares de prominencias complementarias a las zigoapófisis. Las prolongaciones ubicadas en la zona anterior del arco neural se denominan zigósfenos (Figura 3.29C) y penetran en las fosas, llamadas zigantros (Figura 3.29D), ubicadas en la parte posterior del arco neural de la vértebra siguiente. La región cervical de los saurios presenta el complejo atlas-axis (Figura 3.29B) y vértebras sin pleuroapófisis (Figura 3.29C). La región torácica de estos reptiles está integrada por vértebras con sinapófisis (fusión de las diapófisis y las parapófisis) que articulan con costillas monocípitas (Figura 3.29D). Tienen una vértebra lumbar, dos vértebras sacras que articulan con el ilion (Figura 3.29E) y un número variables de vértebras caudales que, en su tramo anterior, presentan apófisis transversas desarrolladas y, en su parte posterior, una división transversal, mediante un tabique cartilaginoso con los procesos transversos divergentes (Figura 3.29F), que les permiten autotomizar (desprender) y regenerar la cola. Además, las vértebras caudales anteriores poseen huesos en chevron en la parte ventral del cuerpo (Figura 3.29G).

Figura 3.29

Nota. Esqueleto completo de un saurio (*Salvator*) con sus regiones de la columna vertebral (A), complejo atlas-axis (B), vista anterior de una vértebra cervical típica (C), vista posterior de una vértebra torácica (D), las dos vértebras sacras (E), dos vértebras caudales autotómicas (F) y un hueso en chevron (G). Modificado de Montero et al. (2004).

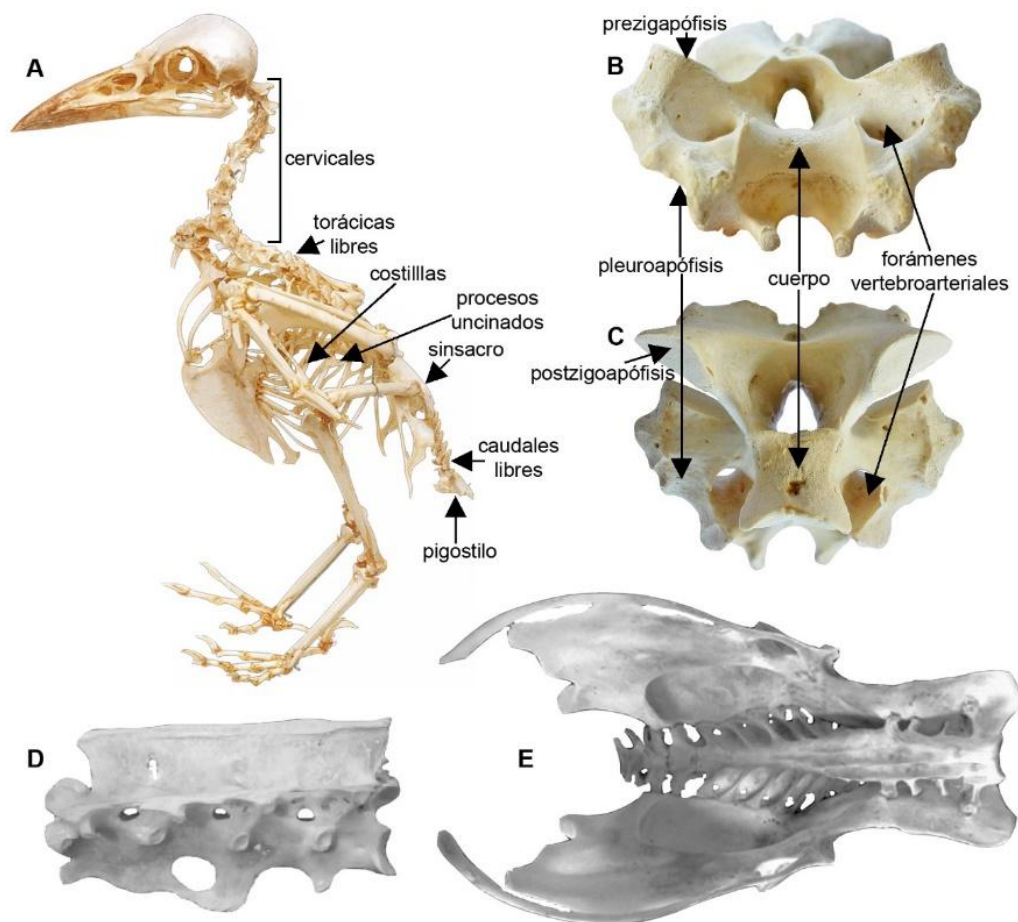
Ofidios: las vértebras de las serpientes -procélicas, con sinapófisis, zigósferos y zigantros- comparten muchas de las características con las vértebras de los lagartos (Figura 3.29C y D). No obstante, la columna vertebral de los ofidios presenta pocas regiones definidas debido a que han perdido el esqueleto apendicular o bien, en pocos casos, es muy rudimentario (Figura 3.30A). De hecho, estos reptiles tienen atlas y axis en la región cervical, luego una gran mayoría de vértebras torácicas que articulan con costillas monocípitas, una región cloacal y una caudal con escasas vértebras (Figura 3.30A). En la parte ventral del cuerpo vertebral poseen hipoapófisis (Figura 3.30B), las cuales pueden estar divididas (hemapófisis) en las vértebras cloacales y caudales (Figura 3.30C). En las vértebras cercanas a la región de la cloaca, aparecen unas proyecciones laterales delgadas llamadas linfoapófisis (Figura 3.30C).

Figura 3.30

Nota. Esqueleto completo de un vipérido crotalino *Crotalus* (A), una vértebra típica de un ofidio con hipoapófisis (B) y vértebra cloacal con linfoapófisis y hemapófisis (C). Modificado de Carmona et al. (2010: figura 1).

Aves

Las vértebras de las aves son heterocélicas (Figura 3.31B y C), con la excepción de los esfeniscidos (pingüinos) y psitácidos (loros, cotorras, guacamayos) que presentan vértebras opistocélicas. La región cervical de las aves tiene atlas y axis y un número muy variable de vértebras con pleuroapófisis y forámenes vertebroarteriales (Figura 3.31B). En la región torácica cuentan con algunas vértebras libres con diapófisis y parapófisis que articulan con costillas bicipitas (a las cuales se le anexan los procesos uncinados para darle mayor cohesión a la caja torácica). En algunos casos hay vértebras fusionadas en una estructura llamada notario (Figura 3.31D). Las últimas vértebras torácicas, todas las lumbares, sacras y primeras caudales se unen para constituir el sinsacro, asociado a la pelvis (Figura 3.31E). La mayor parte de las vértebras caudales son libres y las últimas se fusionan para formar el pigostilo (Figura 3.31A).

Figura 3.31

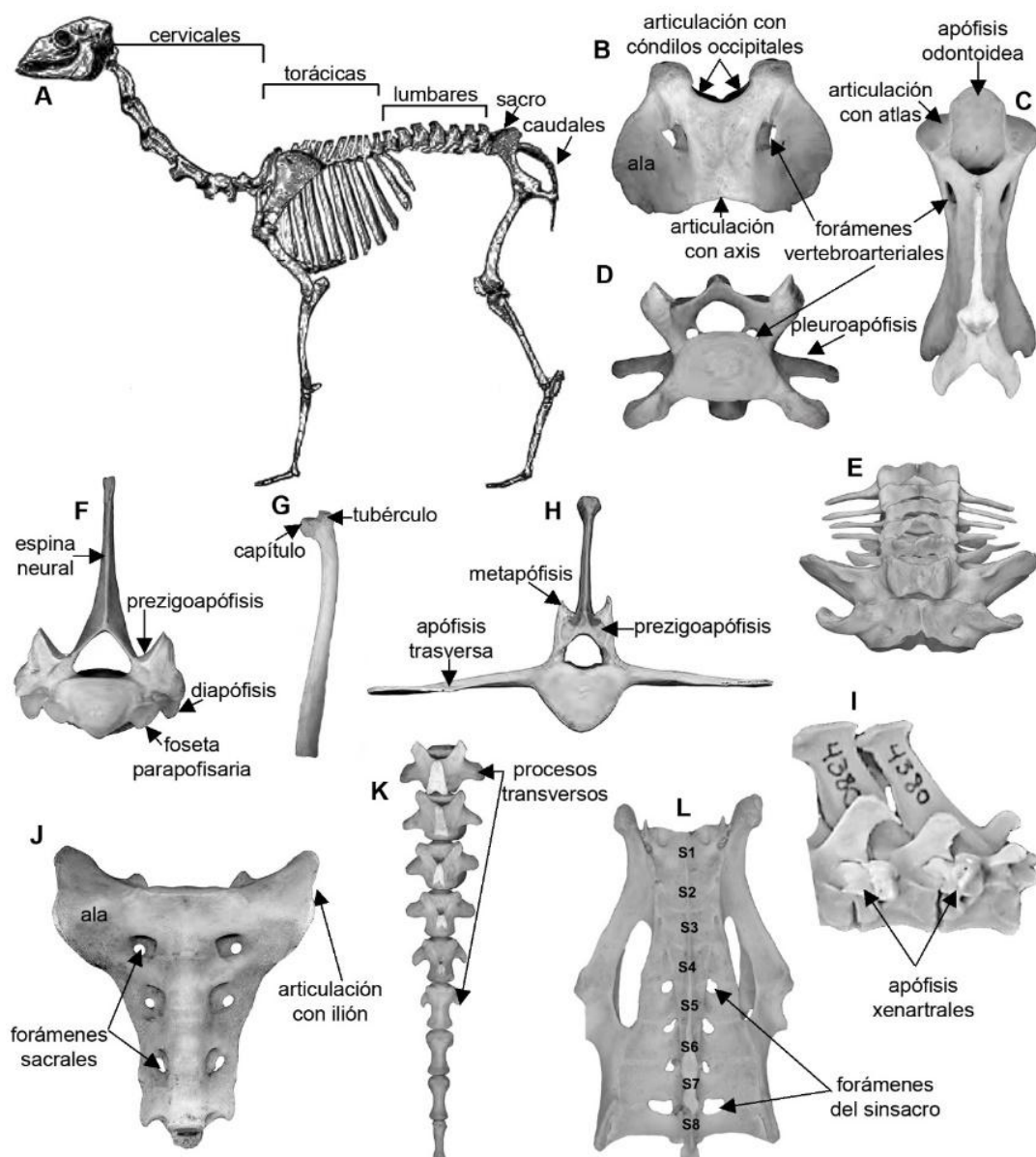
Nota. Esqueleto completo de un ave neognata, con sus regiones en la columna vertebral (A), vistas anterior (B) y posterior (C) de una vértebra cervical; notario (D) y sinsacro (E). Modificados de Wedel (2009: figura 5) y Dorling Kindersley (2022a).

Mamíferos

Las vértebras de los mamíferos son anfiplanas (Figura 3.32), a excepción de los ungulados que cuentan con vértebras cervicales opistocélicas. La región cervical presenta atlas (Figura 3.32B) con dos carillas de articulación para los dos cóndilos occipitales, axis con su apófisis odontoidea (Figura 3.32C) y 4 a 7 vértebras cervicales típicas (aunque el número más frecuente es 5) con pleuroapófisis que delimitan forámenes vertebroarteriales y con espinas neurales cortas (Figura 3.32D), salvo algunas excepciones como en la última del bóvido *Bison*. En los sirenios y cetáceos estas vértebras están achatadas (Figura 3.32E), incluso en algunos cetáceos pueden estar unidas en un solo hueso. La región torácica de los mamíferos exhibe un número de vértebras que varían entre 9 y 25 (mayormente 12 o 13) y articulan con pares de costillas bicípitas. En los mamíferos desaparece la parapófisis y las costillas articulan mediante el tubérculo con la diapófisis y el capítulo con la foseta parapofisaria ubicada entre los cuerpos vertebrales de dos vértebras linderas (Figura 3.32F y G). La región lumbar en los mamíferos presenta un número muy variable de vértebras con mayor desarrollo de apófisis

trasversas (Figura 32H). Con mayor frecuencia en esta región pueden existir metapófisis y anapófisis, tal como ocurre en ungulados, cetáceos, carnívoros, primates, quirópteros y lagomorfos. En xenarthros, las anapófisis se expanden (en este caso reciben el nombre de apófisis xenartrales) y contactan con la metapófisis y el proceso transverso de la vértebra siguiente (Figura 3.32I). La región sacra de los mamíferos puede presentar 2 a 5 vértebras fusionadas que integran el sacro (Figura 32J). Finalmente, la región caudal presenta un número variable de vértebras, las cuales van perdiendo los procesos transversos conforme alcanzan la parte distal (Figura 3.32K). Los armadillos tienen un sinsacro formado por la fusión de vértebras sacras y caudales al hueso coxal o innominado (Figura 3.32L).

Figura 3.32



Nota. Esqueleto de un mamífero (*Lama guanicoe*) con las regiones de la columna vertebral (A), vista dorsal de atlas (B), vista dorsal de axis (C), vista anterior de vértebra cervical típica

(D), vista dorsal del complejo cervical de un cetáceo (E), vista anterior de vértebra torácica (F) y costilla bícipita (G), vista anterior de vértebra lumbar (H), vistas lateral de vértebras de un xenarthro con apófisis xenartrales articuladas (I), vista dorsal del sacro (J), vistas dorsales de vértebras caudales (K) y vista dorsal de sinsacro de un armadillo (L). Modificado de Sierpe (2015) y Galliari y Carlini (2015: figura 1B).

Esternón

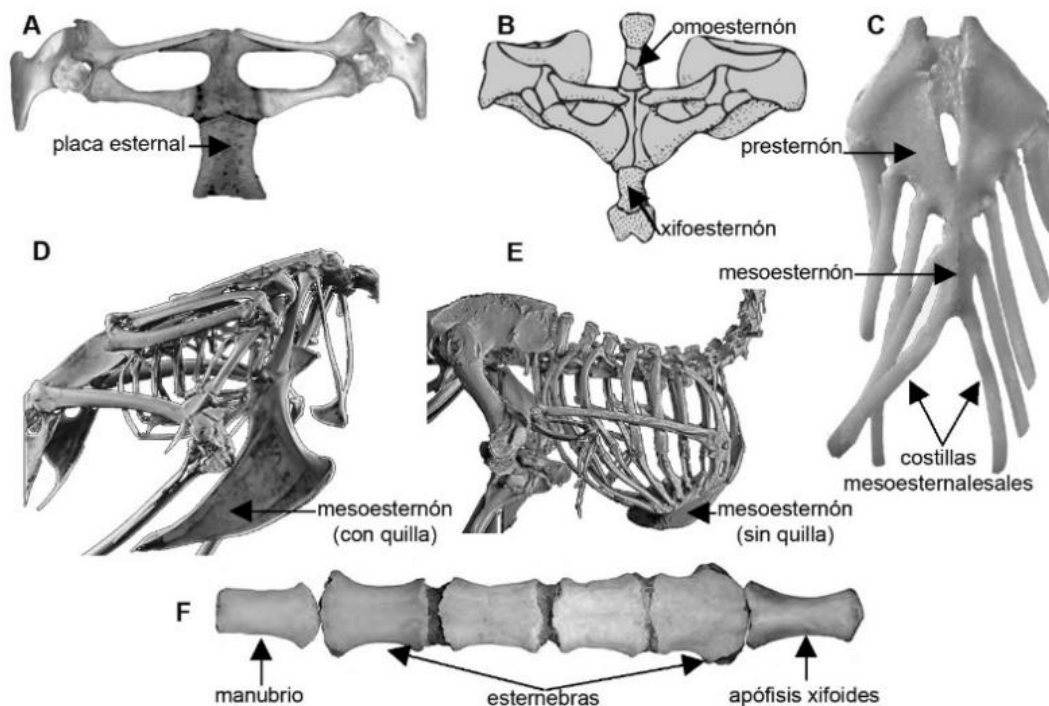
Aparece en los tetrápodos, aunque existen algunas formaciones de procedencia dudosa en algunos peces que han sido interpretadas como un esternón. Presenta un nivel de diagnosis bajo para realizar identificaciones taxonómicas a nivel de género o especie.

Algunos anuros (e.g. hílidos, bufónidos, leptodactílidos, ceratófridos) tienen un esternón simple ubicado detrás de la cintura formado por una placa esternal. Este esternón está asociado al tipo de cintura arcífera (Figura 3.33A). En tanto, los anuros ranoides (e.g. microhílidos, ránidos, aglosos) tienen un esternón compuesto por un omoesternón anterior a la cintura, un cuerpo esternal y un metaesternón o xifoesternón, estos últimos elementos ubicados caudalmente a la cintura (Figura 3.33B). Este tipo de esternón, más complejo que el anterior, está relacionado con la cintura firmisterna (ver más adelante).

En el esternón de los reptiles se distinguen tres partes: 1) la anterior, más amplia y en forma de escudo se llama presternón; 2) en la porción media, de forma estrecha y alargada, se denomina mesoesternón; 3) la parte posterior, aún más estrecha, recibe el nombre de xifiesternón (Figura 3.33C).

Las aves únicamente presentan el mesoesternón con costillas esternales y, en su gran mayoría (aves voladoras) el esternón posee quilla o carena (Figura 3.33D) para la inserción de los músculos pectorales mayores de las alas, sumamente importantes para volar. Las aves paleognatas sudamericanas no voladoras (reídos) carecen de quilla (Figura 3.33E) y en las poco voladoras (tinámidos) está poco desarrollada, como ocurre en neognatas que han perdido la capacidad de volar.

Finalmente, en los mamíferos el esternón está dividido en tres partes (Figura 3.33F): 1) la anterior, el manubrio que se ensancha para articular con las clavículas, cuando estas están presentes; 2) en la parte media, el mesoesternón segmentando en un número variables de esternebras entre las cuales se unen a las verdaderas costillas; 3) en la porción posterior, el xifiesternón o apófisis xifoides. En los mamíferos que no tienen clavículas, como en ungulados, gonfotéridos, sirenios y cetáceos, entre otros, el esternón es más estrecho y menos desarrollado. Entre los mamíferos existen unos pocos casos, como en los quirópteros, donde el esternón tiene quilla debido a los fuertes músculos pectorales que posibilitan el vuelo.

Figura 3.33

Nota. Esternón en los diferentes grupos de vertebrados: anuro bufónido (A), anuro ránido (B), reptil saurio (C), ave neoagnata voladora (D), ave paleoagnata no voladora (E), mamífero (F). Modificados de Romer (1972: figura 115B), Montero et al. (2004) y Ceríaco et al. (2018: figura 7F).

Cinturas

Nivel de diagnosis media para realizar identificaciones taxonómicas a nivel de género o especie. En la mayoría de los grupos, la cintura pectoral/escapular está compuesta por dos huesos endocondrales pares llamados escápula (siempre ubicada hacia la parte dorsal) y coracoides (siempre ventral) que forman la cavidad glenoidea para la articulación del miembro en todos los grupos. No obstante, el coracoides en los mamíferos terios se asimila a la parte superior de la cavidad glenoidea de la escápula y queda como una prominencia que recibe el nombre de apófisis coracoidea. La cintura escapular, según el grupo de vertebrado, puede presentar elementos que lo conectan al cráneo como en los peces u otros huesos como en los anfibios y en los reptiles.

La cintura pélvica puede ser muy simple y sin conexión con el esqueleto axial como en los peces óseos o formada por el ilion, isquion y pubis asociada a la columna vertebral como en los tetrápodos.

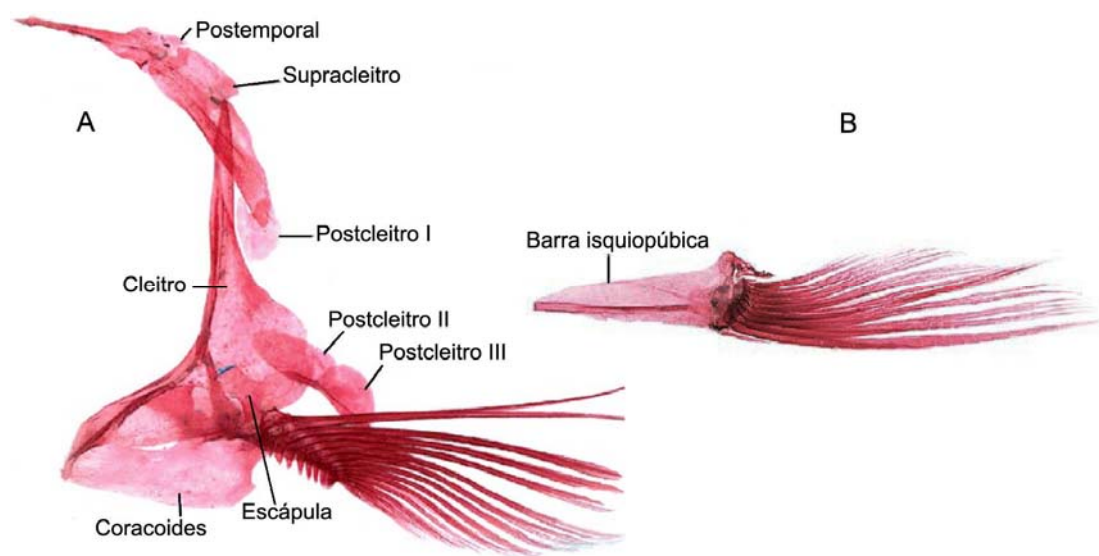
Peces óseos Teleósteos

La cintura escapular en teleósteos está compuesta, principalmente, por un elemento dérmico llamado cleitro y en general un número variable de elementos supracleitrales o

postcleitrales. Otro elemento dérmico es el posttemporal, que la conecta con el cráneo. El cleitro se vincula con dos elementos endocondrales, escápula (dorsal) y coracoides (ventral), que forman la cavidad glenoidea (Figura 3.34A), donde articula la aleta pectoral (ver adelante). Además, puede haber un mesocoracoides.

La cintura pélvica en este grupo de peces es muy simple, presenta una barra isquiopúbica dérmica (Figura 3.34B) que está libre en la musculatura (sin conexión con el esqueleto axial). La posición de la cintura puede variar y estar ubicada cerca de la aleta anal o hasta delante de la aleta pectoral.

Figura 3.34

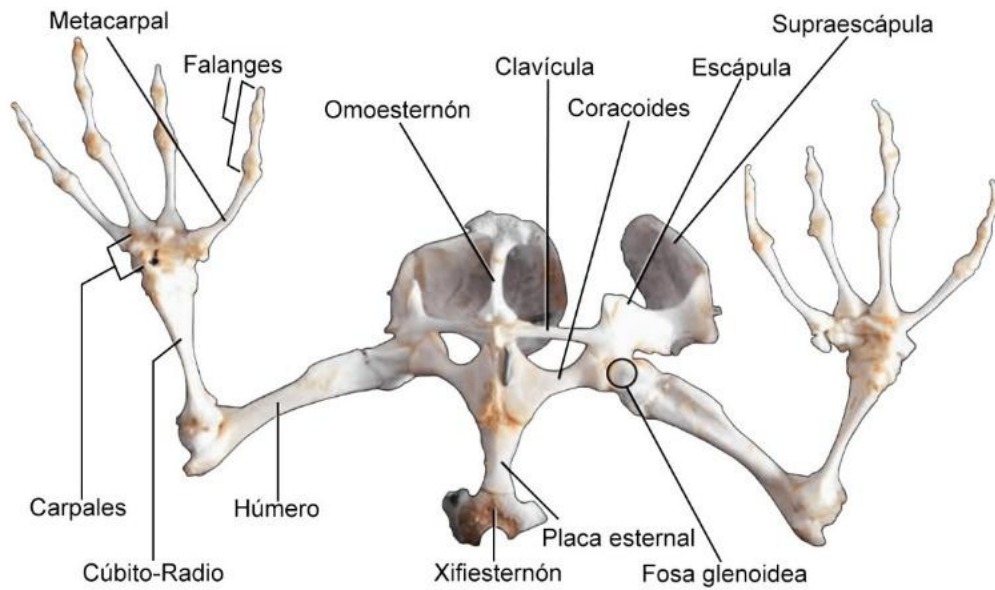


Nota. Cintura escapular (A) y pélvica (B) de peces osteíctios. Modificadas de Darlim y Marinho (2018: figura 6).

Anfibios anuros

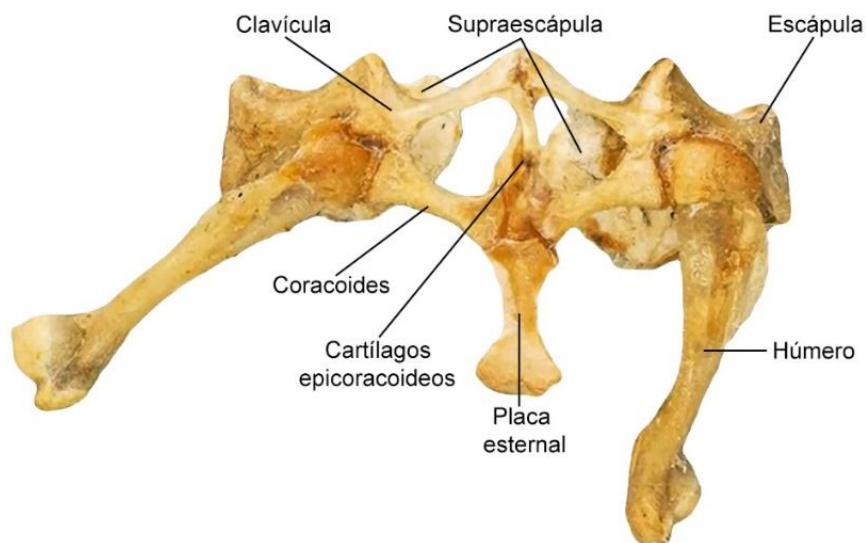
La cintura escapular en sapos y ranas está integrada por la escápula, el coracoides, la supraescápula y la clavícula (Figuras 3.35 y 3.36). Asimismo, si bien esta cintura no tiene conexión con el cráneo, permanece un cleitro rudimentario absorbido en la supraescápula (Figuras 3.35 y 3-36). Como mencionamos cuando tratamos el esternón, existen dos tipos de cinturas escapular en los anuros: 1) la firmisternia, propia de los ranoides y los aglosos, presenta coracoides ampliados en sus extremos ventrales y más grandes que las clavículas, además de cartílagos epicoracoides fusionados anteriormente y posteriormente, que se conectan de forma fija al esternón (Figura 3.35); 2) la arcífera, en los hiloides, tienen los coracoides y las clavículas del mismo tamaño, los cartílagos epicoracoides están superpuestos medialmente, posterior a la fusión del procoracoides con el extremo anteromedial del arco pectoral, de modo que existe mayor movilidad esternal (Figura 3.36).

Figura 3.35



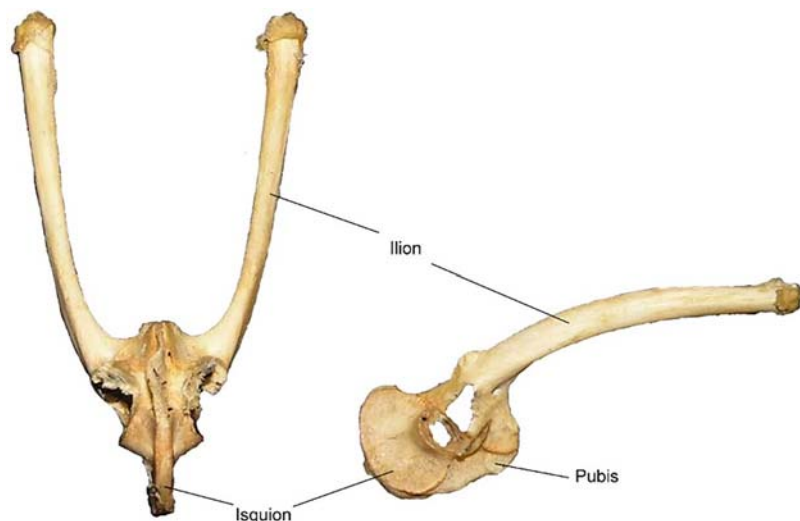
Nota. Cintura escapular de anuro de tipo firmisternia y resto del miembro anterior, con las partes señaladas. Modificada de Image Quiz (2022).

Figura 3.36



Nota. Cintura escapular y húmero de anuro de tipo arcífera con las partes señaladas. Modificada de Skulls Unlimited (2022a).

La cintura pélvica de los anuros (Figura 3.37) presenta un ilion grande y alargado, orientado hacia adelante y en contacto con la vértebra sacra, un isquion semicircular chico (posterior y dorsal) y un pubis, también semicircular, cartilaginoso (posterior y ventral).

Figura 3.37

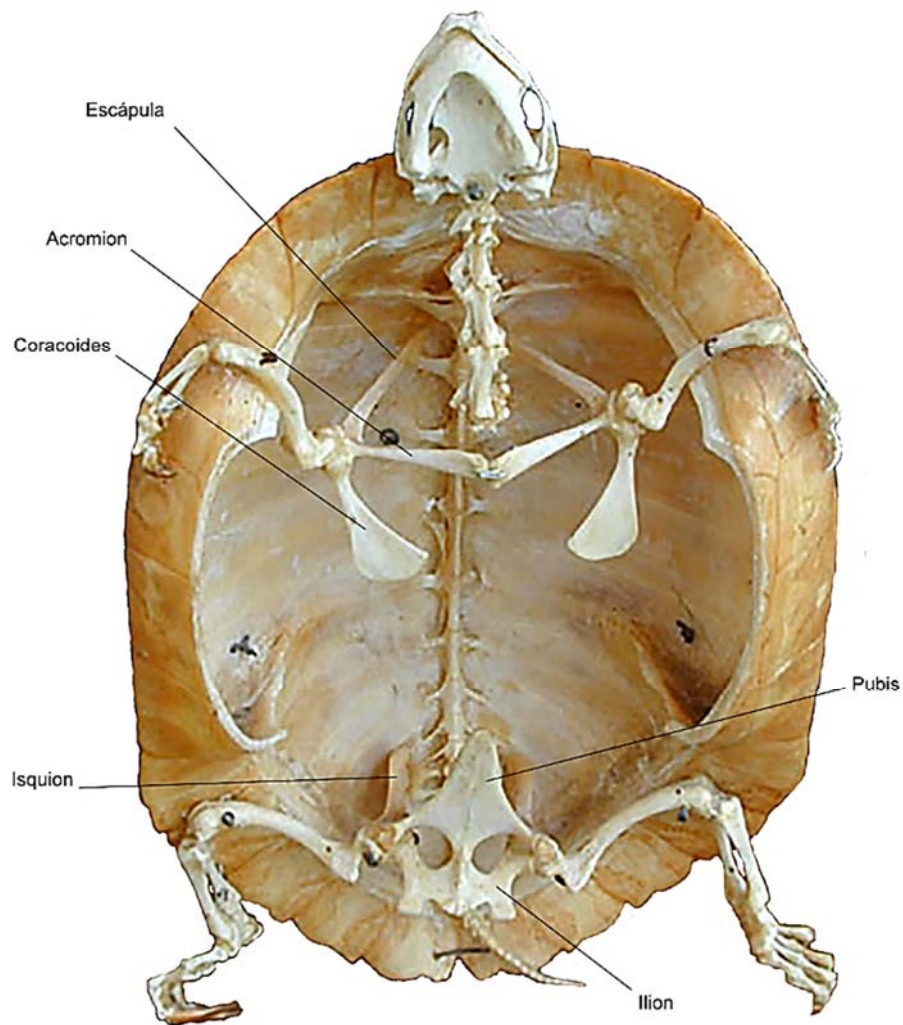
Nota. Cintura pélvica de anuros con las partes señaladas. Modificadas de Barret (2016).

Reptiles

Quelonios: la cintura escapular en las tortugas está compuesta por la escápula y el coracoides. La escápula es característica por presentar un acromion desarrollado de posición ventral. El resto de los elementos de esta cintura se asimilan al caparazón: los cleitros al espaldar, la clavícula al epiplastrón y la interclavícula al endoplastrón (Figura 3.38).

La cintura pélvica de las tortugas está formada por el ilion, isquion y pubis, unidos mediante suturas a la altura del acetábulo (donde articula el fémur). El ilion, como en todos los reptiles, está orientado ligeramente hacia atrás. Este hueso en las pleurodiras tiene la particularidad de estar fusionado al espaldar, no obstante, en las criptodiras no existe tal conexión (Figura 3.38).

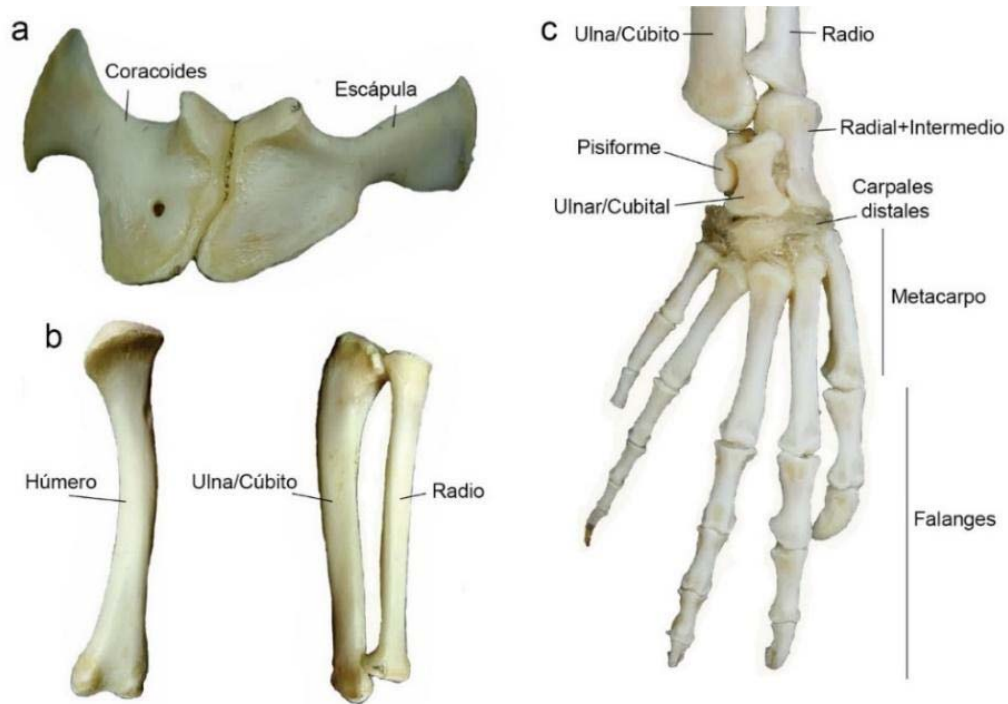
Figura 3.38



Nota. Esqueleto de tortuga en vista ventral, con las partes libres de las cinturas escapular y pélvica señaladas. Modificada de Anderson (2003).

Crocodilios: la cintura escapular de los cocodrilos está integrada por la escápula, el coracoides y la interclavícula impar, unida al centro del esternón (Figura 3.39).

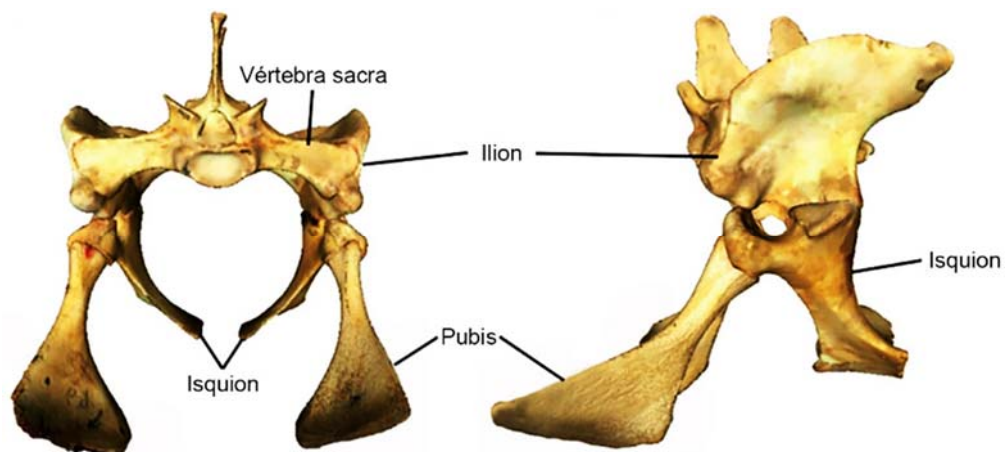
Figura 3.39



Nota. Cintura escapular (A) y miembro anterior de cocodrilos (B y C), con las partes señaladas. Modificadas de Gonçalves Vieira et al. (2016: figura 1).

La cintura pélvica está formada por el ilion hacia atrás (dorsal y posterior), isquion (ventral y posterior) y pubis (ventral y anterior). El pubis en cocodrilos modernos no participa en la formación del acetábulo, el cual está perforado. Esta cintura presenta forámenes púbicos e isquiopúbicos (Figura 3.40).

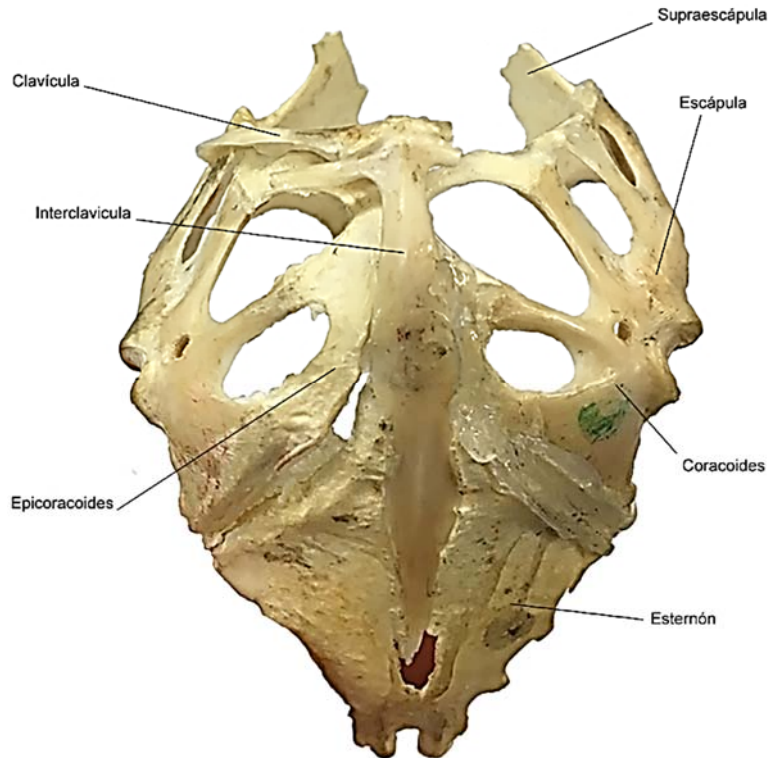
Figura 3.40



Nota. Cintura pélvica de yacaré, *Caiman*, con las partes señaladas. Modificadas de Herrera et al. (2017: figura 3).

Saurios: los lagartos y lagartijas tienen la cintura escapular más completa, con escápula (dorsal) y coracoides (ventral y con epicoracoides) fusionados, forman la cavidad glenoidea, supraescápulas, clavículas e interclavícula en forma de “T” (Figura 3.41).

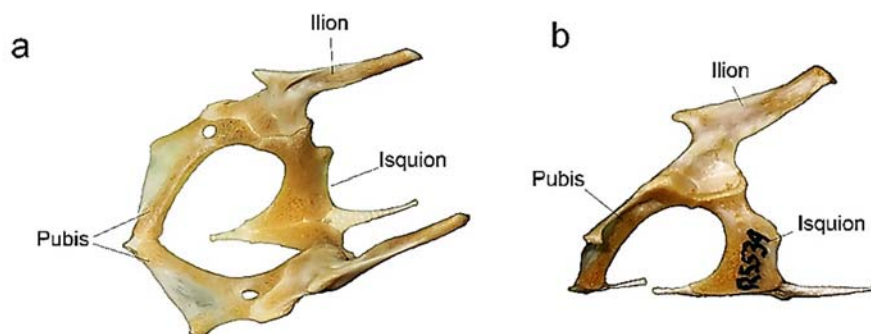
Figura 3.41



Nota. Cintura escapular y esternón de saurio con las partes señaladas. Modificada de Hubbard (2018: entrada de blog).

La cintura pélvica de los saurios presenta un ilion hacia atrás (dorsal y posterior) con un proceso preacetabular, un isquion (ventral y posterior) y un pubis (ventral y anterior). Entre el isquion y el pubis tiene una fenestra obturadora o ventana tiroidea (Figura 3.42).

Figura 3.42



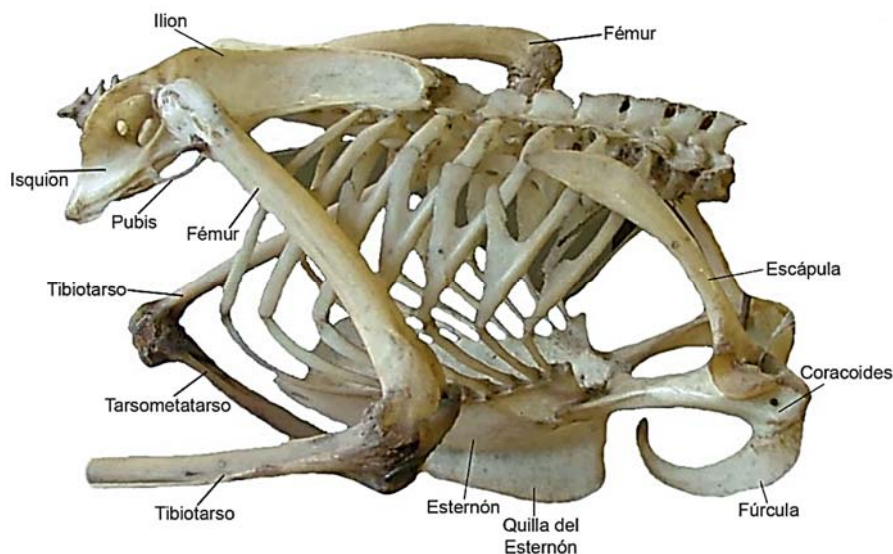
Nota. Cintura pélvica de saurio con las partes señaladas, en vista dorsal (A) y lateral (B). Modificadas de Paparella et al. (2020: figura 1).

Aves

La cintura escapular de las aves está integrada por la escápula, que tiene forma alargada y está orientada hacia atrás, un coracoides ensanchado y en conexión con la parte anterior del esternón y la clavícula que, unida a su simétrica, constituye la fúrcula (Figura 3.43). En algunas aves, como en *Gallus*, la fúrcula tiene un manubrio; y en los reídos, las clavículas están muy reducidas a modo de pequeñas prolongaciones de los coracoides (Figura 3.43). La escápula y el coracoides componen la cavidad glenoidea.

La cintura pélvica en las aves, como se mencionó previamente, se fusiona con las últimas vértebras torácicas, todas las lumbares y las sacras para formar el denominado sinsacro (Figura 3.43). Esta cintura presenta el ilion muy desarrollado tanto en sus regiones pre como pos acetabular, es decir hacia adelante y hacia atrás, el isquion se extiende hacia atrás y el pubis está muy reducido, en forma de barra paralela al isquion. Entre otros atributos, se encuentran los forámenes ilioisquiáticos y obturador. Este último se ubica debajo del acetábulo que está perforado como en los cocodrilos (Figura 3.43).

Figura 3.43



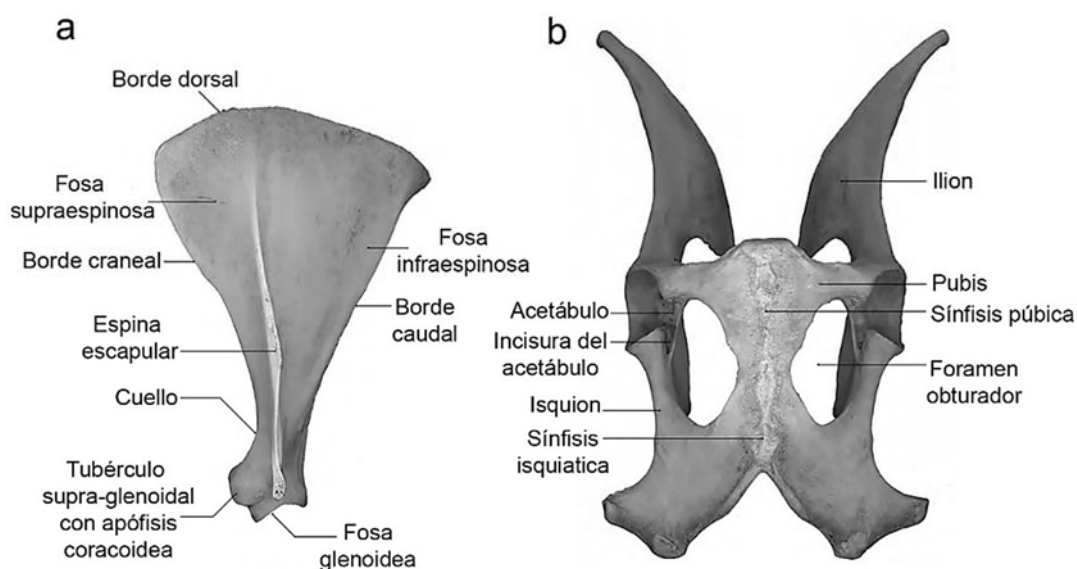
Nota. Esqueleto postcraneano parcial de ave, con la indicación de las partes de esternón, cinturas y miembro posterior. Modificada de Teisaire et al. (2010: figura 6).

Mamíferos

La escápula es el elemento más destacado de la cintura escapular de los mamíferos. Está compuesta por una cavidad glenoidea para articular con el húmero y por una hoja que está atravesada por una espina que delimita las fosas supraespinosa e infraespinosa (Figura 3.44A). La espina termina en un acromion, el cual tiene mayor desarrollo en mamíferos cavadores (e.g. armadillos y algunos roedores como *Ctenomys*), braquiadores (primates) y voladores (quirópteros); y está ausente en aquellos mamíferos que carecen de clavícula

(ungulados). Como mencionamos anteriormente, de manera craneal a la cavidad glenoidea existe una apófisis coracoides, la cual está más desarrollada, también, en los mamíferos mencionados con un acromion notable. La clavícula, articula con el esternón y el acromion, está asociada a movimientos complejos como cavar, trepar, braquiar y volar (está ausente en mamíferos adaptados a la carrera que tienen el miembro anterior en estado fijo de pronación, como en ungulados; Figura 3.44A). En mamíferos adaptados al medio acuático (cetáceos, sirenios, pinnípedos) la escápula se ensancha notablemente (Figura 3.45).

Figura 3.44



Nota. Cinturas escapular (A) y pélvica (B) de guanaco, con partes señaladas. Modificadas de Sierpe (2015: p. 78 y 95).

La cintura pélvica en los mamíferos está constituida por el hueso innominado o coxal (Figura 3.44B) formado por la fusión temprana del ilion, isquion y pubis a nivel del acetábulo. Entre las características del coxal, además del mencionado acetábulo o cavidad acetabular, se destacan la zona de unión entre ambos isquiones y pubis llamadas sínfisis isquiática y sínfisis púbica, respectivamente, el foramen obturador (fusión de los forámenes púbicos e isquiopúbicos), la cresta y fosa ilíaca y la articulación sacroilíaca (Figura 3.44B). Los marsupiales presentan un prepubis ubicado delante del pubis. En los cetáceos y sirenios, la cintura pélvica se reduce considerablemente e incluso en algunos taxones es rudimentaria.

Figura 3.45

Nota. Escápula de un cetáceo. Modificada de Skulls Unlimited (2022b).

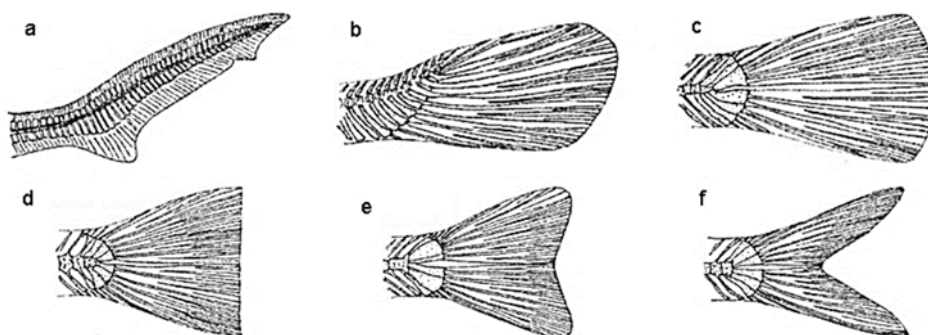
Miembros

Nivel de diagnosis alta para realizar identificaciones taxonómicas a nivel de género o especie.

Peces óseos Teleósteos (miembro Pterigio)

En los peces hay aletas impares dispuestas en la línea media del cuerpo (caudal, dorsal y anal) y aletas pares situadas a los laterales (pectoral y pélvica).

El esqueleto de las aletas impares se divide en una parte endoesquelética formada por elementos denominados pterigióforos (con posibles subdivisiones en segmentos basal, media y distal) y una parte exoesquelética llamada ceratotricos en condriktios, lepidotricos en teleosteos y camptotricos en dipnoos (en los actuales no se osifican) o, en forma general, se lo conoce con el nombre de espinas, rayos o radios dérmicos. La aleta caudal es la única de las aletas impares que está en relación con la columna vertebral. De hecho, su base está constituida por varios arcos neurales o epurales y hemales o hipurales. Pueden tener hasta cinco tipos, aunque nos vamos a detener en las tres más comunes (Figura 3.46): 1) la heterocerca, característica de los condriktios, es asimétrica respecto de la columna, en la cual el extremo final se flexiona hacia arriba, de modo que el lóbulo ventral resulta más amplio que el lóbulo dorsal; 2) la dificerca, propia de los dipnoos, es simétrica respecto a la columna vertebral; 3) la homocerca, de los teleosteos, es simétrica a simple vista pero oculta internamente una asimetría ya que la columna se orienta hacia arriba y se curva, las vértebras más caudales se fusionan en un urostilo; y los arcos neurales y hemales de las vértebras fusionadas se ensanchan y comprimen volviéndose los elementos epurales e hipurales. La aleta dorsal (puede ser una, dos o varias) presenta pterigióforos en contacto con las espinas neurales y rayos dérmicos. En los Siluriformes, el lepidotrico anterior (morfológicamente muy variable entre las distintas especies) adquiere mayor desarrollo como medio de defensa (Figura 3.47). La aleta anal (puede ser una o dos) es muy simple ya que presenta una serie de pterigióforos relacionados con los extremos de las espinas hemales y otra serie de rayos dérmicos.

Figura 3.46

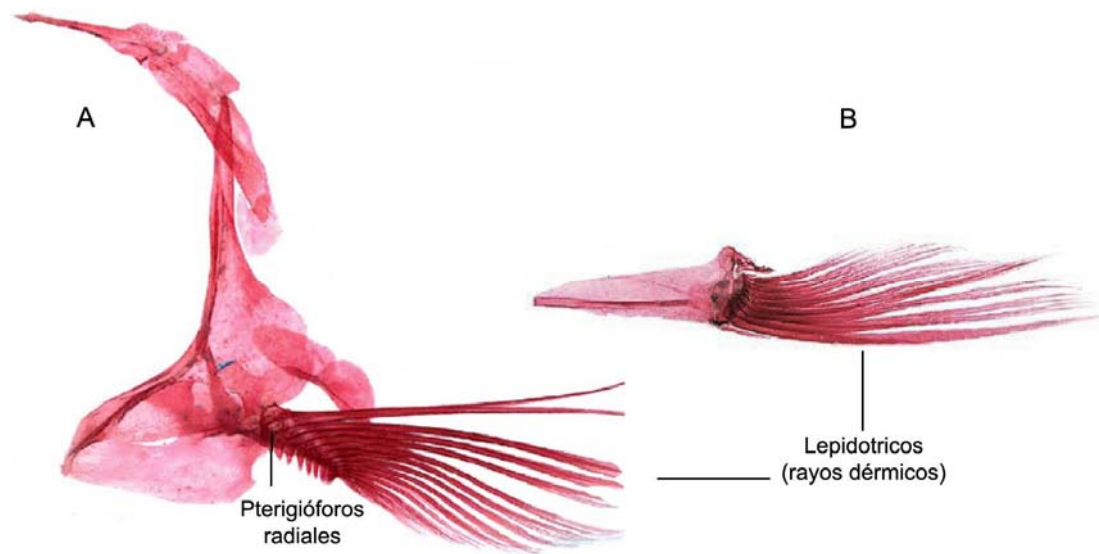
Nota. Distintas aletas caudales de peces. Heterocerca (a), heterocerca abreviada (b), homocerca convexa (c), homocerca truncada (d), homocerca cóncava (e), homocerca bifurcada (f). Modificada de Angulo et al. (2021: figura 7).

Figura 4.47

Nota. Lepidotricos de la aleta dorsal de Siluriformes modificados para defensa. Modificadas de Vanscoy et al. (2015: figura 1).

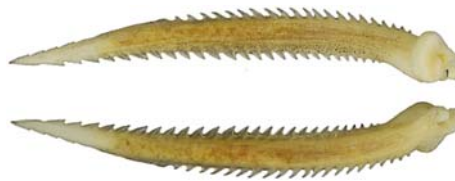
Entre las aletas pares de los teleósteos, asociada a la cintura escapular o pectoral, se encuentra la aleta pectoral, la cual presenta un grupo reducido de pterigióforos (una hilera de radiales) y los rayos dérmicos exoesqueléticos llamados lepidotricos (Figura 3.48A), que, en los Siluriformes, como vimos con la aleta dorsal, adquiere mayor desarrollo (Figura 3.49). La aleta pélvica de los teleósteos, en articulación con la cintura homónima, no presenta pterigióforos (ni basales ni radiales), únicamente lepidotricos o rayos dérmicos (Figura 3.48B). En el Sarcopterigio sudamericano *Lepidosiren*, las aletas pares están constituidas únicamente por una hilera de pterigióforos de extensión próximo-distal.

Figura 3.48



Nota. Dibujo de cinturas y aletas pectorales (A) y pélvicas (B) de un pez teleósteo con los huesos señalados. Modificadas de Darlim y Marinho (2018: figura 6).

Figura 3.49

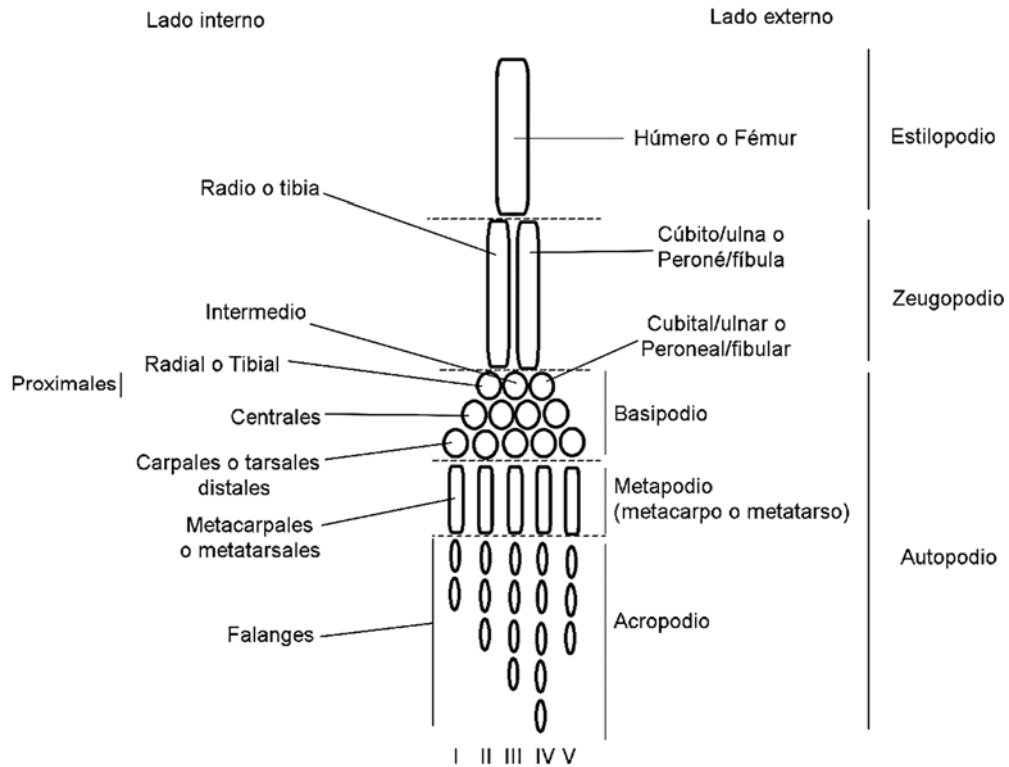


Nota. Lepidotricos de aleta escapular de Siluriformes modificados para defensa. Modificada de Vanscoy et al. (2015: figura 1).

Tetrápodos (miembro quiridio)

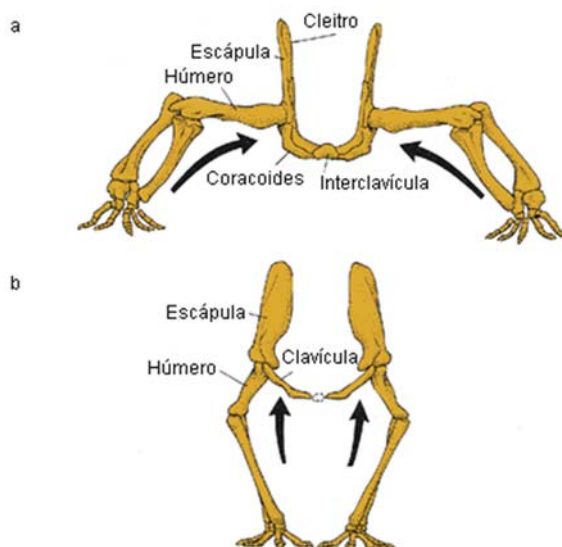
La Figura 3.50 muestra, de manera esquemática, las correspondencias y divisiones de los miembros de los tetrápodos.

Figura 3.50



Nota. Esquema del miembro quiridio.

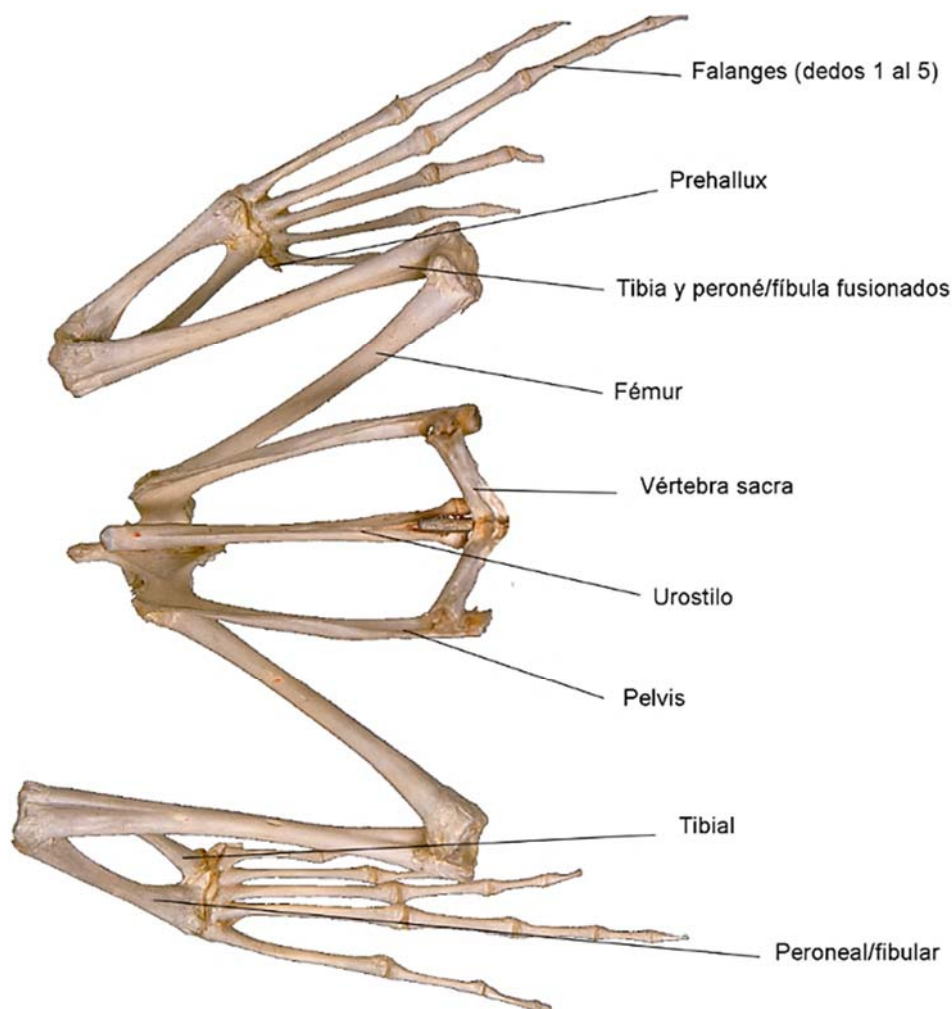
En los tetrápodos existen dos tipos de marchas: 1) la transversal, donde el estilopodio es transversal al plano sagital, la cual se puede ver en los anfibios y reptiles actuales (Figura 3.51A), 2) la parasagital, donde el estilopodio es paralelo al plano sagital, característico en las aves y en los mamíferos (Figura 3.51B).

Figura 3.51

Nota. Dibujo de las marchas de los diferentes tetrápodos actuales: transversal (A) y parasagital (B). Modificadas de Kardong (1998: figura 9.35).

Anfibios anuros

Los huesos largos de los sapos y ranas tienen las epífisis alineadas con las diáfisis por el tipo de marcha transversal (Figuras 3.35 y 3.52). En relación con el estilopodio anterior, el húmero, además de una cabeza, tiene una cresta deltoidea más o menos destacada en la diáfisis, según el grupo (muy desarrollada en los ejemplares machos de *Leptodactylus*). En cuanto al estilopodio posterior, el fémur, es más estilizado. Los zeugopodios anterior (cúbito-radio) y posterior (tibia-peroné) de los anuros están fusionados y se aprecia la línea de unión entre ambos huesos. El primero, más ancho y corto, lleva un olécranon para articular con la epífisis distal del húmero. Se destaca el autopodio posterior porque cuenta con el tibial y el peroneal extendidos, una hiperfalangia en el dedo 4 y un dedo supernumerario llamado prehallux o calcar (Figuras 3.35 y 3.52).

Figura 3.52

Nota. Cintura pélvica y miembro posterior de anuro, con sus partes señaladas. Modificadas de Dorling Kindersley (2022b).

Reptiles

En este grupo, si bien las epífisis de los huesos largos están alineadas con las diáfisis por el tipo de marcha transversal, estas, sobre todo en el húmero, suelen estar más ensanchadas (Figuras 3.38 y 3.39). En el fémur de los reptiles se observan, en términos generales, una cabeza de articulación con el acetábulo, dos trocánteres en la epífisis proximal y cóndilos de articulación con la tibia y peroné en la epífisis distal (Figura 3.38).

Con algunas excepciones, por regla general, los reptiles son plantígrados y pentadáctilos. En algunos quelonios los carpales pueden estar completos y en otros puede haber fusiones. En el miembro posterior de este grupo, el tibial, el intermedio y el central se fusionan para formar un hueso, además del peroneal. En quelonios, existe gran variabilidad por las diferentes adaptaciones a los medios terrestres y acuáticos. En este último caso ocurre un acortamiento relativo del zeugopodio y alargamiento relativo de las falanges. En cocodrilos

exhiben los carpales muy reducidos y se fusionan para formar dos elementos, presentan pisiforme, faltan los centrales y el intermedio. En el tarso de este grupo se observan el tibial, el peroneal y varios más. En los saurios, en general, tienen todos los huesos carpales o puede existir un solo central y el intermedio es rudimentario. Estos presentan articulación intratarsiana, donde se produce fusiones del tarso proximal y central para formar el protarso, con articulación mesotarsal (en saurios), mientras que en cocodrilos la articulación pasa entre astrágalo y calcáneo (crurotarsal).

Aves

Los huesos largos de las aves son livianos debido a que son huecos (salvo en pingüinos). En el ala, el húmero es muy diagnóstico, con la epífisis proximal ensanchada y una o dos fosas neumáticas (Figura 3.53), un cúbito o ulna más grande que el radio y a veces con papilas visibles para la inserción de plumas (Figura 3.53), aunque estas papilas no están presentes en las ratites y en otras aves. El autopodio está compuesto por dos carpales libres (cubital y radial), otros carpales se fusionan a los metacarpales para formar el carpometacarpo, que está integrado por un metacarpal mayor y otro menor, trócleas para articular con los carpales libres, foseas y procesos para articular con las falanges de los dedos II, III y IV (Figura 3.53). Los Anseriformes del género *Chauna* (chajá, chicagüire) y los caradriformes del género *Vanellus* (tero, avefrías) poseen proyecciones óseas cubiertas por una capa córnea llamadas espolones, como medio de defensa. El primero de ellos presenta dos espolones en el carpometacarpo, el principal ubicado en la parte proximal y uno más pequeño en la parte distal. El segundo tiene un solo espolón en la porción proximal del carpometacarpo.

Figura 3.53

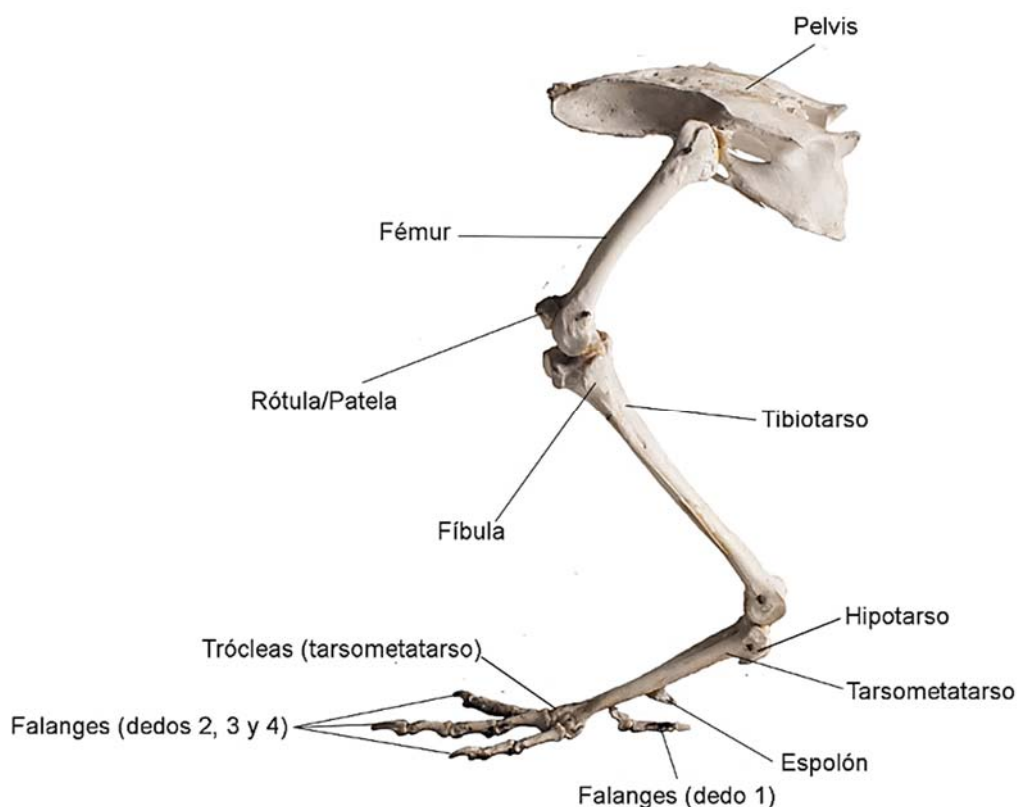


Nota. Miembro anterior de ave con las partes señaladas. Modificadas de Longrich y Olson (2011: figura 2).

El miembro posterior presenta un fémur con la cabeza rotada debido a la marcha parasagital y poco variable entre los grupos, razón por la cual no es muy diagnóstico (Figura 3.54). La tibia fusionada a los tarsales proximales para formar el tibiotarso, muy variable y muy diagnóstico. La fibula o peroné, muy reducida, se ubica en el lateral externo de la parte proximal del tibiotarso. Los huesos tarsales distales y los metatarsales II, III y IV se fusionan para constituir el tarsometatarso, muy diagnóstico porque presenta una epífisis proximal con

un hipotarso por donde pasan los ligamentos de los músculos flexores y extensores de los dedos; y su epífisis distal presenta tres trócleas para articulación con las falanges (Figura 3.54). La morfología de estas regiones varía con la disposición y movilidad de los dedos en los diferentes grupos. Los gallos y los machos de otras galliformes introducidas (véase Capítulo 2) desarrollan espolones en la porción medio-distal de los tarsometarsos. Finalmente, las aves americanas pueden tener tres o cuatro dedos, el dedo I tiene su propio metatarsal y suele estar orientado hacia atrás, a veces sin contacto con el suelo, aunque puede tener la facultad de rotar hacia adelante como en los vencejos (*Cypseloides*).

Figura 3.54



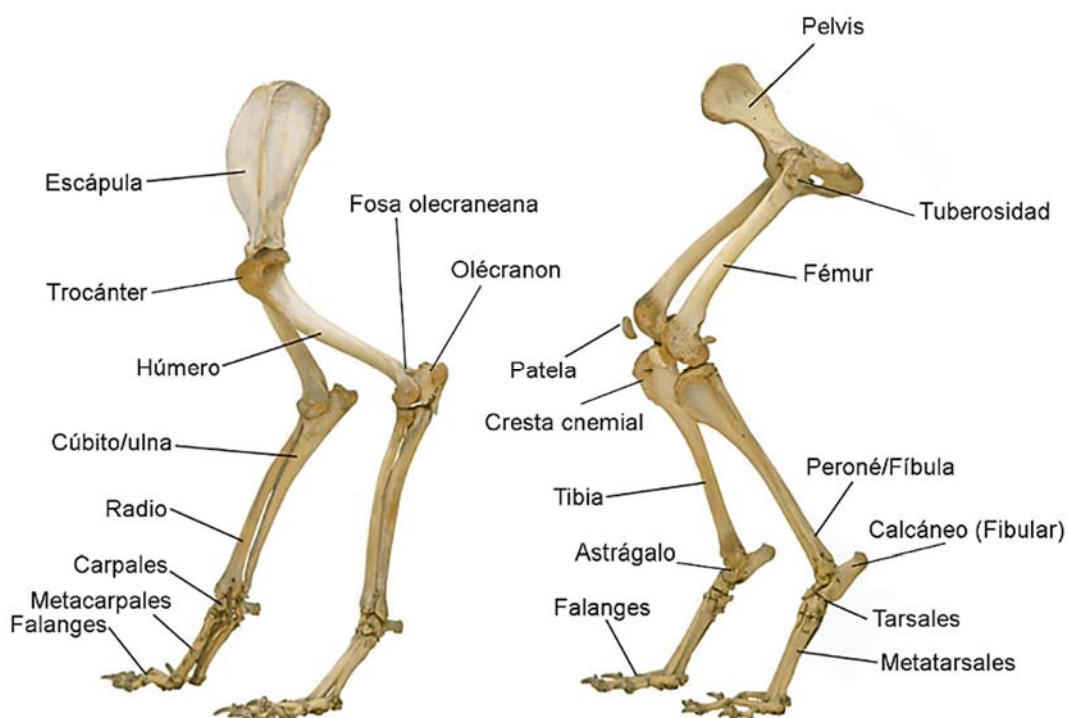
Nota. Miembro posterior de ave, con las partes señaladas. Modificada de Souza y Silva (2018).

Mamíferos

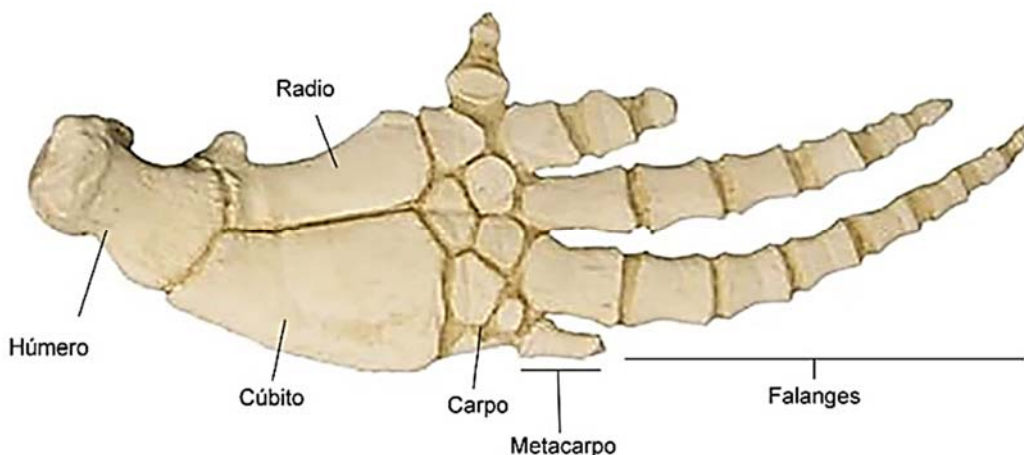
En los mamíferos, por norma general, los huesos largos son diagnósticos para la identificación taxonómica. Respecto del miembro anterior, el húmero tiene torsión sigmoidea, razón por la cual la epífisis proximal, con cabeza, tuberosidad mayor y menor, luce girada sobre su eje respecto a la diáfisis, con su cresta deltoidea, y la epífisis distal con cóndilos, epicóndilos, trócleas, epitrócleas y fosa olecraneana (Figura 3.55A). La epífisis proximal del cúbito o ulna tiene un olécranon que articula en la mencionada fosa olecraneana (Figura 3.55A). El radio, por su parte, es muy variable según el grupo, donde puede constituir el cuerpo principal del zeugopodio como ocurre en ungulados, mediante distintos niveles de

fusión (total en camélidos) (Figura 3.32A). En primates, félidos y otros, ambos huesos están bien diferenciados, además de la pronación donde el cúbito y el radio se cruzan, el antebrazo puede adoptar una posición de supinación y ambos huesos orientarse de manera paralela. Estas diferencias en movilidad tienen su reflejo en la morfología de los cóndilos y trócleas del húmero y en las carillas articulares del zeugopodio. Los carpales, metacarpales y falanges tienen un número y forma muy variables según el grupo. Por último, el miembro puede sufrir modificaciones (húmero, cúbito y radio más cortos y falanges alargadas) para adquirir forma de remo como adaptación al medio acuático (Figura 3.56).

Figura 3.55



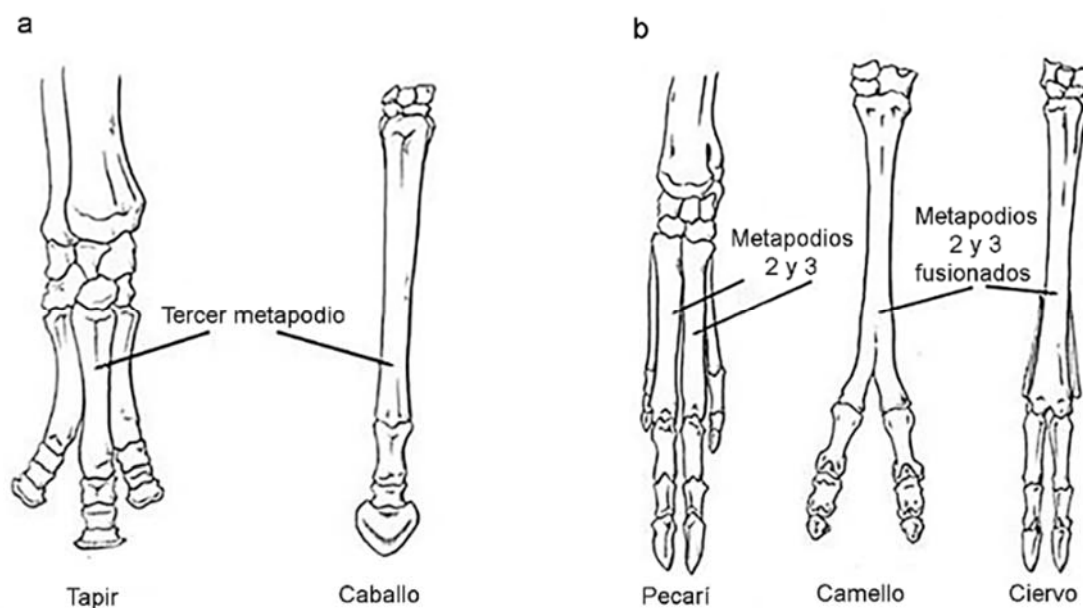
Nota. Miembros anterior (A) y posterior (B) de perro, *Canis lupus familiaris*, con las partes señaladas. Modificado de Keates y Kindersley (2014).

Figura 3.56

Nota. Miembro anterior de un cetáceo, con las partes señaladas. Modificadas de Skulls Unlimited (2022b).

Referido al miembro posterior, los mamíferos cuentan con la cabeza del fémur rotada por la marcha parasagital. La epífisis proximal del este hueso, además tiene un cuello, trocánter mayor en la parte superior y un trocánter menor en la parte inferior (Figura 3.55B). Puede existir un tercer trocánter, como en équidos, roedores y xenarthros, localizado en la diáfisis. La epífisis distal del fémur presenta cóndilos para articular con la tibia y epicóndilos. La tibia exhibe una meseta tibial para articular con los mencionados cóndilos del fémur, una cresta en la diáfisis y un maléolo interno característico en la epífisis distal. La fibula o peroné es muy delgada y presenta, en la epífisis proximal, una cara de articulación de la tibia y, en la epífisis distal, un maléolo externo. Entre los huesos del tarso de los mamíferos se destacan el astrágalo (constituido por el tibial y el intermedio) que articula con la tibia y el peroné y el calcáneo (formado por una extensión del peroneal). Finalmente, los metatarsos y falanges tienen un número y forma muy variables según el grupo.

En los ungulados, por ejemplo, en ambos miembros se reducen el número de dedos y tienen dos tipos de disposiciones (Figura 3.57): 1) mesoaxónico, donde el eje del miembro pasa por el dedo 3 (perisodáctilos) y 2) paraxónico, donde el eje del miembro pasa entre los dedos 3 y 4 (artiodáctilos).

Figura 3.57

Nota. Dibujo mostrando diferencias entre miembros mesoaxónicos (A) y paraxónicos (B) en ungulados. Modificada de Denmon (2016).

Exoesqueleto

Es parte del sistema tegumentario, el cual está compuesto en su parte externa por la epidermis e internamente por la dermis. La epidermis descansa sobre una lámina basal y se diferencia en una capa estratificada con células cúbicas o columnares que secretan una mucosidad, que recubre la superficie, llamada cutícula. En vertebrados terrestres la capa externa de la epidermis puede tener un desarrollo variable de queratinización o cornificación que le brinda mayor protección. La dermis, por su parte, está capilarizada y formada por fibras de colágeno muy ordenadas y dispuestas en capas alternas que constituyen el estrato compacto que otorga estructura y flexibilidad a la piel. Los huesos que forman el exoesqueleto de los vertebrados son muy diagnósticos y tienen su origen en la dermis, mediante el tipo de osificación intramembranosa, por lo que en la literatura pueden encontrarse bajo los nombres de huesos dérmicos, osteodermos u osteocutos, cubiertos por la epidermis queratinizada.

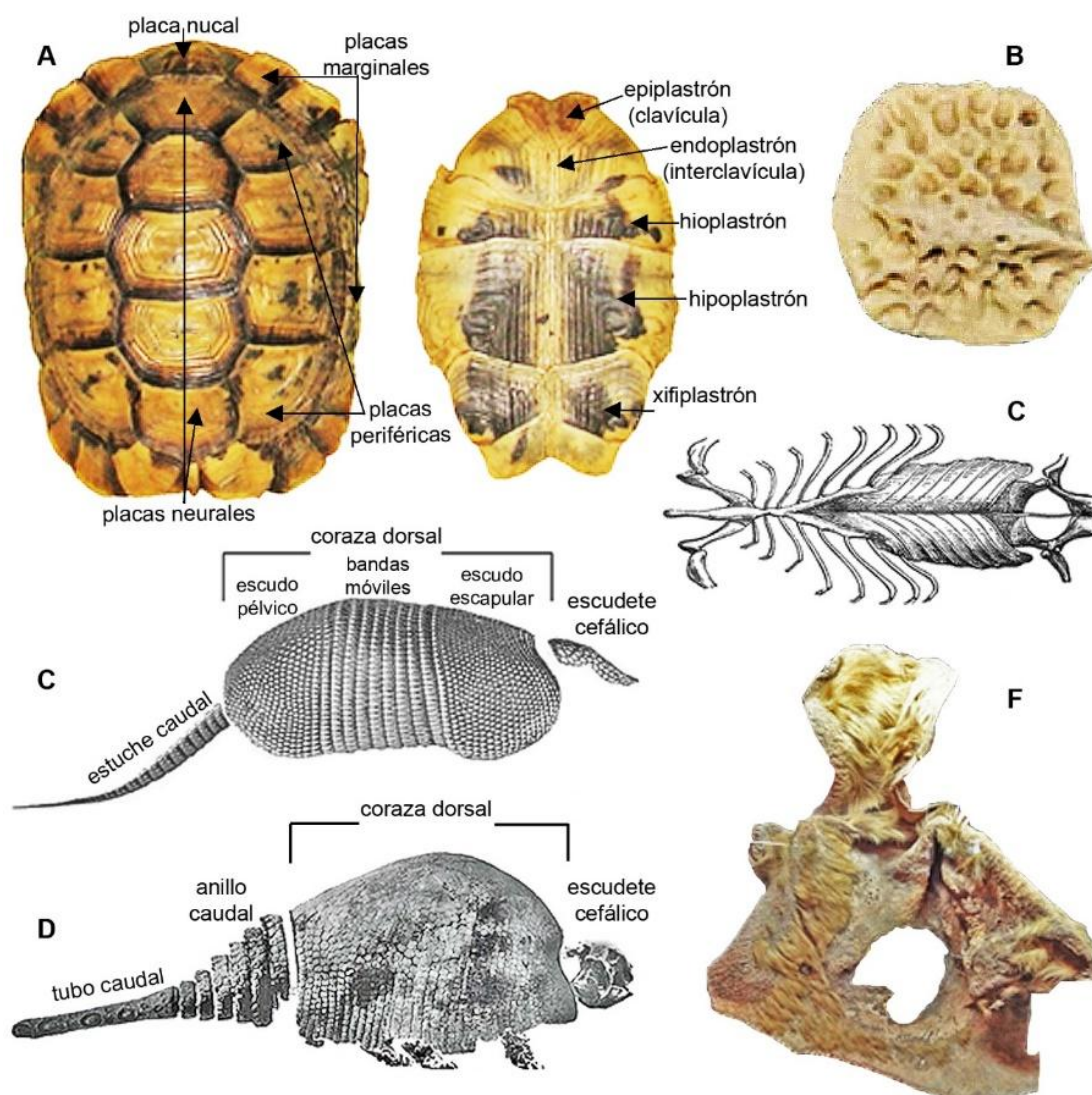
Reptiles

Los quelonios, como se mencionó previamente, presentan un caparazón óseo formado por un espaldar en la parte dorsal y un plastrón en la parte ventral (Figura 3.58A). El espaldar se compone de una placa nual, placas neurales en el centro, hacia los laterales se alojan las placas pleurales y en los bordes las placas periféricas. El plastrón, desde la parte anterior a la posterior, exhibe los epiplastrones (por asimilación de las clavículas), un endoplastrón (interviene la interclavícula), hioplastrones, hipoplastrones y xifoplastrones.

Los cocodrilos poseen placas óseas dérmicas, también llamadas osteocutos, en la parte dorsal (Figura 3.58B). Estos reptiles poseen, en la parte abdominal, una gastralía o costillas ventrales dérmicas o abdominales (Figura 3.58C). La llamada gastralía de los saurios, sin embargo, no es parte del exoesqueleto debido al origen endocondral de esas costillas abdominales. El término correcto, en ese caso, son las costillas paraesternales o paresternales.

Mamíferos

Algunos grupos de xenarthros se caracterizan por la presencia de un exoesqueleto con distintos niveles de desarrollo. Entre ellos, los cingulados son los que poseen una armadura ósea formada por numerosos osteodermos o placas óseas. La mencionada armadura incluye al cráneo (escudete cefálico), al cuerpo (coraza dorsal) y a la cola (escudete o estuche caudal). Los armadillos presentan en la coraza dorsal un grupo variable (según la especie) de bandas de placas móviles, en la parte media, muy diferente de las placas fijas del escudo escapular y pélvico (Figura 3.58D). Los gliptodontes carecen de tal diferenciación en la coraza dorsal porque es rígida, aunque en los bordes de la coraza poseen placas más robustas y cónicas que se distinguen del resto (Figura 3.58E). En los xenarthros pilosos, empero, hay una familia extinta, *Milodontidae*, con representantes que portan numerosos osículos dérmicos en la piel. El caso más resonante en la arqueología sudamericana corresponde al cuero de *Myodon* hallado en la Cueva del Milodón en el siglo XIX en Última Esperanza, Chile (Figura 3.58F, véase Capítulo 1).

Figura 3.58

Nota. Ejemplos de exoesqueletos en vertebrados. A) caparazón (espalda a la izquierda y plastrón a la derecha) de un quelonio; B) osteodermo de un crocodilio; C) esquema de gastralia de crocodilio; D) armadura de un cingulado dasipódido (modificado de Ciancio (2018: figura 2); E) armadura de un cingulado gliptodóntido (modificado de Ciancio (2018: figura 1); F) cuero de *Mylodon* con osículos (fragmento expuesto en el Museo de Ciencias Naturales de La Plata).

Referencias

Anderson, G. (2003). Marine turtles. marine science. [entrada de blog] <http://www.marinebio.net/marinescience/05nektion/mtintro.htm>

- Angulo, A., Ramirez-Coghi, A. y López M. (2021). Claves para la identificación de los peces de las aguas continentales e insulares de Costa Rica. Parte I: Familias. *UNED Research Journal*, 13, e3145.
- Barret, J. (2016). Skeletal system the skull lower jaw pelvic girdle pectoral girdle & sternum. The vertebrae hindlimb forelimb. [entrada de blog]. <https://slideplayer.com/slide/4693573/>
- Berkovitz, B. y Shellis, P. (2017). *The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates*. Oxford: Academic Press.
- Bracegirdle, B. y Milles, P. (1981). *Atlas de estructura de cordados*. Madrid: Paraninfo.
- Brandt, L., Haase, K. y Collins, M. (2018). Species identification using ZooMS, with reference to the exploitation of animal resources in the medieval town of Odense. *Danish Journal of Archaeology*, 7, 139-153.
- Cáceres Murrie, B., Aguayo Lobo, A., Muñoz García, N., Cáceres Murrie, M. y Oyarzún Galaz L. (2019). Descripción parcial y montaje de un esqueleto de tortuga negra *Chelonia mydas agassizii* (Bocourt, 1868). *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 47, 55-61.
- Cantero, K., Gutiérrez, J., Nuño, C. y Fuentes, M. (2015). Caracterización de hidroxiapatita a partir de materiales sintéticos con aplicaciones óseas. En actas del XII encuentro participación de la mujer en la ciencia, México.
- Carrol, R. (1997). *Vertebrate paleontology and evolution*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Carmona, R., Alba, D., Delfino, M., Robles, J., Rotgers, C., Bertó Mengual, J., Balaguer, J., Galindo J. y Moyà-Sol, S. (2010). Snake fossil remains from the middle Miocene stratigraphic series of Abocador de Can Mata (els Hostalets de Pierola, Catalonia, Spain). *Cidaris*, 30, 77-84.
- Castellano, K (2012). Diente. [entrada de blog] <https://karycastellano.wordpress.com/diente/>
- Ceríaco, L., Marques, M., Bandeira, S., Agarwal, I. Stanley, E., Bauer, A., Heinicke, M. y Blackburn, D. (2018). A new earless species of *Poyntonophrynus* (Anura, Bufonidae) from the Serra da Neve Inselberg, Namibe Province, Angola. *ZooKeys*, 780, 109-136.
- Ciancio, M. (2018). Armadillos: antiguos mamíferos acorazados habitantes de las Américas. *Revista Museo* 30: 19-28.
- Costa, T. y Barri, F. (2018) *Lama guanicoe* remains from the Chaco ecoregion (Córdoba, Argentina): an osteological approach to the characterization of a relict wild population. *PLoS ONE*, 13, 1-17.
- Darlim, G. y Marinho, M. (2018). *Moenkhausia lepidura* (Kner, 1858) (Characiformes, Characidae): osteology and relationships. *Biota Neotropica*, 18, e20180546.
- Denmon, J. (2016). Hoofed mammals ungulates. [entrada de blog]. <https://slideplayer.com/slide/3520059/>
- Dorling Kindersley (2022a). Inside a bird. DKfindout. [entrada de blog] <https://www.dkfindout.com/uk/animals-and-nature/birds/inside-bird/>
- Dorling Kindersley (2022b). Inside a frog. DKfindout. [entrada de blog] <https://www.dkfindout.com/us/animals-and-nature/amphibians/inside-frog/>

- Duque-Osorio, J., Ortiz-Salazar, M., Salazar-Monsalve, L. y Mejía-Pavony, C. (2009). Mammals: Evolution and Dental Nomenclature. *Revista Estomatología*, 17, 30-44.
- Galliari, F. y Carlini, A. (2015). Ontogenetic criteria to distinguish vertebral types on the debated xenarthran synsacrum. *Journal of Morphology*, 276, 494-502.
- Gasparini, G., Ferrero, B., Vezzosi, R. y Brunetto, E. (2011). El registro de *Tayassu pecari* (Link, 1795) (Artiodactyla, Tayassuidae) en el Pleistoceno Tardío de la provincia de Santa Fe, Argentina. Aspectos biogeográficos y de distribución de una especie en retracción. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28.
- Gonçalves Vieira, L., Quaqliatto Santos, A., Campos Lima, F., Santesso Teixeira de Mendonça, S., Tannus Menezes, L. y Sebben, A. (2016). Ontogeny of the appendicular skeleton in *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae). *Zoological Science*, 33, 372-383.
- Gravilov, K. (1958). *Curso de anatomía y fisiología comparadas*. Tucumán: Universidad Nacional de Tucumán.
- Grasse, P. (1976). *Zoología, Vertebrados. Anatomía Comparada*. Tomo 2. Paris: Masson et Cie.
- Herrera, Y., Fernández, M., Lamas, S., Campos, L., Talevi, M., y Gasparini, Z. (2015). Morphology of the sacral region and reproductive strategies of Metriorhynchidae: A counter-inductive approach. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 106, 247-255.
- Hickman, R., Roberts, L., Larson, A., Anson, H. y Heisenhour D. (2010). *Principios Integrales de Zoología*. 6ta edición. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Hubbard, M. (2018). Lizard (Iguana) pectoral girdle. Quizlet [entrada de blog] <https://quizlet.com/233451881/lizard-iguana-pectoral-girdle-diagram/>
- Huerta, E., (2017). Relación del sistema craneomandibular y los hábitos alimenticios en dos especies de tortugas marinas.
- Image Quiz (2022). Frog pectoral. [entrada de blog] <http://www.imagequiz.co.uk/quizzes/5418778523336704>
- Kardong, K. (1998). *Vertebrados. Anatomía Comparada-Función-Evolución*. Nueva York: McGraw Hill-Interamericana.
- Keates, C. y Kindersley, D. (2014). Grey wolf, *Canis lupus*, skeleton. Fine arts America. Natural History Museum, London. [entrada de blog] <https://fineartamerica.com/featured/grey-wolf-canis-lupus-skeleton-colin-keates--dorling-kindersley--natural-history-museum-london.html>
- Klaczko, J., Sherratt, E., Eleonore, Z. y Setz, F. (2016). Are Diet Preferences Associated to Skulls shape diversification in Xenodontine snakes? *Plos One* | DOI:10.1371/journal.pone.0148375
- Liem, K., Bemis, W., Walker, W. y Grande, L. (2001). *Functional morphology of the vertebrates*. Third edition. California: Brooks/Cole Thomson Learning.

- Longrich, N. y Olson, S. (2011). The bizarre wing of the Jamaican flightless ibis *Xenicibis xymptithecus*: a unique vertebrate adaptation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278, 2333-2337.
- Machado, L., Wellendorf, H. y Brito, P. (2010). On the type material of *Lepidosiren paradoxa* Fitzinger, 1837 (Sarcopterygii, Dipnoi). *C. R. Biologies*, 333, 56-60.
- Montero, R. Abdala, V., Moro, S. y Gallardo, G. (2004). *Atlas de Tupinambis rufescens (Squamata, Teiidae). Anatomía externa, osteología y bibliografía*. Tucumán: Instituto de Herpetología, Fundación Miguel Lillo.
- Mothé, D., Ferretti, M. y Avilla, L. (2019). Running over the same old ground: *Stegomastodon* Never Roamed South America. *Journal of Mammalian Evolution* 26, 165-17.
- Myers, P., Espinosa, R., Parr, C., Jones, T., Hammond, G. y Dewey, T. (2022). The Animal Diversity Web (online). <https://animaldiversity.org>.
- Paleontología y Evolución de la UCM (2014). Reptiles. [entrada de blog] http://paleontologia-y-evolucion-ucm.blogspot.com/2014/06/reptiles_11.html
- Paparella, I., LeBlanc, A., Doschak, M. y Caldwell, M. (2020), The iliosacral joint in lizards: an osteological and histological analysis. *Journal of Anatomy*, 236, 668-687.
- Piriot, P. (1976). *Morfología evolutiva de los cordados*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Retales de Ciencia (2022). ¿Qué son las osteonas? [entrada de blog] <https://retalesdeciencia.wordpress.com/2013/10/28/que-son-las-osteonas/>
- Romer, A. S. (1972). *Anatomía Comparada*. México DF.: Interamericana S.A.
- Salemme, M., Miotti, L. y Tonni, E. (1991). La determinación sistemática de mamíferos en contextos arqueofaunísticos. En Waldren, W., Ensenyat J. y Kennard, R. (Eds). *Lind Deya international Conference of Prehistory* (pp. 209-222). Oxford: Archaeological Techniques and Technology, BAR International Series 573.
- Skulls unlimited (2022a). Real frog skeleton. [entrada de blog] <https://www.skullsunlimited.com/products/real-frog-skeleton-ok-16303>
- Skulls unlimited (2022b). Replica bottle-nosed dolphin pectoral fin. [entrada de blog] <https://www.skullsunlimited.com/products/replica-bottle-nosed-dolphin-pectoral-fin-ko-233-set>
- Sierpe, V. (2015). *Atlas osteológico del guanaco* (Lama guanicoe). Magallanes: Ediciones Universidad de Magallanes.
- Souza y Silva, W. (2018). Chicken skeleton. Museu de Anatomia Veterinária [Wikimedia commons]. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chicken_skeleton.jpg
- Stucchi, M. y Figueroa, J. (2013). Morfología cráneo-mandibular del oso andino *Tremarctos ornatus* (Carnivora: Ursidae). *Therya*, 4, 485-509.
- Teisaire, E., Nieto, O., Roldán, I., Kreisel, Z., López Aragón, M. y García Moreno, A. (2010). Guía de trabajos prácticos de anatomía comparada de vertebrados 1 y 2. Esqueleto. Generalidades. Cráneo de peces. *Reduca. Serie Zoología*, 3, 1-29.
- Vanscoy, T., Lundberg, J. y Luckenbill K. (2015) Bony ornamentation of the catfish pectoral-fin spine: comparative and developmental anatomy, with an example of fin-spine diversity

- using the Tribe Brachyplatystomini (Siluriformes, Pimelodidae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 164, 177-212.
- Vieira, L., Santos, A., Lima, F., Mendonça, S., Menezes, L. y Sebben, A. (2016). Osteologia de *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae) e a evidência evolutiva. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 36, 1025-1044.
- Wedel, M. (2009). Evidence for bird-like air sacs in saurischian dinosaurs. *Journal of Experimental Zoology*, 311A, 1-18.
- Weichert, C. (2009). *Elementos de la anatomía de los cordados*. Madrid: Mac Graw Hill Book Company.

CAPÍTULO 4

Tafonomía de vertebrados

Fernando J. Fernández, Luis M. del Papa y Laura L. Miotti

En este capítulo se definen los conceptos básicos de la tafonomía. El capítulo se subdivide de acuerdo a los tipos de génesis de los depósitos faunísticos: agentes naturales selectivos (“*attritional*” o depredación y enfermedades), agentes naturales no selectivos (catastróficos), acción antrópica (también se incluye en la depredación) y agentes postdeposicionales.

Como se mencionó en el Capítulo 1, con el advenimiento del *corpus* teórico-metodológico de la Nueva Arqueología o Arqueología Procesual en la década de 1960 se introduce el actualismo, entre otros conceptos, a la arqueología (Binford, 1962). El actualismo se fundamenta en los principios del uniformitarismo (las mismas leyes y procesos naturales de la actualidad han operado en el pasado) del geólogo británico Charles Lyell (1830). Constituye una herramienta metodológica para inferir la naturaleza de los eventos del pasado mediante la analogía de los procesos observables en el presente (Binford, 1981a; Lyman, 1994; Marean, 1995). Del actualismo deriva la actuotafonomía o neotafonomía, una concepción de especial interés para la tafonomía, que implica la experimentación y observación sobre las condiciones de los restos de organismos modernos en ambientes definidos, delineado para realizar interpretaciones tafonómicas y paleoecológicas no visibles en el registro fósil (Lyman, 1994). Otra vía de conocimiento tafonómico se basa en el método comparativo, en base a los resultados obtenidos por estudios previos y en la habilidad del equipo tafonómico para interpretar el agente causal de la acumulación a partir de las evidencias (Marean, 1995; Gutiérrez y Borrero, 2023).

¿Qué es la tafonomía?

Iván Antónovich Efremov, paleontólogo ruso dedicado a los vertebrados permo-cretácicos de Rusia y del desierto de Gobi (Mongolia) y escritor de ciencia ficción, define en 1940 a la tafonomía conjugando las palabras griegas *taphos* (entierro) y *nomos* (ley), es decir, la ciencia de las leyes del entierro (Efremov, 1940). En un sentido más amplio, la tafonomía es la disciplina que estudia los procesos de la transición de los restos de los organismos desde la biósfera a la litósfera (Efremov, 1940). Este autor publica su trabajo en la revista “*Pan American Geology*” y lo intitula “*Taphonomy: a new branch of Paleontology*” “Tafonomía: una

nueva rama de la Paleontológica” (Efremov, 1940). No obstante, como hemos visto en el Capítulo 1, desde finales del siglo XIX se hacían estudios tafonómicos en diferentes partes del mundo, incluso en la Argentina, principalmente con los trabajos de Florentino Ameghino en las regiones pampeana y patagónica (e.g., Ameghino, 1880, 1881). Desde entonces y, con mayor énfasis, a partir de la Nueva Arqueología, la tafonomía ha sido clave, no solo para la paleontología, sino también para la geología, la ecología, las ciencias forenses, la antropología biológica y la zooarqueología (véase Capítulo 1).

Por otra parte, Efremov (1940) propone a la tafonomía como disciplina científica por su inquietud al observar errores en la interpretación paleoecológica de los fósiles que representan a organismos del pasado y que no habitaron en el lugar del hallazgo paleontológico. Entre las décadas de 1940 y 1970, la tafonomía se dedicó, principalmente, a la evaluación de los sesgos, es decir, a la pérdida de información del registro fósil generada por los distintos procesos (Gutiérrez y Borrero, 2023). Ulteriormente, la disciplina giró a una perspectiva de aprendizaje más positiva al enfocarse en los estudios actuotafonómicos para observar patrones de muerte, de descomposición y de enterramiento, entre otros, en ambientes actuales para elaborar modelos que ayuden a interpretar los eventos pretéritos (Gutiérrez y Borrero, 2023). Esta visión pone especial atención en investigar los procesos tafonómicos *per se* y se aleja del orden tradicional de estudiar estos procesos solo para limpiar el registro de los posibles sesgos tafonómicos, es decir, de analizar los sesgos con un fin en sí mismo (Gutiérrez y Borrero, 2023).

Recientemente, se ha planteado que los materiales inorgánicos, por ejemplo, los artefactos líticos y los fragmentos cerámicos, exhumados de sitios arqueológicos pueden estudiarse desde una perspectiva tafonómica (véase Box 2; Gutiérrez y Borrero, 2023). En cambio, para varios equipos de investigación y para el cuerpo docente de esta cátedra, la incorporación de materiales inorgánicos a los estudios tafonómicos excede los límites de la definición original de Efremov y genera ambigüedad en la disciplina (véase, por ejemplo, Lyman, 2010). Ahora bien, esta postura tampoco indica que la tafonomía debe acortarse a los procesos estrictamente naturales o “n-transformadores” (*sensu* Schiffer y Rathje, 1973), ya que los humanos indudablemente son actores tafonómicos activos. Entonces, los procesos de formación cultural del registro, que abarquen tanto a las acumulaciones orgánicas (tafonómicas) como a las inorgánicas, producto de la actividad humana, se podrían incluir bajo el término conocido en arqueología de “c-transformadores” (*sensu* Schiffer y Rathje, 1973). Acorde al modelo de Michael Schiffer, sobre los procesos de formación de sitio que ocurren desde el contexto sistémico al contexto arqueológico (e.g., Schiffer, 1975, 1976), las leyes de los procesos “c-transformadores” relacionan las variables del sistema sociocultural con las variables de los resultados arqueológicos de ese sistema. En tanto, las leyes de los procesos de formación natural o “n-transformadores” alteran a los materiales depositados culturalmente (e.g., Schiffer, 1975, 1976).

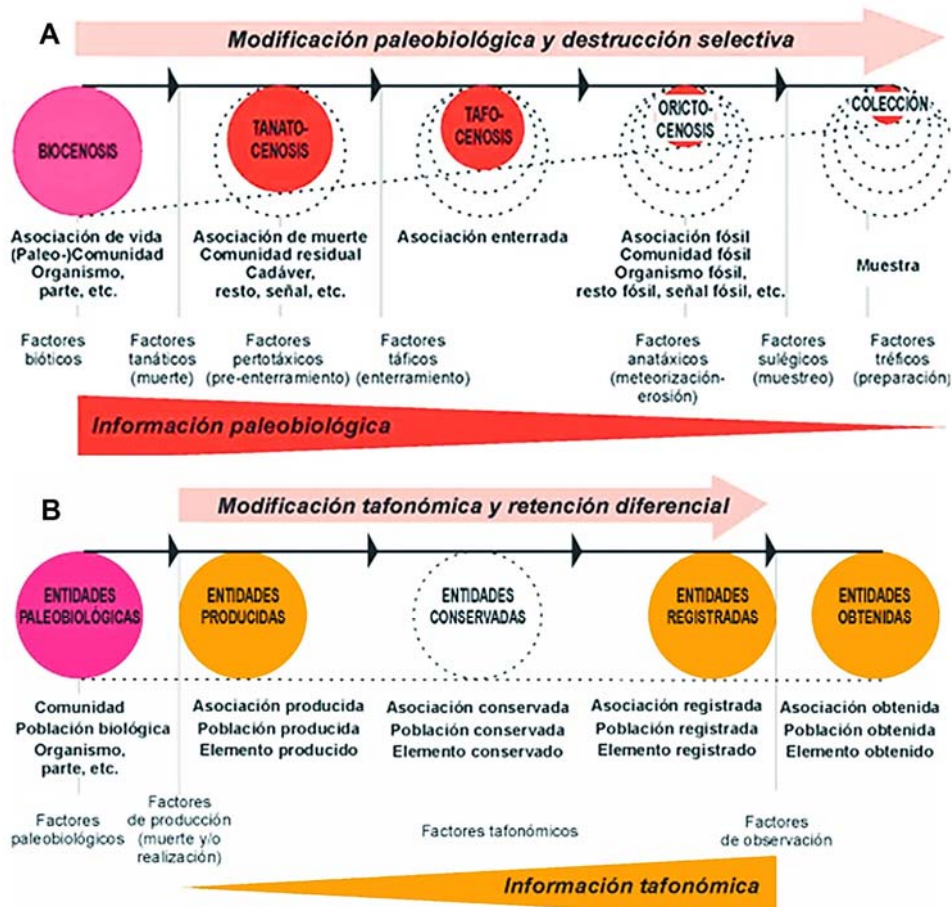
Finalmente, en sitios paleontológicos y arqueológicos es frecuente el hallazgo de asociaciones de especies no contemporáneas como producto de los distintos procesos de

reelaboración que pudieron ocurrir en el pasado (Fernández-López, 1986-87, 1991; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Los análisis tafonómicos pueden ejecutarse tanto a una escala local (del sitio) como a escala regional que nos amplía el escenario, por ejemplo, para interpretar la formación de palimpsestos o los conjuntos fósiles promediados en el tiempo (véase, más abajo, la sección “Palimpsestos y tiempos promediados”) y para evaluar el impacto de la contaminación natural reciente o “lluvia de huesos” del registro fósil (Borrero, 1988; Gutiérrez y Borrero, 2023). Como veremos en las secciones siguientes, a partir de los estudios tafonómicos se pueden interpretar el origen de las acumulaciones óseas (como llegaron esos huesos al sitio), de este modo, se puede establecer la identidad de los depredadores y si hubo transporte fluvial y elevar la precisión de las interpretaciones paleoecológicas (Andrews, 1990; Gifford-González, 1991).

Estadios de formación de un conjunto fósil o arqueofaunístico

La Figura 4.1A esquematiza la historia tafonómica desde la biocenosis, pasando por la tanatocenosis, la tafocenosis y la orictocenosis, hasta la colección de un museo.

Figura 4.1



Nota. Diagramas de pérdida de información paleobiológica, a través de la historia tafonómica, desde la biocenosis hasta la colección de un museo (A) y ganancia de información tafonómica (B), desde las entidades paleobiológicas hasta las entidades obtenidas (según Fernández-López, 2001: figuras 1 y 2, modificado de Fernández-López, 1991: figura 1).

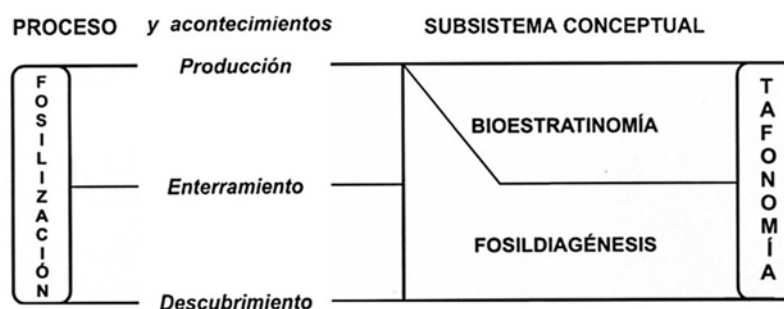
El primero de los estadios se denomina biocenosis (conjunto de organismos vivos), está mediado por procesos bióticos y se incluye en el dominio bioecológico. Este estadio se detiene, súbitamente, cuando tienen lugar los factores de producción (principalmente la muerte de los organismos, aunque también pueden ser las huellas y otras evidencias de acción de los organismos), entonces, inicia el estadio de la tanatocenosis (conjunto de organismos muertos), el cual está atravesado por los procesos tanáticos (inducen y circundan a la muerte de los organismos) y pertotáticos (operan desde la muerte hasta el entierro de los organismos, tales como descomposición, meteorización, esqueletización, desarticulación, dispersión y acumulación) y es parte del dominio biostratinómico. Una vez que los restos son enterrados, inicia el estadio de la tafocenosis (agregado de restos de organismos enterrados conjuntamente), el cual está mediado por procesos táficos (determinan si un resto será enterrado o no) y anatóxicos (operan en la remoción y la destrucción de los restos), los cuales tienen lugar dentro del dominio diagenético. A partir de este momento, se puede denominar conjunto o asociación fósil (orictocenosis). Finalmente, ocurre el estadio de la colección de museo, incluido dentro del dominio arqueológico y paleontológico, donde primero intervienen los procesos sulégicos (la selección ocurrida cuando se realiza el muestreo o la excavación) y los procesos tréficos referidos a la preparación y posterior conservación de las muestras en el laboratorio (Lawrence, 1968, 1971; Fernández-López, 1986-87, 1991, 2001; Andrews, 1990; Lyman, 1994).

No obstante, la historia tafonómica no es lineal, los factores potenciales de reelaboración pueden implicar un regreso en la secuencia, por ejemplo, volver a la superficie por la acción de animales cavadores o por discordancias erosivas y procesos de erosión fluvial o marítima y quedar, nuevamente, expuestos a los procesos que operan en el dominio o subsistema biostratinómico. Incluso, es menos común que sucedan todos los estadios tafonómicos y, salvo casos excepcionales, que se llegue al descubrimiento y posterior resguardo en colecciones de museos. En la mayoría de los casos la pérdida está vinculada a la incompletitud de los elementos anatómicos (Figura 4.1A). Esto ocurre porque los procesos tafonómicos destruyen selectivamente a la variabilidad paleobiológica como consecuencia de la acción de diferentes agentes que actuaron como filtros sucesivos de los restos menos conservables (e.g., Fernández-López, 1991, 2001). En tanto, se destaca que conforme se pierde información paleobiológica (Figura 1A) se gana información tafonómica (e.g., Fernández-López, 1991, 2001; Figura 1B). Por ejemplo, el análisis de las fracturas ofrece información tafonómica invaluable porque al partir de la incompletitud e imperfección de los fósiles, considerados como estructuras modificadas si se las compara con los elementos originales, podemos interpretar causas de muerte, tipos de procesamientos y otras

actividades de la subsistencia humana (*vide infra*); datos imposibles de obtener en base a las entidades paleobiológicas (e.g., Fernández-López, 1991, 2001; Fernández-Jalvo et al., 2022).

En términos generales, dentro de la tafonomía se pueden distinguir la bioestratinomía -modificaciones ocurridas desde la producción biogénica hasta el enterramiento (pre y sin-enterramiento)- y la fosildiagénesis -modificaciones post-enterramiento- (Fernández-López, 1986-87; Lyman, 1994; Figura 2). Ambos subsistemas suelen constituir la mayoría de las entidades tafonómicas registradas, aunque, en casos excepcionales, pueden existir entidades registradas que no han pasado por los procesos que actúan en la bioestratinomía, por ejemplo, en organismos enterrados con vida (Fernández-López, 1986-87). Los procesos de reelaboración que involucren el desenterramiento y desplazamiento de entidades tafonómicas corresponden a la fosildiagénesis, caso contrario implicaría que este subsistema sea múltiple o parte de la bioestratinomía (Fernández-López, 1986-87).

Figura 4.2



Nota. Esquema tafonómico sobre los dos grandes subsistemas conceptuales (bioestratinomía y fosildiagénesis) de los procesos de fosilización tafonómica. Tomado de Fernández-López (1986-87: figura 1).

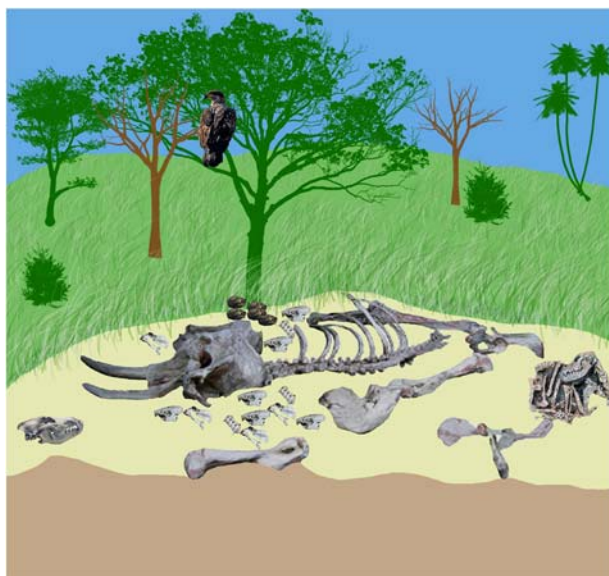
Autóctono y alóctono

En entidades tafonómicas conservadas o fósiles, un elemento autóctono se encuentra en el mismo lugar donde fue producido (biogénesis o tafogénesis) y un elemento alóctono refiere al que está en un lugar geográficamente distanciado de aquél donde fue producido (véase Fernández-López, 1991: figura 2). Estos conceptos no deben confundirse con los términos *in situ* y *ex situ*, que aluden, en entidades registradas, a su ubicación bioestratigráfica original -*in situ*- y desplazado o reelaborado -*ex situ*- (véase Fernández-López, 1991: figura 2).

Palimpsesto y tiempos promediados

El concepto de palimpsesto proviene de la literatura y refiere a un manuscrito antiguo (pergamino) que conserva huellas de una escritura anterior borrada artificialmente². En tafonomía y en arqueología se utiliza para dar cuenta de las mezclas de huesos y otros materiales en un mismo registro arqueológico que, a primera vista, parecen proceder de un único evento de ocupación del sitio –asociación primaria-. Sin embargo, el análisis de contexto y sus atributos particulares indican que ese conjunto puede ser el producto de diferentes eventos, tanto de origen humano como de otros agentes naturales –asociación secundaria- (e.g., Bailey, 1981, 2007; Binford, 1981a; Guillermo et al., 2021). La Figura 4.3 exhibe que, a modo de ejemplo ficticio, conforme se entierra y desarticula lentamente un gonfotérico (megamamífero del orden de los proboscídeos) van ingresando y acumulando, en la misma unidad cronoestratigráfica superficial (en amarillo), otros animales de menor tamaño incluidos dos mamíferos carnívoros (cuya muerte pudo darse por competencia cuando carroñaban el cadáver) y numerosos roedores producto del entierro y disgregado rápido de las egagrópilas arrojadas por un ave rapaz diurna (Accipitriformes) perchada en la rama del árbol. En este sentido, a diferencia de las asociaciones actuales, que constituyen una instantánea, las asociaciones fósiles son registros tempo-promediados y afectadas por procesos postdepositacionales (Terry, 2010; López et al., 2021). Asimismo, se ha demostrado que la riqueza y la diversidad taxonómica y el tiempo promedio aumentan proporcionalmente (Figura 4.4), a razón que, a medida que transcurren los años, pueden ingresar, por distintas vías, incluida la acción humana, nuevos taxones al registro fósil y acumularse en una misma unidad cronoestratigráfica (Tomasovych y Kidwell, 2010).

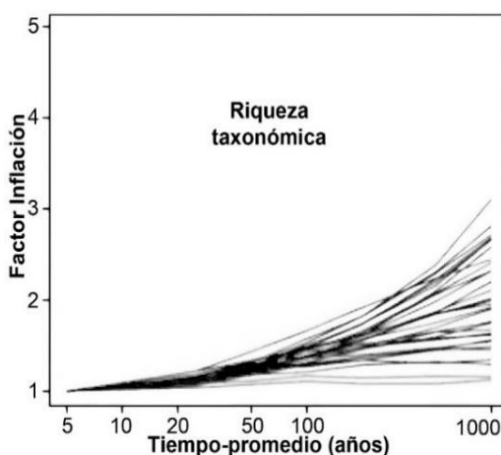
Figura 4.3



² Definición tomada del diccionario de la Real Academia Española: <https://dle.rae.es/palimpsesto>

Nota. Esquema tafonómico de palimpsestos y del registro tempo-promediados. En color verde se ilustra el sustrato herbáceo (biocenosis), en amarillo la unidad estratigráfica portadora de los fósiles (tafocenosis-orictocenosis) y en marrón la unidad estratigráfica estéril más profunda. Realizado por Fernando J. Fernández.

Figura 4.4



Nota. Gráfico de riqueza taxonómica acumulada en asociaciones fósiles tempo-promediadas. Modificado de Tomasovych y Kidwell (2010: figura 7A).

Signature criterion (firma) y equifinalidad

Lewis Binford (1981a) propone, para abarcar el análisis de los conjuntos zooarqueológicos, el concepto tafonómico de “*signature criterion*” (criterio de firma tafonómica). Este autor lo utiliza, principalmente, para establecer una relación causal, constante y única, entre un proceso y su resultado, lo que permite distinguir el proceso generador de una modificación en los restos óseos. En tal sentido, los distintos equipos de investigación comenzaron a realizar análisis actualísticos para establecer patrones de las marcas producidas en los huesos acaecidas por distintos agentes, antrópicos y naturales (e.g., Binford, 1981a; Shipman, 1981; Haynes, 1983; Blumenshine y Selvaggio, 1988; Fiorillo, 1989).

Siguiendo el “criterio de firma”, Gifford-González (1991) propuso categorías analógicas de un sistema de red que une el rasgo observacional hasta llegar a las inferencias sobre los contextos conductual y ecológico:

- Trazas: atributo visible de un hueso en donde ha ocurrido un proceso tafonómico (e.g., surco con valle en forma de “u”; véase más adelante).

- Causa: causas físicas inmediatas que producen las trazas (e.g., mordisqueo).

- Efector: es el material que produjo la modificación en el hueso (e.g., el diente de un carnívoro).

- Actor: la fuente de la fuerza o energía que ha creado las trazas (e.g., un carnívoro).

-Contexto conductual: es el ambiente sistémico prehistórico en donde tuvo lugar el proceso tafonómico (e.g., consumo de una presa por un carnívoro luego de cazarla).

-Contexto ecológico: es el tipo de ecosistema y ambiente en donde habitaron actores (e.g., pastizales de la región pampeana).

A pesar de la importancia en el desarrollo de los estudios actualísticos en busca del “criterio de firma”, a partir del registro arqueológico, los rasgos constantes y únicos muchas veces son difíciles de establecer, ya que algunos procesos pueden generar modificaciones semejantes a otros, lo que es definido como equifinalidad (Lyman, 1994; Gutiérrez y Borrero, 2023; véase más adelante ejemplos de equifinalidad entre marcas de corte y pisoteo, fragmentación, termoalteración y óxidos de manganeso, hervido y diagénesis, entre otros). Entonces, la equifinalidad trae “problemas” a la hora de poder construir inferencias sobre el contexto contextual y ecológico. Si bien en la actualidad se sigue intentando definir la firma tafonómica de los diferentes procesos, para intentar resolver los problemas de equifinalidad es imperioso desarrollar análisis contextuales y la incorporación de múltiples vías de análisis, entre las cuales se destacan los trabajos actualísticos y la experimentación (e.g., Gifford-González, 1991; Lyman, 1994; Bar-Oz y Munro, 2004).

Box 2. Tafonomía

Luis Alberto Borrero*

*IMHICIHU-CONICET, Olavarría, Buenos Aires, Argentina.

Contra lo que muchas veces se ha sostenido, la tafonomía no es una crítica de los procesos de deposición de materiales arqueológicos, sino que es una disciplina que se basa en contribuciones positivas. No puede ser considerada de otra manera la adquisición de información acerca de las transformaciones que han sufrido distintos materiales desde que se depositaron. Por otro lado, en lugar de limitarse a las acciones destructivas o de desplazamiento de huesos producidas por distintos animales, la tafonomía analiza y destaca su presencia con toda la información paleobiológica y ecológica que acarrea.

Más allá de la lectura y el estudio, hay muchas formas de capacitarse en tafonomía o de encarar proyectos tafonómicos. Sólo puedo defender con fundamento el que seguí personalmente, no porque sea el mejor —las falencias que percibí o se han percibido en mi formación o mi enfoque han sido muchas, algunas remediadas con más trabajo o colaborando con personas capaces de cubrirlas— sino porque es el que conozco bien. Incentivado por la lectura de trabajos señeros de comienzos de los 1980 —los tres principales son *Fossils in the Making*, de A.K. Behrensmeyer y A.P. Hill, *Bones. Ancient Men and Modern Myths*, de L.R. Binford y *The Hunter or the Hunted?: An Introduction to African Cave Taphonomy*, de C.K.

Brain- comencé a realizar observaciones detalladas de carcasas de guanacos muertos recientemente en Tierra del Fuego.

Partí de un acercamiento naturalista –hoy muchas veces descuidado, lo que veo como una pérdida metodológica- combinado con diseños detallados de objetivos y potenciales observaciones pertinentes a los mismos. Nunca pude evitar pensar la tafonomía desde la arqueología, no solo porque soy arqueólogo, sino porque eso me permitía apuntar a discutir preguntas relevantes para mis temas de investigación. La búsqueda concreta de responder a ciertos aspectos del horizonte de preguntas que me estaba haciendo, me pareció siempre una estrategia más eficiente que la de ir a algún lugar para ver qué tipo de información aparecía. Contraintuitivamente, es una forma de trabajo que lleva a sorprenderse más que la mera interrogación de un lugar y materias desconocidas, pues las verdaderas sorpresas las produce el contraste con el conocimiento previo. He visto demasiados trabajos tafonómicos bien concebidos, que ofrecen datos interesantes, pero que resultan irrelevantes para el trabajo arqueológico. Ese problema es para mí remediable a través de un uso intensivo de la escasa o abundante información conocida, lo que permite aislar las cuestiones que pueden requerir tratamiento tafonómico.

Mi búsqueda personal ocurría en un medio fuego-patagónico, por lo que mi naturalismo no apuntaba a cocodrilos o caribúes –aunque nunca los ignoré, pues la etapa “creativa” de un diseño debe saber trasladar objetivos y metodologías ya utilizadas a la nueva realidad-. Dentro de las muchas cosas que me atrajeron originalmente destaco dos. Primero, la necesidad punzante de pensar la tafonomía exactamente en la escala espacial en que se desarrollaban los proyectos arqueológicos en que trabajaba. De esa manera, aseguraba una correspondencia escalar, que de otra manera era difícil de acomodar. Por ejemplo, al analizar la ocupación humana en un valle, considerar las variables condiciones de depositación y preservación tanto de elementos óseos aislados –que es la unidad principal del análisis tafonómico óseo- como de carcasas a lo largo y a lo ancho del mismo valle. Segundo, el objetivo de analizar el grado de contaminación (mezcla) entre materiales recientemente depositados y materiales arqueológicos, que se constituyó en foco principal de mi investigación. Combinando ambas cuestiones, encaré estudios regionales –que es la escala normal de mis proyectos arqueológicos- con análisis de formas de enterramiento, migración vertical y horizontal de materiales depositados recientemente. Mis primeros trabajos tafonómicos se realizaron en Cabo San Pablo (Tierra del Fuego) realizando observaciones de carcasas de guanacos muertos por estrés invernal sobre los numerosos sitios arqueológicos estratificados que estaba estudiando. En la medida de lo posible hice esto buscando disponer de muestras controladas –*sine qua non* de la tafonomía- en las que cuando carecía de control visual concreto de los procesos en marcha (horas con binoculares aseguraron muchos de esos casos), podía transmitir una información razonablemente controlada acerca de procesos que había registrado en forma segmentada (por ejemplo, huesos de una carcasa que vi totalmente articulada, que un tiempo después vi desarticulados, que con el paso del tiempo vi progresivamente meteorizados y, en algunos casos,

enterrándose, para en algunos casos recuperarlos en contextos arqueológicos al excavar). Es evidente que no vi todo este proceso y que hay numerosas cajas negras a lo largo de esta secuencia. Un ejemplo concierne a cuáles son las causas del entierro de los huesos, una importante caja negra, para la que pude utilizar observaciones sucesivas de huesos pisados —medidos mediante huellas de guanacos sobre huesos, destacadas por nieve, barro, u otros elementos—, sus efectos sobre el hueso (marcas, fracturas) y su posterior registro por excavación una vez enterrados (Borrero, 1990). Esto fue el sustento —junto con información acerca de los hábitos de los guanacos— para proponer el pisoteo como una fuerza enterradora importante. Existen muchas otras cajas negras, no todas igualmente resueltas. Pero aquí aparece otro concepto para mí crucial: no se debe esperar a tener el caso perfecto para publicar, entre otras cosas porque nunca va a ser perfecto. Una razón muy importante es que publicando casos lo suficientemente convincentes para generar discusiones y dudas, reclutaba la ayuda de un número grande de colegas, quienes buscando completar mi trabajo, o buscando mostrar lo que yo planteaba era indefendible, podían generar una ampliación significativa del conocimiento.

Desde ya, esto se complementa bien con el envío de los trabajos a lugares que aseguren una buena evaluación crítica. Hay veces que el rechazo de un trabajo produce crecimiento puro, llevando a mejoras. Claro que hay que tener el estómago para soportar los eventuales comentarios desinformados —un clásico en mi caso patagónico ha sido la acusación de no citar a Junius Bird, lo que generalmente denuncia un evaluador de habla inglesa que sólo conoce a Bird. Obviamente Bird es un autor importantísimo, pero no hay que estar citándolo siempre. Sumando pros y contras, las evaluaciones siempre pagan.

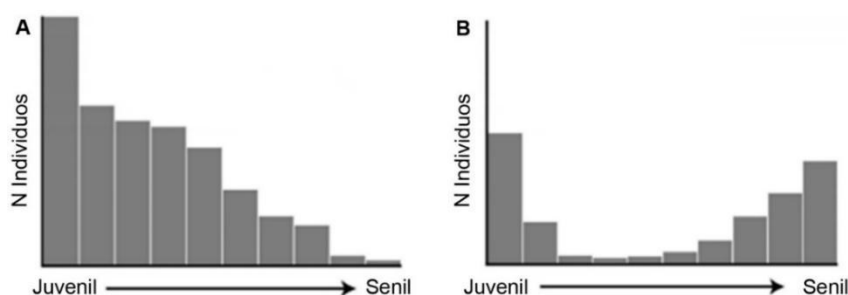
Finalmente, quiero enfatizar que mi pasión por el trabajo tafonómico se desarrolló en múltiples direcciones, por lo que busqué y logré propiciar la generación de sólidas líneas de trabajo tafonómico con materiales líticos (Borrazzo, 2016), abogando al mismo tiempo por extender el enfoque tafonómico a todos los materiales usualmente recuperados en sitios arqueológicos (Borrero, 2014). Esta extensión permitiría, en mi opinión, poner sobre la mesa de discusiones conjuntos cuya cronología e interrelaciones sean lo suficientemente bien conocidos y discutidos como para ponerlos al servicio de las más variadas y apasionantes series de preguntas antropológicamente significativas.

Tanatocenosis. Causas de muerte

Existen numerosos tipos de muertes en los organismos que se pueden reunir en dos grandes grupos (véase, por ejemplo, Voorhies, 1969): 1) catastróficas (naturales no selectivas), abarca numerosas formas de decesos accidentales tales como entrampamientos de diversa índole, inundaciones, incendios, sequías, congelamientos, envenenamiento por fluctuaciones en la salinidad del agua, gases tóxicos, flujos piroclásticos, coladas de lava y

descenso brusco de la temperatura durante la hibernación. Estos tipos de muerte generan perfiles etarios semejantes a los perfiles etarios de una comunidad viva, es decir, no hay selección de edades de muerte (Figura 4.5A); 2) naturales selectivos “*attritional*”, incluye principalmente las enfermedades y la depredación, cuya selectividad se ve reflejada en los perfiles etarios de mortandad con un patrón bimodal de elevada proporción de individuos juveniles y seniles, más propensos a enfermar y/o a ser presas de los depredadores (Figura 4.5B). En los apartados siguientes veremos algunos ejemplos de ambos grupos.

Figura 4.5



Nota. Perfiles de mortalidad con patrón catastrófico o natural no selectivo (A) y natural selectivo “*attritional*” (B). Modificado de Domingo (2018: cuadro 1).

Agentes naturales no selectivos (catastróficos)

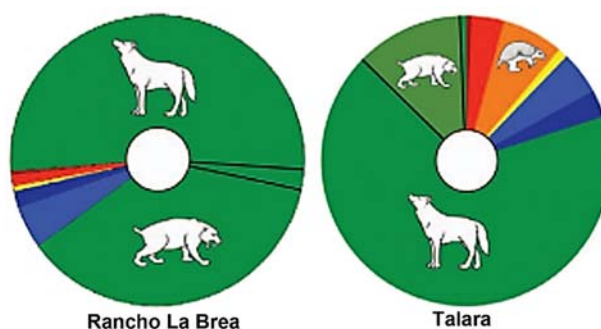
Trampas naturales

Las trampas naturales producen acumulaciones de restos orgánicos porque contienen a las entidades biológicas hasta la muerte o debido a que encierran y protegen a los restos (e.g., Wolverton, 2006; Martín y San Román, 2010). Estas trampas están mediadas por diversos factores que impiden el egreso de los animales, entre los que se destacan las depresiones con determinadas formas, profundidades, tipos de paredes y la ausencia de plataformas. La estructura de las trampas no es estática, es decir, aquellas con entradas verticales u horizontales se pueden abrir y cerrar a través del tiempo (e.g., Wolverton, 2006; Martín y San Román, 2010). Otros tipos de trampas naturales lo constituyen las remociones en masa por deslizamiento de sedimentos; también, los sustratos blandos, acuosos, orgánicos o adhesivos asociados a turberas, *permafrost*, ciénagas, pantanos o pozos de hidrocarburos “conocidos como pozos de asfalto, de brea y de alquitrán”. En determinadas ocasiones, las trampas pueden ser selectivas sobre algunos taxones, tipos dietarios, corporales y locomotores; pueden, por ejemplo, presentar una alta proporción de carnívoros, o bien, dominancia de herbívoros, o de ambos (Wolverton, 2006; Martín y San Román, 2010).

En América ha cobrado una fama notoria los pozos de asfalto de Rancho La Brea (Los Ángeles, California, EEUU) y de Talara o Pampa la Brea (Piura, Perú) asignados al Pleistoceno tardío. El primero de ellos, con más de un siglo de excavaciones y más de cuatro

millones de especímenes, muy bien preservados, exhumados de sus más de 100 pozos - generados por fallas tectónicas que permitieron al petróleo ascender a través de las grietas hasta la superficie- resulta en la localidad fosilífera del Cuaternario más importante del mundo. En Talara, si bien tiene una menor magnificencia, existen numerosos depósitos asfálticos lenticulares irregulares y aislados con decenas de miles de restos. Ambos sitios comparten características geomorfológicas y una sobrerrepresentación en carnívoros y carroñeros extintos, tanto de aves como de mamíferos (Lindsey y Seymour, 2015), entre los que se destacan el lobo gigante *Aenocyon dirus* y el tigre diente de sable *Smilodon fatalis*, entrampados en el asfalto pegajoso al ser atraídos por los cadáveres de grandes mamíferos (Figura 6). Cabe destacar que, en ambos sitios, también se han recuperado otros tipos de restos, desde microvertebrados hasta invertebrados y plantas.

Figura 4.6



Nota. Representaciones porcentuales comparativas entre los conjuntos de mamíferos recuperados de los sitios de trampas de asfalto de Rancho La Brea (Los Ángeles, EEUU) y de Talara (Piura, Perú). En verde se observa la proporción elevada de carnívoros. Modificada de Lindsey y Seymour (2015: figura 5).

En las costas caribeñas de América del Sur, los sitios arqueológicos y paleontológicos de Taima-taima y Muaco (región Coro, estado de Falcón, Venezuela), a diferencia con los sitios presentados en el párrafo precedente, son un buen ejemplo de equifinalidad a la razón que inicialmente fueron interpretados como sitios de matanza, principalmente de mastodontes y gliptodontes, hacia el fin-Pleistoceno, donde los cazadores humanos aprovechaban el empantanamiento de estos megamamíferos para asestarles sus puntas líticas bifaciales tipo El Jobo. La evidencia más contundente de esta estrategia de caza corresponde al hallazgo de estas puntas en la pelvis de un mastodonte (Ochsenius y Gruhn, 1999; Carrillo Briceño, 2018 y referencias allí citadas). No obstante, los estudios estratigráficos posteriores revelaron que, en el momento en que los megamamíferos fueron atacados, una delgada capa de arena cubría la roca caliza, lo que descarta la posibilidad del entrampamiento del mastodonte en el lodo (Ochsenius y Gruhn, 1999; Sanchez et al., 2010).

En el campo volcánico de Pali-Aike, ubicado en la Patagonia chilena meridional, existen trampas naturales (Cueva del Puma, Cueva de los Chingues, Mala Cueva, Anaqueles de la

Angustia y Arcadis de la Esperanza) estudiadas por Fabiana Martín, Luis Borrero, Manuel San Román y otros, con rasgos de origen fluvial y volcánico, que constituyen depresiones, cavidades y/o burbujas de lava, adecuadas para capturar animales y/o sus esqueletos, principalmente carnívoros medianos y pequeños, además de ovejas (e.g., Martín y San Román, 2010 y literatura allí citada).

Los fósiles conservados, incluso momificados (véase abajo, sección Fósil, fosilización, mineralización, petrificación, momificación), en los suelos congelados de forma permanente (*permafrost*) y en depósitos de turberas (acumulación biogénica muerta y viva [en la capa superior] de especies adaptadas a condiciones de saturación permanente, escaso oxígeno y escasa disponibilidad de nutrientes) suelen ser más frecuentes en el Hemisferio Norte, por ejemplo los restos de rinocerontes lanudos y mamuts recuperados en Yukón y Siberia (e.g., Boeskorov et al., 2011: figuras 1 y 2). En América del Sur los depósitos en *permafrost* y en turberas son más bien escasos y tienen algunos ejemplos concretos en zonas cordilleranas de altura, especialmente en la Patagonia austral (e.g., Martín y San Román, 2010) y en la Isla Grande de Tierra del Fuego (e.g., Alunni et al., 2017). Las turberas de la isla fueguina fueron originadas por los retrocesos glaciales, luego del Último Máximo Glacial y Tardiglacial, y están compuestas principalmente por musgos (*Sphagnum*) y gramíneas (véase Alunni et al., 2017).

Acción volcánica

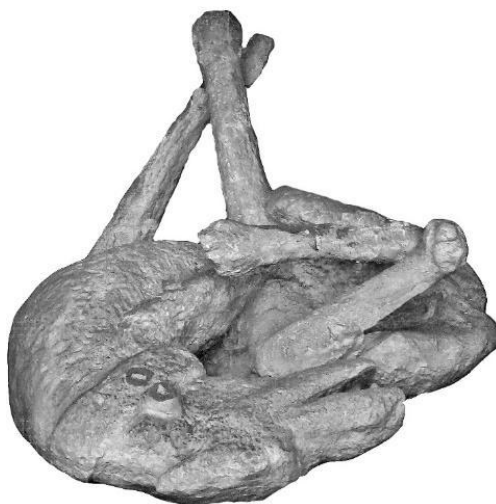
Los volcanes son una fuente importante de catástrofes, cuyo impacto se conoce a nivel climático, geomorfológico, biológico y socioeconómico, a escalas planetarias, continentales, regionales y locales, acorde a la magnitud y el tipo de evento volcánico. Uno de ellos, ocurrido hace unos 250 Ma (límite Pérmico-Triásico), dio lugar a una de las extinciones biológicas masivas de la historia del planeta y fue responsable de la desaparición de ca. del 95% de las especies existentes. Las erupciones pueden generar, por ejemplo, caídas de bombas volcánicas y de tefras, gases tóxicos, flujos piroclásticos, efusiones de lava y lahares.

Un ejemplo notable en la literatura paleontológica hace referencia a la muerte masiva de vertebrados por la caída de tefra en la localidad de Royal (Nebraska, EEUU), durante el Mioceno medio (ca. 12 Ma), donde se registraron numerosos esqueletos articulados de diferentes grupos etarios en estado de conservación perfecto (Tucker et al., 2014). Lo interesante, asimismo, resultó que los animales más pequeños, como algunos reptiles y aves, se hallaron en la parte inferior del paquete de cenizas, los grandes, como équidos y camélidos, en la sección media y los megamamíferos, como los 100 esqueletos casi intactos de rinocerontes cuerpo de barril *Teleoceras major* en la parte superior del depósito de tefras. Esto sugiere que los animales más grandes, por su mayor capacidad pulmonar, pudieron resistir un tiempo mayor antes de morir por los efectos dañinos de la ceniza, tal como lo demuestra los patrones anómalos de crecimiento óseo (enfermedad de Marie u osteoartropatía hipertrófica pulmonar) en sus esqueletos (Tucker et al., 2014). En la Patagonia son frecuentes las lluvias de cenizas hacia el este porque los vientos (*westerlies*) predominantes llegan desde el Pacífico. Contrariamente, los lahares -flujos de sedimento y

agua (derivados de la combinación de los materiales volcánicos y del derretimiento de los casquetes glaciares) deslizados desde las laderas del volcán hacia las planicies pueden ocasionar grandes modificaciones ambientales y muertes masivas, a nivel local ocurren del lado occidental, principalmente en la Patagonia chilena, porque los volcanes del arco Andino están apuntillados hacia el oeste (e.g., Castruccio et al., 2010).

Un caso resonante en la arqueología mundial tuvo lugar en la ciudad romana de Pompeya, situada en el golfo de Nápoles (Campania, Italia), en el 79 AD, cuando una nube incandescente de gases y materiales volcánicos, conocida como flujo piroclástico, antecedido por la caída de cenizas y las emanaciones de gases sulfurosos, provenientes del monte Vesubio desbastó, en pocos minutos, a buena parte de su población y sepultó a las ciudades más cercanas, como Herculano y Estabia (e.g., Petrone et al., 2018). Los esqueletos de Pompeya se hallaron en estado de preservación perfecto y recubiertos por una capa de materiales volcánicos, como un molde (Figura 4.7), debido al reemplazó súbito de los fluidos y órganos corporales por dichos materiales a temperaturas cercanas a los 200-300° C, en tanto en Herculano, donde alcanzaron los 400-500° C, no se preservaron (e.g., Petrone et al., 2018).

Figura 4.7



Nota. Perro de Pompeya alcanzado por el flujo piroclástico (79 AD). Tomada por Fernando J. Fernández.

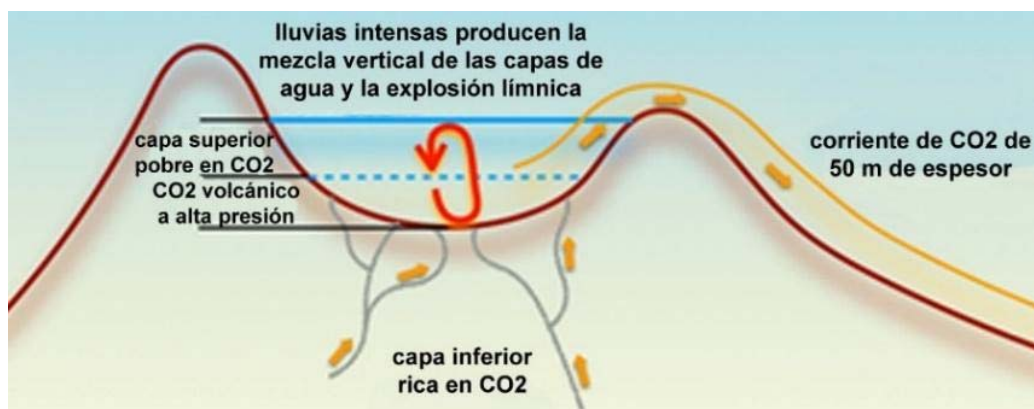
Abrimos un paréntesis para traer a colación que la preservación excepcional de este sitio motivó a Robert Ascher a plantear la “Premisa de Pompeya” como la noción errónea, implícita en la arqueología, que los arqueólogos excavan los restos detenidos en el tiempo de una comunidad alguna vez viva (Ascher, 1961: 324). En otras palabras, el registro arqueológico no provee información exacta de una cultura preservada del pasado. Seguidamente, Ascher aclara que los arqueólogos, cuando realizan la excavación del sitio, interrumpen los procesos de descomposición (Ascher, 1961: 324). Queda, entonces, expuesta su relación con los

procesos de formación de sitio y deja abierto un debate que protagonizaran los nuevos arqueólogos (e.g., Binford, 1981b) y arqueólogos conductuales (e.g., Schiffer, 1985) en las décadas venideras.

Erupciones límnicas o lagos explosivos

Tres lagos de origen volcánico de África central, Monoun, Nyos (Camerún) y Kivú (entre Ruanda y el Congo) presentan una estratigrafía térmica marcada y contienen altas concentraciones de CO_2 y CH_4 , provenientes de las emanaciones del volcán. Los fondos lacustres presentan aguas más frías que las de las capas superiores (Giménez Font, 2016). Cuando se rompe esa estratigrafía térmica, sea por la caída de un bloque o remociones en masa de las laderas del lago, lluvias intensas, aluviones y movimientos de origen sísmico o volcánico, se mezclan las aguas y se libera el gas súbitamente a la superficie (erupción límnic), dando lugar a un inmenso chorro de agua y una burbuja de esos gases llamada por los pobladores locales *mazucu* que, en suajili, significa “viento maligno”. Esta burbuja viaja al ras del suelo desplazando al O_2 y ocasionando muertes en masa por asfixia (Giménez Font, 2016). El caso más catastrófico fue el del lago cratérico Nyos (Figura 4.8), la noche del 21 de agosto de 1986, cuando la erupción límnic produjo el deceso de más de 1700 personas y 3500 cabezas de ganado en un radio de 25 km (Giménez Font, 2016).

Figura 4.8



Nota. Esquema de erupción límnic del lago Nyos (Camerún). Modificada de Giménez Font (2016: blog de Investigación y Ciencia).

Estrés climático

Como veremos en el Capítulo 7, los cambios climáticos pueden desencadenar variaciones en las comunidades vegetales y faunísticas, las cuales pueden abarcar desde corrimientos biogeográficos hasta extinciones de todo un grupo de especies, como aconteció en el límite Pleistoceno-Holoceno cuando se extinguieron todos los megamamíferos (≥ 1 Tn) en América del Sur y el 80% de las especies con masa corporal mayor a 44 kg por un aumento sostenido

de la temperatura, la consecuente pérdida de áreas abiertas y el arribo de los primeros grupos humanos (véase Capítulo 7 para mayor detalle).

Por otra parte, se han registrado eventos catastróficos asociados a eventos climáticos de menor duración, como la Pequeña Edad de Hielo (PEH), tal como nos ilustra Tonni et al. (2008) en una camada de huesos de vacas, *Bos primigenius taurus*, localizada sobre el barranco del río Salado (Chascomús, Buenos Aires) asociada a una tafocenosis originada por la “Gran Seca” de comienzos del siglo XIX. Recientemente, el INTA de Balcarce reportó la muerte de vacas lecheras por envenenamiento como consecuencia de beber agua con alta concentración de sales (14 g de sulfatos y cloruros de sodio, entre otras, por litro; muy por arriba de lo deseable). Esta concentración elevada se vinculó con la evaporación excesiva de las lagunas cercanas a la localidad bonaerense de Carlos Tejedor (Figura 4.9).

Figura 4.9



Nota. Muerte de vacas por envenenamiento en Carlos Tejedor (Buenos Aires). Tomada por el SDVE INTA Balcarce el 4 de enero del 2021 (<https://twitter.com/SDVEBalcarce/status/1346274522765393920>).

Las variaciones bruscas de temperatura, en un lugar y tiempo específico, también pueden producir muertes catastróficas. Por ejemplo, Devora Kligmann y colaboradores (1999) hallaron numerosos huesos completos muy bien preservados (nunca estuvieron expuestos) de casi todo el esqueleto de pequeños saurios (lagartijas del género *Liolaemus*) en un sector restringido del sitio arqueológico Alero 12, ubicado en la Puna meridional (Tinogasta, Catamarca) con una cronología de 550 cal AP. Los autores, en base a las evidencias tafonómicas mencionadas, interpretaron que las lagartijas murieron mientras hibernaban en una madriguera de roedores, posiblemente, por un descenso brusco de temperatura (Kligmann et al., 1999). Otro ejemplo diferente tiene lugar en la Patagonia, donde las muertes en masa de guanacos (*Lama guanicoe*) por estrés invernal han sido documentadas desde el siglo XIX hasta la actualidad (Kaufmann, 2009; Gutiérrez y Borrero, 2023: figura 3).

Agentes naturales selectivos (depredacionales principalmente)

En América existe una diversidad alta de depredadores que incluyen a los mamíferos carnívoros de las familias Felidae, Canidae, Ursidae, Procyonidae, Mustelidae y Mephitidae y a las aves rapaces de los órdenes Accipitriformes y Strigiformes (véase Capítulo 2). Ahora bien, hay que aclarar que todos los depredadores cuando tienen la oportunidad consumen carroña, ya sea porque la encuentran o por robarle las presas a otros. Aunque, para el caso de las aves, existe un grupo estrictamente carroñero pertenecientes al orden Cathartiformes.

Los depredadores constituyen el principal agente acumulador de restos de vertebrados (e.g., Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Los estudios actualísticos realizados mediante el registro de las modificaciones producidas por depredadores en los esqueletos de sus presas constituyen buenas herramientas para utilizar como análogos en la interpretación de las características de los conjuntos fósiles. Es decir que, dentro de la diversidad de depredadores y presas, se pretende encontrar las posibles explicaciones biológicas a los procesos que actúan en las acumulaciones recuperables en el registro fósil (Andrews, 1990; Montalvo y Fernández, 2019). Como veremos a continuación, entre las modificaciones producidas por los depredadores podemos hallar las que afectan a los huesos *per se*, tales como marcas de dientes y de picos, fracturas y corrosión digestiva, o las que se producen por determinados patrones de representación de partes esqueléticas inherentes a los hábitos previos al momento de la ingesta, además de la dispersión o incluso el transporte de los restos a sus madrigueras o nidos (Andrews, 1990; Lyman, 1994; Montalvo y Fernández, 2019). Como mencionamos previamente, los depredadores son selectivos, suelen cazar a los animales enfermos, juveniles y seniles (Figura 5B). Cada especie tiene distintos tipos de madrigueras o nidos, habita en determinados ambientes, posee su propio hábito trófico (algunas son generalistas y otras oportunistas) y presentan un área de captura de presas o *home range* característico (véase Montalvo y Fernández, 2019: tabla 1).

Mamíferos carnívoros

La mayoría de las investigaciones actuotafonómicas en Argentina se ha centrado en los carnívoros topos más conspicuos: pumas (*Puma concolor*) y zorros (*Lycalopex* spp.), si bien también podemos encontrar estudios sobre especies de menor tamaño, tales como gatos monteses (*Leopardus geoffroyi*), nutrias (*Lontra longicaudis*) y zorrinos (*Conepatus chinga*) (e.g. Martín y Borrero, 1997, Borrero et al., 2005, 2016, Mondini, 2003, 2018; Montalvo y Fernández, 2019 y referencias allí citadas).

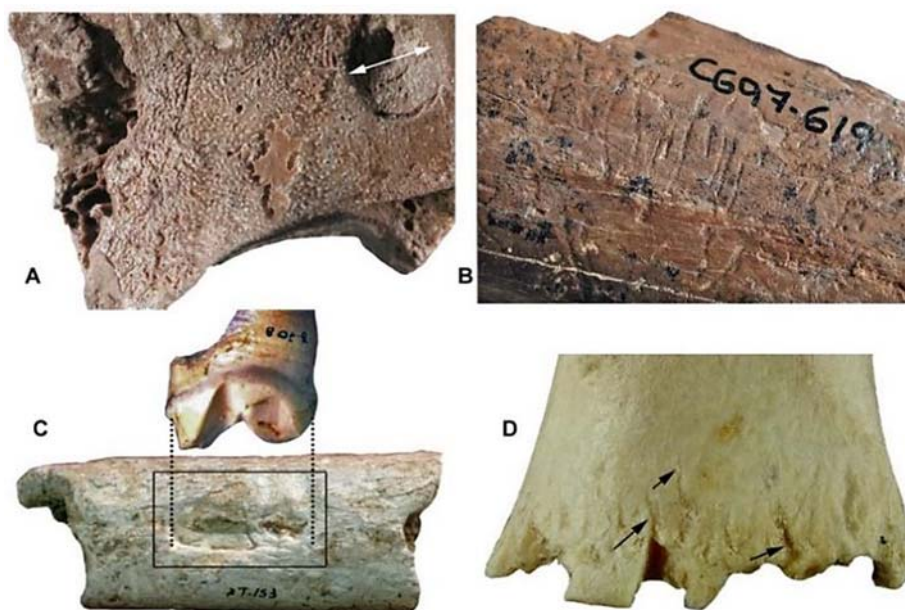
Los restos óseos de macrovertebrados (> 50 kg) y mesovertebrados (1-50 kg) acumulados por los mamíferos carnívoros pueden presentar problemas de equifinalidad con otros agentes naturales selectivos (véase más abajo, aves carroñeras) y por la actividad humana (Bonnichsen, 1973; Binford, 1981a; Gifford, 1981; Ballejo et al., 2016, 2022). Tanto los humanos, como las aves -con sus nidos o perchas- y los mamíferos carnívoros -con sus madrigueras y letrinas- pueden alternarse para usar los mismos sitios, principalmente en

aquellos ubicados bajo roca (cuevas, refugios rocosos y aleros), y depositar los restos óseos de sus presas o carroña (Bonnichsen, 1973; Binford, 1981a; Lyman, 1994), lo que constituye un palimpsesto (*vide supra*). Razón por la cual, resulta importante reconocer los diferentes atributos que componen las modificaciones de los mamíferos carnívoros.

Por un lado, entre las principales modificaciones generadas por los mamíferos carnívoros en las superficies de los huesos de las presas de tamaño grande y mediano, que no implican la remoción sustancial de tejido óseo, se destacan las marcas de dientes por el movimiento y la presión de las cúspides al morder: 1) hoyos, con forma de cono invertido que puede extenderse internamente hasta el tejido esponjoso y trabecular, dejados por los caninos (Figura 4.10A); 2) hoyuelos, son depresiones circulares poco profundas y de menor alcance que las anteriores ya que solo penetran a través del tejido compacto; 3) surcos o estrías lineales paralelos, generalmente cortos y superficiales, producidos por los incisivos al raspar el tejido compacto (Figura 4.10B); 4) marcas ligeramente alargadas, con una depresión central más profunda ocasionadas por los dientes carnívoros (Figura 4.10C).

Por otro lado, entre las marcas que ocasionan remoción importante de tejido óseo, tenemos: 1) dentado (sinuoso e irregular y continuo) en los bordes de las epífisis o extremos de las diáfisis y con surcos profundos longitudinales al eje del hueso, producidos por la acción de mordisquear (Figura 4.10D); 2) ahuecado en el tejido esponjoso, con presencia de ondulaciones e irregularidades escalonadas; 3) ahuecado extremo en el tejido esponjoso, caracterizado por agujeros más grandes e irregulares que el caso anterior, en tanto el daño atraviesa completamente al hueso; 4) fracturas en estado fresco (véase sección fracturas más abajo) y astilladuras ocasionadas por la mordedura para acceder a los nutrientes del interior del hueso.

Asimismo, es importante considerar el tamaño, morfología, el tipo de hueso y localización de las marcas para aproximar al taxón de carnívoro que la originó (e.g., Bonnichsen, 1973; Binford, 1981a; Mondini, 2003; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). En América no existe ningún grupo taxonómico de mamíferos carnívoros que presenten hábitos marcados de romper huesos para consumirlos como ocurre, actualmente, en África y Asia y, hasta el Pleistoceno tardío, en Europa, con los hiénidos (e.g., Binford, 1981a). No obstante, las especies grandes de félidos como el yaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) y, sobre todo, los cánidos (por presentar molares con talónido para masticar, véase Capítulo 3) de mayor tamaño como los lobos (*Canis lupus lupus*), perros (*Canis lupus familiaris*), coyotes (*Canis latrans*) y el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) pueden generar daños en los borde de las cinturas, en las apófisis de las vértebras, además de astilladuras, fracturas espirales, incluso, pérdida de las epífisis (e.g., Bonnichsen, 1973; Binford, 1981a; Lyman, 1994; Mondini, 2003; Borrero et al., 2005, 2016).

Figura 4.10

Nota. Ejemplos de modificaciones sobre huesos de presas medianas o grandes generadas por mamíferos carnívoros de tamaño mediano y grande. A) Hoyo, con forma de cono invertido, en un hueso recuperado de un sitio paleontológico del Mioceno (Concud, Teruel, España); B) surcos o estrías lineales en la superficie de una diáfisis (Concud); C) marca de un diente carnívoros de un león sobre la superficie de un hueso largo humano (Sima de los Huesos, Atapuerca, Burgos, España); D) dentado y surcos profundos (indicados con flechas negras) en el extremo de una diáfisis de vaca mordisqueada por un perro. Modificadas de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figuras A359, A159, A392, A152). No están a escala.

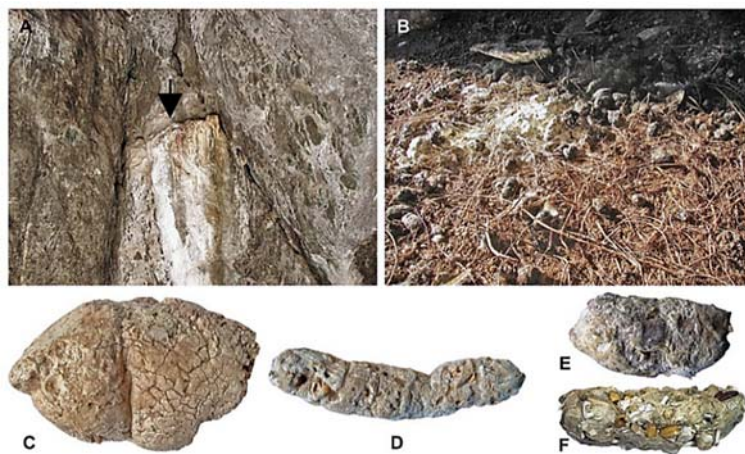
La depredación por carnívoros o el primer acceso de carnívoros a un cadáver de un macro y mesovertebrado completo frecuentemente resulta en algún grado de desarticulación y/o pérdida de elementos esqueléticos. Con frecuencia, posteriormente, puede haber actividad de carroñeo, lo que conduce a una mayor desarticulación del esqueleto y al transporte antes del entierro (Binford, 1981a; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). En general, la secuencia de desarticulación de una carcasa grande por un carnívoro grande, cuando ocurre, empieza por el cráneo (primero la mandíbula, luego el resto del cráneo), sigue por los miembros, las cinturas y termina con la columna vertebral (Binford, 1981a; Mondini, 2003; Borrero et al., 2005).

Los carnívoros, además de masticar huesos de sus presas o de su carroña y transportarlos a sus madrigueras o letrinas producen acumulaciones de excrementos (coprocenosis) que contienen fragmentos de huesos de animales grandes y huesos de microvertebrados ingeridos (Mellet, 1974; Andrews, 1990, Fernández et al., 2017a, Montalvo y Fernández, 2019). Como en las acumulaciones selectivas de las presas de macro y mesovertebrados, producen modificaciones y destrucción de especímenes óseos, las cuales trataremos en la sección siguiente, en los huesos recuperados de los excrementos.

Depredadores de micromamíferos

En América existe un elenco diverso de depredadores de microvertebrados (≤ 1 kg) conformado por los mamíferos carnívoros mencionados en la sección anterior y por las aves rapaces nocturnas (Strigiformes; lechuzas y búhos) y rapaces diurnas (Accipitriformes Falconiformes; águilas, aguiluchos, gavilanes, milanos, halcones, chimangos, caranchos). Para detectar el papel de estos depredadores como acumuladores de huesos y dientes de microvertebrados se puede considerar varios tipos de evidencia: 1) detección de madrigueras, letrinas y/o crotovinas (rellenos de madrigueras) de carnívoros durante la excavación; 2) presencia de plataformas donde las aves puedan establecer sus nidos o perchas (Figura 4.11A); 3) hallazgos de excrementos y egagrópilas (bolos formados por restos de alimentos, como huesos, dientes, pelos, plumas, uñas y exoesqueletos que regurgitan algunas aves)³ en superficie y en estratigrafía (Figura 4.11B-F); 4) evaluar las características taxonómicas y los grupos etarios del conjunto de microvertebrados y compararlo con las dietas conocidas de los depredadores (véase Capítulo 6, sección Microvertebrados/Biomasa); 5) analizar las representaciones relativas de los elementos y comparar con modelos actuotafonómicos (véase Capítulo 6, sección Microvertebrados/ Abundancia relativa de partes esqueléticas e Índices tafonómicos); 6) estudiar los patrones de fractura de algunos elementos; 7) evaluar los grados de corrosión digestiva en ciertos elementos óseos y en dientes y compararlos con modelos actuotafonómicos. Respecto a este punto, se realizaron distintas propuestas metodológicas acorde a la clase de vertebrado: peces (Broughton et al., 2006), anfibios (e.g., Pinto Llona y Andrews, 1999; Bisbal-Chinesta et al., 2020), reptiles (Castillo et al., 2001), aves (e.g., Bochenski y Tomek, 1997) y mamíferos (e.g., Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019).

Figura 4.11



³ La morfología y métrica de los excrementos y egagrópilas resultan importantes para aproximar al grupo de carnívoros y de aves rapaces que los depositaron, pero no son determinantes para identificar el género o la especie por el rango elevado de solapamientos de medidas.

Nota. Evidencias de depredadores de microvertebrados: A) estructura en el fondo de una cueva usada como percha por el ave Strigiformes *Tyto furcata* (Malargüe, Mendoza); B) piso de la misma cueva con una camada de egagrópilas; C) excremento o feca (reservamos el uso del término coprolito a excrementos mineralizados) de un félido de gran tamaño (Gruta del Indio, San Rafael, Mendoza); D) excremento asignado a un cánido grande (Gruta del Indio); E) egagrópila asignada a Strigiformes (Gruta del Indio); F) egagrópila asignada a Accipitriformes (Álvarez 4, Coquelén, Río Negro). No están a escala. Tomadas por Fernando J. Fernández.

A continuación, nos enfocaremos en los micromamíferos no voladores por varios motivos, entre ellos porque son los microvertebrados más frecuentes y abundantes en los sitios arqueológicos. En América del Sur los micromamíferos incluyen, principalmente, a roedores cricétidos sigmodontinos (ratones de campo), seguido por roedores caviomorfos -cávidos cavinós (cuisés), ctenómidos (tucu tucos), octodóntidos (ratas vizcachas, degús) y abrocómidos (ratas chinchillas)- y marsupiales didelfimorfos (marmosas). Muchas de las especies de estos grupos de micromamíferos presentan requerimientos ecológicos acotados (estenoicas) y con un adecuado control tafonómico se pueden utilizar como indicadores indirectos (*proxy data*) de condiciones paleoambientales (véase Capítulo 6 sección Microvertebrados/Índice Taxonómico de Hábitat y Capítulo 7).

En el marco de los estudios tafonómicos actualísticos Andrews (1990) y Fernández-Jalvo y Andrews (1992) propusieron una metodología y clasificación que distingue cinco categorías de modificación (*i.e.*, Ligera, Moderada, Intermedia, Fuerte y Extrema) sobre restos óseos y dentarios de insectívoros (Soricidae, Talpidae y Erinaceidae) y roedores (Arvicolinae y Muridae) recuperados de egagrópilas de aves rapaces y excrementos de mamíferos carnívoros de diferentes lugares de América del Norte, Europa y África. Esta metodología contempla un conjunto variado de caracteres para analizar: 1) digestión en incisivo, molariforme, epífisis proximal de fémur y distal de húmero; 2) fracturas de cráneo, mandíbula y huesos largos (principalmente, fémur, húmero, tibia, cúbito y radio); 3) abundancia relativa de partes esqueléticas; 4) varios índices tafonómicos. A continuación, abordaremos solamente los puntos 1 y 2 porque los puntos 3 y 4 se tratarán en el Capítulo 6, ya que en ambos casos existe una base principal de cuantificación.

Ahora bien, dado que en América del Sur habitan grupos de micromamíferos diferentes a los que se usaron para describir la base metodológica (Andrews, 1990), Fernández et al. (2017a) y Montalvo y Fernández (2019) plantean una metodología sobre la corrosión digestiva en dientes que se ajusta mejor a la morfología de los incisivos y molares de los micromamíferos sudamericanos (*vide supra*).

Digestión

Los procesos digestivos de aves rapaces y mamíferos carnívoros producen efectos diferenciales de corrosión sobre los restos óseos y dentarios (Andrews, 1990; Fernández-

Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019). Estas diferencias se deben a que el nivel de acidez estomacal varía entre las especies diferentes; de este modo, el Ph de los jugos gástricos de las aves Strigiformes oscila entre 2,5 a 2,2, mientras que en Accipitriformes fluctúa entre 1,8 a 1,3 (Duke et al., 1975). Como resultado de esto, se ha encontrado que la digestión que producen los Accipitriformes causa mayores modificaciones sobre los restos de sus presas que la hallada en los agregados de presas de Strigiformes. Por su parte, los mamíferos carnívoros producen, incluso, niveles más extremos de digestión a causa de los ácidos gástricos y biliares.

Las huellas de corrosión digestiva en huesos y dientes de micromamíferos es la evidencia tafonómica más clara a la hora de evaluar cuál fue el depredador acumulador (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019).

Digestión en incisivos

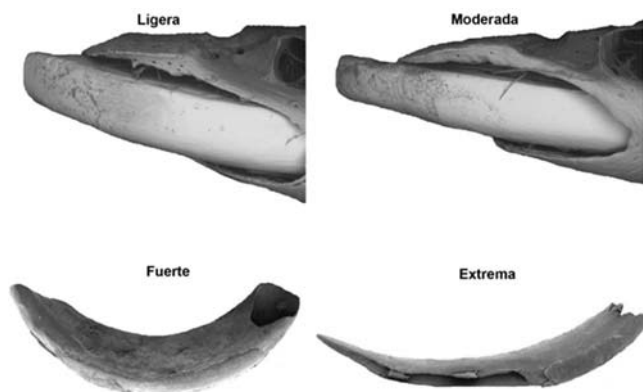
La digestión ha sido observada distinguiendo los incisivos aislados de los que se encuentran implantados en mandíbulas y maxilares. Esta distinción se debe a que los incisivos aislados presentan toda la superficie del diente alterada, en cambio los incisivos que se mantiene *in situ*, solo muestran alteración en las superficies expuestas (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019). La digestión afecta más a los extremos de los dientes y al esmalte dentario que a la dentina y al tejido óseo (Andrews, 1990). La digestión de los incisivos se mide en base al grado de digestión (ligera, moderada, fuerte y extrema) y las proporciones de cada tipo en los incisivos afectados (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019).

A continuación, se detallan las características principales de cuatro categorías de corrosión digestiva sobre incisivos de roedores (no se consideran marsupiales) sudamericanos (Figura 12), siguiendo el esquema de Fernández et al. (2017a) y Montalvo y Fernández (2019):

1. Ligera: presenta bajas frecuencias de incisivos digeridos (8% a 13%). En sigmodontinos, cavinos y abrocómidos, la digestión afecta parte de la superficie del esmalte exhibiendo de un poceado leve. En ctenómidos, al presentar una capa más gruesa de esmalte, la digestión podría concentrarse solo en el extremo. La dentina no está modificada en ningún caso.
2. Moderada: las frecuencias de elementos afectados varían de 20% a 30%. La superficie del esmalte se encuentra más extensivamente afectada, y la dentina también está modificada con una superficie ondulada.
3. Fuerte: la mayor parte de los incisivos están alterados (50% a 70%). El esmalte aparece reducido en pequeños islotes sobre la dentina (la cual presenta una superficie ondulada).

4. Extrema: casi todos los elementos están alterados (60% a 100%). Algunos muestran todo el esmalte removido, dejando un estrecho centro de dentina, mientras que otros presentan pequeños islotes separados por áreas de dentina. Otras veces, la dentina se encuentra tan afectada que colapsa por su propio peso, siendo muy difícil la identificación del elemento.

Figura 4.12



Nota. Corrosión digestiva en incisivos de micromamíferos sudamericanos. No están a escala. Modificada de Montalvo y Fernández (2019: figura 12).

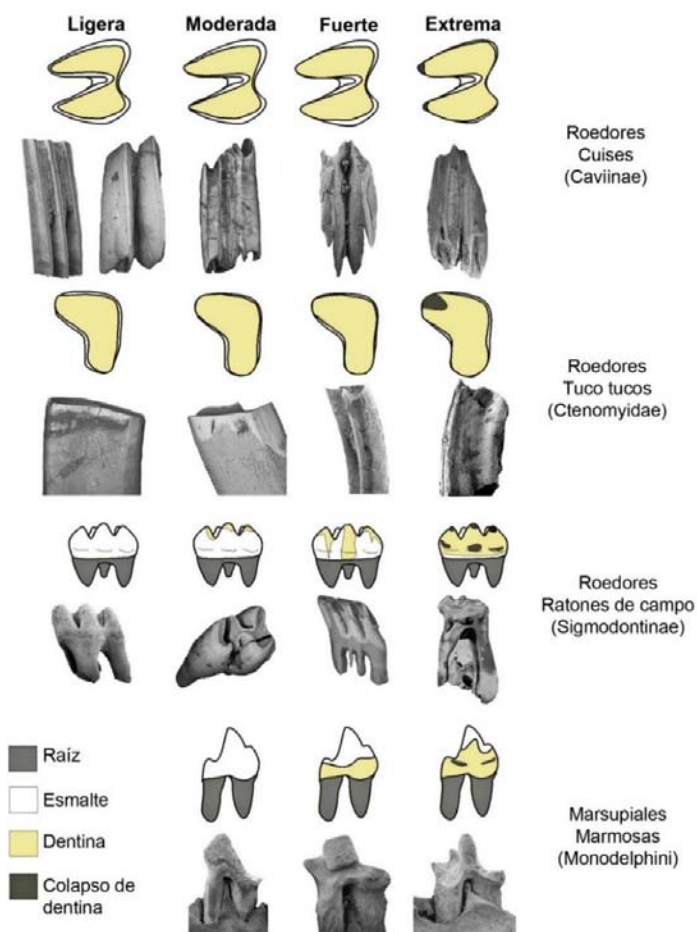
Digestión en molares

En este caso, también se observó la corrosión digestiva distinguiendo entre molares aislados y molares *in situ*. La digestión en los molares posee una mayor variabilidad que en los incisivos debido a las diferencias en la morfología del diente, en el grosor y en el recubrimiento del esmalte que posee cada taxón (Andrews, 1990). Como en los incisivos, la digestión se mide en base al grado de modificación y las proporciones de los molares afectados (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992; Fernández et al., 2017a; Montalvo y Fernández, 2019). Fernández et al. (2017a) y Montalvo y Fernández (2019) proponen cuatro categorías de corrosión digestiva sobre molares de roedores y marsupiales sudamericanos (Figura 4.13):

1. Ligera: presenta muy bajas frecuencias de elementos digeridos (0% a 3%). En sigmodontinos, el esmalte pierde el brillo característico y el contorno de las cúspides está más redondeado. En cavinós y abrocómidos, la digestión puede afectar directamente a las esquinas oclusales de los ángulos salientes de los dientes, sin penetrar por debajo de los márgenes alveolares. Por lo tanto, las esquinas de los dientes están redondeadas y los ángulos salientes aplanados. En ctenómidos, la digestión altera parte de la superficie del esmalte, donde se observa un poceado ligero, visto en superficie oclusal. La dentina no está afectada en ningún caso. En marsupiales no se registran alteraciones para esta categoría.
2. Moderada: presenta bajas frecuencias de elementos alterados (4% a 6%). En sigmodontinos, la superficie del esmalte muestra un poceado y la dentina podría alterarse levemente. En cavinós y abrocómidos, el esmalte puede desaparecer en

los bordes de la superficie de contacto y en las cúspides oclusales. En ctenómidos, la capa gruesa de esmalte se adelgaza (visto en superficie oclusal) y la dentina presenta agrietados y exfoliados similares a los efectos de la meteorización. En marsupiales, el esmalte pierde el brillo característico.

3. Fuerte: las frecuencias de elementos digeridos varían de 18% a 22%. En sigmodontinos, la superficie del diente está fuertemente poceada, el esmalte en muchas áreas desaparece y la dentina queda expuesta y como derretida. En cavinós y abrocómidos, las esquinas de los dientes están fuertemente redondeadas y la digestión penetra profundamente removiendo el esmalte en los ángulos salientes, quedando la dentina expuesta y aplanada. En ctenómidos, la digestión alcanza la base del molar, el esmalte puede desaparecer o permanecer como una capa delgada y la dentina queda deprimida al centro del diente. En marsupiales, el esmalte está muy poceado y removido, de modo que la dentina, sin afectarse, queda expuesta en el cuello del molar.
4. Extrema: la mayor parte de los elementos están alterados (50% a 100%). En sigmodontinos, la dentina colapsa y el molar pierde su morfología diagnóstica. En cavinós y abrocómidos, el daño en el esmalte también se extiende a lo largo de los ángulos salientes y hay evidencias de digestión en la dentina. En marsupiales, el esmalte permanece en islas sobre la dentina ahuecada.

Figura 4.13

Nota. Corrosión digestiva en molares de micromamíferos sudamericanos. Modificada de Montalvo y Fernández (2019: figura 13).

Digestión postcraneal

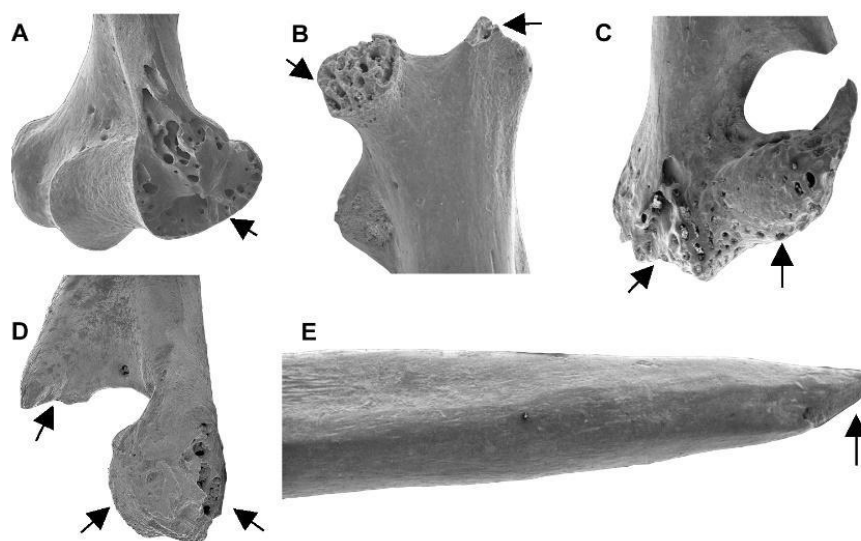
Andrews (1990) y Fernández-Jalvo y Andrews (1992) proponen identificar la digestión postcraneal sobre la epífisis proximal del fémur y sobre la epífisis distal del húmero, mediante el cálculo de las proporciones de los elementos afectados:

1. Ligera: frecuencias bajas en huesos de individuos adultos (6% al 20%). La digestión afecta casi exclusivamente a las superficies articulares y ocasionalmente se extiende a lo largo de la epífisis, pero nunca alcanza la diáfisis (Figura 14A).
2. Moderada: frecuencias altas en huesos de individuos adultos (25% al 50%). La digestión afecta a toda la epífisis y puede penetrar en la diáfisis a través de la epífisis. La corrosión produce más alteración en la superficie de la diáfisis, exhibiendo un aspecto de erosionado o pulido, con bordes de fractura ligeramente redondeados (Figura 14B).
3. Fuerte: casi todos los huesos están afectados (50% al 75%). La mayor parte de los mismos están fracturados, tienen las superficies redondeadas, las diáfisis onduladas

y presentan las epífisis fuertemente digeridas. Asimismo, los bordes de fractura muestran evidencias de estar redondeados con un reborde fino (Figura 14C).

4. Extrema: en líneas generales se acrecientan los rasgos observados en la categoría anterior (75% al 100%). La superficie de la diáfisis está muy ondulada y los bordes de fractura están muy redondeados, sin embargo, el borde de fractura es mucho más grueso que en la categoría anterior (Figura 14D).

Figura 4.14



Nota. Fotos de Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) de corrosión digestiva en elementos del esqueleto postcraneal de roedores exhumados de sitios arqueológicos sudamericanos. A) epífisis distal de húmero de *Ctenomys* (Cueva Arroyo Colorado, Malargüe, Mendoza), con corrosión ligera; B) epífisis proximal de fémur de sigmodontino (Cueva Palulo, Malargüe, Mendoza) con corrosión moderada; C) epífisis distal de húmero de *Ctenomys* con corrosión fuerte (Cueva Palulo); D) epífisis distal de húmero de *Ctenomys* (Angostura 1, Gral. Conesa, Río Negro) con corrosión extrema; E) diáfisis y epífisis distal de tibia, donde se observa la pérdida del maléolo interno por efecto de corrosión fuerte (Cueva Arroyo Colorado). No están a escala. Tomadas por Fernando J. Fernández.

Finalmente, la acción digestiva fuerte y extrema adelgaza los extremos de los huesos largos. Por ejemplo, las tibias de micromamíferos ingeridas por mamíferos carnívoros suelen perder el maléolo interno por los efectos altamente corrosivos de sus ácidos gástricos y biliares (Figura 4.14E).

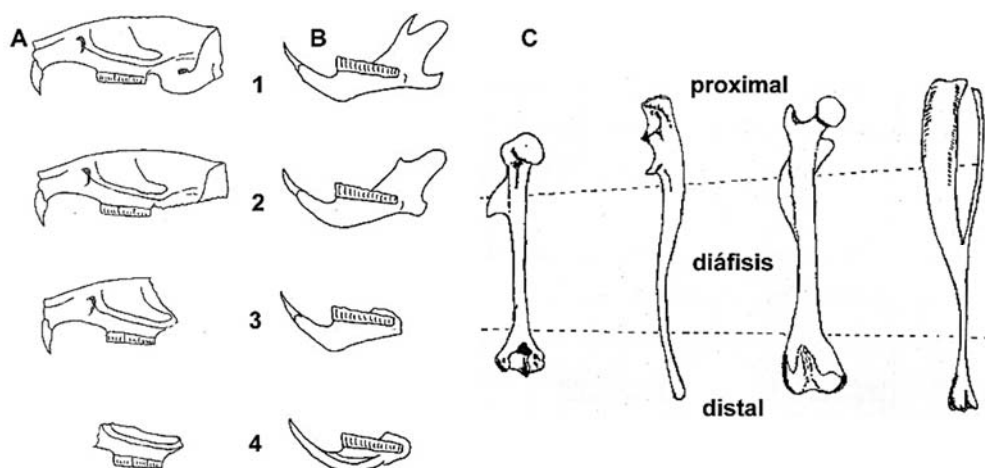
Fractura

Los patrones de fractura pueden estar ligados a los hábitos de ingestión de los depredadores (Andrews, 1990). Muchas especies de Strigiformes tragan a sus presas enteras, lo que genera pocas fracturas en los elementos esqueléticos. Contrariamente, los

mamíferos carnívoros mastican a sus presas y los accipitriformes las desmiembran, previamente a la ingesta, lo que ocasiona conjuntos de micromamíferos con mayores proporciones de huesos fracturados (Andrews, 1990; Montalvo y Fernández, 2019). Los restos óseos fracturados e ingeridos por depredadores, presentan bordes redondeados, suaves y con corrosión digestiva en las superficies de fractura. No obstante, los procesos postdepositacionales (véase pisoteo) pueden alterar la composición original del conjunto depositado generando mayores niveles de fracturas (mayormente en cráneos y huesos largos); si bien se pueden diferenciar de las fracturas producidas por depredadores porque los bordes de fracturas son angulosos y ásperos. Por esta razón, la fractura de elementos no debe analizarse en forma aislada (Andrews, 1990).

En concreto, Andrews (1990) propone cuatro categorías que representan un gradiente de ruptura tanto para cráneo y postcráneo. Cráneo (Figura 4.15A): 1) completo; 2) carencia de la fracción posterior de la base del cráneo; 3) parte anterior y maxilar con arco zigomático; 4) maxilar sin arco zigomático. Mandíbula (Figura 4.15B): 1) completa; 2) rama mandibular entera y rama ascendente con procesos angular y coronoides rotos; 3) rama mandibular entera, sin rama ascendente; 4) rama mandibular rota, de modo que queda expuesto el alvéolo del incisivo. Postcráneo (Figura 4.15C), abarca a los elementos del estilopodio (húmero, fémur) y del zeugopodio (cúbito, radio, tibia-peroné): 1) completo; 2) segmento proximal; 3) diáfisis; 4) segmento distal.

Figura 4.15



Nota. Categorías de fracturas consideradas en la metodología de micromamíferos acorde a Andrews (1990): A) cráneo; B) mandíbula; C) postcráneo. Modificadas de Andrews (1990: figuras 3.11, 3.12, 3.7).

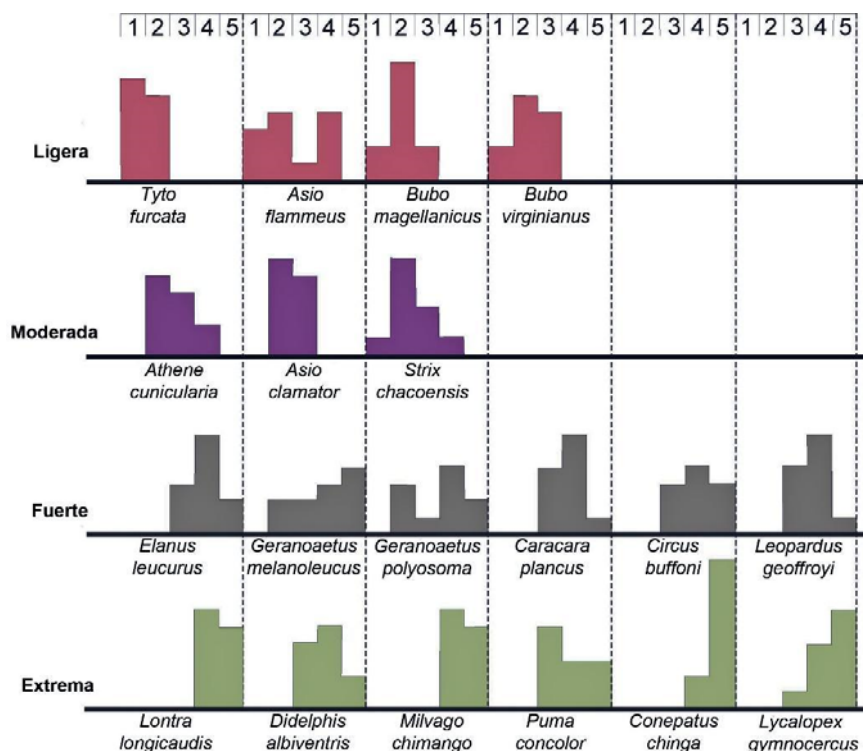
Por otra parte, Montalvo et al. (2020: tabla 2 y figura 2) proponen una clasificación de ruptura más detallada con 9 categorías craneanas y 5 mandibulares que se ajustan más adecuadamente a las partes de cráneos y mandíbulas halladas en egagrópilas y excrementos.

Categorías de modificación de los depredadores de micromamíferos

Montalvo y Fernández (2019), en base a numerosos estudios actualísticos realizados en el Cono Sur de América del Sur que consideran las variables mencionadas previamente, establecen una clasificación de los depredadores sudamericanos en cinco grupos, desde los que menos modifican a los restos óseos y dentarios de sus presas -Ligera- hasta los que ocasionan daños mayores -Extrema- (Figura 4.16).

Todos los depredadores agrupados en una categoría de modificación Ligera son aves Strigiformes (rapaces nocturnas). La categoría Moderada incluye a las aves Strigiformes. No hay evidencia clara de la categoría Intermedia en los depredadores sudamericanos (Figura 4.16) como sí ocurre con los depredadores del Hemisferio Norte (Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 1992). La categoría de modificación Fuerte abarca Accipitriformes Falconiformes y varias especies de mamíferos carnívoros. Finalmente, la categoría Extrema comprende una especie de Falconiformes y varias especies de mamíferos carnívoros (Montalvo y Fernández, 2019). En este sentido, las rapaces diurnas sudamericanas y los mamíferos carnívoros se incluyen en las categorías mayores de modificaciones -Fuerte y Extrema- (Montalvo y Fernández, 2019).

Figura 4.16



Nota. Categorías de modificación de aves rapaces y mamíferos carnívoros sudamericanos. Modificada de Montalvo y Fernández (2019: figura 16). La numeración de las columnas corresponde a las diferentes categorías de modificación: 1= Ligera; 2= Moderada; 3= Intermedia, 4=Fuerte; 5= Extrema.

Aves carroñeras (Cathartiformes, Cathartidae)

Los catártidos, conocidos como buitres americanos, son aves grandes, incluyen dos especies de cóndores y cinco de jotes, que habitan en áreas abiertas, descansan, se alimentan y viven socialmente en grupos numerosos en acantilados, abrigos rocosos o árboles (e.g. Ballejo et al., 2022 y referencias allí citadas). Son estrictamente carroñeras que se alimentan, principalmente, de cadáveres de ungulados de gran tamaño, aunque pueden incluir vertebrados más pequeños en sus dietas.

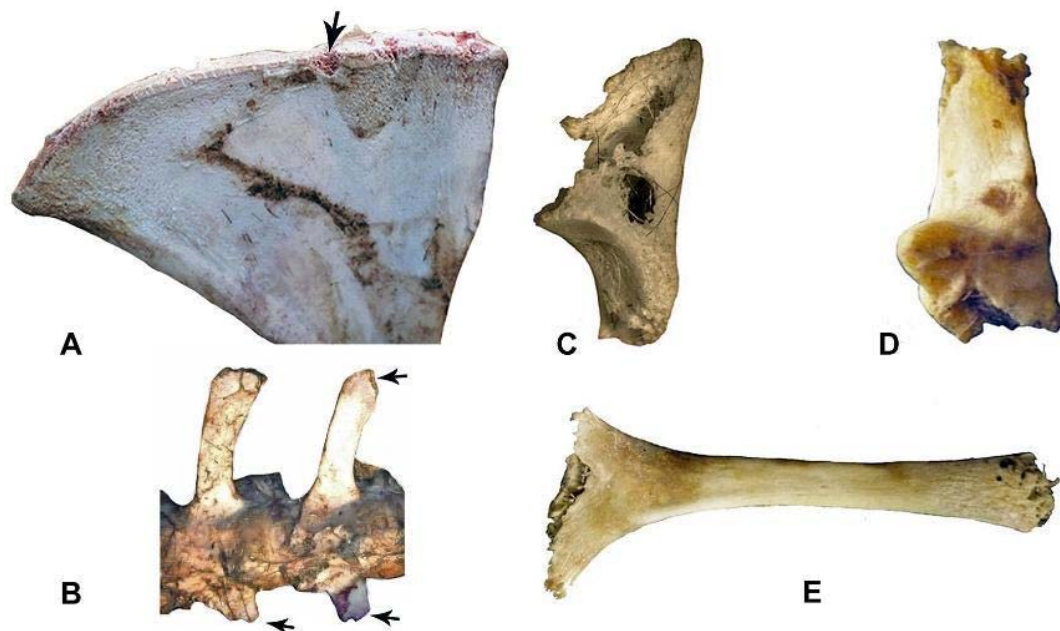
En el noroeste de la Patagonia, cerca de Bariloche (Río Negro), se realizaron trabajos tafonómicos actualísticos sobre carcasas de oveja (*Ovis orientalis aries*) y de liebre (*Lepus europaeus*) consumidas conjuntamente por el cóndor andino (*Vultur gryphus*), el jote de cabeza negra (*Coragyps atratus*) y el jote de cabeza colorada (*Cathartes aura*), además de los restos óseos y dentarios contenidos en sus egagrópilas (e.g., Ballejo et al., 2016, 2022). Los carroñeros estrictos, tras la muerte de las ovejas, se reúnen por turnos, acorde a las jerarquías inter e intra-específicas para alimentarse (los cóndores machos y adultos abren el cadáver con sus picos fuertes en forma de ganchos, luego intervienen las hembras y juveniles, seguidamente los jotes) dejando consigo diferentes evidencias en las carcasas que, de no ser debidamente documentadas, podrían generar problemas de equifinalidad con algunas de las marcas producidas por otros actores tafonómicos como los mamíferos carnívoros (Ballejo et al., 2016).

Ballejo et al. (2016) plantearon dos modelos tafonómicos para las aves carroñeras, los cuales pueden aportar a las investigaciones sobre análisis de restos faunísticos del registro paleontológico y arqueológico: 1) sitios a cielo abierto (lugar del consumo de la carcasa), donde la expectativa sería encontrar restos de vertebrados grandes y medianos representados por la mayoría de los elementos esqueléticos (e.g., mandíbulas, huesos de extremidades articulados) dispersos en un radio promedio de ca. 7 metros (puede ser mayor para las escápulas). La modificación ósea esperada incluye rasguños y muescas superficiales y poco penetrantes, hoyuelos escasos en cráneos, mandíbulas y escápulas (Figura 4.17A), y algunas vértebras con procesos transversos y espinosos fracturados (Figura 4.17B); 2) cuevas y refugios rocosos (lugar del nido o posadero), donde se pueden esperar acumulaciones óseas con mayor abundancia relativa de vertebrados de menor tamaño, osteodermos de amadillos y autopodios y huesos del aparato hioideo de vertebrados grandes con corrosión digestiva de moderada a extrema (Figura 4.17C-E).

En síntesis, este modelo tafonómico establece que los catártidos, cuando carroñean, modifican muy poco las carcasas e ingieren los elementos más pequeños o frágiles (autopodios, hioideos y osteodermos), los cuales depositan, ulteriormente, en un sitio bajo roca. Estos elementos digeridos se pueden mezclar con restos de fauna desechados del consumo humano, generando un palimpsesto (vide supra). Este escenario quedó expresado en el sitio arqueológico Gruta do Presépio (Santa Catarina, Brasil), donde se pudo inferir, a partir de este modelo tafonómico, el primer registro fósil de mamíferos acumulados por catártidos en

los mismos componentes holocenos con ocupaciones humanas y sus faunas explotadas (Ballejo et al., 2022).

Figura 4.17



Nota. Ejemplos de modificaciones producidas por aves carroñeras estrictas (Cathartidae) en huesos de mamíferos: A) muescas en la parte posterior del borde de la escápula carroñada de una carcasa de oveja adulta ("autóctona" véase al inicio del capítulo); B) vértebra lumbar de oveja adulta ("autóctona") con modificaciones en los procesos transversos y espinosos; C) tercera falange de oveja (recuperada de egagrópila de jote de cabeza negra; "alóctona") con corrosión digestiva fuerte; D) calcáneo de zorro (recuperado de egagrópila de jote de cabeza colorada; "alóctono") con corrosión moderada; E) hioides de oveja (recuperado de egagrópila de cóndor; alóctono) con corrosión digestiva fuerte. Modificadas de Ballejo et al. (2016: figura 3) y Ballejo et al. (2022: figura 4). No están a escala.

Acción antrópica

En zooarqueología, la presencia de modificaciones óseas ha servido para interpretar a los agentes formadores de los conjuntos faunísticos (antrópicos y naturales) y ha permitido hacer inferencias sobre aspectos del comportamiento humano relacionados con el procesamiento de la fauna para su transporte o consumo (e.g., Binford, 1981a; Shipman, 1983; Gifford-Gonzalez, 1989; Kent, 1993; Blumenschine et al., 1996; Mengoni Goñalons, 1999). Ahora bien, sólo podemos hablar de utilización de los recursos por los humanos cuando contamos con evidencia fehaciente de la actividad antrópica, ya sea en la obtención (caza, cría, pesca, recolección), procesamiento (cuereo, evisceración, trozamiento primario y secundario, fileteo,

extracción de grasas -médula, grasa ósea, muscular- y otros productos -sangre, materia prima para la confección de artefactos óseos- y cocción), consumo y descarte. Si bien esta secuencia considera a la fauna como un recurso económico, no descartamos que se pueda establecer la interacción entre los humanos y la fauna desde otros aspectos, como el mascotismo, el uso medicinal y simbólico, entre otros. Muchas de estas actividades pueden dejar rastros sobre la superficie de los huesos, los cuales se visualizan en forma de marcas (Miotti, 1990-1992; Miotti, 1998; Mengoni Goñalons, 1999). Estas huellas, en general, se producen por el contacto de un filo activo del instrumento empleado (lítico, óseo, valva, metal u otro) sobre el periostio o tejido compacto superficial del hueso (véase Capítulo 3), por golpes con objetos contundentes o el tratamiento de las superficies con materiales diversos para realizar artefactos -e.g., sedimentos arenosos o pieles para producir el pulido- (Shipman, 1981; Shipman y Rose, 1983; Johnson, 1985, 1989; Blumenschine et al., 1996; Averbough y Provenzano, 1998-1999; Fernández-Jalvo et al., 2016). Es así que, el estudio de los rastros/marcas/huellas presentes en los huesos posibilita conocer las actividades de procesamiento y discutir ciertos aspectos globales de aprovechamiento y uso de la fauna (Miotti, 1990-1992; Miotti, 1998; Mengoni Goñalons, 1999; De Nigris, 2004).

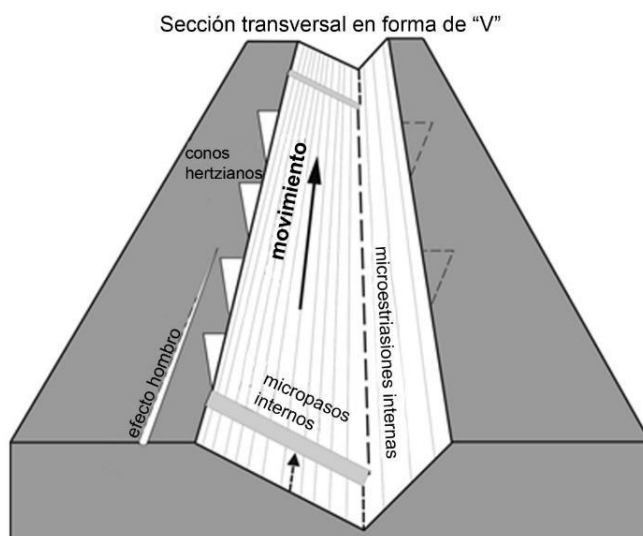
Marcas de corte

Las marcas de corte se producen por el contacto del filo activo del instrumento empleado (lítico, óseo, valva, metal u otro) sobre el periostio o tejido compacto superficial del hueso (Shipman y Rose, 1983; Mengoni Goñalons, 1999; Miotti, 1998). Se destaca que una marca de corte se considera un epifenómeno, es decir, un accidente durante el proceso de reducción de las carcasas, por lo que su presencia y frecuencia dependerá del tipo de presa, la morfología del hueso, el instrumental empleado, el filo utilizado, la intensidad del procesamiento, la condición de la carcasa, la pericia de faenador y el tiempo de faena (e.g., Lupo y O' Connell, 2002; Egeland, 2003; Lyman, 2005). Esto se debe a que no necesariamente cuando se realiza la actividad que implique cortes (desarticulación, cuereo, descarne) quedan rasgos observables en los huesos (e.g., Lyman, 2005). Sin embargo, cuando se registran y son inequívocas (por morfología y contexto) se constituyen en la evidencia primordial para establecer el uso de la fauna por los humanos.

La identificación de las marcas de corte se puede realizar por criterios morfológicos y contextuales. Los primeros, se pueden abordar desde diferentes escalas, como la macroscópica a “ojo desnudo”, lupas de mano de distintos aumentos, lupas binoculares e incluso desde la microscopía (Microscopio Electrónico de Barrido -MEB-). Las marcas de corte se reconocen, principalmente, por tener una morfología en forma de “V”, con uno de sus lados más inclinado (Figura 18), suelen ser rectas y de profundidad variable (Blumenschine et al., 1996). A nivel microscópico, las marcas de corte presentan estrías paralelas y finas a lo largo de las paredes de la incisión principal (Shipman, 1981; Shipman y Rose, 1983).

Además, se reconoció el *shoulder effect* (efecto hombro), que consiste en incisiones cortas que pueden ser paralelas o divergentes a la incisión principal que acompañan (Figura 4.18) y las “púas” (*barbs*) hacia un extremo de la misma (Shipman y Rose, 1983). Estos efectos se producen por el movimiento del brazo del operador que realiza el corte al ejercer presiones diferentes con ángulos distintos, haciendo que el “hombro” de la herramienta entre en contacto con el hueso. Muchas veces, se puede observar un ensanchamiento de la marca de corte hacia un extremo, incluso con una pequeña curvatura. Posteriormente, Bromage y Boyde (1984) identificaron astillados oblicuos (desprendimientos) en los bordes de la incisión principal (puede ser en uno o ambos lados) denominados conos de fractura Hertzianos, que les permitió inferir la dirección del movimiento del corte (Figura 4.18).

Figura 4.18

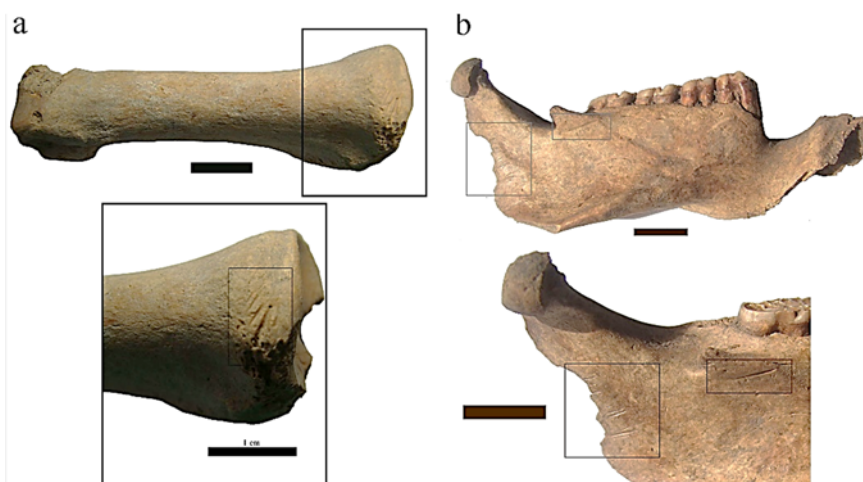


Nota. Esquema de sección transversal de una marca de corte. Modificado de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figura 3.1).

Debido a que algunas características morfológicas de las marcas de corte pueden ser replicadas por otros agentes (e.g., pisoteo, carnívoros), se ha discutido sobre la escala de abordaje (macroscópica o microscópica, véase discusión en Shipman y Rose, 1983; Johnson, 1985; Bunn y Kroll, 1986; Blumenschine et al., 1996). Si bien con MEB se pueden observar detalles mayores sobre los rasgos diagnósticos de las marcas de corte, cabe destacar que no siempre es sencillo el acceso y preparación de las muestras para ser analizadas bajo MEB. Entre las dificultades se encuentra la imposibilidad de analizar huesos de tamaños mayores a los 3 o 5 cm de largo, por lo que, en caso de necesitarlo, hay que realizar moldes del sector a analizar para luego hacer la réplica a partir del molde. En general, la microscopía se utiliza en muestras pequeñas y en casos particulares en que es necesario desentrañar el uso de un taxón en particular, por ejemplo, el uso de la megafauna pleistocénica en Sudamérica o la incorporación de un taxón para el cual no había evidencias previas de su procesamiento (e.g., Miotti y Cattáneo, 2003).

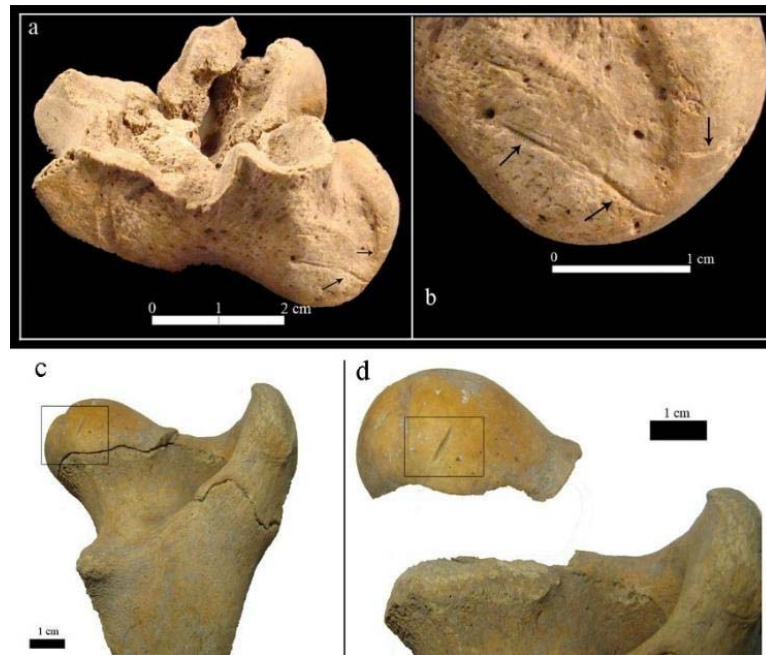
Como mencionamos, no sólo se utiliza el criterio morfológico para la identificación de las marcas, sino también el contextual, ya que las marcas de corte se producen por una “razón”, una actividad en que los humanos estaban intentando obtener un resultado (e.g., cuereo, desarticulación, descarne). Para el análisis contextual es necesario registrar otras variables como el elemento y la zona anatómica donde se produce la marca y su orientación con respecto al eje longitudinal del hueso, la cantidad de incisiones, la profundidad y la longitud de las mismas (Binford, 1981a; Shipman y Rose, 1983; Lyman, 1994; Blumenschine et al., 1996; Mengoni Goñalons, 1999; Muñoz, 2008). En este sentido, el análisis contextual nos permite inferir la actividad que produjo la marca de corte que puede ser por el cuereo, la desarticulación y el descarne/fileteo, pero también se pueden reconocer marcas de raspado del periostio y el eviscerado. Principalmente, en el trabajo etnoarqueológico de Binford (1981a) se caracterizaron las actividades de procesamiento en relación con los atributos de las marcas de corte que se utilizan hasta la actualidad para mamíferos grandes. Las marcas de cuereo se suelen presentar sobre los elementos distales de los miembros (elementos del basipodio, cóndilos de metapodio y falanges) de orientación transversal al eje del hueso; sobre el cuerpo de la mandíbula (en sentido longitudinal) y sobre la base de las astas o cuernos en los ungulados que los presenten (Figura 4.19).

Figura 4.19



Nota. Marcas de cuereo. A) falange de *Lama* sp. con marcas en la cara dorsal, cerca de la epífisis proximal, cortas y de profundidad variable (Media Flor, Santiago del Estero, modificado de del Papa, 2012: figura VI.10.18b); B) mandíbula de *Myocastor coypus* con marcas sobre el cuerpo y rama mandibular, longitud variable, superficiales y longitudinales al cuerpo de la mandíbula (El Cachapé Potrero V- Anexo, Chaco, tomadas por Luis del Papa).

Las marcas de desarticulación suelen presentarse en las epífisis, zonas de contacto entre elementos óseos o sectores de inserción de tendones, las cuales suelen ser cortas (menores a 5 mm), transversales al eje del hueso y ser relativamente profundas (Figura 4.20).

Figura 4.20

Nota. Marcas de desarticulación en fémur de *Lama* sp. (Rincón de Atacama, Río Hondo, Santiago del Estero). A) epífisis distal del fémur sin fusionar; B) detalle de las marcas de corte sobre el cóndilo medial; C) epífisis proximal de fémur con incisión sobre la cara posterior de la cabeza; D) detalle de la marca. Modificadas de del Papa (2012: figuras VI.4.12, VI.6.11).

Las marcas de descarnado suelen presentarse en las diáfisis de los huesos largos o zonas que albergan la musculatura (e.g. cara dorsal de las vértebras, entre las apófisis neurales y transversas; cara dorsal de la hoja de la escápula) y frecuentemente son largas, superficiales y longitudinales al eje del hueso (Figura 4.21).

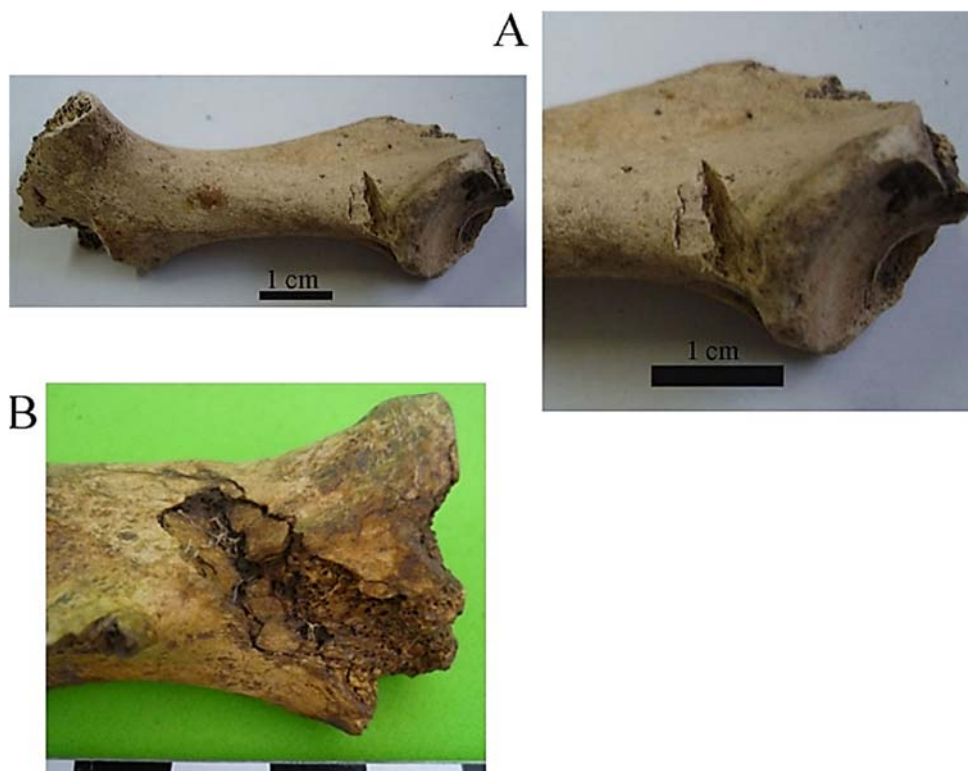
Figura 4.21

Nota. Marcas de descarne sobre escápula de *Lama guanicoe* (Alero El Veneciano, Santa Cruz). A) vista general; B) detalle de las marcas sobre la fosa infraespinosa de la hoja de la escápula. Tomadas por Luis del Papa.

El raspado consiste en una trasposición de incisiones muy superficiales sobre un sector muy acotado de la diáfisis (marca producto de la extracción del periostio, para luego facilitar la fractura del elemento).

La evisceración puede ser observada en la cara interna de aquellos elementos que envuelven y/o protegen a los órganos (e.g., cara interna de la pelvis y costillas, cara ventral de las vértebras lumbares) y tienden a ser superficiales.

Otra forma de reducir en unidades menores de trozamiento por desarticulación, es el machacado producido por el impacto de un objeto contundente con filo (e.g., hacha). El machacado se caracteriza por generar una sección transversal en “V” abierta y profunda (Figura 4.22A), por lo general se presenta transversalmente al eje del hueso, puede o no tener estriaciones internas que corren verticalmente sobre la marca y, a veces, se pueden observar desprendimientos en el fondo del valle o negativos de lascado (Figura 4.22B; Shipman, 1981; Olsen, 1988; Gifford-Gonzalez, 1989; Mengoni Goñalons, 1999). En trabajos de zooarqueología histórica se los puede encontrar como corte con hacha (Lanza, 2014) o corte y golpe (Bagaloni y Carrascosa Estenoz, 2013).

Figura 4.22

Nota. Huesos con machacado en sitios arqueológicos del siglo XIX. A) machacado en pelvis de *Ovis orientalis aries* (Araldi, Magdalena, Buenos Aires, foto gentileza de María Soledad García Lerena); B) machacado por hacha en escápula de mamífero mediano, con desprendimientos en el fondo del valle (La Libertad, San Cayetano, Buenos Aires, modificada de Bagaloni y Carrascosa Estenoz, 2013: figura 4e).

Fracturas

Por fractura entendemos al colapso de la diáfisis (tejido cortical) por una acción mecánica o estrés por fuerzas físicas. El estudio de las fracturas se ha desarrollado sobre huesos largos debido a que la cavidad medular es una fuente importante de nutrientes (grasa), a través de la médula ósea (caracú), atractiva tanto para los humanos como para otros depredadores (e.g., mamíferos carnívoros). Además, otros estudios enfatizan en la necesidad de fracturar huesos para extraer la grasa contenida en el hueso trabecular (en menor medida en el tejido compacto de las diáfisis) que sólo se puede obtener mediante el hervido (Lupo y Schmitt, 1997; Marchionni et al., 2019). Otros tipos de huesos (e.g., planos), también se pueden fragmentar o reducir en porciones menores, pero estos no habían sido contemplados porque el objetivo era otro y la estructura de los huesos es distinta. Es por ello, que el estudio de las fracturas cobra importancia por las inferencias asociadas al consumo, principalmente de médula ósea y las probables prácticas culinarias intervinientes en su producción (Gifford-Gonzalez, 1993; Oliver, 1993; De Nigris, 2004). Además, hay que tener en cuenta el análisis

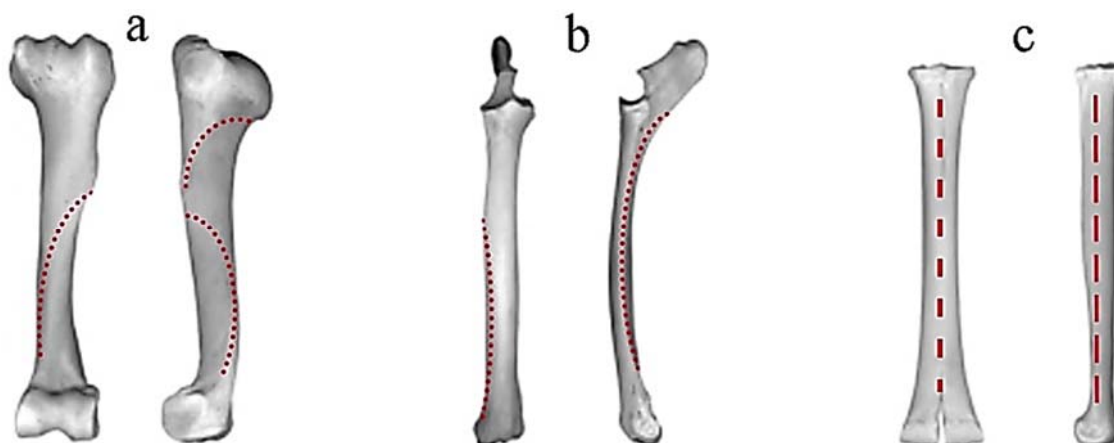
de las fracturas con el fin de obtener formas bases/preformas en las etapas de confección de artefactos.

Las fracturas óseas se originan como resultado de la interacción de las propiedades biomecánicas del hueso (disposición de las fibras de colágeno -le da flexibilidad y resistencia- y minerales -rigidez y dureza-; véase Capítulo 3) y los aspectos tecnológicos y naturales asociados a su producción (Johnson, 1985). En los primeros trabajos zooarqueológicos, desarrollados sobre problemáticas paleoantropológicas, la presencia de fracturas de tipo helicoidal o espiral se asignó al accionar antrópico como evidencia de consumo de médula ósea (Dart, 1957). Hasta fines de 1970 esta idea fue utilizada, inclusive, para demostrar el uso humano de fauna extinguida de mamuts en sitios del territorio del Yukón (noroeste de Canadá) fechados en más de 20.000 años (Morlan, 1980). Sin embargo, estudios experimentales y actualísticos demostraron que otros agentes, por ejemplo, los mamíferos carnívoros grandes al masticar huesos y el pisoteo (*vide infra*), también, podían generar este tipo de fracturas (e.g., Binford, 1981a; Haynes, 1983; Johnson, 1985). Razón por la cual, se estudiaron los factores intrínsecos de los huesos como condicionante del tipo de fractura y se reconoció que la disposición de las fibras de colágeno en los huesos sigue la torsión sigmoidea, originada por el cambio hacia una marcha parasagital de los mamíferos (véase Capítulo 3). Asimismo, se reconoció que esta torsión era el factor que incidía en la formación del tipo de fractura helicoidal, cuando el hueso se encontraba fresco (Johnson, 1985). También, se destaca que no todos los huesos largos presentan una torsión sigmoidea o al menos, no tan pronunciada. Los huesos con mayor torsión sigmoidea corresponden a los del estilopodio, en segunda medida a los del zeugopodio y aquellos que carecen de torsión corresponden a los metapodios de los ungulados (Figura 4.23). Para esto, los trabajos experimentales sobre fracturas fueron fundamentales (e.g., Johnson, 1985; Blumenschine y Selvaggio, 1988; Miotti, 1990-1992).

Entonces, en el estudio de las fracturas se hace necesario identificar a qué elemento corresponde el espécimen para estimar la disposición de las laminillas de colágeno y la tendencia/forma de fractura esperada en estado fresco (con presencia de fibras de colágeno) o si han mediado otros procesos que deshidratan el hueso, es decir, que degradan las fibras de colágeno (e.g., cocción por asado, diagénesis, meteorización). Para identificar el estado del hueso, cuando se produjo la fractura en huesos con torsión sigmoidea, se pueden observar algunos rasgos que Outram (2002) estandarizó en el *fresh fracture index* (FFI, índice de fractura fresca) siguiendo tres criterios: a- ángulo de la superficie de fractura, si son agudos u obtusos van a tener un valor de 0, intermedios 1 y si son rectos un valor de 2; b- forma de la fractura, si son helicoidales corresponde un valor de 0, si son oblicuas o una combinación de helicoidales y transversales o longitudinales, un valor de 1 y si son transversales o longitudinales un 2; c- textura de la superficie de fractura, si es suave le corresponde un valor de 0, rugosidad intermedia un 1 y si es rugosa un valor de 2. Entonces, los valores para cada criterio son 0, 1, 2; donde el valor 0 es el que concuerda con la fractura en estado fresco; 1 cuando el espécimen tiene algún atributo del estado seco; 2 cuando predomina el estado seco

en la producción de la fractura. El índice va a variar de 0 (frescos) a 6 (secos). A pesar de esta sistematización para determinar la frescura del hueso cuando se realizó la fractura, se sigue utilizando el método cualitativo por el tipo de fractura (forma), si es helicoidal o espiral, longitudinal, transversal o una combinación de éstas (Figura 24), además si presentan bordes de fractura lisos o rugosos.

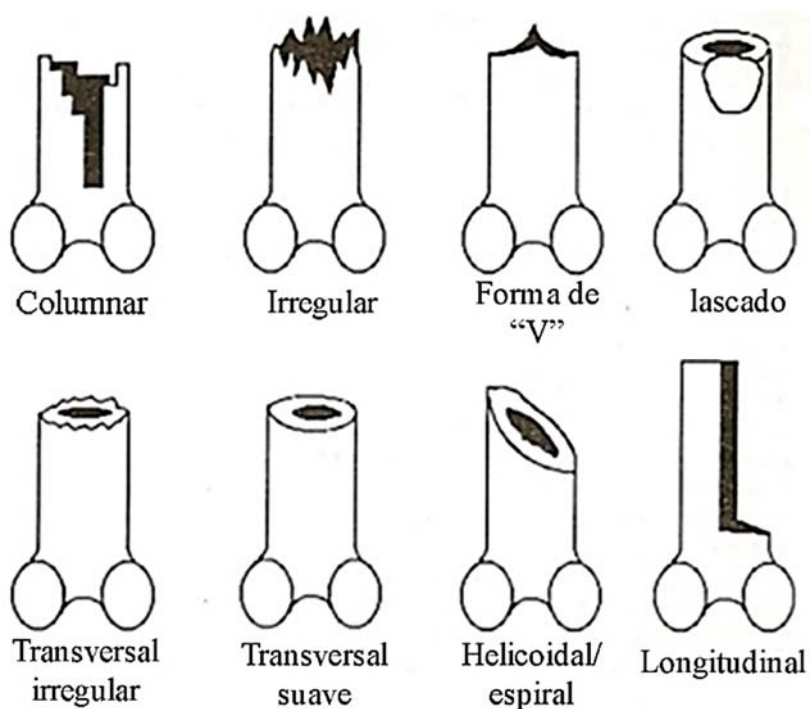
Figura 4.23



Nota. Disposición de las fibras de colágeno (tendencia en línea roja) en huesos de Camelidae.

A) húmero con torsión sigmoidea marcada; B) radio-ulna con torsión sigmoidea leve; C) metapodio sin torsión sigmoidea (disposición longitudinal de las fibras de colágeno).

Figura 4.24



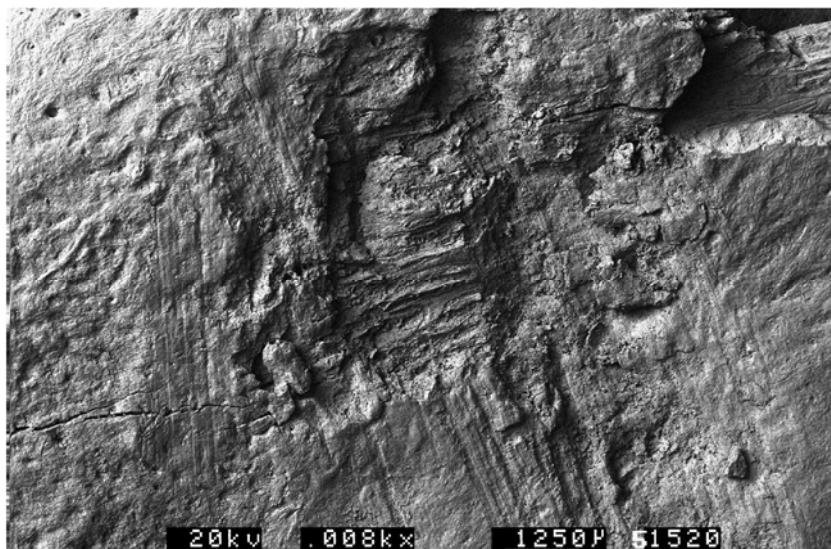
Nota. Tipos de fractura (forma). Modificada de Lyman (1994: figura 8.4).

No obstante, identificar el estado del hueso a la hora de la fractura, no nos informa sobre el origen o agente productor de la fractura. En este sentido, las fracturas pueden agruparse según su factor de origen en: 1) tafonómicas depositacionales (frescas); 2) postdepositacionales (generalmente secas). Además, se pueden caracterizar por la naturaleza del agente productor en: 1) factores naturales, biológicos (e.g., pisoteo del ganado, carnívoros) y físicos (e.g., deshidratación ósea *postmortem*, meteorización; Behrensmeyer, 1978); 2) fracturas intencionales de origen humano resultado de actividades relacionadas con el procesamiento de los animales para su transporte, consumo o utilización como materia prima.

Fracturas antrópicas, segmentación de partes esqueléticas

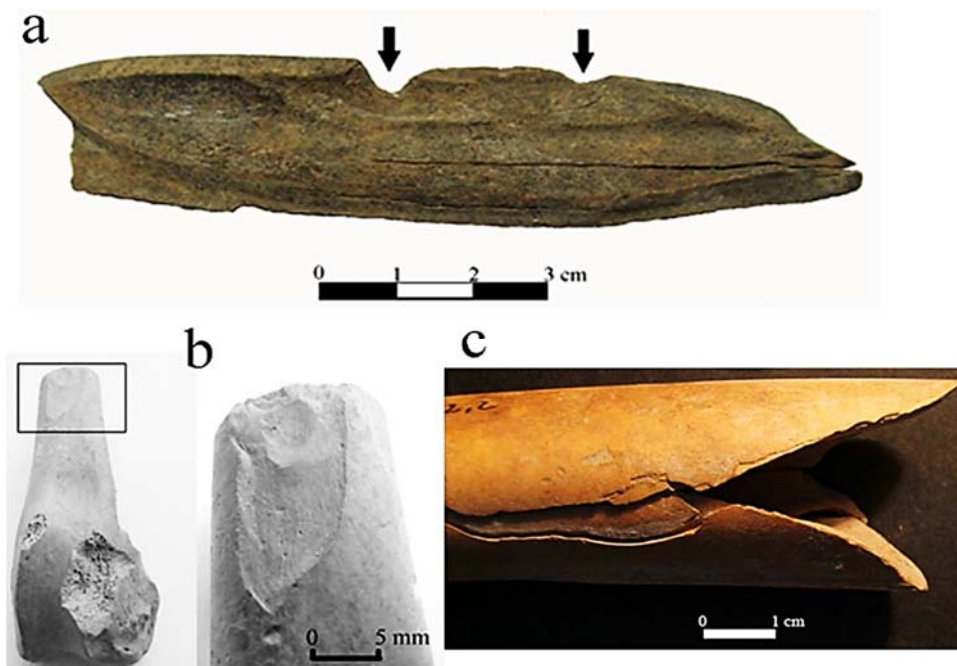
Como mencionamos, hasta mediados de 1980, la sola presencia de fracturas helicoidal o espiral era considerado un indicador de actividad antrópica y, en algunos casos, la preponderancia de este tipo de fracturas en contextos sudamericanos (donde no hay grandes carnívoros destructores de huesos como los hiénidos) junto a la información contextual de algunos sitios, nos permite inferir la práctica del consumo de médula ósea. Sin embargo, en otras circunstancias esto es insuficiente. Para atribuir fehacientemente el accionar humano sobre la muestra, es necesario la observación de atributos asociados a las fracturas que nos indiquen dónde y cómo se produjo el golpe u otras formas de segmentar el hueso.

Entre los atributos, se pueden mencionar las marcas de percusión, que consisten en “pozos” u hoyos de tamaños y profundidades variables, generadas cuando el hueso está sostenido por una superficie sólida y dura -yunque- y golpea con un objeto contundente -percutor- (Blumenschine y Selvaggio, 1988; Blumenschine et al., 1996). Estos hoyos pueden tener microestriaciones en su interior o en sus bordes y estar asociadas a estrías o surcos lineales (Figura 4.25) ocasionadas, principalmente, por un deslizamiento del hueso sobre el yunque cuando se produce el golpe o un efecto rebote (Blumenschine y Selvaggio, 1988).

Figura 4.25

Nota. Fotografía de MEB sobre mamífero mediano con pozos y estrías de percusión (sitio Cueva Vanguard, Gibraltar). Modificada de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figura A.310).

Otros rasgos del golpe directo de un percutor sobre el hueso, visibles macroscópicamente, son las muescas o escotaduras y los negativos de lascado en la cara interna del hueso o la presencia de lascas óseas (e.g., Binford, 1981a, Capaldo y Blumenschine, 1994, Mengoni Goñalons, 1999). En el caso de las muescas, el golpe genera un borde curvo o cicatriz concoide sobre la superficie de la fractura (Figura 4.26A). Además, sobre la superficie interna de esa escotadura se puede observar un negativo de lascado (Figura 4.26A y B), es decir, un desprendimiento del hueso denominado lasca, con su plataforma y bulbo de percusión (Mengoni Goñalons, 1999). A veces, las lascas no se desprenden totalmente del hueso, por lo que se pueden observar adheridas (Figura 4.26C).

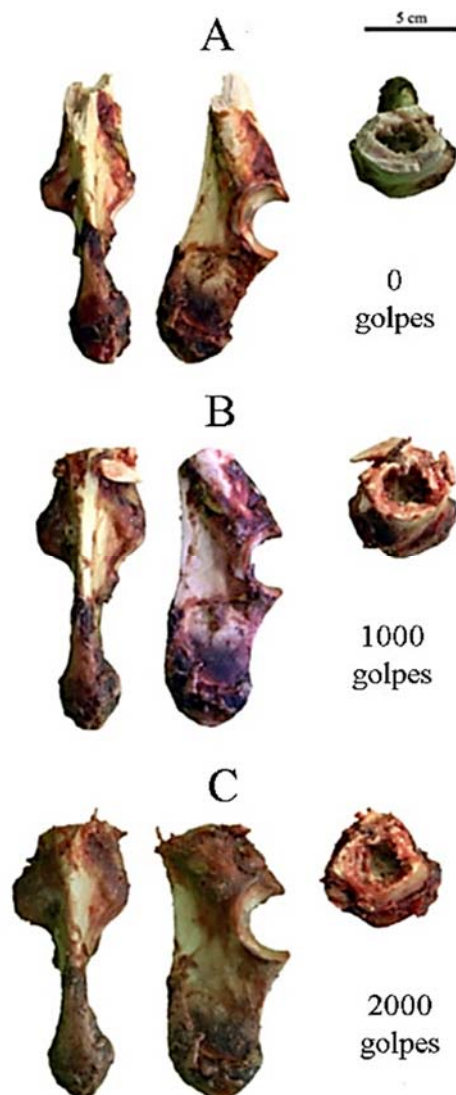
Figura 4.26

Nota. Ejemplos de fractura intencional. A) fragmento de diáfisis, vista interior con muescas y negativos de lascado (sitio Maco, Santiago del Estero, modificada de del Papa, 2012: figura VI.7.4); B) fémur de *Dolichotis patagonum*, vista frontal, con negativo de lascado (sitio Villa La Punta “Guayacán”, Santiago del Estero, modificada de del Papa et al., 2010: figura 5b); C) fémur de camélido con fractura fresca en forma de “V” y lasca adherida (sitio Maquijata, Santiago del Estero, modificada de del Papa, 2012: figura VI.2.14).

El surco o marcado perimetral ha sido considerado una técnica (difundida en la Patagonia argentina) de adelgazamiento de la diáfisis para generar una fractura transversal, si bien este tipo de fractura es imposible de producir cuando el hueso está fresco, si no se adelgaza previamente. El marcado perimetral se realiza mediante la percusión del hueso a lo largo de la circunferencia de la diáfisis, hecho que facilita su posterior fractura (Muñoz y Belardi, 1998) y se reconoce por numerosos negativos de lascado. Teniendo en cuenta que esta técnica conlleva un esfuerzo mayor que la fractura convencional (uno o dos golpes producen la fractura siguiendo las laminillas de colágeno) se han sugerido las siguientes hipótesis sobre su uso: 1) obtención de formas bases para la confección de artefactos, o es un artefacto informal (confección de machacadores); 2) extracción de médula de una manera más limpia (sin desechos de hueso en la médula); 3) una forma de procesamiento inicial de las presas - bajo determinadas condiciones ecológicas- para facilitar su transporte (e.g., Miotti, 1998; Muñoz y Belardi, 1998; Acosta, 2000; Hajduk y Lezcano, 2005). Estudios experimentales recientes plantean que el surco perimetral es consecuencia del uso de los huesos con fracturas convencionales para extraer médula ósea (técnica de yunque) y que su uso como machacador (para moler carne y grasa principalmente, Figura 4.27), genera pérdida de lascas óseas en la circunferencia de la diáfisis (negativos de lascado), resultando por desgaste en una fractura transversal con las características del marcado o surco perimetral (Santiago et

al., 2019). Entonces, los negativos de lascado (externos e internos) y el acortamiento y ensanchamiento de la diáfisis no serían consecuencia de una intencionalidad para adelgazar la circunferencia de la diáfisis, sino el resultado del uso de los huesos como machacadores.

Figura 4.27

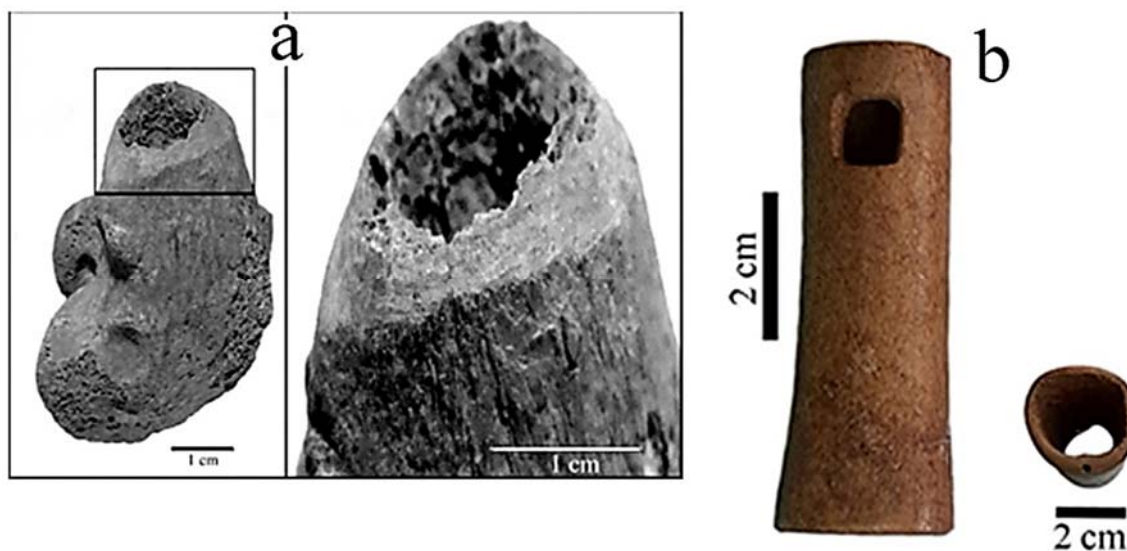


Nota. Experimentación sobre radio-ulna y el uso de machacadores sobre carne. A) porción proximal con fractura por técnica de yunque y previo al uso como machacador; B) estado del hueso luego de 1000 golpes; C) estado del hueso tras 2000 golpes. Modificada de Santiago et al. (2019: figura 3).

El **aserrado perimetral** permite adelgazar la capa ósea a través de incisiones con un artefacto filoso para fracturar el hueso controladamente (Acosta, 2000). Así, el aserrado incluye las modificaciones generadas al fracturar o segmentar las unidades anatómicas, ya sea mediante corte o percusión (directa y/o indirecta) como producto de la preparación de la forma base de un artefacto óseo. Las incisiones consisten en una serie de cortes transversales que abarcan, en la mayoría de los casos, todo el perímetro de los especímenes

(Acosta, 2000). Una vez adelgazada la diáfisis, por las incisiones, se produce un golpe para segmentar transversalmente a los elementos (si no se adelgaza uniformemente la circunferencia, pueden quedar imperfecciones o aristas de hueso indeseadas) o realizar el aserrado completo hasta el canal medular. Esta técnica, requiere una mayor inversión de tiempo de la que se necesita para fracturar el hueso percutiéndolo (Acosta, 2000), por lo que su asociación con etapas en la confección de artefactos es la más plausible (aunque no se descarta el consumo de médula colateralmente). En este sentido, se suelen encontrar restos en el registro que resultan de las distintas etapas de la preparación de los instrumentos, desde los desechos (Figura 4.28A), formas base y preformas hasta los instrumentos terminados (en general consisten en las diáfisis con aserrado perimetral y algún otro atributo de modificación, e.g., arpones, tubos, puntas de proyectil semiacanaldas sin epífisis, Figura 4.28B).

Figura 4.28

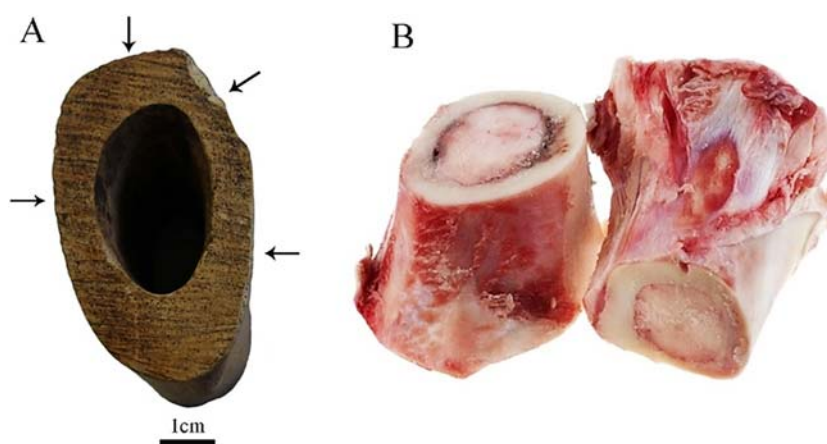


Nota. Restos con aserrado perimetral. A) epífisis distal de fémur de *Puma concolor* con aserrado perimetral para el control de la fractura (sitio Maquijata, Santiago del Estero, modificado de del Papa et al., 2013a: figura 5); B) tubo con aserrado perimetral en ambos extremos interpretado como “silbato” sobre fémur de mamífero mediano (sitio Palo Blanco, Berisso, Buenos Aires, modificado de del Papa et al., 2022: figura 3).

En cuanto a la segmentación de las partes esqueléticas, sin ser fracturas, podemos incluir el uso de sierras. En contextos históricos de Argentina, a mediados del siglo XIX, se observan cambios en la tecnología empleada para seccionar el ganado, que era consumido tanto en los sitios rurales (estancias, puestos, sitios fronterizos) como urbanos, con el uso de sierra manuales. Posteriormente, a principios del siglo XX, con la inclusión de la sierra eléctrica, se facilita el trozamiento terciario asociado al mercado (Silveira, 1999; Schávelzon y Silveira, 2001). El aserrado se caracteriza por la presencia de estriados paralelos sobre la superficie segmentada, cuya distinción entre la sierra manual o eléctrica (lo que podría orientarnos cronológicamente) se logra a partir de los rasgos dejados y estudiados experimentalmente

(Lanza, 2014). Los huesos con un estriado marcado, subparalelo y discontinuo y, principalmente, si en los bordes se observan pequeñas astillas desprendidas (diminutos “negativos de lascado”) y semi-adheridas se asocia a sierras manuales (Figura 4.29A; Bagaloni y Carrascosa Estenoz, 2013; Lanza, 2014). En cambio, si el estriado es liso (casi imperceptible), paralelo y continuo, con superficie mucho más suave y el borde sin desprendimientos, se asocia a sierras eléctricas (Figura 4.29B; Bagaloni y Carrascosa Estenoz, 2013; Lanza, 2014).

Figura 4.29



Nota. Aserrados. A) aserrado con sierra manual, nótese el estriado marcado y el contorno irregular (por pequeños desprendimientos del borde externo, marcado con flechas (sitio Araldi, siglo XIX, Magdalena, Buenos Aires, foto tomada por Soledad García Lerena; B) sierra eléctrica, nótese el estriado casi imperceptible que genera una superficie suave y sin desprendimientos en sus bordes (modificada de Biodog, 2023).

Termoalteración

El fuego puede fragmentar y destruir al hueso, alterando la estructura anatómica y cuantitativa de los conjuntos (Lanata, 1988). En particular, el fuego modifica la estructura cristalina del hueso y lo hace susceptible a fragmentarse, además de las modificaciones macroscópicas referentes al color (e.g., Stiner et al., 1995). Si bien la recristalización, observada por difracción de rayos X e infrarrojos, puede ser una herramienta para identificar huesos quemados, los estudios experimentales de Stiner et al. (1995) sugieren sumar otras variables (e.g., color), ya que la recristalización por termoalteración es similar a la producida por meteorización y diagénesis. Entonces, el grado de incidencia de la termoalteración sigue los criterios de color, textura y uniformidad de la alteración (e.g., Shipman et al., 1984; Nicholson, 1993; Stiner et al., 1995; Cain, 2005). Los estadios de termoalteración van desde los no quemados (sin cambios de color), a aquellos con grado bajo de alteración con

coloración marrón (en general afectan a una porción del elemento), hasta el carbonizado de color negro (puede presentar superficies con textura craquelada y homogénea) y, finalmente, huesos calcinados de color gris a blanco (pueden presentar superficies craqueladas y la alteración compromete a la totalidad del elemento), siendo el mayor grado de alteración (Figura 4.30). Además, se han llevado a cabo experimentos para identificar el estado del hueso cuando se produjo la termoalteración: frescos con carne adherida, frescos sin carne, secos y fragmentados (e.g., Thurman y Willmore, 1981; Gifford-González, 1989; Johnson, 1989), para inferir la actividad que produjo la modificación.

Sin embargo, las evaluaciones macroscópicas de la superficie, también, pueden ser engañosas, ya que las tinciones orgánicas y minerales pueden imitar los cambios de color, principalmente el carbonizado (e.g., óxido de manganeso; Shahack-Gross et al., 1997). Esta dificultad puede eludirse, en parte, por el tratamiento con químicos (ácido clorhídrico) de porciones de los huesos para detectar huesos quemados, huesos teñidos por pátinas y aquellos que tuvieron ambos procesos a través de espectrometría infrarroja transformada de Fourier (FTIR; véase más detalle en Shahack-Gross et al., 1997).

Figura 4.30



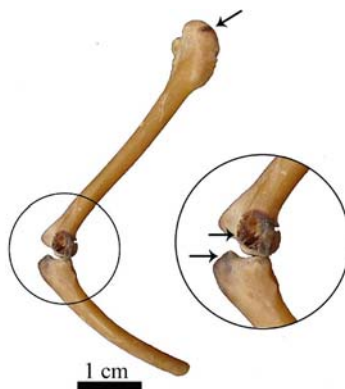
Nota. Estadios de termoalteración según Cáceres (2002): 1, no quemado; 2, quemado; 3, carbonizado; 4 y 5, calcinados. Modificado de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figura 5.2).

De manera informal, la termoalteración se suele asociar a la cocción de los alimentos, sin embargo, se puede generar por varias causas, no todas de origen antrópico (e.g., Cain, 2005). En varias regiones del mundo, en ambientes de bosques y pastizales, cuando se producen sequías o en temporadas calurosas y con tormentas eléctricas, se puede producir el fuego naturalmente y/o accidentalmente (como ejemplo, en nuestro país se suelen producir en verano incendios de bosques y pastizales, a veces naturalmente y otras por impericia humana o deliberada). En general, los huesos quemados por fuegos naturales son alterados sólo en una porción del elemento, produciendo un quemado superficial que no llega al color gris o blanco y no presenta una selección anatómica ni taxonómica (David, 1990; Cain, 2005).

Siempre es importante poder tener la información contextual de los hallazgos de los restos, ya que está evidenciado que una asociación secundaria con estructuras de combustión puede generar la modificación de los huesos. Por ejemplo, si los restos se encuentran hasta por 10 cm debajo del fogón (y pueden corresponder a eventos previos de ocupación) se termoalteran (hasta los 5 cm de profundidad generan un carbonizado y entre los 5 y 10 cm pueden generar un quemado de sectores del hueso simulando una cocción por asado, dependiendo de diversas variables -e.g., tipo de sedimento rubefaccionado y tiempo de exposición- (Stiner et al., 1995; Bennet, 1999).

Entre las actividades antrópicas, la cocción por asado o fuego directo (cocción en seco) de los alimentos podría evidenciarse por la existencia de restos con atributos de alteración térmica sólo en algunos sectores de los huesos desde grado bajo (quemado) a moderado (carbonizado). Esto se debe, a que se quiere cocinar la carne (musculatura) y la grasa que recubre los huesos, que los protege del fuego. Sin embargo, la cocción genera deshidratación de la carne, lo que conlleva a su reducción/contracción, lo que produce que queden expuestos algunos sectores de los huesos (e.g., epífisis, prominencias -acromion de la escápula-) y, por lo tanto, su modificación (Figura 4.31; Gifford-Gonzalez, 1989; Kent, 1993). La fractura de los elementos, después de este proceso, se produce principalmente de forma longitudinal (De Nigris, 2004).

Figura 4.31



Nota. Húmero y ulna de ave con termoalteración sectorizada (sitio Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernández, Santiago del Estero). Modificada de del Papa (2017: figura 4c).

El rescoldo o la cocción sobre las brasas de las presas enteras (incluso con cuero o armaduras óseas), se suele realizar sobre presas de tamaño pequeño como los roedores pequeños, aves, cingulados y quelonios. Los roedores de hábitos sociales y diurnos, presentan un patrón de quemado en las partes que quedan más expuestas, incisivos, premaxilares, autopodios y los extremos de los zeugopodios (Figura 4.32A; Medina et al., 2012; Fernández et al., 2017b y literatura allí citada). En caso de las aves u otros vertebrados de tamaño pequeño, como resultado del rescoldo, podrían exhibir la alteración térmica en las zonas de articulación (Figura 4.31). Por su parte, las tortugas y armadillos muestran la

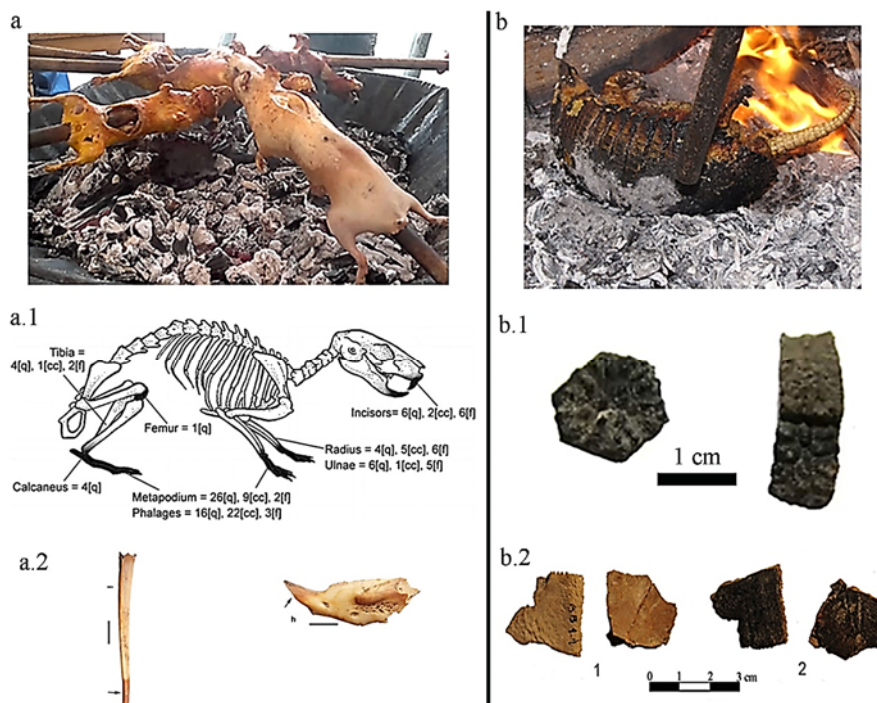
termoalteración en los elementos de la armadura ósea y escasamente a nula en los elementos endoesqueléticos, incluso, en algunos casos, la modificación sólo se observa en la cara dorsal de las placas óseas u osteodermos (Figura 4.32B; Frontini y Vecchi, 2014; del Papa y De Santis, 2015).

Para realizar el hervido (cocción húmeda) es necesario que los grupos humanos tengan disponible la tecnología necesaria para desarrollarlo, como piedras termóforas, ollas de cerámica o metal. Incluso, según Speth (2015) el hervido se puede lograr en recipientes perecederos hechos de corteza, cuero, hojas y colocados directamente sobre el fuego. Cabe destacar que ese tipo de cocción, generalmente prolongada, facilita el desprendimiento de la carne del hueso (no es necesario un procesamiento alto luego de la cocción), el ablandamiento de la carne y la extracción de grasa ósea (nutriente que sólo se pueden extraer por esta técnica de cocción). Sin embargo, el hervido no suele dejar rastros inequívocos en los huesos (Roberts et al., 2002). Un posible rasgo para la identificación de esta técnica es la presencia de marcas de pulido, las cuales se producirían por el roce de los huesos con las paredes de los contenedores (Pijoan et al., 2004), sin embargo, no es el único proceso que genera un cierto pulido de las superficies (véase transporte fluvial y eólico). A medida que aumentan los tiempos de ebullición, genera la pérdida de proteínas y aumenta la cristalinidad, al igual que la porosidad y, en este sentido, el hervido prolongado es un análogo (véase más arriba equifinalidad) de la diagénesis, ya que genera resultados similares (Roberts et al., 2002). A pesar de las dificultades para distinguir el hervido, este tipo de cocción se puede inferir de manera contextual, por la presencia de la tecnología asociada, si se observa un patrón en los tamaños de los huesos fragmentados, lo que Gifford-González (1989) denominó *pot sized* (tamaño de los huesos que entran por la boca de las ollas) o incluso, se puede estimar la extracción de grasa ósea por este método cuando los tamaños de los fragmentos son menores a los 5 cm (tamaños en que esta tarea es eficiente; Lupo, 1998; Church y Lyman, 2003; Janzen et al., 2014).

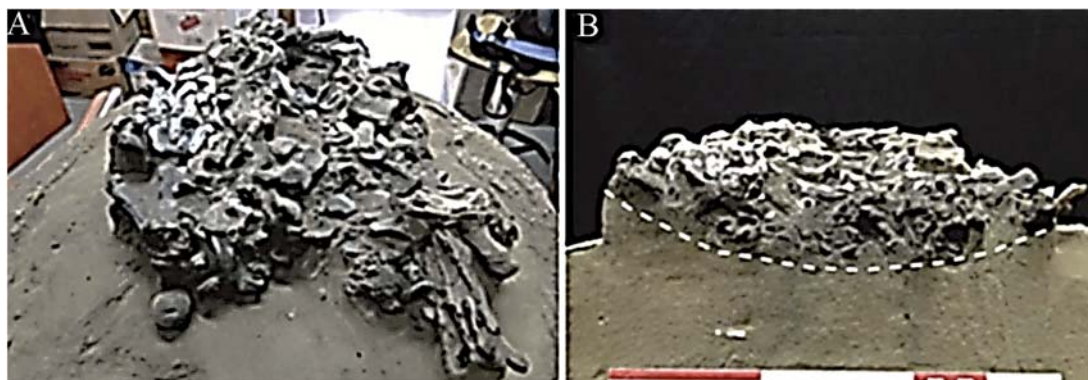
En ambientes extremos (e.g., puna, estepa patagónica) o de pastizales (pampa seca) y/o cuando las condiciones ambientales de una región fueron menos favorables para la cobertura arbórea o arbustiva, la ausencia de combustibles naturales (maderas) es frecuente, por lo que se hace necesario incorporar otras fuentes alternativas o auxiliares de combustible, como los huesos. Cabe aclarar que, para poder utilizar los huesos como combustible es necesario el suministro, principalmente como iniciador, de los combustibles tradicionales (e.g., maderas) y que su función primordial es mantener la llama y la temperatura por más tiempo. En estos casos, se puede observar un predominio de los restos calcinados (Figura 4.33) y cuanto mayor sea el contenido de grasa ósea (patrón diferencial según el elemento o la porción utilizada, preferencias por huesos con tejido trabecular) mayor será el grado de alteración (Costamagno et al., 2005; Scheifler, 2020). Teniendo en cuenta que, el uso como combustible genera un grado alto de alteración, llegando a una gran destrucción, que es mayor cuando los huesos son enteros o más completos, por la presión de la grasa y agua contenida

internamente. Los restos óseos previamente fracturados a su uso como combustible, generan una gran cantidad de restos menores a los 2 cm (Costamagno et al., 2005; Scheifler, 2020).

Figura 4.32



Nota. Cocción al rescoldo y fuego directo. A) cuises cocinados por asado; A.1) patrón de cocción de micromamíferos en elementos distales de los miembros y parte anterior del cráneo (modificado de Medina et al., 2012: figura 1); A.2) termoalteración leve sobre porción distal de la tibia -izquierda- y zona anterior de mandíbula -derecha- (Epullán Chica, Neuquén, modificadas de Fernández et al., 2016: figura 4; B)- armadillo cocido al rescoldo (gentileza de Clara Otaola); b.1) osteodermos de *Tolypeutes matacus* carbonizados (La Aguadita, Santiago del Estero, tomada por Luis del Papa); B.2) placas del espaldar de *Chelonoidis chilensis*, cara ventral sin termoalterar (izquierda) y cara dorsal carbonizada -derecha- (Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernández, Santiago del Estero, modificado de del Papa et al., 2017: figura 9.4a).

Figura 4.33

Nota. Fogón en laboratorio con huesos utilizados como combustible (sitio Huencú Nazar, Trenque Lauquen, Buenos Aires). A) vista superior en el comienzo de la extracción de los huesos; B) vista transversal del fogón. Modificada de Scheifler (2020: figura 4).

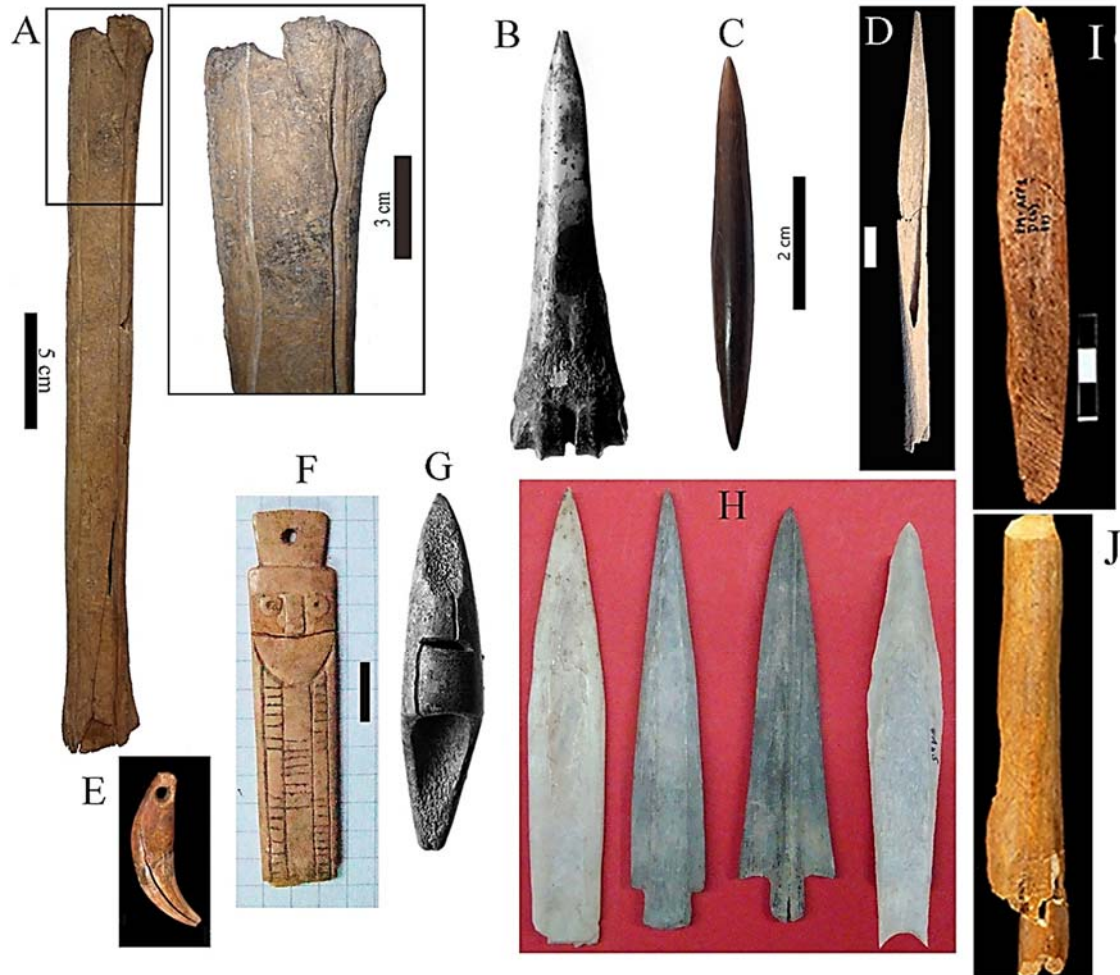
El descarte de los huesos en lugares de combustión/fogones, generalmente, se realiza por higiene (para evitar olores desagradables, el acercamiento de carroñeros y fauna cadavérica). Esto se puede inferir por una mayor proporción de restos, en los que el quemado compromete a toda la superficie ósea y el grado de alteración es más alto, por estar sometido directamente a grandes temperaturas. De esta actividad, se espera una mayor proporción de fragmentos calcinados (Kent, 1993; Oliver, 1993; De Nigris, 2004). En este sentido, por las características, a veces se dificulta diferenciar restos utilizados como combustible de aquellos descartados por higiene. Para esto, muchas veces nos valemos del contexto arqueológico para la interpretación. Por ejemplo, si en una región donde en el momento de ocupación del sitio, en las proximidades estaban disponibles combustibles (maderas) de buena calidad y en cantidad, es muy probable que los huesos no se utilicen como combustible (e.g., sitios de la etapa agroalfarera de Santiago del Estero; del Papa, 2012). Otra manera de interpretar un fogón como estructura de descarte, es hallar distintos materiales que correspondan a basura (e.g., restos de cerámica rota y quemada, restos de vegetales consumidos).

Tecnología sobre restos faunísticos

Un instrumento es todo objeto (hueso, diente, asta, cuerno, valva, etc) que cumple una función determinada y que puede presentar distintos grados de diseño o modificación intencional de la forma original de la materia prima (Miotti y Marchionni, 2013). El diseño aplicado a la materia prima puede estar facilitado por algún rasgo anatómico en particular, por ejemplo, elementos aguzados como las ulnas de algunos mamíferos, o peroné de aves, y elementos con protuberancias como las espinas de Siluriformes con denticulaciones. En este sentido, la identificación como un instrumento se debe a modificaciones por la formatización o por el uso recurrente de alguna porción particular (marcas de uso asignables a nivel macro y/o microscópico, véase Buc, 2010, 2011). Sin embargo, se destaca que algunos elementos

pueden utilizarse con un fin y no observarse modificaciones, ni siquiera por su uso (e.g., caparazón de tortugas y cáscaras de huevo como contenedores).

Figura 4.34



Nota. Ejemplos de huesos modificados como artefactos, decoración y etapas en la cadena operativa. A) núcleo óseo en tibiotarso de *Rhea americana* con ranurado para extraer hojas o láminas óseas como forma base (El Cachapé Potrero V, Chaco, modificada de del Papa et al., 2019: figura 3); B) punzón en metapodio de cérvido (sitios del delta del Paraná, modificada de Buc, 2011: figura 1b); C) bipunta en hueso indeterminado (sitio La Ilusión, Chaco, modificada de del Papa y Lamenza, 2019: figura 5k); D) punta semi-acanalada sin epífisis en metapodio de camélido (sitio Beltrán Cementerio, Santiago del Estero, modificada de del Papa et al., 2013b: figura 3.3a); E) colgante en diente de carnívoro (sitio El Cazador 3, delta del Paraná inferior, modificada de Acosta et al., 2015: figura 3e); F) colgante decorado (sitios de Santiago del Estero); G) arpón (sitios del delta del Paraná, modificada de Buc, 2011: figura 1c); H) puntas de proyectil planas y cóncava-convexa con diferentes morfologías (pedunculada, sin pedúnculo, con escotadura) de sitios de Santiago del Estero. Fotos F y H fueron tomadas por Luis del Papa en el Museo de Ciencias Antropológicas y Naturales E. y D. Wagner de Santiago del Estero; I) punta de lanza sobre radio-cúbito de camélido, con incisiones transversales en la base -en la zona de enmangamiento- (Piedra Museo, 7500 AP),

modificado de Miotti y Marchionni (2013: figura 12.5); J) retocador, con entalladura de buril en el extremo activo, sobre metapodio de *Lama guanicoe* (Piedra Museo, 7500 AP), modificado de Miotti y Marchionni (2013: figura 12.6).

Transformar la materia prima ósea en artefactos u objetos decorativos, consiste en una serie de etapas que se integran en una secuencia de producción (Célérrier, 1996; Choyke y O'Connor, 2013). Éstas etapas son, 1) adquisición: selección zoológica de especies y piezas anatómicas de acuerdo a las características de la actividad de caza y estructura ósea del animal; 2) talla: técnicas de obtención del soporte, las cuales varían desde incisiones longitudinales y paralelas hasta cortes transversales, percusión intencional y utilización de astillas de esas fracturas; 3) formatización: regulación del soporte seleccionado mediante técnicas de retoque, abrasión, pulido, raspado y, en ocasiones especiales, para dar mayor resistencia al material, se aplica el tratamiento térmico controlado.

La selección de las materias primas implica una amplia variedad de soportes útiles para afrontar diferentes requerimientos mecánicos, factor considerado al diseñar un instrumento (Scheinsohn y Ferreti, 1995; Scheinsohn, 1997), es decir, que, en base a las actividades requeridas con un artefacto, se seleccionarán las unidades anatómicas de los taxones en particular, según sus propiedades biomecánicas (e.g., mayor resistencia a la tensión, a la presión y a la torsión; Scheinsohn, 1997). Entonces, el operador diseñará el instrumento de acuerdo a la función y a la información tecnológica transmitida culturalmente (Buc, 2010). Por supuesto, dependiendo del grado de formatización de los instrumentos y los procesos postdeposicionales que moderen el conjunto arqueológico, va a depender la posibilidad de identificación anatómica y taxonómica de los huesos-soporte.

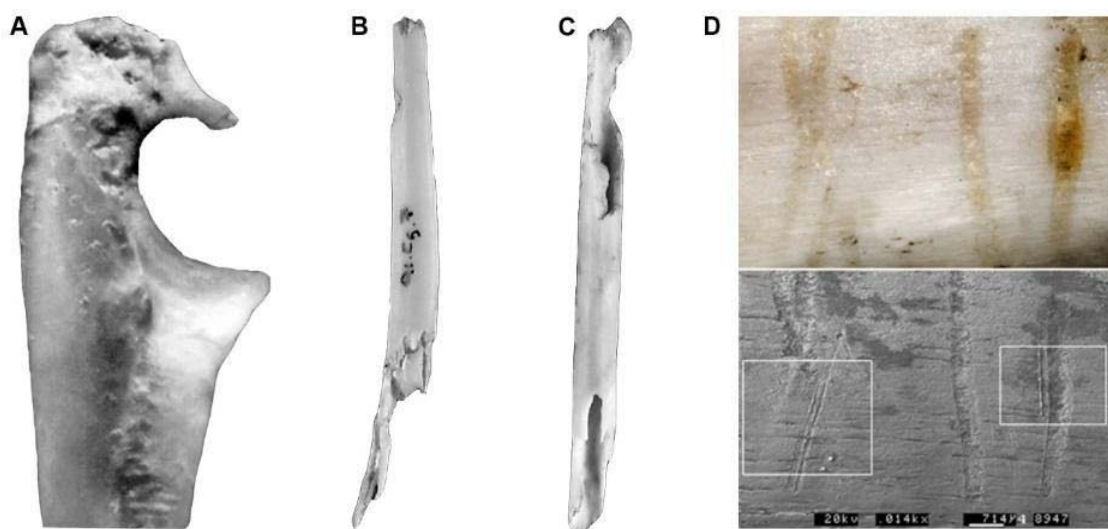
En general, se siguen criterios morfológicos y funcionales para la clasificación de los diversos instrumentos óseos (e.g., Figuras 34 y 35; Scheinsohn, 1997; Pérez Jimeno, 2004; Acosta, 2000; Buc, 2010, 2011; Miotti y Marchionni, 2013; Acosta et al., 2015; Papa y Lamenza, 2019; del Papa et al., 2019). Incluso, se pueden tomar criterios utilizados en el instrumental lítico para inferir las etapas de la producción: núcleos (Figura 34A), formas base, preformas, elementos poco elaborados, piezas muy elaboradas, fragmentos con rastros de utilización, formas primarias (matrices), lascas (Casiraghi, 1984) y desechos, que también forman parte del conjunto artefactual (*sensu* Acosta, 2000; Figura 28A).

Marcas de dientes de humanos

Por un lado, este tipo de marcas pueden ocasionarse por la masticación intensiva de los huesos, tal como lo demuestra el estudio etnoarqueológico realizado por Martínez (2009) en Colombia con los Nukak, donde se observa piqueteados, aserrados, dentados irregulares y astillados en los bordes de los huesos (Figura 4.35 A-C). Este tipo de marcas pueden confundirse con aquellas producidas por mamíferos carnívoros (véase Figura 4.10B). Por otro

lado, las marcas experimentales de incisivos humanos en costillas de cerdo doméstico, *Sus scrofa domestica*, documentadas por Fernández-Jalvo y Andrews (2016) muestran surcos lineales superficiales o surcos con microestrías en el interior de la marca (Figura 4.35D). Contrariamente al caso anterior, estas marcas no son tan profundas y son difíciles de distinguir a ojo desnudo como ocurre en las marcas dejadas por los mamíferos carnívoros (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Figura 4.10D).

Figura 4.35



Nota. Epífisis proximal de ulna (A), fragmento de costilla (B) y fragmento de diáfisis (C) de primates platirrinos con marcas de masticación humana (modificadas de Martínez, 2009: figuras 10 y 11); costilla de *Sus scrofa domestica* con marcas de dientes lineales y superficiales (foto lupa –arriba- y de MEB –abajo- tomadas de Fernández-Jalvo y Andrews, 2016: figura A131). No están a escala.

Procesos postdepositacionales

Entre los procesos postdepositacionales se pueden incluir una gran variedad de agentes físicos, químicos, bioturbación e incluso alteración del registro por actividad humana del pasado o actual (pisoteo, remoción de sectores del sustrato por obras constructivas, entierro de los difuntos e incluso prácticas agrícolas actuales). Como se menciona al comienzo del capítulo, los procesos en esta etapa corresponden en parte al dominio biostratinómico (todos aquellos procesos que intervienen después de la depositación y previa al enterramiento) y los procesos dentro del dominio fosildiagenético. Estos procesos, salvo contadas excepciones de un enterramiento inmediato y condiciones de preservación excepcionales, generan modificación de los restos, contextos, pueden enmascarar las evidencias de depositación e incluso generar su destrucción (en grado variable según la historia tafonómica del conjunto).

Meteorización

La meteorización refiere a los efectos que producen los agentes meteóricos -radiación solar (principalmente rayos UV), precipitaciones, humedad relativa, viento, temperatura- sobre los esqueletos, luego que son depositados, hasta su enterramiento total. Es un proceso que ocurre en el tiempo, cuya duración dependerá de numerosos factores (tipo de ambiente, estación del año y sedimentación), primero se van a degradar los tejidos blandos asociados a los huesos (músculos, grasas y tendones), posteriormente los componentes orgánicos del hueso, como las proteínas de colágeno y las células óseas (véase Capítulo 3), finalmente, la estructura ósea.

Con el propósito de analizar los efectos de la meteorización para mejorar el entendimiento del registro fósil, Behrensmeyer (1978) diseñó un estudio actualístico con mamíferos grandes (mayores a 5 kg) en ambientes tropicales, con vegetación en mosaico (sabana, bosque denso, bosque abierto, arbustal, pantanos y lecho del lago) y suelos alcalinos, en el borde norte del monte Kilimanjaro, ubicado en la parte sur del Parque Amboseli (Kenia). Esta autora distinguió seis estadios de meteorización en los huesos durante un tiempo acumulado de más de 15 años (Tabla 4.1, Figura 4.36) y observó algunas diferencias en la preservación entre los ambientes mencionados. Por ejemplo, ella registró mayor proporción de huesos en estadios bajos en los pantanos, que, en otras palabras, indica que la meteorización es más lenta en este tipo de ambiente (Behrensmeyer, 1978: figura 10).

Behrensmeyer et al. (2003) señalaron que la mayoría de los huesos de aves recuperados en asociaciones actuales en Amboseli mostraron el estadio 1 de meteorización de la escala propuesta por Behrensmeyer (1978) para restos de mamíferos. Behrensmeyer et al. (2003) indicaron que posteriormente al estadio 1, los huesos de aves se desintegran rápidamente, ya que sus paredes son muy delgadas y porosas. En tanto, Bochenski y Tomek (1997) distinguen dos estadios de meteorización para aves pequeñas (Tabla 4.1) en dos ambientes de transición, secos y templados (*i.e.*, Záslogo Cave [Bulgaria] y Ciemna Cave [Polonia]). Por su parte, Andrews (1990) observó cuatro estadios de meteorización (Tabla 4.1), en base a su estudio actualístico para los conjuntos de micromamíferos realizado en un clima templado y húmedo, emplazado en Stratton Dorset (Inglaterra).

A modo de síntesis, la alteración por meteorización en huesos y dientes de mamíferos está caracterizada por la presencia de agrietamientos, resquebrajamientos, astillas y exfoliaciones de las superficies (Behrensmeyer, 1978; Andrews, 1990); mientras que en huesos de aves pequeñas se caracterizan por hoyos concéntricos y depresiones con bordes agudos y exfoliaciones en las superficies (Bochenski y Tomek, 1997). Las diferencias existentes entre los resultados de Behrensmeyer (1978) y Andrews (1990) podrían deberse a los tamaños de las especies de mamíferos implicadas, respectivamente; y al clima o condiciones locales del área de experimentación (Cáceres, 2002). Es importante resaltar que los estadios de meteorización propuestos por los autores mencionados son operativos para el análisis de los conjuntos faunísticos y fueron posteriormente utilizados en numerosas

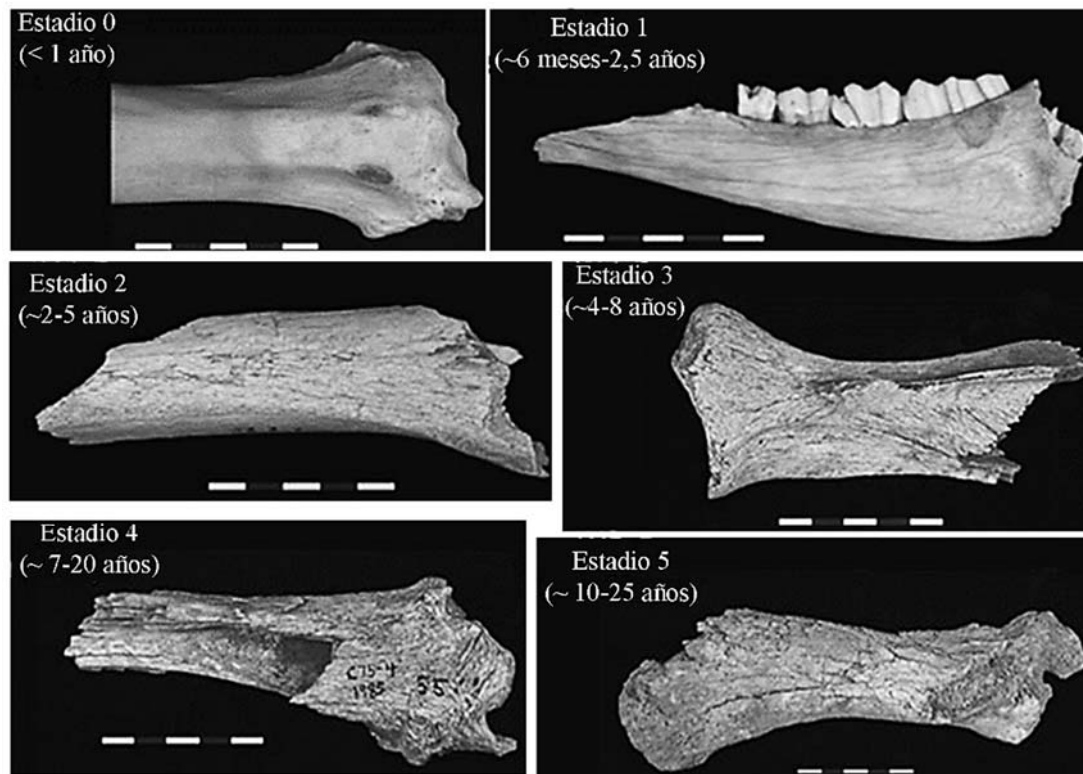
partes del mundo, inclusive en América del Sur. Empero, hay que tener en cuenta que sus investigaciones fueron realizadas en ambientes particulares (diferentes a América del Sur) y por ende, los agentes meteóricos, posiblemente, incidirán de manera distinta, sobre todo, con diferencias en el tiempo de duración de cada estadio sobre los restos.

Tabla 4.1

Estadio	Macromamíferos		Micromamíferos		Aves	
	Behrensmeyer (1978)	años	Andrews (1990)	años	Bochenski y Tomek (1997)	años
0	No hay modificación	0-1	No hay modificación	0-2	No hay modificación	0-4+
1	Agrietamiento paralelo a la estructura fibrosa, las superficies de articulación pueden exhibir un agrietamiento en mosaico. Podría haber grasa y tejidos epidérmicos.	0-3	Ligero agrietamiento paralelo a la estructura fibrosa. Dientes con dentina resquebrajada.	1-5	Epífisis con uno o más hoyitos con bordes ásperos. Diáfisis sin modificación o solo con hoyitos con bordes ásperos o depresiones con bases ásperas. Las fracturas podrían ser agudas y redondeadas, o semi-redondeadas. Puede retener tendones y plumas.	1-4+
2	Exfoliación concéntrica, usualmente asociada a grietas con pérdida de tejido cortical. Podría haber restos de cartílagos, cartílagos, ligamentos y piel.	2-6	Agrietamiento más extensivo, pero poca exfoliación. Dientes con un pronunciado astillado y agrietamiento.	3-5+	Epífisis con un poceado extenso y con hoyos grandes y chicos con bordes agudos y ásperos; y depresiones con bordes ásperos. Exfoliación concéntrica. Fractura aguda y áspera, muy frágil. No se observan tendones ni plumas	1- muchos años
3	El tejido compacto está homogéneamente alterado, resultando en una textura fibrosa. La meteorización penetra 1,5 mm.	4-15	Agrietamiento profundo y pérdida de algunos segmentos profundos o escamas entre grietas. Dientes con agrietamiento extensivo.	4-5+		
4	Superficie muy fibrosa y ásperas, con desprendimientos de astillas. La meteorización penetra en el interior de las cavidades	6-15				
5	Destrucción del resto <i>in situ</i> , con astillas grandes a su alrededor	6-15				

Nota. Comparación de los estadios de meteorización de restos de mamíferos grandes (Behrensmeyer, 1978), micromamíferos (Andrews, 1990) y aves pequeñas (Bochenski y Tomek, 1997).

Figura 4.36



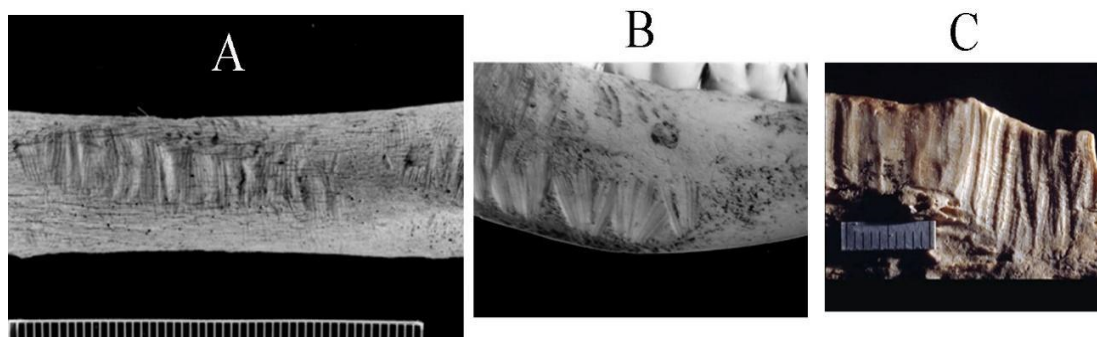
Nota. Estadios de meteorización (*sensu* Behrensmeyer, 1978) para mamíferos mayores a 5 kg. Modificada de Behrensmeyer y Miller (2012: figura 5.3).

Actividad de roedores

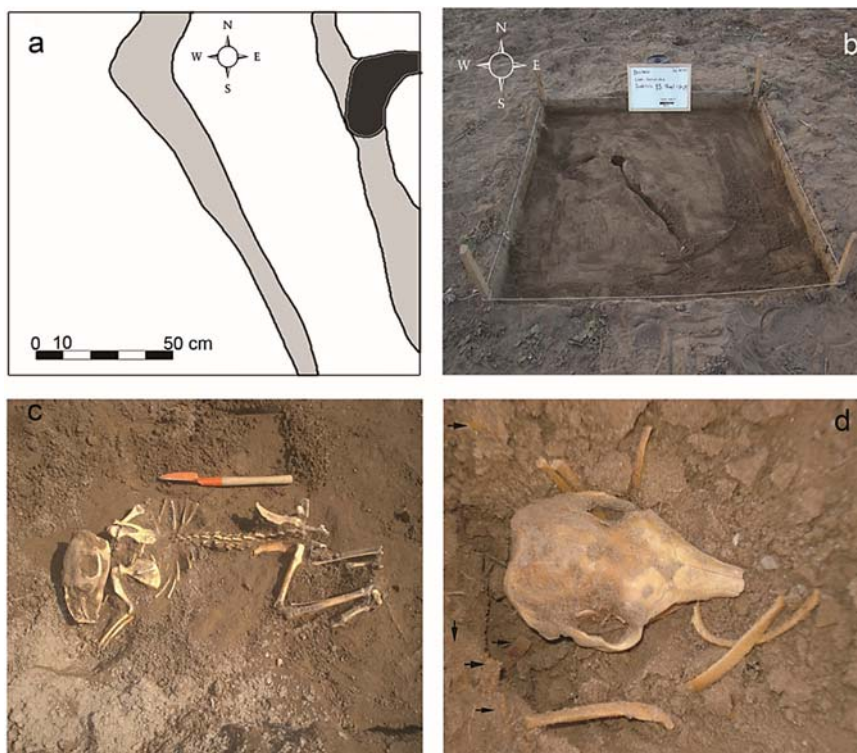
Los roedores pueden generar modificaciones directas sobre los huesos o una alteración del contexto arqueológico al realizar cuevas, incorporar restos desde otros lados o extraerlos del registro. Con respecto a las modificaciones sobre los restos óseos, los roedores suelen utilizar los huesos, al igual que la madera, para desgastar sus incisivos de crecimiento continuo (véase Capítulo 3). Como resultado de esta actividad se pueden observar, según el tamaño de los incisivos (a ojo desnudo o con lupa de mano y binocular), los surcos dobles y paralelos que muchas veces se suelen superponer (Figura 4.37A y C). En ciertas ocasiones, los roedores pueden originar grupos de surcos en forma de roseta (Figura 4.37B) cuando ancla sus incisivos inferiores a un lado del hueso y pivotea contra este con sus incisivos superiores para producir una serie de ranuras convergentes hacia abajo (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Con respecto a la alteración contextual, muchos roedores realizan sus madrigueras a través de cuevas en el sedimento, incluso con galerías extensas y numerosas, por lo que suelen mover los restos arqueológicos tanto horizontal como verticalmente en el paquete sedimentario y pueden incorporar otros restos (culturales y naturales) desde lugares cercanos (Bocek, 1986; Tomassini et al., 2019; Gutiérrez y Borrero, 2023). En general, ocasionan una homogenización de los sedimentos y un reordenamiento de los restos según su tamaño, quedan los restos más grandes y pesados abajo, simulando diferencias estratigráficas de ocupación (Bocek, 1986). Incluso, en varias ocasiones, los sitios arqueológicos son identificados por el accionar de los roedores y la extracción de materiales culturales hacia la boca de las cuevas. En este sentido, es muy importante la identificación de cuevas durante los trabajos de campo. Cabe aclarar que esta modificación contextual y espacial de los restos no es sólo producto de algunos roedores, sino también de otros animales de hábitos cavadores como armadillos, reptiles, incluso insectos (e.g., hormigas, termitas, efímeras) y lombrices que forman grandes colonias (e.g., Wood y Johnson, 1978; Stein, 1983; McBrearty, 1990; Mello Araujo y Marcelino, 2003; Fernández et al., 2016; Fernández y Escosteguy, 2019). Además, otra forma de modificar el contexto arqueológico es por la incorporación de individuos de estos animales de hábitos cavadores por su muerte natural en las madrigueras, muchas veces identificados por el hallazgo de individuos completos en conexión orgánica entre otros indicadores (Figura 38; véase ejemplo en del Papa et al., 2017).

Figura 4.37



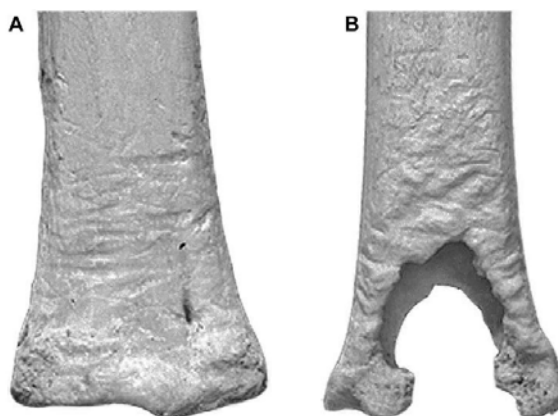
Nota. Marcas de roedores; A) marcas producidas por un roedor de pequeño tamaño; B) marcas en forma de roseta; C- marcas de roedores de un mayor tamaño que en A. Modificadas de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figuras A.190, A.188, A.201).

Figura 4.38

Nota. Cuevas registradas durante la excavación del sitio Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernández (Santiago del Estero) con individuos hallados articulados. A) diagrama de la trayectoria de una cueva (en gris claro) y sector de mayor profundidad (gris oscuro); B) cuadrícula con trayectoria de la galería de la cueva; C) esqueleto articulado de *Lagostomus maximus*; D) cráneo de *Chaetophractus vellerosus*. Modificadas de del Papa et al. (2017: figura 9.2).

Acción de cérvidos

Estos herbívoros, para adquirir minerales como el fósforo y el calcio ausentes de su dieta vegetariana, mastican las epífisis de los huesos (osteofagia). Acorde al experimento tafonómico realizado por Cáceres et al. (2011), los cérvidos, a diferencia de los carnívoros, seleccionan los huesos (preferentemente tibias, radios y metapodios) secos de cualquier taxón y con grados medios a altos de meteorización para extraer los minerales. La masticación de los ciervos pueden dejar estrías, redondeamiento y pulidos (raramente perforaciones y nunca fracturan como lo pueden hacer algunos carnívoros) en las superficies óseas (Figura 4.39A), incluso, pueden dejar hasta las epífisis bifurcadas (Figura 4.39B) en estadios más avanzados de modificación (Cáceres et al., 2011).

Figura 4.39

Nota. Modificación de cérvidos sobre huesos largos meteorizados. A) estrías y surcos transversales al eje de la diáfisis; B) epífisis en forma de horqueta. Modificadas de Cáceres et al. (2011: figura 3).

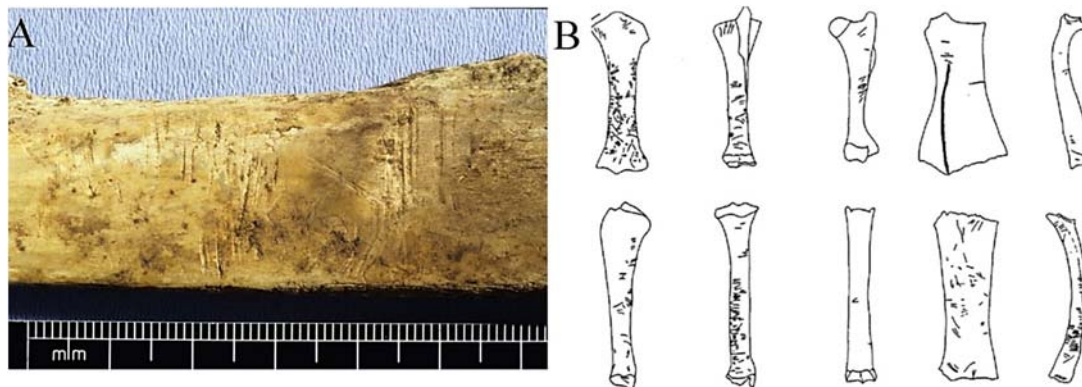
Pisoteo

Este tipo de proceso mecánico se produce, previamente al entierro (o ulteriormente si existe reelaboración), cuando los restos óseos se friccionan contra el sedimento debido a la fuerza ejercida por el tránsito de la fauna y los humanos, cuya acción es más frecuente en espacios de circulación restringida como ocurre en los sitios bajo roca -cuevas, aleros y refugios rocosos- (e.g., Lyman, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). El pisoteo puede ocasionar numerosos tipos de modificaciones en los huesos, tales como fracturas, pulidos y varios tipos de marcas. Como se mencionó en la sección homónima, las fracturas se ocasionan por la compresión física, las cuales varían palmariamente según el sustrato, si el hueso está fresco o seco y tanto por el tamaño de los animales que pisan como de los pisados (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Fernández-Jalvo et al., 2022). Asimismo, la fricción de los huesos contra el sedimento, mientras sucede el pisoteo, puede generar pulidos brillantes y redondeamiento. En tanto, las marcas producidas por el roce de los huesos contra el sedimento se caracterizan por ser cortas, poco profundas, dispuestas al azar y sin inclinación, principalmente, a modo de múltiples rasguños, incluso en forma de pozos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Figura 4.40). Para sortear, sin mayores dificultades, los problemas de equifinalidad que suelen implicar a este tipo de agente, resulta importante destacar que, a diferencia de lo que ocurre con las marcas de corte producidas por un instrumento de filo, las marcas de pisoteo no exhiben forma de “V” (son en forma de “U” o plana) en sección transversal, ni conos hersianos (véase Figura 4.18) y las trayectorias de las microestrías paralelas no son rectas (Lyman, 1994; Domínguez-Rodrigo et al., 2009 y referencias allí citadas).

En el caso de los conjuntos de micromamíferos, Andrews (1990), en base a estudios experimentales, observó que el pisoteo es un proceso muy destructivo, del cual emergen

patrones de fractura con ángulos agudos y bordes ásperos, además de la ausencia de cráneos completos, reducción del número de maxilares, considerable pérdida de dientes de las mandíbulas (implicando un aumento en el número de dientes aislados), alto grado de fractura y cierta pérdida de elementos postcraneales, pero con alta supervivencia de los elementos más pequeños y compactos, como los astrágalos y calcáneos.

Figura 4.40



Nota. Marcas de pisoteo; A) marcas de pisoteo sobre una costilla de vaca actual; B) diagrama mostrando las características, distribución de marcas de pisoteo en observaciones actualísticas sobre diferentes elementos esqueléticos. Modificado de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figuras A.60 y 3.3).

Abrasión

La abrasión es la remoción del material del hueso causada por el impacto de partículas sedimentarias. Es el resultado de cualquier agente que erosiona los bordes y la superficie del hueso a través de la aplicación de una fuerza física. La abrasión, generalmente, ocurre cuando los huesos son transportados por corrientes de agua y por el viento. Sus rasgos principales son la presencia de redondeamiento, pulidos y estriación microscópica en las superficies óseas, máxime si se trata de protuberancias, trocánteres, cóndilos, crestas prominentes o de bordes de fractura (Figura 4.41, e.g., Korth, 1979; Andrews, 1990; Lyman, 1994; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003). El tamaño de los clastos que friccionan contra los huesos cuando son transportados es una variable muy importante a la hora de evaluar los daños producidos (Andrews, 1990). Una característica distintiva de la abrasión en restos de micromamíferos consiste en la pérdida de dientes y en la formación de hoyos en cara externa de la mandíbula, por debajo de la serie dentaria (Korth, 1979; Andrews, 1990; Fernández-Jalvo y Andrews, 2003, 2016).

Por otra parte, los restos afectados por corrientes hidráulicas pueden generar patrones característicos de representación de partes esqueléticas, tal como nos enseñan algunos trabajos experimentales (e.g., Voorhies, 1969; Korth, 1979; Trapani, 1998). Por un lado,

Voorhies (1969) estableció una clasificación de tres grupos de huesos para mamíferos grandes como la oveja (*Ovis orientalis aries*) y el coyote (*Canis latrans*): 1) elementos fácilmente transportados por flotación en corrientes lentas (vértebras, sacro, costillas, esternón, cúbito, falange); 2) elementos que requieren más energía para ser transportados (fémur, tibia, húmero, metapodio, pelvis, radio, escápula); 3) elementos más resistentes por su mayor densidad (cráneo, mandíbula). Por otro lado, Korth (1979) propuso tres grupos de elementos esqueléticos de micromamíferos según su potencial para ser transportados por corrientes de agua: 1) elementos ligeros con dispersión temprana (vértebra, maxilar, pelvis, costilla, escápula, falange, cúbito); 2), elementos de transporte intermedio, cuando aumenta la corriente de agua (cráneo, fémur, húmero, radio, cúbito, calcáneo, astrágalo, molar); 3) elementos con desplazamiento tardío asociados a valores más altos del flujo de energía hídrica (mandíbula y dientes). Finalmente, Trapani (1998) al analizar el transporte hidrodinámico en huesos de aves, especialmente la paloma *Columba livia*, observó que el cráneo es el elemento que se desplaza con mayor facilidad, seguido de las vértebras y costillas; por último, se dispersan los huesos largos y la escápula. Además, otros autores han incorporado distintas variables, como el estado del hueso a la hora de ser transportado (secos, húmedos, articulados o desarticulados; Coard y Dennell, 1995; Coard, 1999).

Figura 4.41



Nota. Tibia de mamífero grande introducido transportado por el río Malargüe (Mendoza). A) vista general de la tibia sobre la planicie de inundación del río Malargüe; B) vista general de la tibia con redondeamiento de la epífisis proximal; C) vista de la epífisis proximal redondeada. Tomadas por Luis del Papa.

Raíces

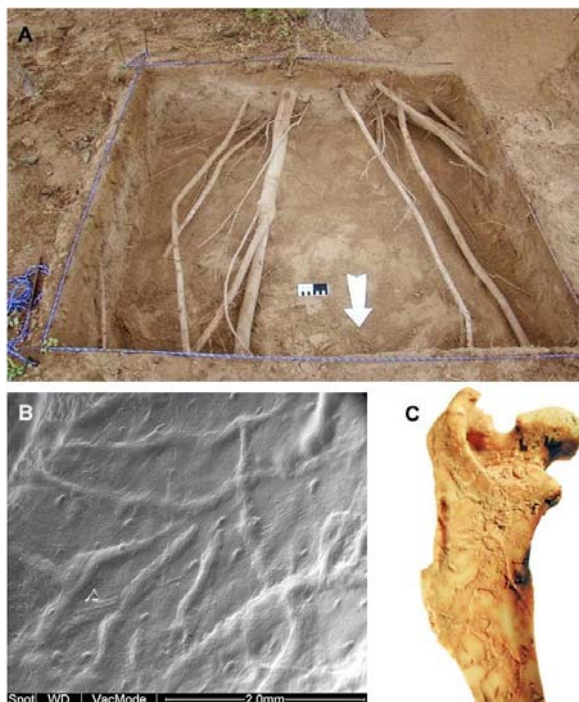
Las raíces, al igual que otros agentes bioturbadores pueden generar la modificación del contexto al mover materiales, tanto horizontal como verticalmente en el paquete sedimentario

(véase Figura 4.2A como ejemplo de la presencia de raíces en una cuadrícula y su potencial alteración del registro) pueden fragmentar los restos y modificar las superficies óseas (Miotti y Marchionni, 2011).

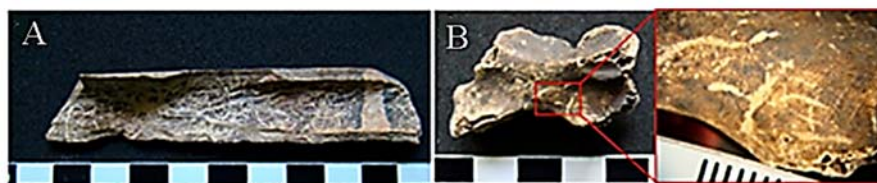
Basado en un mecanismo de alteración químico y físico, las superficies de los huesos pueden ser alteradas por las raíces de las plantas durante el enterramiento (Courty et al., 1989; Lyman, 1994; Fernández-Jalvo et al., 2002). La asociación simbiótica entre las raíces de plantas y los hongos (micorrizas) o bacterias (*Rhizobium*) implicadas en el proceso de fijación del nitrógeno, actúan como agentes de descomposición química de nutrientes orgánicos y minerales (Courty et al., 1989). Además de presentar alguna pérdida del elemento químico original de los tejidos óseos por la acción metabólica de los hongos y bacterias de la raíz (liberación de exudados, como enzimas y ácidos orgánicos), también se produce un daño estructural por la marca de raíz, aumentando la porosidad de hueso (Lyman, 1994; Fernández-Jalvo et al., 2002).

A grandes rasgos, existen dos tipos de marcas de raíces. El primer tipo de huella bioerosiva corresponde a pequeñas marcas dendríticas superficiales, las cuales constituyen canales en forma de “U”, con ramas principales y bifurcadas de 0,15 a 1 mm de ancho (Figura 4.42B; Andrews, 1990; Lyman, 1994). Esta categoría se denomina “Sphenoichnia” e indica el desarrollo de una cubierta herbácea durante la formación del suelo, cuando los huesos fueron depositados y enterrados (Montalvo, 2002). El segundo tipo de marcas de raíces, llamada “Corrosichnia”, se caracteriza por ser más grande que la anterior (>1,5 mm de ancho), casi sin bifurcaciones, presenta contornos muy irregulares y un alto grado de corrosión (Figura 4.42C). Esta categoría se asocia a la actividad de raíces en tiempos recientes (Montalvo, 2002).

La Figura 4.43 exhibe ejemplos de huesos de aves recuperados del sitio arqueológico Cueva Maripe, emplazado en el Macizo del Deseado (Santa Cruz, Holoceno medio), muy afectados por la actividad radicular (e.g., Marchionni et al. 2022).

Figura 4.42

Nota. Actividad de raíces en el registro fósil. A) raíces de un mistol aflorando a partir de la excavación del sitio Guampacha (Santiago del Estero, tomada por Luís del Papa); B) marca de raíces con patrón dendrítico ramificado (sitio Concud, Teruel, España, modificada de Fernández-Jalvo y Andrews, 2016: figura A245); C) marcas de raíces corrosivas en fémur de roedor cricétido sigmodontino (Laguna El Sosneado 3, Malargüe, Mendoza, tomada por Fernando J. Fernández).

Figura 4.43

Nota. Marcas de raíces en materiales zooarqueológicos de la unidad 2 (ca 7500 años AP) del sitio Piedra Museo. A) cavidad medular de un fragmento de tibiotarso de *Rhea*; B) fragmento de vértebra de *Rhea*; Modificadas de Marchionni et al. (2022: figura 18).

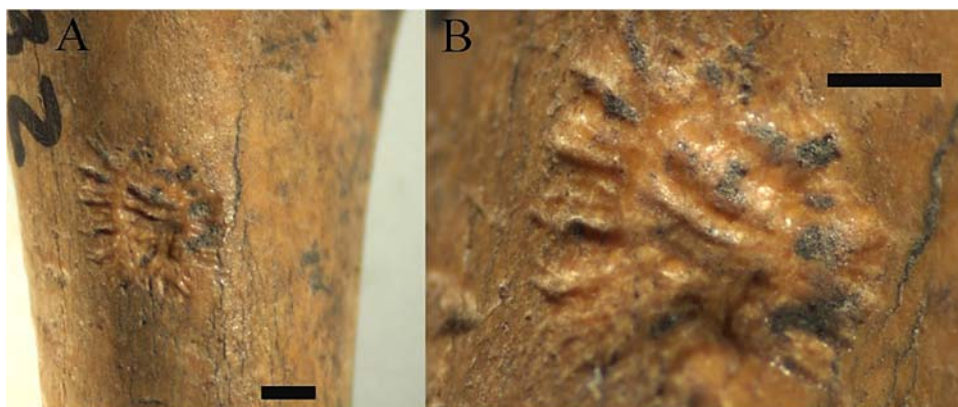
Bacterias, hongos e insectos

La actividad de bacterias y hongos tiene lugar, en general, a nivel tisular, ergo es necesario observarla con microscopio de altos aumentos, aunque su identificación sigue siendo difícil (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Por un lado, las colonias de bacterias suelen tener forma redondeada, a veces cónica y presentan una franja exterior más brillante y de mayor

densidad. El ataque bacteriano puede ocasionar estrías lineales, surcos, perforaciones (con formas redondeadas hasta irregulares en etapas más avanzadas), túneles microscópicos visibles en secciones transversales, superficies corticales corroídas y podridas (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Por otro lado, los hongos pueden atacar la superficie de los huesos y generar áreas blanquecinas (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Sus hifas pueden penetrar en el hueso cortical hasta invadir las osteonas (véase Capítulo 3) y formar túneles en zigzag (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

En el caso de los insectos, algunas larvas pueden producir túneles macroscópicos observables a ojo desnudo (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las larvas de los derméstidos (poblaciones controladas de estos insectos suelen utilizarse para preparación de esqueletos coleccionables) cuando se alimentan de los tejidos blandos pueden dejar marcas lineales microscópicas, con bordes aserrados, en las superficies de los huesos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las mandíbulas de las larvas de escarabajos generan rayados profundos y rectos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Las mandíbulas de las termitas producen marcas rectas alrededor de hoyos (Figura 44), canales con formas sinuosas (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Escosteguy et al., 2021). Las larvas de coleópteros ocasionan surcos con arañazos rectos y estrías lineales (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). Los arácnidos pueden alimentarse del hueso cortical y dejar rastros de la exoenzimas digestivas, a modo de cicatriz circular, y generar daños físicos, con forma de rayados, con sus pedipalpos y quelíceros (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Figura 4.44



Nota. Marcas de termitas, sitio La Guillerma (Buenos Aires). A) húmero de *Myocastor coypus* con fosa y estrías que emanan de la fosa; B) detalle de las marcas. Modificadas de Escosteguy et al. (2021: figura 7).

Fosildiagénesis

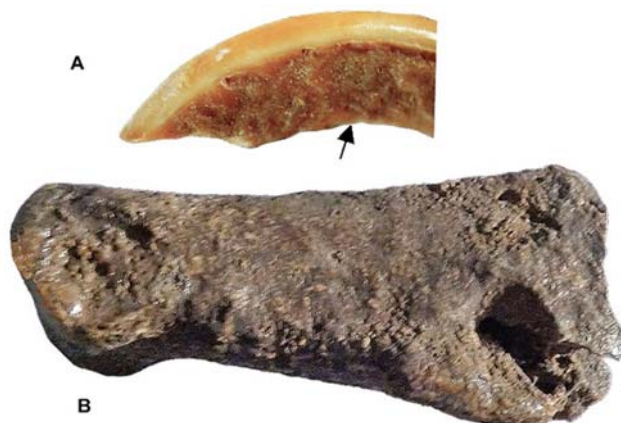
Después del entierro, los huesos pueden afectarse por agentes físico-químicos que podrían ocasionar cambios importantes en la estructura mineral y orgánica (e.g., Lyman,

1994; Gutiérrez, 2007; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016). El nivel de alteración de los huesos aumenta a lo largo del tiempo y está asociado, por un lado, con la estructura química y molecular, la forma, el tamaño y la porosidad; y, por otro lado, con la acción de microorganismos, la temperatura, el Ph del sedimento y el agua. De modo que, la combinación de estos factores ocasiona una debilidad en el vínculo de la fracción orgánica y la fracción mineral del hueso (Gutiérrez, 2007). Asimismo, los materiales óseos pueden incorporar elementos por absorción en la superficie de la matriz mineral, por reemplazo de los iones estructurales en los cristales de bioapatita y por precipitación dentro de los poros en la estructura del hueso (Gutiérrez, 2007).

Corrosión por cambios del Ph del suelo y por agua permanente

La corrosión sedimentaria ocurrida en los niveles portadores de los huesos y dientes es un proceso que puede modificar los restos antes o después de estar enterrados (Fernández-Jalvo et al., 2002). Este tipo de alteración es una modificación química generada, principalmente, por la acidez o alcalinidad del suelo (Andrews, 1990). La acidez, menor a un Ph 4, afecta, esencialmente, a los componentes inorgánicos de los huesos y dientes y, en menor medida, a la parte orgánica de los mismos. Por el contrario, la alcalinidad altera, primariamente, a los componentes orgánicos, mientras que el material inorgánico apenas se modifica (Andrews, 1990). Trabajos experimentales realizados por Fernández-Jalvo et al. (2002) han mostrado que los sedimentos altamente alcalinos (Ph 9-14) producen alteraciones en los restos, tales como agrietamientos en mosaico de las dentinas (Figura 4.45A) y descamaciones de las superficies de los huesos, mientras el esmalte no es afectado. Esto sugiere que la proteína de colágeno es el principal componente alterado por exposición a ambientes altamente alcalinos por largos períodos de tiempo (Fernández-Jalvo et al., 2002). En suelos con Ph alcalinos, también, se documentaron hoyos y bordes de fractura redondeados en huesos de aves (Bochenski y Tomek, 1997).

Por otro lado, cabe mencionar que, bajo condiciones de permanente humedad en el sedimento, los huesos son afectados en su totalidad (Figura 4.45B), mientras en condiciones de sequedad son mejor preservados (Andrews, 1990). Los iones de hidrógeno del agua ácida pueden reemplazar el calcio y provocar su percolación. Además, el agua puede producir la disolución y recristalización de la fracción mineral ósea en el transporte de los iones y en la hidrólisis de la proteína (Gutiérrez, 2007).

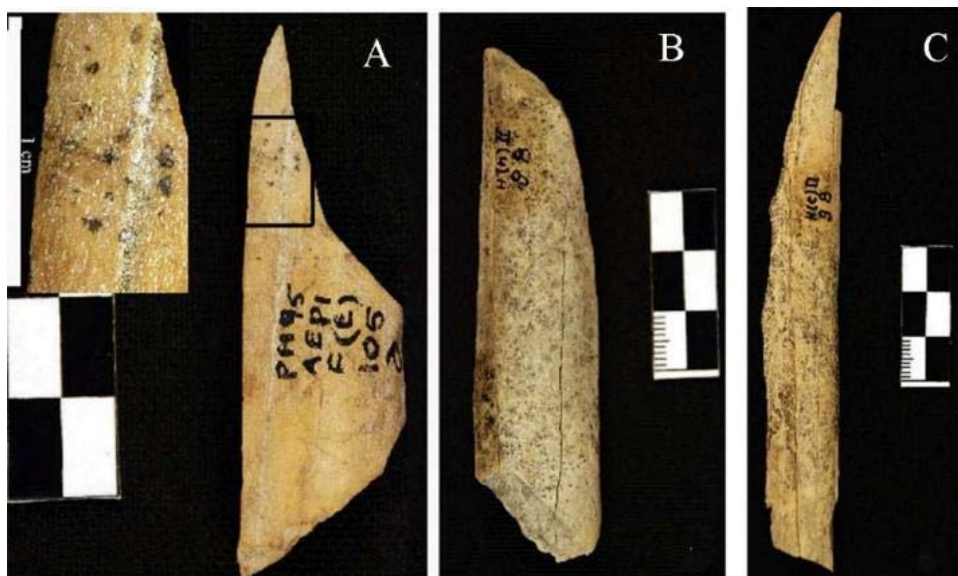
Figura 4.45

Nota. Corrosión sedimentaria y agua permanente; A) incisivo de roedor cricétido sigmodontino con marcas de corrosión sedimentaria en la dentina (sitio Laguna El Sosneado 3, Malargüe, Mendoza, tomada por Fernando J. Fernández); B) falange de un género extinto de cérvido *Eucladoceros* con marcas de corrosión sedimentaria severa por Ph ácido y putrefacción por acción de agua permanente y algas (sitio Senèze, Domeyrat, Francia, modificada de Fernández-Jalvo y Andrews (2016: figura A.353). No están a escala.

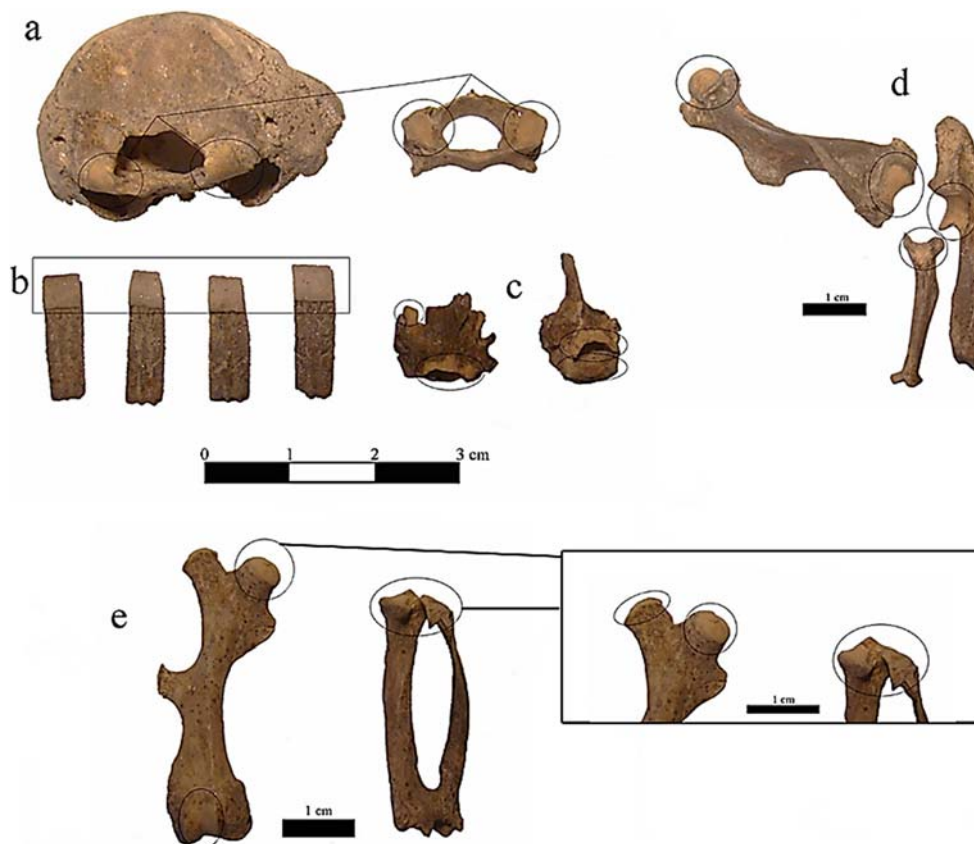
Óxidos de manganeso y de hierro

El manganeso (Mn) precipita como óxido en ambientes donde alternan ciclos de reducción-oxidación. Esta precipitación, frecuente en sitios donde ocurren oscilaciones del nivel freático o encharcamientos de agua, se produce cuando existe una saturación del Mn en agua (Courty et al., 1989). En la formación de los precipitados, también, intervienen algunas bacterias concentradas en ambientes húmedos y anaeróbicos con un Ph neutro o levemente básico, cuya nutrición radica en metabolizar los minerales hallados en las arcillas y en los huesos (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Las impregnaciones por óxido de manganeso se manifiestan a modo de manchas de color negro, en general, irregulares, con formas de ramificaciones y rosetas en las superficies de los huesos (Miotti y Marchionni, 2011; Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; Figura 46). No obstante, en ocasiones la superficie del hueso puede estar toda teñida de negro, lo que podría indicar una inmersión total en agua o sedimento húmedo. Si el hueso yace sobre una superficie mojada o húmeda y se sumerge periódicamente en agua podría registrar la tinción en la cara del hueso que estuvo en contacto con el agua. La tinción, por otra parte, podría presentarse en la diáfisis y no en las superficies articulares (Figura 4.47), en caso que la impregnación por óxido de manganeso tuviera lugar cuando los elementos esqueléticos estaban articulados (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016; del Papa et al., 2017). Finalmente, los suelos oxigenados ricos en hierro pueden generar un color rojizo en las superficies del hueso (Fernández-Jalvo y Andrews, 2016).

Figura 4.46

Nota. Restos óseos con óxido de manganeso en distinta proporción, sitio Piedra Museo (Santa Cruz, Holoceno medio). A- restos con escasa presencia de óxidos; B y C con mayor incidencia. Modificado de Miotti y Marchionni (2011: figura 6).

Figura 4.47

Nota. Elementos de *Chaetophractus vellerosus* con distribución diferencial de pátnas de óxido de manganeso (sitio Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernandez, Santiago del Estero). A)

articulación del cráneo y el atlas; B) placas dérmicas móviles; C) vértebras torácicas; D) miembro anterior; E) miembro posterior. Modificado de del Papa et al. (2017: figura 9.3).

Fósil, fosilización, mineralización, petrificación, momificación

Desde una perspectiva tafonómica, el concepto de fósil no está necesariamente asociado a lo que comúnmente se llama fosilización, a la razón que, como mencionamos al inicio del capítulo, todo organismo que haya sido incorporado a la litósfera se considera parte de la tafocenosis, haya pasado o no por alguna alteración de su estructura química por procesos diagenéticos avanzados. Numerosos autores acuerdan con esta definición. Según Lyman (1994) el registro fósil da cuenta de algún conjunto de restos de organismos que tienen un modo geológico de ocurrencia en algún espacio geográfico definido. Para Stirton (1959) los fósiles son los restos o huellas de cualquier estructura orgánica reconocible conservada desde tiempos prehistóricos. Matthews (1962) define a los fósiles como cualquier rastro o resto contemporáneo de un organismo que murió en algún momento del pasado. Schopf (1975) se refiere a los fósiles como cualquier espécimen que demuestre evidencia física de la existencia de vida antigua. Para Finks (1979) los fósiles son restos identificables de organismos vivos o de sus actividades y/o estructuras preservadas en el sedimento por procesos naturales. Se suele distinguir varios tipos de fósiles, tales como restos transformados, moldes internos y externos -también llamados icnita, icnofósil y huella- (Fernández-López, 1986-87, 1991, 2001).

La fosilización es un proceso natural que implica mantenimiento o alteración de las propiedades químicas de los materiales orgánicos (Finks, 1979; Lyman, 1994). La mineralización o re-mineralización resulta del reemplazo de los minerales originales de un tejido por otros. En el caso de los tejidos óseos, la hidroxiapatita (véase Capítulo 3) es removida, mientras otros minerales disueltos en el sedimento acuoso la invaden y cubren los espacios, de modo que se mantienen las formas (Matthews, 1962; Schopf, 1975; Lyman, 1994). La petrificación o permineralización es la infiltración de las soluciones que contienen minerales en los poros del tejido óseo (Matthews, 1962; Schopf, 1975; Lyman, 1994). La momificación (véase ejemplos en la sección Trampas Naturales, *permafrost*), por otra parte, refiere a los procesos naturales que producen la preservación de los cuerpos, incluidos los tejidos blandos (Lyman, 1994).

Referencias

- Acosta, A. (2000). Huellas de corte relacionadas con la manufactura de artefactos óseos en el nordeste de la provincia de Buenos Aires. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 25, 159-178.
- Acosta, A., Buc, N. y Davrieux, N. (2015). Producción y uso de ornamentos en las tierras bajas de Sudamérica: el caso de las poblaciones humanas prehispánicas del extremo meridional de la cuenca del Plata (Argentina). *MUNIBE Antropologia-Arkeologia*, 66, 309-325.
- Alunni, A., Gutiérrez, M. y Zangrando, A. (2017). Natural accumulation and distribution of guanaco bones in the southernmost tip of Tierra del Fuego (Argentina): taphonomic analysis and archaeological implications. *Journal of Taphonomy*, 15, 59-76.
- Ameghino, F. (1880). *La antigüedad del hombre en el Plata, Tomo I*. París y Buenos Aires: Masson-Igon Hnos.
- Ameghino, F. (1881). *La antigüedad del hombre en el Plata, Tomo II*. París y Buenos Aires: Masson-Igon Hnos.
- Andrews, P. (1990). *Owls, Caves and Fossils*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ascher, R. (1961). Analogy in archaeological interpretation. *Southwestern Journal of Anthropology*, 17, 317-325.
- Averbouh, A. y Provenzano, N. (1998-1999). Proposition pour une terminologie du travail préhistorique des matières osseuses: I. Les Techniques. *Préhistoire Anthropologie Méditerranéennes*, 7-8, 5-25.
- Bagaloni, V. y Carrascosa Estenoz, L. (2013). Estudio de huellas producidas con objetos de metal durante el último cuarto del siglo XIX en el sitio arqueológico La Libertad (partido de San Cayetano, Buenos Aires, Argentina). *Revista del Museo de La Plata, Sección Antropología*, 13, 375-393.
- Bailey, G. (1981). Concepts, timescales and explanations in economic prehistory. En Sheridan, A. y Bailey, G. (Eds.), *Economic archaeology* (pp. 97-117). Oxford: British Archaeological Reports, International Series 9.
- Bailey, G. (2007). Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropology and Archaeology*, 26, 198-223.
- Ballejo, F., Fernández, F.J., Montalvo, C. y De Santis, L. (2016). Taphonomy and dispersion of bones scavenged by New World vultures and caracaras in Northwestern Patagonia: implications for the formation of archaeological sites. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 8, 305-315.
- Ballejo, F., Hadler, P., Cherem, J., Bueno, L., Machado, J., Matarrese, A. y Fernández, F. J. (2022). The first fossil record of a bone assemblage accumulated by New World vultures (Gruta do Presépio, Holocene, southern Brazil). *Boreas*, 51, 684-697.
- Bar-Oz, G. y Munro, N. (2004). Beyond cautionary tales: a multivariate taphonomic approach for resolving equifinality in zooarchaeological studies. *Journal of Taphonomy*, 2, 201-221.

- Behrensmeyer, A. (1978). Taphonomic and ecologic information on bone weathering. *Paleobiology*, 4, 150-162.
- Behrensmeyer, A.K. y Miller, J. (2012). Building links between ecology and paleontology using taphonomic studies of recent vertebrate communities. En Louys, J. (Ed.), *Paleontology in ecology and conservation* (pp. 69-91). Berlin: Springer Earth System Sciences.
- Behrensmeyer, A., Stayton, C. y Chapman, R. (2003). Taphonomy and ecology of modern avifaunal remains from Amboseli Park, Kenya. *Paleobiology*, 29, 52-70.
- Bennett, J. (1999). Thermal alteration of buried bone. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1-8.
- Biodog (2023). Tuétano, lo oculto del hueso. [entrada de blog]. <https://biodog.es/tuetano-lo-oculto-del-hueso/>
- Binford, L.R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28, 217-225.
- Binford, L.R. (1981a). *Bones: ancient men and modern myths*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. (1981b). Behavioral Archaeology and the Pompeii Premise. *Journal of Anthropological Research*, 37, 195-208.
- Bisbal-Chinesta, J., Bañuls-Cardona, B., Fernández-García, M., Cáceres, I., Blain, H. y Vergès, J. (2020). Elucidating anuran accumulations: massive taphocenosis of tree frog *Hyla* from the Chalcolithic of El Mirador cave (Sierra de Atapuerca, Spain). *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, e102277.
- Blumenschine, R. y Selvaggio, M. (1988). Percussion marks on bone surfaces as a new diagnostic of hominid behavior. *Nature*, 333, 763-765.
- Blumenschine, R., Marean, C. y Capaldo, S. (1996). Blind test of inter-analyst correspondence and accuracy in the identification of cut marks, percussion marks, and carnivore tooth marks on bone surfaces. *Journal of Archaeological Science*, 23, 493-507.
- Bocek, B. (1986). Rodent ecology and burrowing behavior: Predicted effects on archaeological site formation. *American Antiquity*, 51, 589-603.
- Bochenski, Z. y Tomek, T. (1997). Preservation of bird bones: erosion versus digestion by owls. *International Journal of Osteoarchaeology*, 7, 372-387.
- Boeskorov, G., Lazarev, P., Sher, A., Davydov, S., Bakulina, N., Shchelchkova, M., Binladen, J., Willerslev, E., Buigues, B. y Tikhonov, A. (2011). Woolly rhino discovery in the lower Kolyma River. *Quaternary Science Reviews*, 30, 2262-2272.
- Bonnichsen, R. (1973). Some operational aspects of human and animal alterations. En Gilbert, B. (Ed.), *Mammalian Osteo-archaeology: North America. Columbia, Missouri* (pp. 9-24). Columbia: Missouri Archaeological Society.
- Borrazzo, K. (2016). Lithic taphonomy in desert environments: contributions from fuego-patagonia (Southern South America). *Quaternary International*, 422, 19-28.
- Borrero, L.A. (1988). Tafonomía regional. En Ratto, N. y Haber, A. (Eds.), *De procesos, contextos y otros huesos* (pp. 9-15). Buenos Aires: Instituto de Ciencias Antropológicas, Universidad de Buenos Aires.

- Borrero, L.A., (1990). Taphonomy of Guanaco Bones in Tierra del Fuego. *Quaternary Research*, 34, 361-371.
- Borrero, L.A. (2014). Multi-service taphonomy. Shells, garbage, and floating palimpsests. En K. Borrazzo y C. Weitzel (Eds), *Taphonomic Approaches to the Archaeological Record*, UNCPBA, Olavarría *Intersecciones en Antropología - Special Issue*, 1, 13-20.
- Borrero, L.A., Martin, F. y Vargas, J. (2005). Tafonomía de la interacción entre pumas y guanacos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Magallania*, 33, 95-114.
- Borrero, L.A., Martin, F. y Prevosti, F. (2016). Taphonomy and the role of pumas (*Puma concolor*) in the formation of the archaeological record. *Quaternary International*, 18, 157-164.
- Bromage, T. y Boyde, A. (1984). Microscopics criteria for the determination of directionality of cutmarks on bone. *American Journal of Physical Anthropology*, 65, 359-366.
- Broughton, J., Cannon, V. Arnold, S., Bogiatto, R. y Dalton, K. (2006). The taphonomy of owl-deposited fish remains and the origin of the Homestead Cave ichthyofauna. *Journal of Taphonomy*, 4, 69-95.
- Buc, N. (2010). *Tecnología ósea entre cazadores-recolectores del humedal del Paraná inferior (Bajíos Ribereños meridionales)*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Buc, N. (2011). Experimental series and use-wear in bone tools. *Journal of Archaeological Science*, 38, 546-557.
- Bunn, H. y Kroll, E. (1986). Systematic butchery by Plio-Pleistocene hominids at Olduvai Gorge, Tanzania. *Current Anthropology*, 27, 431-452.
- Cáceres, I. (2002). *Tafonomía de yacimientos antrópicos en Karst. Complejo Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos), Vanguard Cave (Gibraltar) y Abric Romani (Capellades, Barcelona)*. Tesis doctoral inédita, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.
- Cáceres, I., Esteban-Nadal, M., Bennàsar, M. y Fernández-Jalvo, Y. (2011). Was it the deer or the fox? *Journal of Archaeological Science*, 38, 2767-2774.
- Cain, C. (2005). Using burned animal bone to look at Middle Stone Age occupation and behavior. *Journal of Archaeological Science*, 32, 873-884.
- Capaldo, S. y Blumenschine, R. (1994). A quantitative diagnosis of notches made by hammerstone percussion and carnivore gnawing in bovid long bones. *American Antiquity*, 59, 724-748.
- Carrillo-Briceño, J. (2018). Yacimiento paleontológico de Taima-Taima. "Una ventana a la última Edad de Hielo en la costa caribeña. *Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus*, 11, 52-59.
- Casiraghi, M. (1984). Esquema de clasificación de los artefactos óseos. *Arqueología Contemporánea*, 1, 26-31.
- Castillo, C., Martín, E. y Coello, J. (2001). Small vertebrate taphonomy of La Cueva del Llano, a volcanic cave of Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 166, 277-291.

- Castruccio, A., Clavero, J. y Rivera, A. (2010). Comparative study of lahars generated by the 1961 and 1971 eruptions of Calbuco and Villarrica volcanoes, Southern Andes of Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 190, 297-311.
- Célérier, G. (1996). L'Abri-Sous-Roches de Pont D'Ambon Á Bourdeilles (Dordogne). *Gallia Préhistoire*, 38, 69-110.
- Choyke, A. y O'Connor, S. (2013). *From these bare bones. Raw materials and the study of worked osseous objects*. Oxford and Oakville: Oxbow books.
- Church, R. y Lyman, R. L. (2003). Small fragments make small differences in efficiency when rendering grease from fractured artiodactyl bones by boiling. *Journal of Archaeological Science*, 30, 1077-1084.
- Coard, R. (1999). One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1369-1375.
- Coard, R. y Dennell, R. (1995) Taphonomy of some articulated skeletal remains: transport potential in an artificial environment. *Journal of Archaeological Science*, 22, 441-448.
- Costamagno, S., Théry-Parisot, I., Brugal, J. y Guibert, R. (2005). Taphonomic consequences of the use of bones as fuel: experimental data and archaeological consequences. En O'Connor, T. (Ed.), *Biosphere to Lithosphere. New Studies in Vertebrate Taphonomy* (pp. 51-62). Oxford: Oxbow Books.
- Courty, M., Goldberg, P. y Macphail, R. (1989). *Soil and micromorphology in archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dart, R. A. (1957). *The osteodontokeratic culture of Australopithecus Promethus*. Pretoria: Memorias del Transvaal Museum N°10.
- David, B. (1990). How was this bone burnt? En Solomon, S., Davidson, I. y Watson, D. (Eds.), *Problem Solving in Taphonomy. Archaeological and Palaeontological Studies from Europe, Africa and Oceania* (pp. 65-79). Queensland: Anthropology Museum, University of Queensland.
- De Nigris, M. (2004). *El consumo en grupos cazadores recolectores: un ejemplo zooarqueológico de Patagonia meridional*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- del Papa, L. M. (2012). *Una aproximación al estudio de los sistemas de subsistencia a través del análisis arqueofaunístico en un sector de la cuenca del Río Dulce y cercanías a la Sierra de Guasayán*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- del Papa, L. M. (2017). Análisis de las aves (excepto Rheidae) de sitios arqueológicos de la región Chaco-Santiagueña. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 42, 231-255.
- del Papa, L. M. y De Santis, L. (2015). No se les escapó la tortuga. Uso antrópico de *Chelonoidis Chilensis* en un sitio de la región Chaco-Santiagueña (provincia de Santiago del Estero). *Arqueología*, 21, 115-135.

- del Papa, L. M. y Lamenza, G. (2019). Avances en zooarqueología chaqueña. El sitio arqueológico La Ilusión I (Chaco, Argentina). *Arqueología*, 25, 143-166.
- del Papa, L. M., De Santis, L. y Togo, J. (2010). Consumo de roedores en el sitio Villa La Punta, agro-alfarero temprano de la región Chaco-Santiagoueña. *Intersecciones en Antropología*, 11, 29-40.
- del Papa, L. M., Togo, J. y De Santis, L. (2013a). Primera aproximación a la tafonomía de la región Chaco-Santiagoueña. Sitio Maquijata, Santiago del Estero. En Izeta, A. y Mengoni Goñalons, G. (Eds.), *De la Puna a las Sierras: Avances y Perspectivas en Zooarqueología Andina* (pp. 17-38). Oxford: BAR International Series 2564, Archaeopress.
- del Papa, L. M., De Santis, L. y Togo, J. (2013b). Zooarqueología del sitio Beltrán Cementerio, Santiago del Estero. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano. Series especiales*, 1, 168-180.
- del Papa, L. M., De Santis, L. y Togo, J. (2017). Fossorial Fauna Record at Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernandez Archaeological Site (Santiago del Estero province, Argentina). A Taphonomic Approach. En Mondini, M., Muñoz, A. y Fernández, P. (Eds.), *Zooarchaeology in the Neotropics: Environmental diversity and human-animal interactions* (pp. 137-156). Cham: Springer.
- del Papa, L. M., Lamenza, G., Salceda, S. y Calandra, H. (2019). Un núcleo óseo. Técnicas de manufactura en la producción de artefactos en un sitio del Gran Chaco Sudamericano. *Latin American Antiquity*, 30, 429-436.
- del Papa, L. M., Zarza, M., Lamenza, G. y Del Papa, M. (2022). Los silbatos de hueso del sitio arqueológico Palo Blanco (Berisso, Provincia de Buenos Aires). *Mundo de Antes*, 16, 41-68.
- Domingo, S. (2018). Patrones de mortalidad en Batallones-1. En Morales Romero, J. y Baquedano Pérez, E. (Eds.), *La colina de los Tigres Dientes de Sable Los yacimientos miocenos del Cerro de Los Batallones* (pp. 82-185). Alcalá Henares y Madrid: Museo Arqueológico Regional y Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Domínguez-Rodrigo, M., de Juana, S., Galán, A. y Rodríguez, M. (2009). A new protocol to differentiate trampling marks from butchery cut marks. *Journal of Archaeological Science*, 36, 2643-2654.
- Duke, G., Jegers, A. Loft, G. y Evanson, O. (1975). Gastric digestion in some systems. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 50, 649-656.
- Efremov, I. (1940). Taphonomy: a new branch of Paleontology. *Pan American Geology*, 74, 81-93.
- Egeland, C. (2003). Carcass processing intensity and cutmark creation: an experimental approach. *Plains Anthropologist*, 48, 39-51.
- Escosteguy, P., Fernández, A. y González, M. (2021). Insect marks on bones from La Guillerma archaeological locality (Salado River Depression, Buenos Aires, Argentina). *Quaternary*, 4, 45 [10.3390/quat4040045](https://doi.org/10.3390/quat4040045)

- Fernández, A. y Escosteguy, P. (2019). Bioturbación por lombrices en sitios arqueológicos: análisis desde la tafonomía experimental. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 7, 99-109.
- Fernández, F.J., del Papa, L., Mange, E., Teta, P., Crivelli Montero, E. y Pardiñas, U. (2016). Human subsistence and environmental stability during the last 2200 years in Epullán Chica cave (northwestern Patagonia, Argentina): A perspective from the zooarchaeological record. *Quaternary International*, 391, 38-50.
- Fernández, F.J., Montalvo, C., Fernández-Jalvo, Y., Andrews, P. y López, J.M. (2017a). A re-evaluation of the taphonomic methodology for the study of small mammal fossil assemblages of South America. *Quaternary Science Review*, 155, 37-49.
- Fernández, F.J., Teta, P. y Pardiñas, U. (2017b). Evidencias arqueológicas de explotación antrópica de micromamíferos en el extremo austral de América del Sur. *Anales de Arqueología y Etnología*, 72, 9-32.
- 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. (2003). Experimental effects of water abrasion on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, 1, 147-163.
- Fernández-Jalvo, Y. y Andrews, P. (2016). *Atlas of Taphonomic Identifications*. Nueva York-Londres: Springer.
- Fernández-Jalvo, J., Sánchez-Chillón, B., Andrews, P., Fernández-López, S. y Acalá Martínez, L. (2002). Morphological taphonomic transformations of fossil bones in continental environments and repercussions on their Chemical composition. *Archaeometry*, 44, 353-361.
- Fernández-Jalvo, J., Rueda, L., Fernández, F.J., García-Morato, S., Marin-Monfort, M. D., Montalvo, C., Tomassini, R., Chazan, M., Horwitz, L. y Andrews, P. (2022). Understanding the impact of trampling on rodent bones. *Quaternary*, 5, <https://doi.org/10.3390/quat5010011>
- Fernández-López, S. (1986-87). La tafonomía: un subsistema conceptual de la paleontología. *Coloquios de Paleontología*, 41, 9-34.
- Fernández-López, S. (1991). Taphonomic concepts of or a theoretical biochronology. *Revista Española de Paleontología*, 6, 37-49.
- Fernández-López, S. (2001). Tafonomía, fosilización y yacimientos de fósiles: modelos alternativos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9.2, 116-120.
- Finks, R. (1979). Fossil and fossilization. En Fairbridge, R. y Janblonski, D. (Eds.), *Encyclopedia of paleontology* (pp. 327-332). Stroudsburg: Dowden, Hunchinson & Ross, Inc.
- Fiorillo, A. (1989). An experimental study of trampling: implications for the fossil record. En Bonnichsen, R. y Sorg, M. (Eds.), *Bone Modification* (pp. 61-71). Maine: University of Maine.

- Frontini, R. y Vecchi, R. (2014). Thermal alteration of small mammal from El Guanaco 2 site (Argentina): an experimental approach on armadillos bone remains (Cingulata, Dasypodidae). *Journal of Archaeological Science*, 44, 22-29.
- Gifford-Gonzalez, D. (1981). Taphonomy and paleoecology: a critical review of archaeology's sister disciplines. *Advances in archaeological method and theory*, 4, 365-438.
- Gifford-Gonzalez, D. (1989). Ethnographic analogues for interpreting modified bones: some cases from east Africa. En Bonnichsen, R. y Sorg, M. (Eds.), *Bone Modification* (pp. 179-246). Maine: University of Maine.
- Gifford-Gonzalez, D. (1991). Bones are not enough: analogues, knowledge, and interpretive strategies in zooarchaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 10, 215-254.
- Gifford-Gonzalez, D. (1993). Gaps in zooarchaeological analyses of butchery: is gender an issue? En Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior: ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remain* (pp. 181-199). Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Occasional Paper 21, Southern Illinois University.
- Giménez Font, X. (2016). Del caos a la energía sostenible: dióxido de carbono, metano y lagos volcánicos. Ciencia e Investigación, acceso abierto [entrada de blog]. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/del-caos-a-la-energa-sostenible-dixido-de-carbono-metano-y-lagos-volcnicos-14036>
- Guillermo, A., Montalvo, C. y Fernández, F.J. (2021). Palimpsest of micromammal deposits in an archaeological rock shelter (Álvarez 4, Late Holocene) from northwestern Patagonia, Argentina. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 13, 178, <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01437-7>
- Gutiérrez, M. (2007). Preservación ósea diferencial a través del análisis diagenético: perspectivas, alcances e implicaciones arqueológicas. *Cazadores-Recolectores del Cono Sur. Revista de Arqueología*, 2, 35-66.
- Gutiérrez, M. y Borrero, L.A. (2023). Taphonomy in archaeology. Rehren, T. y Nikita, E. (Eds.), *Encyclopedia of Archeology*, 2nd Edition (pp. 1-8). Amsterdam: Elsevier Inc.
- Hajduk, A. y Lezcano, M. (2005). Un “nuevo-viejo” integrante del elenco de instrumentos óseos de Patagonia: los machacadores óseos. *Magallania*, 33, 63-80.
- Haynes, G. (1983). Frequencies of spiral and green-bone fractures on ungulate limb bones in modern surface assemblages. *American antiquity*, 48, 102-114.
- Janzen, A., Reid, R., Vasquez, A. y Gifford-Gonzalez, D. (2014). Smaller fragment size facilitates energy-efficient bone grease production. *Journal of Archaeological Science*, 49, 518-523.
- Johnson, E. (1985). Current developments in bone technology. En Schiffer, M. (Ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory* 8 (pp. 157-235). Orlando: Academic Press.
- Johnson, E. (1989). Human modified bones from early southern Plains Sites? En Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior: ethnoarchaeological and experimental contributions to the*

- interpretation of faunal remain* (pp. 431-471). Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University.
- Kaufmann, C. (2009). *Estructura de Edad y Sexo en Lama guanicoe (Guanaco)*. *Estudios Actualísticos y Arqueológicos en Pampa y Patagonia*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología.
- Kent, S. (1993). Variability in faunal assemblages: the influence of hunting skill, sharing, dogs and mode of cooking on faunal remains at a sedentary Kalahari community. *Journal of Anthropological Archaeology*, 12, 323-383.
- Kligmann, D., Sesé, C. y Barbadillo, J. (1999). Análisis tafonómico de la fauna de microvertebrados del Alero 12 (Puna Meridional Catamarqueña Argentina) y sus implicancias para el comportamiento humano. *Arqueología*, 9, 9-48.
- Korth, W. (1979). Taphonomy of microvertebrate fossil assemblages. *Annals of Carnegie Museum*, 15, 235-285.
- Lanata, J. (1988). ¿Huesos quemados, huesos contados? Los datos de un experimento. En Ratto, N. y Haber, A. (Eds.), *De Procesos, Contextos y otros Huesos* (pp. 75-90). Buenos Aires: Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Lanza, M. (2014). Arqueología experimental y análisis zooarqueológico de sitios históricos. *Revista Teoría y Práctica de la Arqueología Histórica Latinoamericana*, 3, 163-179.
- Lawrence, D. (1968). Taphonomy and information losses in fossil communities. *Bulletin of the Geological Society of America*, 79, 1315-1330.
- Lawrence, D. (1971). The nature and structure of paleoecology. *Journal of Paleontology*, 45, 593-607.
- Lindsey, E. y Seymour, K. (2015). "Tar Pits" of the western Neotropics: paleoecology, taphonomy, and mammalian biogeography. *Science Series*, 42, 111-123.
- López, J. M., Aguilar, J. P. y Fernández, F. J. (2021). Egagrópilas actuales de aves rapaces como herramientas para la generación de modelos paleoambientales en la provincia de Mendoza, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 28, 1-29.
- Lupo, K. (1998). Experimentally derived extraction rates for marrow: implications for body part exploitation strategies of Plio-Pleistocene hominid scanvergers. *Journal of Archaeological Science*, 25, 657-675.
- Lupo, K. y O'Connell, J. (2002). Cut and tooth mark distributions on large animal bones: ethnoarchaeological data from the Hazda and their implications for current ideas about early human carnivory. *Journal of Archaeological Science*, 29, 85-109.
- Lupo, K. y Schmitt, D. (1997). Experiments in bone boiling: nutritional returns and archaeological reflections. *Anthropozoologica*, 25-26, 137-144.
- Lyell, C. (1830). *Principles of geology, being an attempt to explain former changes of the Earth's surface with reference to the causes now in operation*. London: Murray.
- Lyman, R. L. (1994). *Vertebrate taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lyman, R. L. (2005). Analyzing cut marks: lessons from artiodactyls remains in the northwestern United States. *Journal of Archaeological Science*, 32, 1722-1732.

- Lyman, R. L. (2010). What taphonomy is, what it isn't, and why taphonomists should care about the difference. *Journal of Taphonomy*, 8, 1-16.
- Marchionni, L. García Añino, E. y Miotti, L. (2019). La fracturación de huesos largos durante el Holoceno medio en el Macizo del Deseado. Implicancias para el estudio del aprovechamiento de los guanacos *Comechingonia*, 23, 81-110.
- Marchionni, L., Vázquez, M. y Miotti, L. (2022). The archaeofauna of AEP-1. En Miotti, L., Salemme, M. y Hermo, D. (Eds.). *Archaeology of Piedra Museo Locality. An open window to the early peopling of Patagonia* (pp. 199-256). Switzerland: Latin American Studies Book Series, Springer Nature.
- Marean, C. (1995). Of taphonomy and zooarcheology: review of Lyman's vertebrate taphonomy. *Evolution Anthropology*, 4, 64-72.
- Martin, F. y Borrero, L. A. (1997). A puma lair in southern Patagonia: implications for the archaeological record. *Current Anthropology*, 38, 453-461.
- Martin, F. y San Román, M. (2010). Explorando la variabilidad del registro arqueológico y tafonómico en Pali-Aike (Chile) a través de la búsqueda de registros pleistocenos a cielo abierto. *Magallania*, 38, 199-214.
- Martínez, G. (2009). Human chewing bone surface modification and processing of small and medium prey amongst the Nukak (foragers of the Colombian Amazon). *Journal of Taphonomy*, 7, 1-20.
- Matthews, W. (1962). *Fossils*. New York: Barnes & Noble.
- McBrearty, S. (1990). Consider the humble termite: termites as agents of post-depositional disturbance at african archaeological sites. *Journal of Archaeological Science*, 17, 111-143.
- Medina, M., Teta, P. y Rivero, D. (2012). Burning damage and small-mammal human consumption in Quebrada del Real 1 (Córdoba, Argentina): an experimental approach. *Journal of Archaeological Science*, 39, 737-743.
- Mellet, J. (1974). Scatological origin of microvertebrate fossil accumulations. *Science*, 185, 349-350.
- Mello Araujo, A. y Marcelino, J. (2003). The role of armadillos in the movement of archaeological materials: an experimental approach. *Geoarchaeology*, 18, 433-460.
- Mengoni Goñalons, G. (1999). *Cazadores de guanacos de la estepa patagónica*. Buenos Aires: Sociedad Argentina Antropología.
- Miotti, L. (1990-1992). La experimentación simulativa de fracturas y marcas óseas y sus implicancias arqueológicas. *Arqueología Contemporánea*, 3, 39-64.
- 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). Mendoza: Museo Municipal de Historia Natural San Rafael.
- Miotti, L. y Cattáneo, R. (2003). Variation in the strategies of lithic production and faunal exploitation during the Pleistocene/Holocene transition at Piedra Museo and surrounding

- region. En Miotti, L., Salemme, M. y Flegenheimer, N. (Eds.), *Where the South Winds Blow* (pp. 105-111). Texas: Center for the Study of First Americans-Texas A&M University Press.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2011). The study of Archaeofauna at Middle Holocene in Aep-1 rockshelter, Santa Cruz, Argentina: Taphonomic implications. *Quaternary International*, 245, 148-158.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2013). Beyond stones: bone as raw material for tools in the central Plateau of Santa Cruz, Argentinean Patagonia. En Choyke, A. y O'Connor, S. (Eds.), *From these bare bones. Raw materials and the study of worked osseous objects* (pp. 116-126). Oxford and Oakville: Oxbow books.
- Mondini, M. (2003). *Formación del registro arqueofaunístico en abrigos rocosos de la Puna argentina: Tafonomía de carnívoros*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Buenos Aires.
- Mondini, M. (2018). Carnivore taphonomy in South America: a review of actualistic studies and their implications in the southern Neotropics. *Historical Biology*, 30, 774-785.
- Montalvo, C. (2002). Root traces in fossil bones from the Huayquerian (Late Miocene) faunal assemblage of Telén, La Pampa, Argentina. *Acta Geologica Hispanica*, 37, 37-42.
- Montalvo, C. y Fernández, F.J. (2019). Review of the actualistic taphonomy of small mammals ingested by South American predators. Its importance in the interpretation of the fossil record. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 19, 18-46.
- Montalvo, C., Fernández, F. J., Tomassini, R., Mignino, J., Kin, M. y Santillán, M. (2020). Spatial and temporal taphonomic study of bone accumulations of the burrowing owl (*Athene cunicularia*) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 30, e102197.
- Morlan, R. (1980). *Taphonomy and archaeology in the Upper Pleistocene of the northern Yukon territory: a glimpse of the peopling of the New World*. Archaeological Series of Canada, 94, Mercury Series. Ottawa: National Museum of Man.
- Muñoz, A. S. (2008). El procesamiento de los camélidos fueguinos en el pasado. Aspectos metodológicos y resultados alcanzados para el sector atlántico de Tierra del Fuego. En Acosta, A., Loponte, D. y Mucciolo, L. (Eds.), *Temas de arqueología. Estudios Zooarqueológicos y Tafonómicos (I)*, (pp. 77-97). Buenos Aires: Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano.
- Muñoz, S. A. y Belardi, J. B. (1998). El marcado perimetral en los huesos largos de guanaco Cañadon Leona (Colección Junius Bird): implicaciones arqueofaunísticas para la Patagonia meridional. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Históricas*, 26, 107-118.
- Nicholson, R. (1993). A morphological investigation of burnt animal bone and evaluation of its utility in Archaeology. *Journal of Archaeological Science*, 20, 411-428.
- Ochsenius, C. y Gruhn, R. (1999) (Eds.). *Taima-Taima: a Late Pleistocene Paleoindian Kill Site in Northernmost South America*, 2da edición. Greifswald: Geowissenschaftliche Beiträge.

- Oliver, J. (1993). Carcass processing by the Hadza: bone breakage from butchery to consumption. En Hudson, J. (Ed.), *From bones to behavior: ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remain* (pp. 200-227). Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University.
- Olsen, S. (1988). The identification of stone and metal marks on bone artifacts. En Olsen, S. L. (Ed.), *Scanning Electron Microscopy in Archaeology* (pp. 337-359). Oxford: BAR International Series.
- Outram, A. (2002). Bone fracture and within-bone nutrients: an experimentally based method for investigating levels of marrow extraction. En Miracle, P. y Milner, N. (Eds.), *Consuming Passions and Patterns of Consumption* (pp. 51-62). Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research.
- Pérez Jimeno, L. (2004). Análisis comparativo de dos conjuntos de artefactos óseos procedentes de la llanura aluvial del Paraná y de la pampa bonaerense. En Martínez, G., Gutiérrez, M., Curtoni R., Berón, M. y P. Madrid (Eds.), *Aproximaciones Contemporáneas a la Arqueología Pampeana. Perspectivas teóricas, metodológicas, analíticas y casos de estudio* (pp. 319-334). Olavarría: Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA.
- Petrone, P., Pucci, P., Vergara, A., Amoresano, A., Birolo, L., Pane, F. et al. (2018). A hypothesis of sudden body fluid vaporization in the 79 AD victims of Vesuvius. *Plos One*, 13, e0203210.
- Pijoan, C., Schultz, M., y Mansilla, J. (2004). Estudio histológico de las alteraciones térmicas en el material óseo procedente de Tlatelcomila, Tetepan, D.F. En Pijoan, C. y Lizárraga, X. (Eds.), *Perspectiva tafonómica: evidencias de alteraciones en restos óseos* (pp. 109-27). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Pinto Llona, A. y Andrews, P. (1999). Amphibian taphonomy and its application to the fossil record of Dolina (middle Pleistocene, Atapuerca, Spain). *Paleoecology*, 149, 411-429.
- Roberts, S., Smith, C., Millard, A. y Collins, M. (2002). The taphonomy of cooked bone: characterizing boiling and its physico-chemical effects. *Archaeometry*, 44, 485-494.
- Sánchez-Villagra, M., Aguilera, O. y Carlini, A. (2010). *Urumaco and Venezuelan Paleontology. The fossil record of the Northern Neotropics*. Indiana: Indiana Press University.
- Santiago, F. C., Pal, N., Salemme, M. C., Bartolia, V. y Lasa, A. (2019). Use and forget: Contribution to the discussion about the bone tools called “machacadores” (pounders), Patagonia, South America. *Journal of Archaeological Science, Reports*, 28, e102012.
- Schávelzon, D. y Silveira, M. (2001). *Excavaciones arqueológicas en San Isidro*. Buenos Aires: Editorial Dunken.
- Scheifler, N. (2020). Fogones, combustible óseo y procesamiento faunístico en el sitio de Huencú Nazar (Sistema Lagunar Hinojo-Las Tunas, región pampeana, Argentina): implicancias para el uso del espacio por cazadores-recolectores. *Latin American Antiquity*, 31, 517-537.

- Scheinsohn, V. (1997). *Explotación de materias primas óseas en la Isla Grande de Tierra del Fuego*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Scheinsohn, V. y Ferretti, J. (1995). The mechanical properties of bone materials in relation to the design and function of prehistoric tools from Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Archaeological Science*, 22, 711-717.
- Schiffer, M. (1975). Archaeology as behavioral science. *American Anthropologist*, 77, 836-848.
- Schiffer, M. (1976). *Behavioral Archeology*. New York: Academic Press.
- Schiffer, M. (1985). Is there a 'Pompeii premise' in archaeology? *Journal of Anthropological Research*, 41 18-41.
- Schiffer, M. y Rathje, W. (1973). Efficient exploitation of the archeological record: penetrating problems. En Redman, C. (Ed.), *Research and theory in current archeology* (pp. 169-179). New York: Wiley-Interscience.
- Schopf, J. (1975). Modes of fossil preservation. *Review of Paleobotany and Palynology*, 20, 27-53.
- Shahack-Gross, R., Bar-Yosef, B. y Weiner, S. (1997). Black-coloured bones in Hayonim Cave, Israel: differentiating between burning and oxide staining. *Journal of Archaeological Science*, 24, 439-446.
- Shipman, P. (1981). Applications of scanning electron microscopy to taphonomic problems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 276, 357-386.
- Shipman, P. (1983). Early hominid lifestyle: hunting and gathering or foraging and scavenging?. En Clutton-Brock, J. y Grigson, C. (Eds.), *Animals and Archaeology, 1: Hunters and their Prey* (pp. 31-49). Oxford: BAR International Series.
- Shipman, P y Rose, J. (1983). Early hominid hunting, butchering, and carcass-processing behaviors: approaches to the fossil record. *Journal of Anthropological Archaeology*, 2, 57-98.
- Shipman, P, Foster, G. F. y Schoeninger, M. (1984). Burnt bones and teeth: an experimental study of colour, morphology, crystal structure and shrinkage. *Journal of Archaeological Science*, 11, 307-325.
- Silveira, M. (1999). *Zooarqueología histórica urbana, Buenos Aires*. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Speth, J. (2015). When Did Humans Learn to Boil? *PaleoAnthropology*, 2015, 54-67.
- Stein, J. (1983). Earthworm activity: a source of potential disturbance of archaeological sediments. *American Antiquity*, 36, 366-371.
- Stiner, M., Kuhn, S., Weiner, S. y Bar-Yosef, O. (1995). Differential burning, recrystallization, and fragmentation of archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 22, 223-237.
- Stirton, R. (1959). *Time, life, and man: the fossil record*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Terry, R. (2010). On raptors and rodents: testing the ecological fidelity and spatiotemporal resolution of cave death assemblages. *Paleobiology*, 36, 137-160.

- Thurman, M. y Willmore, L. (1981). A replicative cremation experiment. *North American Archaeologist*, 2, 275-283.
- Tomassini, R., Montalvo, C., Fernández-Jalvo, Y., Garrone, M. y Kin, M. (2019). Modern plains vizcacha (*Lagostomus maximus*, Chinchillidae, Rodentia) as a bone accumulating agent in the argentine Pampas: application to the study of fossiliferous sites. *Journal of Arid Environments*, 161, 11-24.
- Tomasovych, A. y Kidwell, S. (2010). Predicting the effects of increasing temporal scale on species composition, diversity, and rank-abundance distributions. *Paleobiology*, 36, 672-695.
- Tonni, E. P., Bonini, R., Molinari, A., Prevosti, F., Pomi, L., Carbonari, J. y Huarte, R. (2008). Análisis radiocarbónico en una tafocenosis de la región pampeana (provincia de Buenos Aires, Argentina). Su vinculación con la Gran Seca de 1827-1832. *Intersecciones en Antropología*, 9, 307-311.
- Trapani, J. (1998). Hydrodynamic sorting of avian skeletal remains. *Journal of Archaeological Science*, 25, 477-487.
- Tucker, S., Otto, R., Joeckel, R. y Voorhies, M. (2014). The geology and paleontology of Ashfall Fossil Beds, a late Miocene (Clarendonian) mass-death assemblage, Antelope County and adjacent Knox County, Nebraska, USA. En Korus, J. (Ed.), *Geologic field trips along the boundary between the central lowlands and great plains* (pp. 1-22). Colorado: The Geological Society of America.
- Voorhies, M. (1969). Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna, Knox county, Nebraska. *Contributions to geology, Special paper*, 1, 1-69.
- Wolverton, S. (2006). Natural-trap ursid mortality and the Kurten Response. *Journal of Human Evolution*, 50, 540-551.
- Wood, W. y Johnson, D. (1978). A survey of disturbance processes in archaeological site formation. En Schiffer, M. (Ed.), *Advances in archaeological method and theory* 1 (pp. 315-381). Cambridge: Academic Press.

CAPÍTULO 5

Zooarqueología, proceso de domesticación y pastoralismo

María Cecilia Páez y Luis M. del Papa

Introducción

En este capítulo se tratan a los conjuntos arqueofaunísticos desde una perspectiva de la domesticación de animales en América del Sur, con énfasis en el noroeste y centro de Argentina. Además, se discuten implicancias arqueológicas del registro de ungulados silvestres (*Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna*) y domésticos (*Lama glama* y *Lama pacos*) prehispánicos y posthispánicos. Finalmente, se trata la domesticación del perro (*Canis lupus familiaris*) y del cuy o cobayo (*Cavia porcellus*).

Box 3. Domesticación

Hugo D. Yacobaccio*

*CONICET, Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 221, C1002ABE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En la historia de la zooarqueología ha habido muchas definiciones de domesticación, ya que este tema ha formado una parte central del estudio de los restos faunísticos de los sitios arqueológicos. Se ha planteado que la domesticación de animales ha sido un cambio fundamental para la sociedad humana. La mayoría de estos conceptos han enfatizado el papel de los humanos sobre los animales, particularmente han resaltado el aspecto de dominación que significa la dependencia de una especie sobre otra. El antropólogo Dan Sperber manifestó que los animales domesticados eran artefactos producidos por los humanos de una naturaleza análoga al resto de la cultura. El antropocentrismo mediado en la dicotomía entre naturaleza y cultura delineó durante muchos años el enfoque dado al tema de la domesticación.

Charles Darwin señaló que la selección artificial; es decir, la intervención humana en la selección de pareja y la reproducción de una población particular de animales, era una ayuda a la selección natural, que es el mecanismo por el cual evolucionan las especies en la naturaleza. Darwin había resaltado el aspecto interactivo que la relación humano-animal impone, ya que los animales no son un agente pasivo en el proceso de domesticación como se implicó en las definiciones antropocéntricas clásicas de la zooarqueología. Es así, entonces, que un animal domesticado es aquel cuya selección de pareja está influenciada por los humanos y cuya docilidad y tolerancia a los humanos está determinada genéticamente.

La zooarqueología se ocupa de la interrelación del mundo animal con el humano durante la *longue durée*. Esto se lleva a cabo a partir, principalmente, de los restos de huesos conservados en los sitios arqueológicos. Ocasionalmente, pueden llegar hasta nosotros otros restos de partes blandas, tales como piel, cuero, cartílagos o pelos, pero principalmente son los huesos nuestra evidencia principal. Por ello, se han desarrollado una serie de indicadores de domesticación a partir de los restos óseos. Estos son: un cambio relativo en la abundancia de las especies; la introducción de nuevas especies a hábitats específicos; cambios en la morfología y el tamaño del cuerpo y cambios en la estructura de sexo y edad de las poblaciones. Todos estos rasgos pueden ser detectados estudiando los restos óseos y han sido lo que más se han empleado hasta aquí. Recientemente, se han incorporado estudios de ADN que han diferenciado especies silvestres de domésticas y determinado los ancestros silvestres de las especies domésticas con seguridad, algo que Darwin no creía posible en su tiempo. Los estudios genéticos permiten leer y comparar los genomas de diferentes especies. El genoma es un alfabeto químico compuesto por cuatro letras hechos de bloques de construcción de ácidos nucleicos, cuyas combinaciones pueden escribir recetas largas para que las células produzcan proteínas. Tales recetas son los genes y lo particular es que son heredables. La secuencia de los genes refleja la transición evolutiva que ocurrió a partir de los ancestros de una población.

A partir de estos indicadores se ha producido mucha evidencia sobre procesos de domesticación de diversas especies animales a lo largo y ancho del mundo (vacas, cabras, caballos, llamas, alpacas, gallinas, pavos, etc). Melinda Zeder ha propuesto tres caminos posibles para la domesticación. Son ellos: la vía comensalista, que es iniciada por animales que colonizan y son tolerados en el ambiente humano para tomar ventajas a partir de esta asociación (por ejemplo, perro, gato, cobayo, cerdo). La vía predatoria, se realiza a partir de especies desde una relación predatoria. Luego se alteran estas relaciones presa-predador y funcionan otras presiones selectivas facilitadas por la habituación de los animales a la presencia humana (por ejemplo, llama, alpaca, vaca, cabra, oveja). Por último, la vía directa es un proceso que se produce a partir de domesticaciones producidas por sociedades que ya tienen animales o plantas domesticadas. Sería una domesticación más tardía de segunda instancia (por ejemplo, caballo, camello, conejo, abeja). Es decir, que la domesticación involucra diferentes actitudes de los humanos hacia los animales y viceversa, como es el caso de la vía comensalista en la cual la relación de domesticación la inician los animales. Los

animales domesticados, como originalmente señaló Darwin, desarrollan una serie de rasgos de comportamiento, fisiológicos y fenotípicos comunes que se denominó síndrome de domesticación comenzando por la docilidad hacia el humano.

Ejemplificaremos con los camélidos sudamericanos. Los camélidos sudamericanos están compuestos por dos géneros y cuatro especies, dos de ellas silvestres (vicuñas, *Vicugna vicugna* Molina, 1782, y guanaco *Lama guanicoe* Müller, 1776) y dos domésticas (llamas *Lama glama*, Linnaeus, 1758 y alpacas *Lama pacos*, Cuvier, 1800 sugerido por algunos autores *Vicugna pacos* Linnaeus, 1758). De la domesticación del guanaco se ha generado la llama y de una introgresión entre llama y vicuña ha surgido la alpaca. En la relación interactiva a la que hacíamos referencia, en la Tabla 5.1 observamos la correlación entre comportamiento animal y humano. En la caza, el comportamiento reactivo del guanaco es de huida; en la protección de manada -primer paso del proceso de domesticación, en el cual, los grupos humanos protegen a segmentos de población de guanacos y les facilitan el acceso de lugares de alimentación-, se inicia la habituación de los animales a la presencia humana que es un proceso de aprendizaje y debe ser reforzada para mantenerse. El segundo paso es la crianza selectiva -confinamiento, posible intervención en la selección de pareja- que se da a partir del amansamiento como prioridad.

Tabla 5.1

Comportamiento humano	Comportamiento guanaco	Tipo de selección
Caza - Movilidad residencial	Huida/ <i>flight</i>	Natural
Protección de manada; Caza especializada con Movilidad logística	Habituación	Natural +Inconsciente
Construcción corrales confinamiento - Sedentarismo/Movilidad estacional	Amansado	Metódica (artificial fuerte) +Natural

Nota. Relaciones entre comportamiento animal, humano y tipo de selección en las etapas del proceso de domesticación.

También, se observa el tipo de selección actuante que muestra diferencias en ambos pasos. En la protección de manada actúan la selección natural y la inconsciente que, según Darwin, preserva naturalmente los individuos más valiosos y destruye los menos valiosos sin intención de alterar la variedad o raza. En el siguiente paso, cuando hay una intervención humana en la reproducción, entra en juego la selección artificial o metódica. Las evidencias osteológicas que indican la protección de manada son un aumento en el ancho del metacarpo distal y un incremento en el tamaño y robustez de otros huesos, como falanges, escápulas y húmeros. A partir, quizás de los 7100 cal. AP, se produce la aparición de un camélido de tamaño similar a las llamas cargueras actuales, los camélidos de mayor tamaño promedio. También, se observa una, sobre todo a partir de los 4500 cal. AP, gran variabilidad de tamaños en el grupo grande (guanaco-llama) de camélidos en varios sitios de la región

puneña de Argentina y Chile, posibles centros de domesticación. Estudios paleogenómicos sobre restos óseos de 2600 años AP de antigüedad indican que la llama fue la primera especie de camélidos sudamericano en ser domesticada, seguida por la emergencia de las alpacas como el resultado del mestizaje sostenido entre las llamas hembras y las vicuñas macho.

Las consecuencias de la domesticación animal han sido de enorme importancia en la historia de la humanidad. En primer lugar, la domesticidad de plantas y animales, iniciada hace unos 10.000 años, incrementó la biodiversidad asociada a la creación de paisajes culturales que se expandieron rápidamente a costa de ecosistemas naturales. Hoy día, hay más gallinas que humanos en la tierra. Por otra parte, significó la modificación de los modos de vida, primero en los centros de domesticación y luego, debido a su expansión, en otras regiones del globo. Surgió así lo que denominamos sociedad agraria que basó su economía en la producción de animales y plantas domésticas.

Asociado a esto, también se produjeron cambios sociales importantes con el incremento de la desigualdad y la concentración de las riquezas en pocas manos; lo que usualmente se llama en la literatura arqueológica, complejidad social. Por otra parte, hubo un quiebre cognitivo o simbólico asociado a este proceso. Si en las sociedades de cazadores recolectores predomina la visión de una identificación entre la naturaleza y la sociedad, ya sea a través de que los animales posean características o espíritus humanos o sean directamente ancestros de linajes humanos, la domesticación -es decir, la incorporación de animales vivos a la vida cotidiana humana- rompe con estas reglas creando relaciones simbólicas colectivas más que individuales y mucho más cercanas a una concepción propiciatoria y reproductiva para perpetuar el nuevo ganado a través de las circunstancias por la que atraviesa el modo de vida agrario.

Domesticación de camélidos sudamericanos

Los camélidos son una familia de artiodáctilos originados en Norteamérica durante el Plioceno (Carroll, 1988), a partir de donde migraron hacia Sudamérica (Plioceno) y Asia, dispersándose, posteriormente, hacia África y Europa, en el Mioceno (Webb, 1965). En el año 1956, la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica decidió aceptar el género *Lama*, a la razón que la llama (*Lama glama*), la alpaca (*Lama pacos*) y el guanaco (*Lama guanicoe*) formaban parte del mismo grupo, que tenían al guanaco como ancestro silvestre. La vicuña (*Vicugna vicugna*) quedaba separada como una especie diferente lo que fue resistido por otros investigadores que siguieron considerándola dentro del género *Lama* (e.g. Menegaz et al. 1989). Utilizando datos genéticos, Kadwell y colaboradores (2001) pudieron determinar que la alpaca había sido domesticada a partir de la vicuña, por lo que se definieron dos géneros de camélidos sudamericanos: *Lama* y *Vicugna*, ambos con su especie silvestre (*L.*

guanicoe y *V. vicugna*) y doméstica (*L. glama* y *L. pacos*). Así, el guanaco se consideraba la especie silvestre y ancestral; y la llama, su descendiente domesticado, en tanto la vicuña y la alpaca repetían la secuencia de silvestre-ancestro y domesticado-descendiente, respectivamente. De todas ellas, sólo las tres primeras habitan el territorio argentino, dado que la alpaca habita en los bofedales, humedales de altura con vegetación hidromórfica y acumulación de turba, inexistentes en la Puna argentina (Custred, 1977).

La domesticación de los camélidos implicó ciertas ventajas para las sociedades, como la predictibilidad de los recursos, obtención de carne, grasa, cuero, fibras, transporte de carga, además de presentar un papel destacado en la simbología, rituales y ceremonias, constituyéndose en un elemento primario para la economía y la vida social en los Andes (Mengoni Goñalons y Yacobaccio, 2006). La presencia de animales de carga posibilitó el transporte e intercambio entre zonas ecológicas distintas, así como la difusión de ideas entre las distintas regiones. Sin embargo, los camélidos silvestres siguieron teniendo relevancia en la economía, al incorporarse a la dieta, a partir de la caza, con lo cual, también, se aprovechó su cuero y fibras para diferentes finalidades (Madero, 1993-1994; Olivera, 1998; Yacobaccio et al., 1997-1998, entre otros). En ciertos momentos de la vida prehispánica, el uso de los recursos silvestres estuvo pautado por ciertas normas, determinadas por el control de la sobreexplotación y restringidos a ciertos sectores sociales, tal como se desprende de las crónicas que relatan la organización durante el período Inca (e.g. en el caso de las vicuñas, Cobo, 1892 [1553]).

¿Por qué ocurre la domesticación de los camélidos?

Algunos autores sostienen que el desarrollo de una caza especializada de camélidos de las sociedades cazadoras-recolectoras desde la transición Pleistoceno/Holoceno derivó, a través del manejo territorial concomitante, en el control reproductivo de algunas especies y la domesticación posterior. Es decir, se trata de un proceso que comienza desde una estrategia exclusiva de caza, que se modifica gradualmente (Wheeler Pires-Ferreira et al., 1977). De acuerdo a este modelo, no habría un factor causal único que determine el pasaje de una economía a otra, sino que formaría parte de un proceso donde los grupos humanos aumentaron el control sobre el apareamiento y los territorios naturalmente delimitados de estos camélidos silvestres.

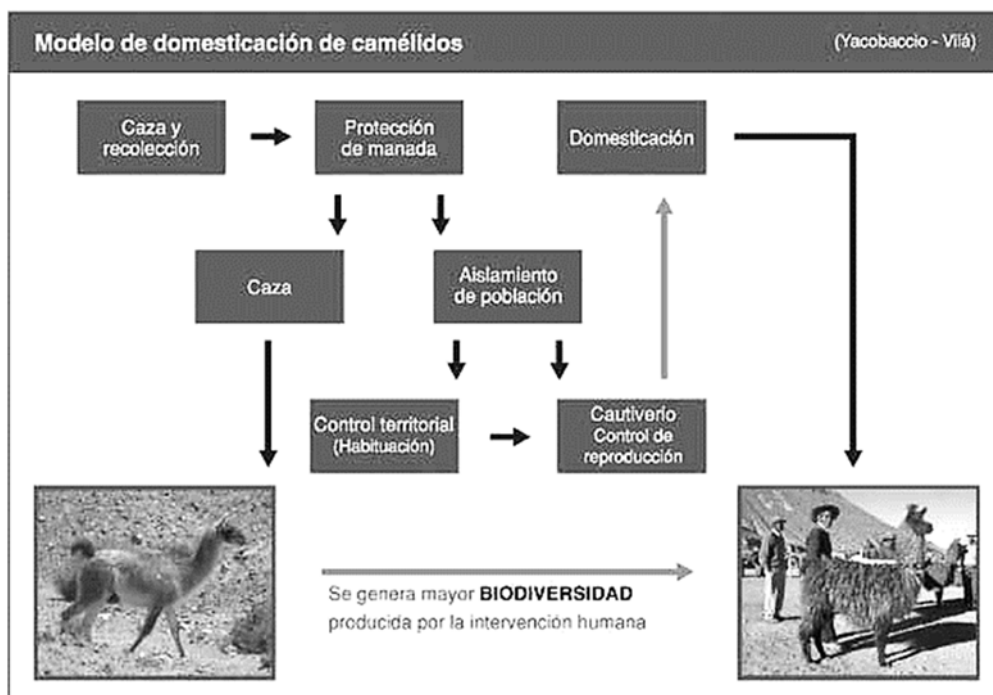
Por su parte, otros autores consideran que el riesgo ambiental habría sido el factor desencadenante (Hesse, 1982). Ante situaciones de estrés ambiental, los grupos de cazadores debieron desarrollar estrategias orientadas a asegurar la provisión de recursos; uno de ellos sería controlar y restringir el movimiento de los animales. Parte de esta idea es retomada por Kuznar (1989) y complementada con las hipótesis acerca del sedentarismo entre los grupos de cazadores. Así, este autor propone que el incremento de la densidad poblacional hizo difícil que los grupos humanos, ante la falta de recursos, pudieran

desplazarse hacia otros territorios que no estuvieran ocupados. Esto derivó en la necesidad de desarrollar nuevas estrategias para optimizar la explotación del medio ambiente, tras un período de mayor sequía, lo que representa el marco ideal para el control y manejo de los rebaños.

Estas hipótesis, sustentadas sobre la base de cambios ambientales, son contestadas por otros autores, como Dransart (1999), bajo el argumento que estas condiciones desfavorables, también, habrían impactado sobre los animales, que los llevó a buscar pastos en lugares de mayor abundancia, lejos de los asentamientos humanos. Para ella, la domesticación surge a partir de la interacción continuada entre la fauna y los humanos de forma multicausal, a lo largo del tiempo, estimulado por la propia idiosincrasia andina en relación con el cuidado y crianza de los animales.

Por su parte, Yacobaccio y Vilá (2013, 2016) retoman la trascendencia a la interacción entre los humanos y el ambiente para generar un modelo que se compone de tres etapas (Figura 1). La primera se denomina “Caza recolección generalizada u oportunista” ocurrida durante el Holoceno Temprano (10000-8200 AP). En ella los grupos de cazadores recolectores, concentrados en pequeñas unidades sociales, aprovechaban las grandes extensiones de territorio con oferta de recursos, manteniendo una importante movilidad y recurrencia ocupacional en la utilización de algunos espacios. A esta etapa, le siguió un segundo momento denominado “Protección de manada”, que consistía en el cuidado, por parte de los grupos humanos, de algunas especies por sobre otras, al asegurarles y facilitarles el acceso al alimento y al agua. Los animales -en este caso los guanacos-, no debieron percibir al humano como un depredador, debido a un proceso de habituación gradual a la presencia humana y a las actividades antrópicas, iniciado hace unos 6000 años AP, logrado mediante la interacción. Esta situación permitió ciertas formas de depredación como la caza desde distancias cortas, estrategia que habría sido efectiva en voltear al animal sin espantar al resto de la manada (véase modelos de técnicas de caza en Aschero y Martínez, 2001)

Cuando la presencia humana se empezó a asociar con la disponibilidad de alimento, se comenzó a desarrollar un estímulo asociativo que favorecía el proceso de amansamiento, etapa previa a la “confinación y cautiverio” y “manipulación reproductiva”, que es la última etapa dentro del modelo. Así, la segregación física de estos grupos respecto a las variedades silvestres, benefició la selección humana, consciente o inconsciente, de ciertos rasgos vistos como favorables, generando nuevas variedades, en este caso de llamas, lo que representa la etapa final del proceso de domesticación.

Figura 5.1

Nota. Modelo de domesticación propuesto por Yacobaccio y Vilá (2013: figura 2).

Camélidos domesticados, metodologías, avances y limitaciones de las diferentes herramientas

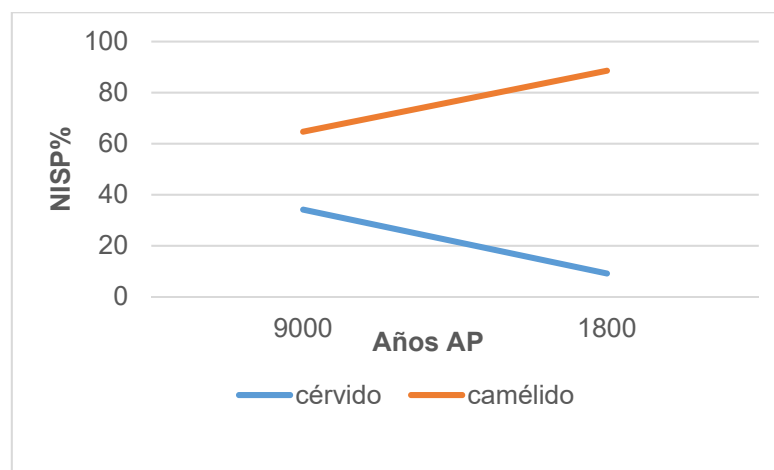
La mayoría de las evidencias tempranas de la domesticación de camélidos (presencia probable de llama y alpaca) en sitios arqueológicos de los Andes Centrales (centro de Perú) ocurren entre los 4600 y 3000 años AP, a excepción del sitio Telarmachay asociado a una cronología entre los 6000 y 5500 años AP (e.g., Kent, 1982; Mengoni Goñalons y Yacobaccio, 2006; Wheeler, 1984, 1995; Wing, 1972). Para los Andes Centro Sur (norte de Chile, noroeste de Argentina, Bolivia y sur de Perú), la presencia probable de llama fue datada entre 4400 y 3000 años AP (Mengoni Goñalons y Yacobaccio, 2006). Mientras para el área Valliserrana del noroeste argentino, las primeras evidencias se sitúan entre el 2500-2000 AP (Izeta, 2008; Yacobaccio, 2010).

El primer indicio de camélidos domesticados para sitios arqueológicos de los Andes Centrales se infirió a partir de cambios en el uso de la fauna a través del tiempo, observándose un incremento en la utilización de los camélidos respecto a los cérvidos (Figura 5.2), así como la presencia de gran cantidad de crías (Wing, 1972; Wheeler Pires-Ferreira et al., 1977; Lavallée, 1990; Wheeler, 1995, 1998).

El análisis de restos faunísticos de secuencia -Pleistoceno tardío / Holoceno temprano- de ocupaciones del sitio Telarmachay permitió postular el inicio del proceso de domesticación (Wheeler, 1995). En la secuencia estratigráfica de este sitio se registró un cambio en el uso

de la fauna, con proporciones similares en los restos faunísticos de camélidos y ciervos (tarucas; *Hippocamelus antisensis*) desde el 12000 AP hasta el 7500 AP. Se evidenció, por otra parte, un cambio de la caza generalizada de guanacos, vicuñas y tarucas a una caza especializada de guanaco y vicuñas hacia aproximadamente 7200-6000 AP; luego a una etapa de control y domesticación temprana de llamas y alpacas entre 6000 y 5500 AP; finalmente a una economía de pastoreo hacia el 5500 AP. En Telarmachay, la domesticación se estableció no sólo a partir de este incremento de restos faunísticos de camélidos por sobre el de cérvidos, sino también por la presencia de neonatos (crías) e incluso, por cambios en la morfología dental (véase más adelante los morfotipos de los incisivos). Con respecto a los neonatos, entre 9000 y 6000 AP, tuvieron una representación de entre el 35% y el 40%, de forma consistente con una economía cazadora, debido a que son los porcentajes distintivos de las poblaciones actuales de camélidos. Sin embargo, a partir del 6000 AP la frecuencia de neonatos aumentó desde el 56,8 % hasta 73 % hacia el 3800 AP. Estos perfiles de mortalidad concuerdan con los observados en rebaños de llamas y alpacas actuales asociados a condiciones insalubres en los corrales, por deficiencia zootécnica debido al hacinamiento de los animales, donde se produce una infección del ombligo de los recién nacidos en contacto con la tierra, y estiércol de los otros animales que provoca la mortandad masiva durante las pariciones que se dan en un corto plazo dentro del mismo corral.

Figura 5.2



Nota. Tendencias temporales de abundancia de camélidos y cérvidos en arqueofaunas de Andes Centrales. Datos tomados de Wheeler (1995).

Si bien la mayoría de los indicadores utilizados para la interpretación de camélidos domesticados en Telarmachay son indirectos, integralmente y la adición de otras vías de análisis directas (morfotipos de incisivos), permiten una fortaleza mayor en las interpretaciones. Sin embargo, no todos los sitios tienen las ventajas sobre el análisis de secuencias estratigráficas extensas y cantidades grandes de restos arqueofaunísticos. A pesar de algunos intentos preliminares en la diferenciación a partir de rasgos morfológicos

(e.g. Adaro et al., 1990, 1992), para la mayoría de los autores (e.g. Pollard y Drew, 1975; Tonni y Laza, 1976) no es posible distinguir a través de restos óseos fragmentarios a las distintas especies de camélidos. Como excepción, se pueden mencionar algunas características de los incisivos que permiten diferenciar tres morfotipos dentarios:

1- Incisivos con coronas espatuladas (comprimidas antero-posteriormente) y con una raíz bien delimitada, los cuales están imbricados entre sí y presentan una gruesa capa de esmalte en ambas caras (labial y lingual). Este morfotipo es característico tanto de llamas, como de guanacos (Figura 3 d-e; Menegaz et al., 1989).

2- Incisivos largos, no espatulados, de sección subtrapezoidal, adelgazados progresivamente desde el extremo distal al proximal, sin formar una verdadera raíz, largos y tubulares. Los bordes de los incisivos contactan lateralmente, a excepción del i3, algo superpuesto al i2. Presentan esmalte en su cara labial pero no en la lingual. Este morfotipo corresponde a vicuña (Figura 3 a-c; Menegaz et al., 1989).

3- Incisivos intermedios con relación a su forma, no son espatulados y son más rectangulares que la sección cuadrada de las vicuñas. Tiene una distribución del esmalte similar al de las vicuñas y desarrollan una raíz como en el caso de llamas y guanacos. Morfotipo de alpaca (Wheeler, 1982).

Como se puede observar, si bien nos permite en algunos casos diferenciar las especies, se hace imposible hacerla entre guanacos y llamas.

Figura 5.3



Nota. Incisivos de camélidos; a-c- incisivo de *Vicugna vicugna*, sitio el Shinkal (Catamarca), a- vista lingual; b- vista lateral; c- detalle vista lingual. d-e- incisivo de *Lama glama*, colección de Luis del Papa. d- vista lingual; e- vista lateral. Escala 1 cm, línea punteada señala el límite entre esmalte y dentina. Tomadas por Luis del Papa.

Otra vía de diferenciación específica de restos arqueofaunísticos, resulta del análisis de las fibras de vellones de los camélidos. Por supuesto, su presencia en los sitios arqueológicos

depende de condiciones particulares para su preservación y en algunos casos del NOA pueden analizarse (e.g. Yacobaccio et al., 1997-1998; Reigadas, 2010).

También, se ha desarrollado el estudio de la estructura ósea (análisis cristalográfico por cortes delgados) para observar modificaciones producidas como consecuencia del cambio en el comportamiento de los animales domesticados por la reducción de la actividad corporal (“ejercicio”), malnutrición, deterioro genético o una combinación de estos factores (Pollard y Drew, 1975, Raffino et al., 1977). Sin embargo, estudios posteriores han criticado esta metodología, porque las diferencias observadas podrían deberse a distintos factores no interespecíficos (Ostergard, 1980).

La similitud morfológica del esqueleto entre las especies de camélidos sudamericanos se traduce en la escasez de caracteres morfológicos de valor diagnóstico, restringiéndose en la mayoría de los casos a variaciones del tamaño corporal (Menegaz et al., 1989). En este sentido, la diferenciación entre especies para el NOA tiene lugar por un gradiente de tamaño, de mayor a menor: llama, guanaco, alpaca y vicuña (Elkin, 1996; Yacobaccio et al., 1997-1998). Por otra parte, se distinguen “tipos” especializados de llamas con características morfológicas distintivas asociadas a usos diferenciados, entre los que se encuentran la llama “carguera” de mayor tamaño y utilizada para producción de carne y transporte de carga, la “lanuda” para la producción de lana, y la “intermedia” para la elaboración de lana y carne; Reigadas, 1994). Cabe destacar que el dimorfismo sexual de estas especies no es muy notorio (de Lamo, 2011), por lo que favorece el estudio de las diferencias de tamaño interespecíficas.

La osteometría es la metodología más utilizada a la hora de diferenciar específicamente a los camélidos, entre otros objetivos, analizar la variación intraespecífica a través del tiempo, o variaciones geográficas (e.g. L’Heureux y Hernández, 2019). Esto se debe, principalmente, a que es una técnica relativamente fácil de realizar y no es costosa (requiere un calibre y *software* estadísticos) y que, a pesar de algunas limitaciones, ha resultado una herramienta importante a la hora de analizar contextos agropastoriles. Este método precisa la aplicación de análisis estadísticos exploratorios (univariado, bivariado y multivariado) para trabajar los datos. El método multivariado (más de dos variables de un elemento; e.g. Menegaz et al., 1989; Yacobaccio et al., 1997-1998; L’Heureux, 2005; Izeta, 2007) es la metodología que nos informa mejor sobre las tendencias de tamaño y así aproximarnos a la diferenciación específica de manera más acertada y de mayor discriminación (Grant, 2010).

No obstante, la asignación de las especies por estudios osteométricos puede no ser tarea sencilla. Existe un conjunto de aspectos a tener en cuenta cuando se identifica e interpreta el registro de las especies domesticadas. Uno de ellos, se asocia a la estructura (integridad y resolución) del contexto arqueológico. A partir de mediciones de poblaciones de llamas actuales de la Puna de Jujuy, Yacobaccio (2010) diferenció dos grupos de tamaños de llamas. El grupo de tamaño pequeño se superponía con las mediciones de guanacos, asignándolas a un grupo denominado informalmente “llama-guanaco” (Grant, 2008; Yacobaccio, 2010). Este último autor considera que esto puede ser resuelto a partir de la incorporación de datos

contextuales (e.g. de la asociación de materiales arqueofaunísticos con artefactos y con matriz sedimentaria) que complementen y den sustento a las inferencias que resulten de las mediciones realizadas.

Por su parte, es importante contar con análisis de referencia en cada región geográfica, a la vez que incorporar estándares de guanacos de otras zonas, por ejemplo, Cuyo y Patagonia, puede resultar en superposiciones entre los valores de las medidas, dadas las diferencias intra-específicas que responden a factores vinculados con la latitud, entre otros (Izeta et al., 2009). Igualmente, esto se debe considerar al momento de hacer extrapolaciones entre los estándares actuales y los especímenes del registro arqueológico, donde se supone que no ocurren las mismas condiciones ambientales y nutricionales (Cartajena et al., 2007). Además, muchas veces se ignoran los períodos largos de tiempo donde se produjo la selección y el cambio (Cartajena et al., 2007) e incluso la presencia de híbridos en el pasado.

Diversos agentes, como el pisoteo de la fauna y los humanos, además de otros agentes naturales o antrópicos (meteorización, termoalteración, acción de depredadores, etc) influyen en el estado del hueso, ya sea por fragmentación, lo que imposibilita la toma de mediciones de alguna variable y afecta a la determinación del fragmento óseo y sus características (véase Capítulo 4). Básicamente, para el análisis multivariado, se miden los huesos completos con buen estado de preservación. A estos factores, se le pueden añadir que una de las condiciones para medir los especímenes es que hayan completado la fusión de los centros de osificación, es decir, haber alcanzado la edad de “adulto” (Elkin, 1996).

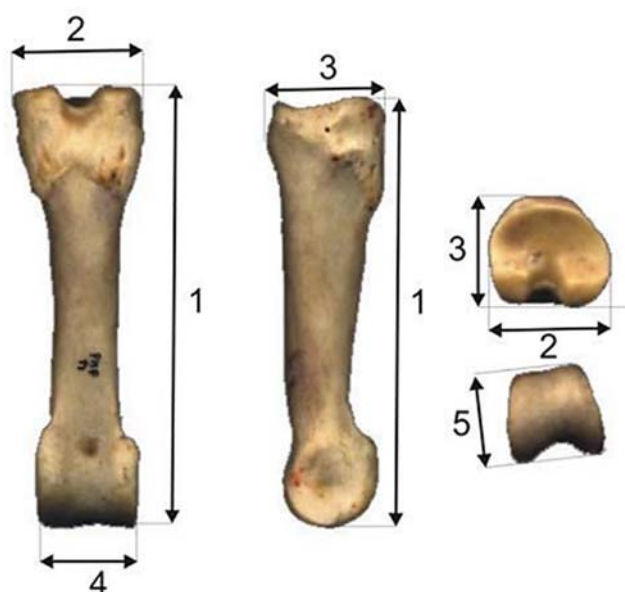
Por otra parte, es importante tener en cuenta los problemas de índole estadística, es decir, aquellos producidos en el manejo de los datos por las muestras de referencia escasas disponibles. Esto puede producir un error al no contar con la variación intraespecífica, produciéndose áreas de intersección en los resultados estadísticos entre las especies (Cartajena et al., 2007). La ampliación de los registros de estándares actuales y su libre disposición, es un esfuerzo que se está realizando en los últimos años (véase Izeta et al., 2009, Mondini y Muñoz, 2017; Proyecto Base de Datos Osteométricos de Camélidos Sudamericanos [<https://opencontext.org/projects/0404c6dc-a467-421e-47b8-d68f7090fbcc>]).

Si bien la toma de mediciones se puede realizar sobre cualquier elemento del esqueleto (Von den Driesch, 1976; Kent, 1982, Izeta et al., 2012), se ha enfatizado en las falanges (principalmente las proximales y en menor medida las mediales) ya que son los elementos que tienen mayores chances de hallarse completos en los sitios (Figura 5.4) y, en segunda instancia, los metapodios. Las mediciones en ambos huesos han sido sometidas a análisis estadísticos, a partir de las cuales se corroboró que corresponden a la mayor discriminación entre especies (Menegaz et al., 1989, Yacobaccio et al., 1997-1998).

Complementariamente al análisis osteométrico, hay otras vías de análisis para abordar la domesticación de especies en el registro arqueológico. Una de ellas, aunque indirecta a lo zooarqueológico, se relaciona con el análisis iconográfico, ya sea de arte mobiliario como parietal. En un ejemplo, Gallardo y Yacobaccio (2007), utilizan los conocimientos zoológicos y zooarqueológicos acerca de la morfología de los camélidos sudamericanos como una fuente

de comparación e identificación del arte rupestre del norte de Chile asociados al período de pastoreo inicial del 1500-500 AC (Formativo Temprano Inicial). Ellos sostienen que es necesario interpretar en la iconografía, el número de animales, la organización de los grupos, los tamaños de los individuos y los tipos de acción representada que podrían colaborar en la distinción de animales silvestres o domesticados. Gallardo y Yacobaccio (2007) hacen hincapié en las proporciones corporales, ya que los camélidos silvestres exhiben una relación diferente entre las extremidades y el cuerpo (entre 1,38: 1 y 1,8: 1) que los domesticados (1: 1). Estas relaciones implican que en los camélidos silvestres las patas traseras son más largas que las delanteras y ambas tienen un valor mayor con relación al cuerpo.

Figura 5.4



Nota. Variables medidas en las falanges de los camélidos. Tomado de Izeta et al. (2009: figura 2). 1- largo máximo, tomado en forma paralela al eje mayor; 2- ancho de la superficie articular proximal; 3- alto de la superficie articular proximal; 4- ancho de la superficie articular distal; 5- alto de la superficie articular distal.

Otro análisis complementario constituye el estudio de las paleopatologías (Cartajena et al., 2007). Como ejemplo, Izeta y Cortés (2006) registran dos falanges mediales del sitio Loma Alta (Catamarca) del período Formativo (ca. 500 AC– 600 AD) con deformaciones asignadas a osteoartritis y exostosis. Teniendo en cuenta la combinación de literatura osteológica específica y el modelo propuesto para caravanas prehistóricas de camélidos en la región, proponen que las paleopatologías observadas se corresponden con deformaciones que se desarrollan en los miembros de las llamas, como consecuencia de la actividad forzada y recurrente que implican las caravanas. En este sentido, complementan el análisis osteométrico e infieren el uso de llamas como animales de carga para la distribución e intercambio de productos locales en una escala regional.

De manera indirecta, la información contextual de estructuras asociadas a corrales (Dransart, 1997; Wheeler Pirés-Ferreira et al., 1977), también, aportan información adicional. En regiones donde se utilizan rocas para la construcción de diferentes estructuras, el registro de materia orgánica en el interior de algunas de ellas ha sido interpretado como acumulación de estiércol en espacios de corrales (Shimada y Shimada, 1985). También, es importante el análisis arquitectural y funcional de las diferentes estructuras de un sitio.

Los estudios de isótopos estables, principalmente del carbono y nitrógeno, son utilizados para diferenciar las especies silvestres y domesticadas, basados en su alimentación. Se asume que el sustento de las llamas está culturalmente mediado en contraposición al de las especies que procuran su propio alimento. También permite, sobre la base a diferencias en el manejo de los animales a través del tiempo, discutir las estrategias de pastoreo y caza empleadas, teniendo en cuenta los cambios ambientales ocurridos en las áreas de estudio (véase Mondini et al., 2019; Samec et al., 2020; Samec y Yacobaccio, 2021).

Otros intentos semejantes a la osteometría, pero con énfasis en la variabilidad de la forma de los elementos entre especies, se han realizado por morfometría geométrica (Hernández y L'Heureux, 2019; Balcarcel et al. 2021). Recientemente, los estudios de ADN antiguo buscan establecer los inicios de la domesticación, las descendencias entre las especies, procesos de hibridación en el pasado y, en algunos casos, ponen de relieve las dificultades en relación con la osteometría (Abonna et al., 2020; Díaz Maroto et al., 2021). Sin embargo, el mayor inconveniente corresponde a que es una técnica costosa de realizar por el momento.

Un tema importante es distinguir entre domesticación y pastoreo, ya que se considera que el segundo surge a partir de la intensificación en la explotación de animales domesticados, lo que implica un “manejo” de los rebaños (pueden realizarse diferentes estrategias) que se desarrolla en un momento temporal diferente. Las evidencias arqueológicas de los primeros ejemplares de llama en Argentina son asignados hacia 4300-4000 años AP, en tanto se vuelven más conspicuos a partir del 3000 AP, lo que sugiere, probablemente, la presencia de una economía pastoril establecida después del proceso de domesticación (Yacobaccio et al., 1997-1998). Entre las estrategias en el manejo de los rebaños, se pueden mencionar aquellos en el que se prefiere la producción de carne, donde se destaca la extracción de lana, la utilización de llamas para el transporte o una combinación de estas actividades. Para poder interpretar estas estrategias se hace fundamental definir la estructura de las poblaciones (estimar los perfiles de mortalidad -criterio de edad- y la determinación del sexo) y compararlas con las actividades de pastoreo de llamas actuales. Por ejemplo, la preeminencia de especímenes jóvenes en el contexto podría indicar una utilización primaria como recurso cárnico (en general la carne es más tierna y con mayor presencia de grasa, lo que la hace más palatable). En cambio, en una estrategia de uso de las llamas para extracción de lana y transporte, se espera un perfil de mortalidad donde predominan los adultos. Lo más común es una estrategia mixta de producción de carne y lana/transporte de carga (véase Yacobaccio et al., 1997-1998, Shimada y Shimada, 1985, entre otros).

Domesticación del perro en América

La domesticación del perro (*Canis lupus familiaris*) ha sido un tema de interés durante mucho tiempo. La controversia acerca de si este proceso de domesticación se originó con la intención de disponer de un animal para la caza o como animal de compañía, o si, contrariamente, fue el resultado de una conducta de acercamiento mutuo entre los humanos y estos cánidos. Una posibilidad, en este sentido, fue propuesta por Coppinger y Coppinger (2001) para quienes los ancestros silvestres de los perros, los lobos (*Canis lupus lupus*), pudieron acercarse a las poblaciones humanas para aprovechar los desperdicios de comida que lograran resultar de la caza y recolección, cercanía que no necesariamente fue incentivada por los humanos, pero aún sin que haya sido parte de una estrategia consciente, les proporcionaron un nicho adecuado que favoreció la convivencia entre ambos, debido a que los humanos obtenían protección contra otros animales silvestres, incluidas otras manadas de lobos. Con el tiempo, la interacción sostenida habría favorecido el desarrollo de caracteres físicos y comportamentales que fueron diferenciando cada vez más estos individuos de sus ancestros silvestres, dando lugar a los perros domésticos. Las investigaciones más recientes sugieren que esta co-evolución se vio limitada por factores ecológicos, como la temperatura y el estrés por patógenos y favorecida por el beneficio mutuo de la caza cooperativa y la defensa de los recursos (Chambers et al., 2020), con lo cual el resultado final habría sido parte de un proceso gradual sostenido sobre el beneficio recíproco.

La existencia de uno o varios centros de domesticación, también, ha sido tema de debate. Actualmente, se acuerda en que ocurrió en Europa occidental a partir del lobo gris (*Canis lupus lupus*), desde donde se irradiaron a diferentes partes del mundo. Inicialmente, lo hicieron hacia el territorio más cercano, colonizando Eurasia, China, Siberia y Próximo Oriente, luego llegaron hasta Japón, África, el sudoeste de Asia, Australia y América (Berón et al., 2015). Los restos arqueológicos identificados en Eurasia datan algo más de 14000 AP, cuyos primeros vestigios mostraban características físicas que los diferenciaban de los lobos contemporáneos, por ejemplo, una región facial mucho más corta, dientes concentrados y menor tamaño corporal (Clutton-Brock, 1995 citado en Crockford, 2005), lo que señala que el inicio del proceso fue anterior a esa fecha.

Evidencias de la presencia del perro en América

Las evidencias más arcaicas del perro en América se encuentran en la cueva del Jaguar (Idaho, EEUU), con una cronología asociada al inicio del Holoceno temprano -11500 a 10500 AP- y de la cueva Tecolote (Hidalgo, México) con una antigüedad correspondiente al Holoceno medio -5500 AP- (Vásquez et al., 2016). Si bien hay controversia respecto a la relación de los restos de estos cánidos con los perros europeos, actualmente, hay autores

que sostienen que los perros de América del Norte habrían evolucionado de manera independiente (Koop et al., 2000). Un caso particular son los perros Salish, del Pacífico norte (Columbia Británica), los cuales además de ser animales de transporte, se utilizan los pelos para confeccionar tejidos (Barsh et al., 2007). Sin embargo, estos Salish parecen proceder de Siberia.

Para el caso del hemisferio Sur (Figura 5), las evidencias encontradas en Ecuador, Bolivia, Chile, Uruguay y Perú son mucho más tardías que las halladas en Norteamérica. Particularmente, los estudios genéticos realizados sobre el perro sin pelo peruano refieren una antigüedad de 3500 años AP, con un origen que se puede rastrear en las relaciones mantenidas con las poblaciones mexicanas, es decir, que estos animales habrían migrado desde el norte junto con los movimientos poblacionales. El aislamiento geográfico y la deriva genética habrían sido los mecanismos principales por los cuales se originaron las mutaciones genéticas que dieron origen a esta especie, ya dentro del territorio andino (Vásquez et al., 2016).

El papel que habrían desempeñado estos primeros perros dentro de los esquemas de organización cultural sigue siendo materia de investigación. Tradicionalmente, se considera que acompañaron a los humanos en actividades como la caza, el pastoreo o la guerra. No obstante, investigaciones más recientes identificaron algunos ejemplares en montículos junto con entierros humanos datados en el 3000 AP, en las tierras bajas uruguayas. Esto sugiere que su importancia habría sido más alta, probablemente vinculada con aspectos rituales y/o ceremoniales de las poblaciones cazadoras recolectoras que habitaron estos territorios (López Mazz et al., 2018), incluso, manteniendo un lugar como compañía y como mensajeros entre los humanos y las deidades (Valadez y Mendoza, 2005).

Figura 5.5

Nota. Sitios arqueológicos en Sudamérica con presencia de *Canis lupus familiaris*. Tomado de Prates et al. (2010: figura 1).

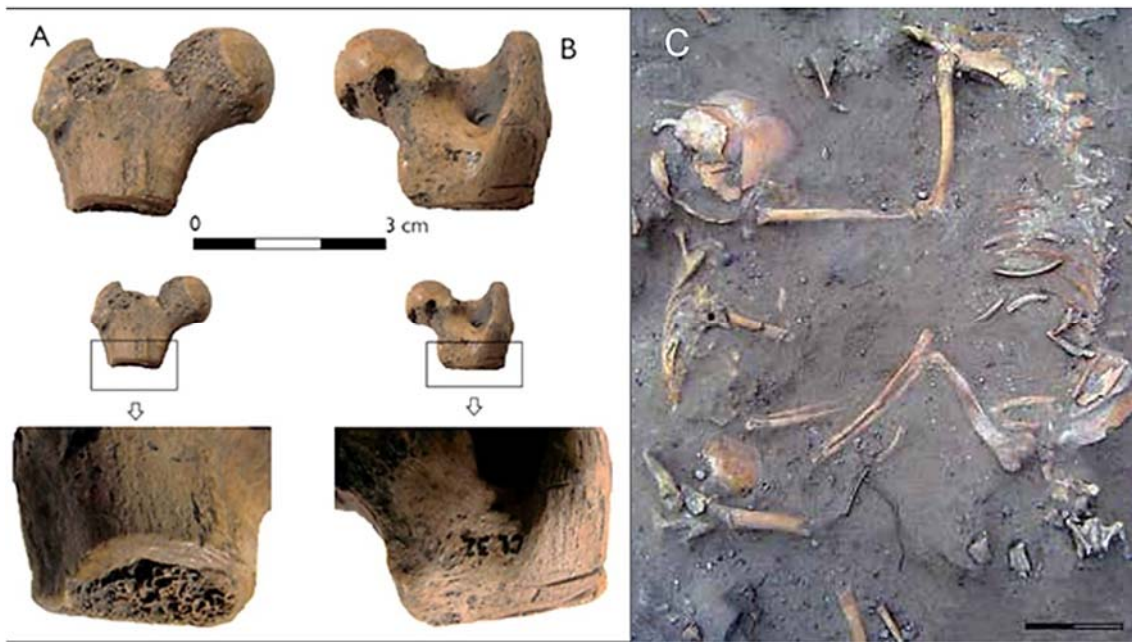
Para el caso del territorio argentino, al igual que en el resto de Sudamérica, los contextos con presencia de perros son escasos. Inicialmente fueron identificados junto con sitios chilenos (Fell y Eberhardt), algunos especímenes en Argentina, concretamente en los yacimientos de Los Toldos (Cardich et al., 1977) y Río Luján (Kriscautzky, 1975), pero más tarde se determinó que correspondían a *Dusicyon avus*, una especie extinta de cánido silvestre (Prevosti et al., 2004). Dos sitios, sin embargo, han confirmado las presunciones iniciales de los investigadores acerca de su ocurrencia en el extremo más austral del continente: Angostura 1 y Chenque 1, el primero en el valle del río Negro y el segundo en el Parque Nacional Lihuel Calel (Prates et al., 2010). En Angostura 1 se encontraron piezas dentales en un contexto antrópico, mientras que en Chenque 1 se trata de un contexto funerario de carácter ritual, como el referido previamente para el territorio uruguayo. En este caso, se identificó el esqueleto de un humano infantil (Figura 5.6C), con un ajuar, lo que indicaba que habría tenido una jerarquía social diferente a la del resto de la población. Este esqueleto humano estaba enterrado junto a un perro, ambos en posición enfrentada, con las

patas del cánido sobre el infante, por lo que se intuye que habría sido parte de un ritual mortuario que buscaba reproducir en el más allá, el estrecho vínculo que habían mantenido en vida (Berón et al., 2015). El hallazgo en ambos sitios llevó a los investigadores a sostener la hipótesis de que la presencia de esta especie en el territorio de Pampa y Patagonia se debía a los vínculos mantenidos entre estas poblaciones y aquellas del área andina central (Ecuador, Perú y Bolivia) hace aproximadamente 1000 años AP (Prates et al., 2010), manteniendo la dirección migratoria N-S de la distribución de los perros junto a los humanos que mencionamos para los contextos peruanos.

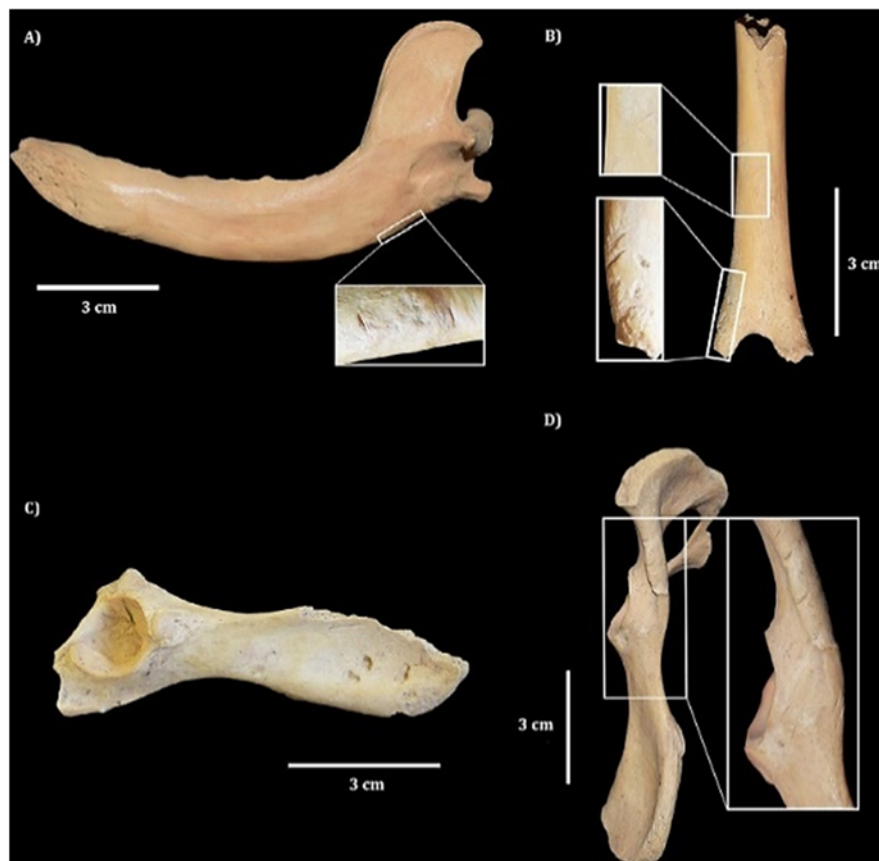
Por su parte, también se identificaron restos de una hembra adulta de perro en el sitio Cerro Lutz, emplazado en el humedal del Paraná Inferior (Entre Ríos), con una cronología similar a la descrita para los sitios de Pampa y Patagonia. Las características del hallazgo, donde el esqueleto estaba articulado y con una alta integridad, motivaron a los autores a proponer que fueron parte de una práctica cultural de entierro por parte de las poblaciones de cazadores-recolectores (Acosta et al., 2011). En este sitio, también, se hallaron huesos con marcas tecnológicas, como un fragmento proximal de fémur con aserrado perimetral que habría sido producto del descarte durante el proceso de elaboración de una punta de hueso (Figura 5.6 A y B; Acosta et al., 2021).

Otros especímenes de perro identificados en la misma región por parte de Castro et al. (2020), también, presentan huellas de corte y marcas de carnívoros, con lo cual se reafirma la participación del perro en una esfera doméstica relacionada con su consumo. Por su parte, los fechados aumentan la profundidad temporal conocida para el perro en estas tierras bajas, situado entre los 2500 y 900 años AP., a la vez que los nuevos hallazgos llevan a modificar el rango etario y el tamaño de los individuos, el cual sería algo mayor de lo que se venía proponiendo hasta el momento.

Una tercera alternativa en el análisis del protagonismo del perro en el pasado prehispánico proviene del sitio Pucará de Tilcara (Jujuy). Además de representar un recurso alimenticio y peletero, tal como lo demuestran los restos encontrados en el Basural 1 del sitio (Figura 5.7), este cánido, también, se habría utilizado como animal de compañía o prestigio de las autoridades Inca que ocupaban el sitio (González Venanzi et al., 2022). En este sitio se señala que la presencia del perro habría estado relacionada tanto a actividades domésticas como a instancias funerarias/ceremoniales, donde eran utilizados, asimismo, para el consumo y la peletería.

Figura 5.6

Nota. Ejemplos de restos de perros, *Canis lupus familiaris*, hallados en Argentina. A: fragmento de fémur proximal (vista anterior) recuperado del sitio Cerro Lutz (Entre Ríos), con evidencias de aserrado perimetral; B: vista posterior del mismo fémur. Modificadas de Acosta et al. (2021: figura 2); C: entierro de un niño con un perro, sitio Chenque 1, Parque Nacional Lihuel Calel (La Pampa), modificada de Berón et al. (2015: p. 45).

Figura 5.7

Nota. Restos óseos de *Canis lupus familiaris* recuperados del Basural 1 del sitio Pucará de Tilcara (Jujuy) con marcas producto de agentes antrópicos y naturales. Tomada de González Venanzi et al. (2022: figura 6).

Herramientas utilizadas para la asignación taxonómica del perro

Al igual que en el caso de los camélidos, las aproximaciones hacia la identificación de perros en los contextos arqueológicos de América comprenden principalmente análisis morfológicos y morfométricos, con mayor énfasis en los caracteres cráneo-dentarios. Como se mencionó precedentemente con respecto a los procesos de domesticación, se toma en cuenta las modificaciones que se producen en los organismos de los animales domesticados en relación con su ancestro silvestre, muchos de ellos traducidos a cambios de tamaño y proporción de los elementos esqueléticos y dentarios (Linares Matás, 2019). También, se analizan patologías y la presencia de caracteres juveniles que se preservan en adultos, como una característica de los individuos domesticados. Además, la biología molecular y bioquímica ha realizado grandes aportes, desde los análisis de ADN antiguo y estudios de isótopos estables que permitieron caracterizar patrones dietarios y de movilidad, (Linares Matás, 2019). Por último, una vía indirecta y complementaria para interpretar la presencia de perros puede ser un aumento en las evidencias de acción de carnívoros en las secuencias zooarqueológicas

(e.g. marcas de dientes, mordisqueo, corrosión gástrica, presencia de excrementos; véase Capítulo 4). La actividad de perros en los sitios arqueológicos se puede indicar luego de un cuidadoso análisis tafonómico de los conjuntos, donde se pueda descartar al sitio como madriguera de carnívoros, y donde la mayoría de los restos que presentan superposición de marcas antrópicas y de mordisqueo (e.g. marcas de corte, acceso secundario de los carnívoros a los restos de comida; véase Capítulo 4). Este aumento en la acción de carnívoros podría atestiguar la alimentación de perros por parte de los grupos humanos.

Domesticación del cuy en los Andes

El cuy, cobayo o conejillo de indias (*Cavia porcellus*) es un roedor caviomorfo doméstico, originario del área andina americana. Varias especies silvestres de cuises (Caviidae, Caviinae) habitan América del Sur, pero un análisis molecular reciente del ADN mitocondrial gen citocromo b (Spotorno et al., 2007) indica que la especie *C. tschudii*, provenientes de los valles de la Sierra peruana del Perú, valles de Bolivia y la región valliserrana del noroeste de la Argentina, es el ancestro de la especie domesticada. En este caso, según Weir (1974), los principales efectos de la domesticación fueron el incremento en el tamaño y el número de crías por parición, además de la gran variedad y combinación de colores de sus pelajes (Figura 5.8).

Figura 5.8



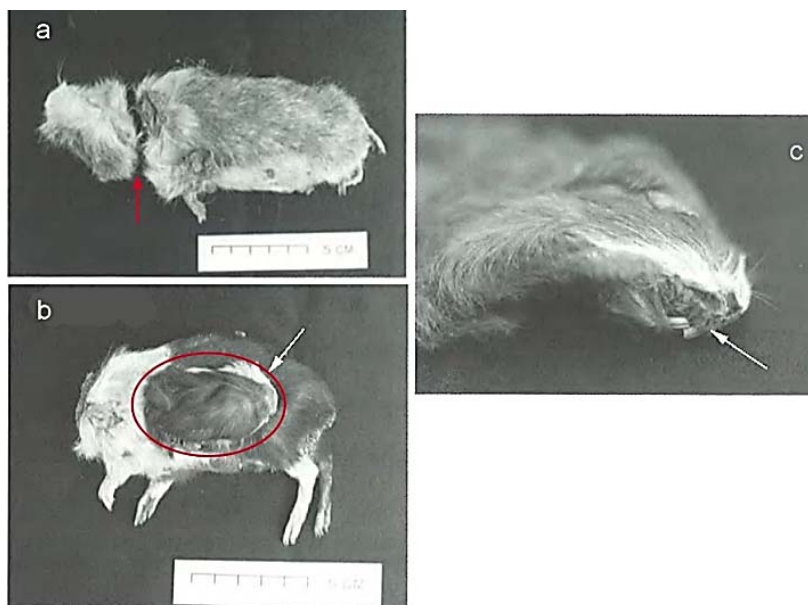
Nota. Cobayos, *Cavia porcellus* Imagen tomada del Blog: <https://ilcb.edu.pe/blog-detalle/el-cuy>

El caso del cuy es paradigmático si nos guiamos por la importancia nutricional y cultural observada entre las sociedades andinas contemporáneas, donde representa un valioso recurso alimentario. Su protagonismo en el pasado debería ser mucho mayor que el asumido a partir de los escasos restos recuperados (Valdez, 2000). Con relación a la importancia alimenticia de los cuyes, las fuentes etnohistóricas destacan que su consumo ocurría a través del asado o *kaspan* o *kaska* (soasado a media a las brasas), probablemente, junto con productos vegetales como papas, choclos, porotos, etc. En muchos casos, formaban parte de un agasajo, ocurrido en ocasión de alguna festividad, como un matrimonio, o en reuniones político-rituales celebradas entre los curacas: “La gente plebeya en general era pobre de ganado (si no eran los Collas, que tenían mucho), y por tanto padecía necesidad de carne,

que no la comían sino de merced de los curacas o de algún conejo que por mucha fiesta mataban, de los caseros que en sus casas criaban, que llaman coy” (Garcilaso, 1976 [1609]: capítulo VI, citado por van Dalen Luna, 2020). Además, se sostiene no sólo la importancia alimenticia, sino también para las esferas simbólicas y sociales por su utilización como herramienta de diagnóstico médico y agente adivinador, por sus propiedades curativas y su uso en sacrificios como “ofrenda” propiciatoria de bienestar (Rofes y Wheeler, 2003). Como fuente de carne, el cuy sigue siendo importante en los andes de Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia (Müller-Haye, 1984).

El centro de domesticación del cuy son los Andes peruanos, donde la asociación entre los humanos y los cuises silvestres se registra desde el 10000 AP (Wing, 1977). A partir del 7000 AP se observan cambios hacia una selección de tamaño grande de las presas que, para algunos autores, podría indicar el inicio del proceso de domesticación, aunque hay consenso en que la especie plenamente domesticada estaría presente a partir del 4500-3000 AP para sitios como Pikimachay del valle de Ayacucho y otros de Cuzco (Rofes y wheeler, 2003; Rosenfeld, 2014; Wing, 1977). Desde este probable único centro de domesticación, luego fueron introducidos a sitios fuera del centro de Perú. Mientras que los cuyes domésticos precedieron a la ocupación inca en el sur de Perú, el norte de Chile y Ecuador (Stahl, 2003; Sportorno et al., 2007), en el caso del noroeste de Argentina tuvo lugar sincrónicamente con el imperio incaico (Rodríguez Loredó, 1997-1998).

Los restos óseos de cobayos, han sido encontrados dentro de acumulaciones de basura doméstica, quemados y/o con huellas de corte, lo que indica su uso como alimento. Sin embargo, se han recuperado restos como ofrendas desde ca. 2500-2000 AC en sitios como Kotosh y posteriormente (1000-500 AC) en Chavín de Huantar (Izumi y Terada, 1972; Lumbreras, 1989), entre otros (véase discusión en Rofes y Wheeler, 2003). Incluso, a partir del hallazgo de restos momificados de cobayos (momificación natural por las condiciones climáticas) se ha podido interpretar su uso como sacrificio a los dioses y espíritus (Figura 5.9; Rofes y Wheeler, 2003; Van Dalen Luna, 2019) e incluso con posibles fines adivinatorios y curativos, por la forma en que fueron sacrificados: *“todos con sus cabezas arrancadas y una conservación virtualmente perfecta del tejido blando; esto permitió determinar que sus vientres habían sido abiertos desde el cuello hacia abajo, a la manera de las modernas prácticas de adivinación”* (Silverman, 1988: p. 421). La preponderancia de juveniles en contextos de ofrendas y la presencia de grandes acumulaciones de excremento en los pisos de las viviendas permiten suponer que allí se los criaba (Rofes y Wheller, 2003). Por otra parte, se encontraron restos óseos en cámaras funerarias asociados a restos de otras especies faunísticas y a restos humanos (van Dalen Luna, 2019).

Figura 5.9

Nota. Cobayos, *Cavia porcellus*, momificados (naturalmente) y sacrificados (ritualmente) hallados en el sitio arqueológico Yaral (Moquegua, Perú), ca. de 1000-1375 AD: a, cuy degollado; b, cuy decapitado; c-cuy con hojas de coca en su boca. Modificadas de Rofes y Wheeler (2003: figuras 2, 3 y 6).

La escasez de restos de cobayos como evidencia de consumo en las viviendas se explica por problemas de preservación de estos pequeños roedores, pero a su vez, no se descarta que, quizá, la mayoría se preparara e ingiriera comunalmente, en lugares y días específicos de las festividades religiosas o luego de actividades colectivas, como la siembra y la cosecha, tal como se hace en la actualidad en muchas comunidades andinas tradicionales (Rofes y Wheeler, 2003).

Los motivos por los cuales tuvo lugar la domesticación del cuy no son tan claros, más allá de su valor nutricional y ritual. Al respecto, autores como Valdez (2000) resaltan la capacidad reproductiva de la especie, que muy temprano comienza a aparearse, alcanzando hasta 5 pariciones por año, con varias -2 a 4- crías por camada. El período de gestación es más largo comparado con otros roedores, ergo, cuando llegan al nacimiento, la cría está completamente desarrollada y con capacidad de valerse por sí sola, con lo cual rápidamente puede comenzar el período de apareamiento nuevamente. Así, en el corto plazo, se alcanza la sobrepoblación, cuyo control se logra matando a los machos. El encierro de un macho con varias hembras, por su parte, evita las peleas entre congéneres que, generalmente, termina en la muerte del macho más joven, a la vez que asegura un control sobre la reproducción. Los datos arqueológicos y etnohistóricos señalan que en el pasado eran comunes las cuyeras o *pucutu*, -pequeñas construcciones con galerías subterráneas donde se criaban estos animales- (Villar Córdoba, 1935 citado en Valdez, 2000) o, directamente, en las habitaciones de las viviendas. Tal es el caso de un asentamiento de pescadores del Valle de Chíncha, donde se identificaron

huesos dispersos en medio de los espacios domésticos, lo que sugiere que se los criaba en el interior de los propios lugares de vivienda, tal como ocurre con las poblaciones actuales del lugar, además que las especies silvestres eran capturadas en la ribera de los pantanos (van Dalen Luna, 2020). De esta manera, el control reproductivo de la especie aseguraría la provisión de carne, al igual que ocurre entre las poblaciones campesinas actuales del Perú, donde las familias disponen de una cantidad de cuyes —generalmente una decena— para autoconsumo (Figura 5.10).

Figura 5.10



Nota. Cuyera moderna de una vivienda en la localidad de Chinchero (Cuzco, Perú). Tomada por Fernando J. Fernández.

Algunos investigadores plantean que, posiblemente, las poblaciones humanas hubieran atraído intencionalmente a los cobayos silvestres, proporcionándoles desechos para que se alimenten en las cercanías de las casas, por el interés que les otorgaba el aporte cárnico de estos roedores. En un principio, aprovechaban esa situación para cazarlos y consumirlos, pero con el paso del tiempo pudieron empezar a reproducirlos en el interior de las viviendas, una vez que los cobayos se habituaron a la provisión permanente de comida y a la cercanía humana, reafirmando la idea de que la domesticación del cuy fue un proceso gradual (Wing, 1977). Las evidencias de domesticación provienen de estudios osteométricos, principalmente, a partir de la medida del tamaño de la mandíbula en el medio del diastema, por el cual se observó un incremento a través del tiempo en el tamaño de los individuos. A su vez, el hallazgo de restos momificados facilitó el estudio de los pelajes.

Referencias

- Abbona, C., Neme, G., Johnson, J., Kim, T., Gil, A. y Wolverton, S. (2020). Were domestic camelids present on the prehispanic South American agricultural frontier? An ancient DNA study. *Plos One*, 15, e0240474.
- Acosta, A., García Esponda, C. y Loponte, D. (2011). Primer registro de perro doméstico prehistórico (*canis familiaris*) entre los grupos cazadores recolectores del humedal de Paraná inferior (Argentina). *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología*, 13, 175-199.
- Acosta, A., Loponte, D. y Buc, N. (2021). Nuevo registro de *Canis lupus familiaris* prehistórico en el humedal del Paraná inferior con evidencias de aserrado perimetral. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 16, e20200125.
- Adaro, A., Benavente, A. (1990). Identificación de patrones óseos de camélidos sudamericanos. *Avances en Medicina Veterinaria*, 5, en línea.
- Adaro, A., Benavente A. y Antonieta, M. (1992). Identificación de indicadores en el esqueleto axial de camélidos sudamericanos. *Avances en Medicina Veterinaria*, 7, 27-35.
- Aschero, C. y Martínez, J. (2001). Técnicas de caza en Antofagasta de la Sierra, Puna Meridional Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXVI, 215-241.
- Balcarcel, A., Sánchez-Villagra, M., Segura, V. y Evi, A. (2021). Singular patterns of skull shape and brain size change in the domestication of South American camelids. *Journal of Mammalogy*, 102, 220-235.
- Barsh, R., Jones, J. y Suttles, W. (2007). History, Ethnography and Archaeology of the coast Salish Woolly-dog. En Snyder, L. y Moore, E. (Eds.), *Dogs and people in social working, economic or symbolic interaction* (pp. 1-11). Durham: 9th ICAZ Conference, Oxbow books.
- Berón, M., Prates, L. y Prevosti, F. (2015). Una historia de perros. Mitos y certezas sobre su origen y dispersión en América. *Ciencia Hoy*, 25, 39-45.
- Cardich, A., Tonni, E.P. y Kriscautzky, N. (1977). Presencia de *Canis familiaris* en restos arqueológicos de Los Toldos (Provincia de Santa Cruz, Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 11, 115-119.
- Carroll, R. (1988). *Vertebrate Paleontology and Evolution*. New York: W. Freeman and Company.
- Cartajena, I., Núñez, L. y Grosjean, M. (2007). Camelid Domestication on the Western Slope of the Puna de Atacama, Northern Chile. *Anthropozoologica*, 42, 155-173.
- Castro, J., Bonomo, M., González Venanzi, L. y Cornero, S. (2020). Perros indígenas en el Noreste Argentino. *Latin American Antiquity*, 31, 1-18.
- Chambers, J., Quinlan, M., Evans, A. y Quinlan, R. (2020). Dog-Human Coevolution: Cross-Cultural Analysis of Multiple Hypotheses. *Journal of Ethnobiology*, 40, 414-433.
- Clutton-Brock, J. (1995). Origins of the dog: domestication and early history. En Serpell, J. (Ed.), *The domestic dog: Its evolution, behaviour and interactions with people* (pp. 7-20). Cambridge: Cambridge University Press.

- Cobo, P.B. (1892 [1553]). *Historia del Nuevo Mundo*. Sevilla: Sociedad de Bibliófilos Andaluces.
- Coppinger, R. y Coppinger, L. (2001). *Perros. Una nueva interpretación sobre su origen, comportamiento y evolución*. España: Ateles Editores.
- Crockford, S. (2005). Native dog types in North America before arrival of european dogs. 30th World Congress Proceedings. México: World Small Animal Veterinary Association.
- Custred, G. (1977). Las punas de los Andes Centrales. En Ochoa, J. (Ed.), *Pastores de Puna* (pp. 55-85). Lima: IEP.
- de Lamo, D. (2011). *Camélidos sudamericanos. Historia, usos y sanidad animal*. Buenos Aires: SENASA.
- Díaz-Maroto, P., Rey-Iglesia, A., Cartajena, I., Núñez, L., Westbury, M., Varas V., Moraga, M., Campos, P., Orozco-terWengel, P., Marín, J. y Hansen, A. (2021). Ancient DNA reveals the lost domestication history of South American camelids in northern Chile and across the Andes. *eLife*, 10, e63390.
- Dransart, P. (1997). Cultural transpositions: writing about rites in the llama corral. En Howard-Malverde, R. (Ed.), *Creating Context in Andean Cultures* (pp. 85-98). New York and Oxford: Oxford University Press.
- Dransart, P. (1999). La domesticación de los camélidos en los Andes centro-sur. Una reconsideración. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 24, 125- 138.
- Elkin, D. (1996). Arqueozoología de Quebrada Seca 3: Indicadores de Subsistencia Humana Temprana en la Puna Meridional Argentina. Tesis Doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Gallardo, F. y Yacobaccio, H. (2007). ¿Silvestres o domesticados? Camélidos en el arte rupestre del Formativo temprano en el desierto de Atacama (Norte de Chile). *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*, 12, 9-31.
- Garcilaso de la Vega, Inca (1976 [1609]). *Comentarios reales de los Incas*. Tomo I. Caracas: Biblioteca Ayacucho.
- González Venanzi, L., Prevosti, F., Belotti López de Medina, C., Lezcano, M. y Prates, L. (2022). Perros prehispánicos (*Canis lupus familiaris*) del Pucará de Tilcara (provincia de Jujuy, Argentina): contexto cronológico, morfología y rol social. *Chungara*, 54, 71-90.
- Grant, J. (2008). El recurso Camelidae en sitios de Antofagasta de la Sierra (Puna Meridional Argentina) una aproximación osteométrica. Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Grant, J. (2010). Aportes de distintas técnicas osteométricas para la identificación interespecífica de camélidos sudamericanos. En Gutiérrez, M., De Nigris, M., Fernández, P., Giardina, M., Gil, A., Izeta, A., Neme, G. y Yacobaccio, H. (Eds.), *Zooarqueología a Principios del siglo XXI. Aportes, metodologías y casos de estudio* (pp. 17-28). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
- Hernández, A. y L'Heureux, L. (2019). Lineamientos metodológicos para la aplicación de técnicas de morfometría geométrica en el estudio de los camélidos sudamericanos.

- Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 7 (2), 126-134.
- Hesse, B. (1982). Animal domestication and oscillating climates. *Journal of Ethnobiology*, 2, 1-15.
- Izeta, A. (2007). Interspecific Differentiation of South American Camelids from Archaeofaunal Assemblages in the Southern Calchaquíes Valleys (Argentina). En Gutiérrez, M., Miotti, L., Barrientos, G., Mengoni Goñalons, G. y Salemme, M. (Eds.), *Taphonomy and Zooarchaeology in Argentina* (pp. 47-56). Oxford: BAR International Series.
- Izeta, A. (2008). Late Holocene camelid use tendencies in two different ecological zones of Northwestern Argentina. *Quaternary International*, 180, 135-144.
- Izeta, A. y Cortés, L. (2006). South American camelid palaeopathologies: examples from Loma Alta (Catamarca, Argentina). *International Journal of Osteoarchaeology*, 16, 269-275.
- Izeta, A., Otaola, C. y Gasco, A. (2009). Osteometría de falanges proximales de camélidos sudamericanos modernos. Variabilidad, estándares métricos y su importancia como conjunto comparativo para la interpretación de restos hallados en contextos arqueológicos. *Revista Del Museo De Antropología*, 2, 169-180.
- Izeta, A., Srur, M. y Labarca Encina, R. (2012). *Guía osteométrica de camélidos sudamericanos*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Izumi, S. y Terada, K. (1972). *Andes 4. Excavations at Kotosh, Perú: 1963 and 1966*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Kadwell, M., Fernández, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R. y Bruford, M. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London*, 268, 2575-2584.
- Kent, J. D. (1982). The domestication and exploitation of South American camelids: methods of analysis and their application to circum-lacustrine archaeological sites in Bolivia and Peru. Tesis doctoral inédita, Washington University, St. Louis.
- Koop, B., Burbidge, M., Byun, A. y Rink, U. (2000). Ancient DNA evidence of a sperate origin for North American indigenous dogs. En Crockford, S. (Ed.), *Dogs through time: an archaeological perspective* (pp.271-286). Oxford: Bar International Series 889.
- Kriscautzky, N. (1975). Nuevos aportes para el conocimiento de los materiales arqueológicos obtenidos en la excavación del sitio Río Luján en la llanura aluvial de dicho curso, *Arqueología*, 1, 9-13.
- Kuznar, L. (1989). The domestication of South American camelids: Models and evidence. En Rice, D. y Stanish, C. (Eds.), *Ecology, settlement and history in the Osmore 709 drainage, Peru* (pp. 167-182). Oxford: BAR International Series 545.
- Lavallée, D. (1990). La domestication animale en Amérique du sud - Le point des connaissances. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, 19, 25-44.
- L'Heureux, G. (2005). Variación morfométrica en restos óseos de guanaco de sitios arqueológicos de Patagonia austral continental y de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Magallania*, 33, 81-94.

- L'Heureux, L. y Hernández, A. (2019). Variación morfológica latitudinal y altitudinal de Lama glama. Su aporte al estudio de las arqueofaunas. *Anales de Arqueología y Etnología*, 74, 147-167.
- Linares Matás, G. (2019). La domesticación del perro y sus orígenes. *Sociedad de Estudios Historiológicos y Etnográficos*, 13, 42-49.
- López Mazz, J., Moreno, F., Bracco, R. y González, R. (2018). Perros prehistóricos del Este de Uruguay: Contextos e implicancias culturales. *Latin American Antiquity*, 29, 64-78.
- Lumbreras, L. (1989). *Chavín de Huantar en el nacimiento de la civilización andina*. Lima: Ediciones INDEA.
- Madero, C. (1993-1994). Ganadería Incaica en el Noroeste Argentino: análisis de la arqueofauna de dos poblados prehispánicos. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 19, 145-169.
- Menegaz, A., Goin, F. y Ortiz Jaureguizar, E. (1989). Análisis morfológico y morfométrico multivariado de los representantes fósiles y vivientes del género *Lama* (Artiodactyla, Camelidae). Sus implicancias sistemáticas, biogeográficas, ecológicas y biocronológicas. *Ameghiniana*. 26, 153-172.
- Mengoni Goñalons, G. y Yacobaccio, H. (2006). The Domestication of South American Camelids: A View from the South-Central Andes. En Zeder, M., Bradley, D., Emshwiller, E. y Smith, B. (Eds.), *Documenting Domestication: New Genetic and Archaeological Paradigms* (pp. 228–244). Berkeley: University of California Press.
- Mondini, M. y Muñoz, S. (2017). Osteometrics of South-Central andean wild camelids: new standards. En Mondini, M., Muñoz, S. y Fernández, P. (Eds.), *Zooarchaeology in the Neotropics: Environmental Diversity and Human Animal Interactions* (pp. 177–188). Nueva York: Springer.
- Mondini, M., Grant, J., Panarello, H., Samec, C., López, P, Núñez, L. y Cartajena, I. (2019). Composición isotópica del carbono y el nitrógeno en camélidos arqueológicos de la Puna de Atacama: una comparación entre ambas vertientes de los Andes. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano - Series Especiales*, 7, 172-181.
- Müller-Haye, B. (1984). Guinea-pig or cuy. En Mason, I. (Ed.), *Evolution of Domesticated Animals* (pp.252-257). London: Longman.
- Olivera, D. (1998). Cazadores y Pastores Tempranos de la Puna Argentina. En Ahlgren, S., Muñoz, A., Sjodin, S. y Stenborg, P. (Eds.), *Past and Present in Andean Prehistory and Early History* (pp. 153-180). Goteborg: Etnografiska Museet.
- Ostergard, M. (1980). X-Ray diffractometer investigations of bones from domestic and wild animals. *American Antiquity*, 45, 59-63.
- Pollard, G. y Drew, I. (1975). Llama herding and settlement in prehispanic Northern Chile. application of an analysis for determining domestication. *American Antiquity*, 40, 296-305.
- Prates, L., Prevosti, F. y Berón, M. (2010). First records of prehispanic dogs in southern South America (Pampa-Patagonia, Argentina). *Current Anthropology*, 51, 273-280.

- Prevosti, F., Bonomo, M. y Tonni, E. P. (2004). La distribución de *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1811) (Mammalia: Carnivora: Canidae) durante el Holoceno en la Argentina: implicancias paleoambientales, *Mastozoología Neotropical*, 11, 27-43.
- Raffino, R., Tonni, E. y Cione, A. (1977). Recursos alimentarios y economía en la región de la Quebrada del Toro, provincia de Salta, Argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 11, 9-30.
- Reigadas, M. (1994). Caracterización de tipos de camélidos domésticos actuales para el estudio de fibras arqueológicas en tiempos de transición y consolidación de la domesticación animal. En Elkin, D., Madero, C., Mengoni Goñalons, G., Olivera, D., Reigadas, M. y Yacobaccio, H. (Eds.), *Zooarqueología de Camélidos* Tomo 1 (pp.125-154). Buenos Aires: Grupo Zooarqueología de Camélidos.
- Reigadas, M. (2010). Estudio de fibras animales arqueológicas: propuestas. Avances, resultados, evaluación y agenda futura. En Gutiérrez, M., De Nigris, M., Fernández, P., Giardina, M., Gil, A., Izeta, A., Neme, G. y Yacobaccio, H. (Eds.), *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes teóricos, metodológicos y casos de estudio* (pp. 51-63). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.
- Rodriguez-Loredo, C. (1997-1998). Estudio arqueozoológico del sitio inca Potrero-Chaquiago, barrios La Solana y Retambay, Andalgalá, provincia de Catamarca (Argentina). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 22-23, 203-45.
- Rofes, J. y Wheeler, J. (2003). Sacrificio de cuyes en los Andes: el caso de El Yaral y una revisión biológica, arqueológica y etnográfica de la especie *Cavia porcellus*. *Archaeofauna*, 12, 29-45.
- Rosenfeld, S. (2014). Guinea pig: domestication. En Smith, C. (Ed.), *Encyclopedia of Global Archaeology* (pp. 3172-3175). New York: Springer.
- Samec, C. y Yacobaccio, H. (2021). Zooarqueología y análisis de isótopos estables en un contexto pastoril: el caso de Cueva Chayal (Jujuy, Argentina). *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas*, 67, e4240.
- Samec, C., Pirola, M., Yacobaccio, H. y Panarello, H. (2020). Assessing prehispanic herding strategies through stable isotope analysis: a case study from the dry Puna of Argentina, *Environmental Archaeology*, 25, 353-364.
- Shimada, M. y Shimada, I. (1985). Prehistoric Llama breeding and herding on the north coast of Peru. *American Antiquity*, 50, 3-26.
- Silverman, H. (1988). Cahuachi: non-urban cultural complexity on the south coast of Perú. *Journal of Field Archaeology*, 15, 403-430.
- Spotorno, A., Manríquez, A., Fernández, J., Marín, C., Gonzales, F. y Wheeler, J. (2007). Domestication of guinea pigs from a southern Peru – northern Chile wild species and their middle pre-columbian mummies. En Kelt, D., Lessa, E., Salazar-Bravo, J. y Patton, J. (Eds.), *The Quintessential Naturalist: Honoring the life and legacy of Oliver P. Pearson* (pp. 367-388). California: University of California Press.

- Stahl, P. (2003). Pre-Columbian andean animal domesticates at the edge of empire. *World Archaeology*, 34, 470- 83.
- Tonni, E. y Laza, J. (1976). Paleoetnozoología del área de la Quebrada del Toro. Relaciones de la Sociedad Argentina de *Antropología*, 10, 131-140.
- Valadez Azúa, R. y Mendoza, V. (2005). El perro como legado cultural. *Nuevos Aportes*, 2, 15-35.
- Valdez, L. (2000). Aproximaciones al estudio del cuy en el antiguo Perú. *Boletín del Museo de Arqueología y Antropología*, 3, 16-19.
- van Dalen Luna, P. (2019). Importancia del cuy en la región altoandina de la provincia de Huaral. *Investigaciones Sociales*, 22, 77-90.
- van Dalen Luna, P. (2020). *El uso y la importancia del cuy en las sociedades andinas a partir de las evidencias en la provincia de Huaral*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Vásquez, V., Rosales, T., Gálvez, C. y Dorado, G. (2016). El origen del perro (*Canis lupus familiaris*) sin pelo peruano (PSPP): pruebas arqueológicas, zooarqueológicas y genéticas – Revisión. *Archaeobios*, 10, 80-102.
- Von den Driesch, A. (1976). *A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites*. Cambridge: Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University.
- Webb, S. (1965). The osteology of camelops. *Bull of Los Angeles county Museum*, 1, 1-54.
- Weir, B. (1974). Notes on the Origin of the Domestic Guinea-Pig. En Rowlands, I. y Weir, B. (Eds.), *The Biology of Hystricomorph Rodents* (pp. 437-446). London: Academic Press for the Zoological Society of London.
- Wheeler, J. (1982). Aging llamas and alpacas by their teeth. *Llama World*, 1, 12-17.
- Wheeler, J. (1984). On the origin and early development of pastoralism in the Andes. En Clutton-Brock, J. y Grigson, C. (eds.), *Animals and Archaeology 3: Early Herders and their Pocks* (pp. 395-410). Oxford: BAR International Series.
- Wheeler, J. (1995). Evolution and present situation of the South American camelidae. *Biological Journal of the Linnean Society*, 54, 271-295.
- Wheeler, J. (1998). Evolution and origin of the domesticated camelids. *Alpaca*, 3, 1-16.
- Wheeler Pires-Ferreira, J., Pires-Ferreira, E. y Kaulicke, P. (1977). Domesticación de los camélidos en los Andes Centrales durante el período Precerámico: un modelo. *Journal de la Société des Américanistes*, 64, 155-165.
- Wing, E. (1972). Utilization of animal resources in the peruvian Andes. En Izumi, S., y Terada, K. (Eds.), *Andes 4. Excavations at Kotosh, Perú: 1963 and 1966* (pp. 327-352). Tokyo: University of Tokyo Press.
- Wing, E. (1977). Animal Domestication in the Andes. En Roed, C. (Ed.), *Origins of Agriculture* (pp. 387-859). Mouton: The Hague.
- Yacobaccio, H. (2010). Osteometría de llamas (*Lama glama* L.) y sus consecuencias arqueológicas. En Gutiérrez, M., De Nigris, M., Fernández, P., Giardina, M., Gil, A., Izeta, A., Neme, G. y Yacobaccio, H. (Eds.), *Zooarqueología a principios del siglo XXI. Aportes*

teóricos, metodológicos y casos de estudio (pp. 65-75). Buenos Aires: Ediciones del Espinillo.

Yacobaccio, H. y Vilá, B. (2013). La domesticación de los camélidos andinos como proceso de interacción humana y animal. *Intersecciones en Antropología*, 14, 227-238.

Yacobaccio, H. y Vilá, B. (2016). A model for llama (*Lama glama* Linnaeus, 1758) domestication in the southern Andes. *Anthropozoologica*, 51, 5-13.

Yacobaccio, H., Madero, C., Malmierca, M. y Reigadas, M. (1997-1998). Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, XXII-XXIII, 389-418.

CAPÍTULO 6

Cuantificación en zooarqueología de vertebrados

Luis M. del Papa y Fernando J. Fernández

En este capítulo se exponen los conceptos básicos sobre la cuantificación, principalmente de restos esqueléticos y atributos tafonómicos, en zooarqueología de vertebrados. Se incluyen los tipos de unidades a cuantificar, el tratamiento de los estimadores de abundancia anatómica y taxonómica, modelos de transporte y económicos interpretativos, además de diversos índices zooarqueológicos y paleoecológicos.

Objetivos, conceptos básicos y desarrollo de la zooarqueología cuantitativa

Resulta necesario cuantificar los restos arqueofaunísticos que fueron analizados previamente (recopilación de la información de cada resto -catálogo, determinación anatómica y taxonómica, edad y rasgos tafonómicos- para realizar estimaciones e interpretaciones sobre actividades humanas (económicas, simbólicas), la intervención de diversos agentes naturales a través del tiempo y sobre las condiciones paleoambientales (e.g., Grayson, 1984; Mengoni Goñalons, 1988; Lyman, 1994a). Primero es ineludible introducir dos unidades básicas, donde se asientan la mayoría de los cálculos y cuantificaciones utilizados en zooarqueología:

1-Espécimen: es un hueso, diente, cáscaras de huevo, valvas, fibras, etc o un fragmento de éstos recuperados de los sitios arqueológicos y paleontológicos (Shotwell, 1955). Es la unidad mínima de análisis representado por cualquier resto arqueofaunístico esté fragmentado o entero, susceptible de análisis, sin importar si es posible su determinación anatómica y taxonómica. En este sentido, en la definición de espécimen se incluyen aquellos restos indeterminados (Mengoni Goñalons, 1988; Salemme et al., 1991).

2-Elemento: es un hueso, diente, cáscara de huevo, valva, fibra, etc, que sugiere integridad anatómica o una porción mayor (Shotwell, 1955). En consecuencia, todo elemento es un espécimen, pero no todo espécimen (salvo que esté completo) es un elemento.

Posteriormente, al introducir índices utilizados para comparar con marcos de referencias⁴ (véase más adelante) se amplió a la definición de elemento a aquellas porciones mayores de una unidad anatómica (e.g., epífisis proximal del fémur, diáfisis del fémur; véase Mengoni Goñalons, 1988). En este caso, se debe remarcar que la definición de elemento sigue el criterio de integridad anatómica completa; pero, por cuestiones operativas en la comparación, se incorporó la división de la unidad anatómica en porciones.

Entre los primeros trabajos de cuantificación de los restos de vertebrados en contextos arqueofaunísticos se destaca el trabajo de Dorothea Bate (1937) en las cuevas de Tabun y Wad (Monte Carmelo, Levante, Israel), quien calcula cómo varía la frecuencia a través del tiempo de especímenes identificados del antílope *Gazella gazella* (definido originalmente como *Gazella* spp.) asociado a ambientes esteparios áridos y del ciervo *Dama mesopotamica* relacionado a ambientes boscosos y de mayor humedad. Esta autora cuantificó las frecuencias de los especímenes identificados para interpretar las variaciones en la disponibilidad de ambos taxones por cambios en las condiciones paleoambientales (véase también Capítulo 1). De este modo, la hipótesis de mayor abundancia de un taxón sobre otro en los distintos contextos cronológicos del sitio maximiza la interpretación paleoambiental sobre el rol humano en la selección de ambos tipos de presas (Grayson, 1984).

A lo largo de la historia de la disciplina se fueron incorporando estimadores más elaborados que permitieron ajustar con mayor detalle las interpretaciones sobre las actitudes humanas hacia la fauna y los ambientes en el pasado. Tal es la proliferación de las unidades cuantitativas que, en la década de 1990, Richard Lee Lyman (1994b) recopila 112 términos asociados a 122 definiciones diferentes, donde algunas unidades tienen igual significado y otras son denominadas de la misma manera, pero calculados o con significados distintos. Debido a esta ambigüedad, Lyman remarca la necesidad de explicitar las definiciones de las unidades cuantitativas utilizadas y las maneras de calcular los índices. Más adelante, veremos ejemplos de cómo un mismo índice puede calcularse de diferentes maneras o con diferentes criterios.

Box 4. Breves reflexiones en torno a la cuantificación de restos óseos

Guillermo L. Mengoni Goñalons*

*Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, UBA, 25 de Mayo 221, C1002ABE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

⁴ Cuerpos independientes de información que nos sirven para comparar con el registro arqueológico.

La cuantificación es un tema central en zooarqueología. No se trata de una cuestión simplemente metodológica. Para su desarrollo y aplicación práctica precisa de un marco conceptual que se sustenta en aspectos de índole teórica. Basta con recorrer los manuales clásicos de Grayson (1984), Lyman (2008), Reitz y Wing (2008) y Gifford-González (2017) para darse cuenta de su importancia epistemológica y metodológica. El tema es muy amplio y complejo en ciertos aspectos (Mengoni Goñalons 2006-2010). Aquí sólo me referiré a un par de cuestiones sobre las que siempre habría que reflexionar, antes de optar por algún procedimiento cuantitativo en particular.

A todos los analistas nos interesa saber qué tipos de animales están presentes en los conjuntos óseos y en qué cantidad, además de saber qué partes anatómicas están representadas. Por eso, en zooarqueología nos manejamos con dos clases de categorías: taxonómicas y anatómicas. Las primeras dan cuenta de los tipos de animales. Las segundas sirven para clasificar las partes esqueléticas que integran las muestras óseas que analizamos.

Para definir las categorías taxonómicas podemos emplear, simultáneamente, el sistema linneano (clase, orden, familia, género, especie) o alguna otra manera de categorizar a la fauna que utilice algún rasgo que sirva para diferenciar grupos de animales basados en alguna característica de su comportamiento o ecología. Por ejemplo, solitario vs gregario, terrestre vs acuático, rápido vs lento, solo para dar algunos ejemplos simples. Creo que trabajar con ambos sistemas en paralelo da oxígeno a la investigación, dado que resulta operativo cuando en nuestra agenda de preguntas contemplamos los costos de obtención de las presas y la tecnología necesaria para adquirir esos recursos. No es lo mismo capturar a un ave corredora que a una voladora. Como tampoco es lo mismo cazar a un guanaco que a un piche.

La cuantificación requiere de unidades de medida que nos permitan realizar conteos dentro de una misma lógica y realizar comparaciones en una misma escala. Estos conteos implican medir una propiedad del registro faunístico: la abundancia, sea taxonómica o anatómica. Pero la abundancia no habla por sí sola. Para entender por qué varía de un conjunto a otro es preciso comparar las frecuencias con las expectativas que surjan de algún modelo. En ese sentido, el esqueleto completo de cualquier animal representa el modelo natural donde cualquier resto óseo podría idealmente encontrar a su homólogo. Este modelo es lo que nos permite comparar la frecuencia observada y medida por nosotros a partir de los restos óseos recuperados; y la frecuencia esperada que es aquella que uno esperaría hallar si los animales ingresaran completos. Es decir, todas sus partes se incorporarán al registro en la misma proporción en que están presentes en un esqueleto completo. Tener en cuenta esto es lo que nos permite normalizar las frecuencias absolutas que corresponden a cada unidad anatómica, como en el caso del MAU (*Minimum Anatomical Units*) o del RSA (*Relative Skeletal Abundance*). El paso siguiente será estandarizar los valores y llevarlos a una escala porcentual, lo que permite realizar comparaciones entre conjuntos.

Asimismo, en zooarqueología solemos hablar de transporte de las presas, su distribución social (intra o intergrupal) y su consumo final. En general, el procesamiento de la carcasa de un animal involucra la puesta en acción de una serie secuencial de actividades. Estas suelen incluir: a) la evisceración y obtención de los órganos internos y la sangre; b) la extracción del cuero; c) la reducción de la carcasa en unidades menores; d) el descarnado de los huesos y la separación de la grasa muscular asociada; e) la obtención de la médula ósea; f) la producción de grasa ósea; g) la selección de soportes para la confección de instrumentos. Esto implica un proceso gradual de pérdida de integridad anatómica y progresiva reducción en donde el animal es segmentado en porciones cada vez más pequeñas. Por eso, deberíamos emplear unidades que agrupen a las diferentes partes anatómicas en función de los criterios que intervienen en la toma de decisiones sobre qué se transportará y cómo, qué se repartirá y cómo, y finalmente qué se va a consumir y cómo.

Frente a la necesidad de transportar la carcasa de un animal es necesario evaluar si es posible acarrearlo entero o dividido. Para lo cual, habrá que pensar en sus costos, en relación con el peso que hay que transportar. De ese modo, acarrear los huesos de ciertas unidades anatómicas de una carcasa puede incrementar dichos costos. Por lo que uno podría categorizar a las diferentes partes del esqueleto de un animal en función de la relación entre el peso del hueso sin carne vs el peso de la carne asociada a cada unidad anatómica y, luego, agrupar aquellas unidades en las que domina una u otra cosa. Aunque, también, se debería considerar cuánta carne queda potencialmente adherida a los huesos una vez descarnados y si conviene (o no) abandonarlos en el campo (Lupo, 2006). Basta comparar, por ejemplo, en función de esos criterios los costos de transporte y faenado en el campo del esqueleto axial (e.g., columna vertebral y costillas) de un guanaco con respecto a las unidades que forman sus miembros (e.g., húmero/radioulna y fémur/ tibia). Por lo que si nuestro acento está puesto en plantear el transporte selectivo tendríamos que pensar en unidades de trozamiento (léase “paquetes de partes”) que contemplen esas cuestiones.

Ante el consumo sucede algo semejante. Cuando pensamos en consumo inmediato, evaluamos el potencial de carne y médula que ofrecen los distintos huesos, jerarquizándolos en función de su rendimiento (e.g., alto, moderado o bajo) y su empleo al poco tiempo que el animal es faenado. En cambio, cuando hablamos en términos de consumo diferido pensamos en el uso de las diferentes partes del animal después de transcurrido un cierto lapso desde ocurrido el sacrificio. Para ello, consideramos qué partes son las mejores para ser conservadas por desecación, teniendo en cuenta otros parámetros (ej., proporción de hueso seco con respecto al de la carne; porcentaje de médula) que son algo diferentes a los considerados en otras situaciones.

En síntesis, los huesos que son ricos en carne y médula y tienen una baja proporción hueso/carne, en general, son más aptos para ser procesados y consumidos de manera inmediata (huesos largos). Los huesos que son ricos en carne solamente y tienen una proporción alta de hueso/carne son ideales para ser secados y, por ende, consumidos de forma diferida (e.g., costillas). Vale aclarar algo, esto no significa dejar de lado los perfiles

esqueletarios tradicionales, ordenados del cráneo a las extremidades posteriores, sino potenciar la información que contienen y reagrupar las unidades anatómicas en función de lo que queramos discutir y los criterios que nos sugieren los modelos en uso.

En todos los ejemplos dados vemos que adquieren un papel fundamental los estudios de la anatomía económica de los animales que analizamos. Tal como lo mencionamos, las diferentes unidades anatómicas que componen la carcasa de un animal tienen un rendimiento económico variable según la unidad de trozamiento que se trate. Hay partes de la carcasa de muy alta utilidad y otras de rendimiento bajo, tanto en términos de cantidad de carne, grasa intramuscular o médula ósea asociada. En el caso de los camélidos hay huesos que mayormente poseen carne (columna vertebral y costillas), otros ofrecen mucha carne y médula (húmero y fémur), algunos poca carne y médula (radioulna y tibia), otros sólo médula (autopodios), finalmente están aquellos que contienen órganos ricos en proteínas y grasas (e.g., cráneo y mandíbula).

Conocer la utilidad de cada unidad anatómica en términos de la proporción de carne, hueso y médula que poseen es imprescindible, dado que ofrece un marco de referencia de gran importancia para analizar la variabilidad de los conjuntos óseos. Esto no significa desconsiderar otros modelos (e.g., la desarticulación natural de una carcasa, su transporte hídrico o cualquier otro proceso natural mediado por la densidad ósea) que impacten sobre la completitud y representatividad de las diferentes partes de un animal. Todo lo contrario.

Con lo dicho, la reflexión que cabe es la siguiente. Planteado un problema se debería buscar coherencia entre nuestras unidades de análisis y las unidades de interpretación. Si queremos comprender los procesos de reducción de las carcasas y su progresiva pérdida de integridad anatómica debemos recurrir a todas las herramientas metodológicas disponibles y elegir aquellas que consideremos las que mejor acompañan las ideas que impulsan la investigación, surjan de nuestra propia imaginación o la de nuestros colegas.

Unidades cuantitativas

Para tener en cuenta, las cuantificaciones van desde cálculos sencillos de suma de especímenes identificados a alguna categoría taxonómica o *taxón free*⁵ (Faith y Lyman, 2019); o de aquellos que presenten algún rasgo tafonómico particular. Es decir, desde unidades directas de observación hasta cálculos complejos que requieren distintos grados de procesamiento matemáticos y estadísticos, conocidas como unidades derivadas, procedentes de observaciones directas. Por ejemplo, el MNE⁶ (número mínimo de elementos)

⁵ Agrupamiento por cuestiones ecológicas, eto-ecológicas (similitudes por tipo de adaptación a un ambiente en particular, hábitos dietarios, de locomoción, peso corporal entre otras variables no necesariamente relacionadas con la filogenia ni la sistemática).

⁶ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MNE = *Minimum Number of Elements*.

deriva del NISP (número de especímenes identificados por taxón)⁷ y el MAU⁸ (unidades anatómicas mínimas) deriva del MNE. Entre las unidades derivadas, como veremos más adelante, también, se pueden mencionar los *ratios*, relación entre variables. En general, para el cálculo de las unidades derivadas se deben considerar los criterios de la toma de decisiones basadas en las preguntas y en la escala de análisis elegidas por el equipo de investigación. Además, cabe mencionar que, cuando se hacen cuantificaciones, se pueden realizar análisis estadísticos de distinta índole para establecer, por ejemplo, si la comparación entre muestras y/o variables son estadísticamente significativas, o también, evaluar la interpretación de algún patrón en particular. Para someter a prueba estos interrogantes se utilizan las correlaciones de Spearman, regresión, Chi², entre muchos otros.

En esta oportunidad desarrollaremos las unidades básicas y/o clásicas utilizadas en zooarqueología.

Índices de abundancia taxonómica

Los índices de abundancia taxonómica tienen como objetivo establecer la representación (numérica) de los taxones constituidos en un conjunto zooarqueológico. Esta estimación nos conduce, como veremos más adelante, a la caracterización de la forma de consumo de animales de un sitio en particular. Al comparar los patrones de consumo entre dos o más sitios se generan o contrastan modelos económicos. Asimismo, nos permite observar los cambios de uso de la fauna a través del tiempo y, en este sentido, podemos realizar consideraciones paleoambientales. Entre los índices de abundancia taxonómica veremos aquellos de índole directa (NISP y peso de los especímenes) y derivada –MNI- (número mínimo de individuos)⁹.

Peso de los especímenes

Consiste en tomar el peso de los especímenes que representan a los diferentes taxones de la muestra. Es una unidad directa, a la razón que los valores se pueden registrar a medida que se identifican los especímenes (si bien en la práctica se suele realizar una vez identificados los taxones) y se suman los valores conforme se ingresan nuevas muestras. Este método se utiliza para estimar la cantidad de nutrientes que ingresan al sitio (sin importar si ingresan enteros o trozados) debido a que se hace el cálculo de cuántos nutrientes representan el peso de esos especímenes. En este sentido, algunos estudios tienen como referencia que ca. del 7,5% del peso completo de los artiodáctilos domesticados corresponde al peso de los huesos. Entre las dificultades, no tienen en cuenta las condiciones de los individuos representados (el peso puede variar por edad, sexo, estacionalidad, condición nutricional). Sin embargo, Reitz y Wing (1999), para resolver esta problemática, sugieren

⁷ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés NISP = *Number of Identified Specimens Per-taxon*.

⁸ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MAU = *Minimum Anatomical Units*.

⁹ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MNI = *Minimum Number of Individuals*.

hacer cálculos alométricos a partir del peso de los especímenes para estimar la biomasa. Otra cuestión conflictiva radica en no tener en cuenta si las presas ingresan al sitio enteras (se usa el promedio del peso entero del animal) o en partes (e.g., solo los miembros posteriores o los cráneos) debido a que los nutrientes se distribuyen de una manera heterogénea entre las diferentes unidades de trozamiento (véase anatomía económica). En este sentido, el peso de las diferentes unidades representadas no refleja el valor exacto, si no el valor promedio de la especie. El peso de los especímenes puede ser problemático a la hora de comparar diferentes taxones, cuya estructura ósea es completamente diferente (este sería el caso de la comparación entre aves, peces, reptiles y mamíferos). Las muestras con diferentes historias tafonómicas, también, dificultan la comparación. Por ejemplo, la termoalteración modifica la masa y el peso de los especímenes, ergo, comparar muestras con grados significativamente dispares en la termoalteración suele ser complejo, al igual que distintos procesos diagenéticos pueden alterar el peso de los restos (pérdida de colágeno por lixiviación, intercambio de componentes inorgánicos entre el hueso y el microambiente de depositación, relleno de los poros del hueso por minerales, etc.). Quisiéramos destacar que, esta manera de cuantificar la abundancia taxonómica no es la más utilizada por los zooarqueólogos, aunque en algunas situaciones particulares puede ser importante y en relación con la comparación de algún taxón particular (véase Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004).

NISP

El NISP (Payne, 1975) es el número de especímenes óseos identificados por taxón. Se calcula sumando cada uno de los especímenes óseos (unidad observacional mínima de análisis) asignados a un grupo taxonómico en particular (Clase, Orden, Familia, Género, Especie). El NISP es una unidad directa porque se puede ir añadiendo al cálculo a medida que vamos tomando los datos primarios de cada espécimen (identificación anatómica y taxonómica, edad, lateralidad si fuera el caso, rasgos tafonómicos presentes). Obviamente, en la práctica, el NISP se calcula una vez obtenido todos los datos primarios del conjunto arqueofaunístico. Los resultados, en general, se presentan en una tabla (véase, Tabla 6.1) con su valor absoluto y/o en su forma relativa (porcentaje), incluso con un gráfico de histogramas o diagramas de torta (véase Figura 6.1A y B).

Tabla 6.1

Categoría taxonómica	Categoría taxonómica	Categoría taxonómica	NISP	NISP%
Pisces	Superclase	Osteichthyes	854	67,29
Clase Amphibia	Orden	Anura	9	0,71
Clase Reptilia	Suborden	Ophidia	61	4,81
Clase Reptilia	Género	<i>Salvator</i> sp.	2	0,16
Clase Aves	Clase	Aves indet.	283	22,30
Clase Mammalia	Infraclase	Marsupialia	7	0,55

Clase Mammalia	Género	<i>Dasyus</i> sp.	21	1,65
Clase Mammalia	Especie	<i>Bos primigenius taurus</i>	17	1,34
Clase Mammalia	Familia	Cervidae Indet.	1	0,08
Clase Mammalia	Especie	<i>Blastocerus dichotomus</i>	12	0,95
Clase Mammalia	Familia	Cervidae (pequeño)	2	0,16
		Total	1269	100

Nota. Abundancia taxonómica expresada en NISP (valores absolutos y relativos), ejemplo ficticio.

La importancia de esta unidad cuantitativa es su aplicación para comparar las frecuencias en que están representadas las diferentes categorías taxonómicas a las que se asignaron los especímenes. De esta manera, es fácil observar cuál de todas las categorías representadas (ya sea taxonómica o agrupamientos por criterios ecológicos *-taxon free-*, *vide supra*) es más abundante que otra. Entre las ventajas de esta unidad es que, al ser directa, como se mencionó en el párrafo precedente, puede calcularse a medida que se identifican los especímenes. Es frecuente excavar sitios arqueológicos en distintas campañas, a veces por distintos equipos de investigación, entonces, resulta ventajoso que se puedan sumar los valores de NISP a medida que se van agregando muestras, de manera sencilla.

Entre las “desventajas” o las consideraciones a saber sobre los alcances y limitaciones del NISP son:

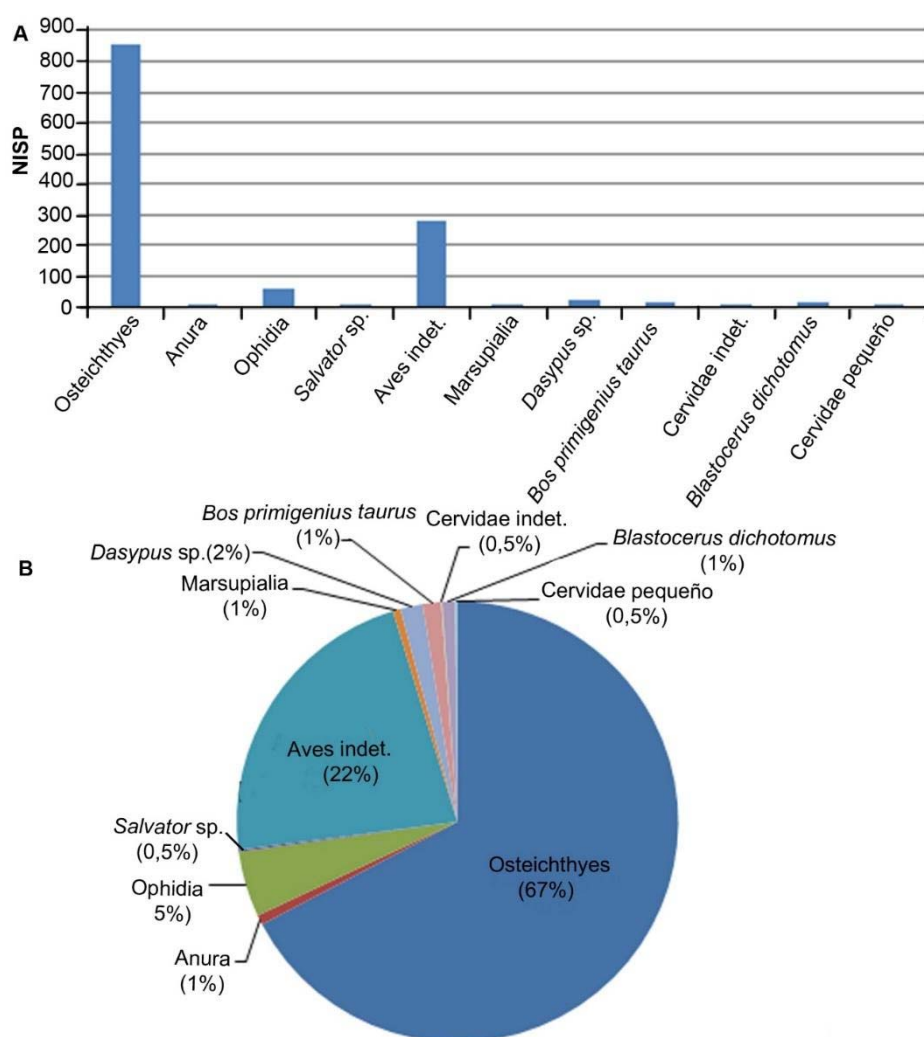
1- Ignora que las especies tienen diferencias en el número de piezas esqueléticas, principalmente cuando se comparan especies de distinta Clase (una especie de mamífero vs una especie de reptil) e incluso dentro de una misma Clase (entre diferentes Órdenes y Familias de mamíferos). Por ejemplo, un mamífero camélido (*Lama guanicoe*) puede tener entre 139 y 145 elementos óseos y un reptil teído (*Salvator rufescens*) entre 197 y 238 elementos, ergo, si ambas especies ingresan enteras al sitio, implicaría una sobredimensión del reptil. Con respecto a la misma Clase, podemos continuar con el ejemplo del camélido y un cánido entre 209 y 212, donde las diferencias se dan por la reducción en el número por fusión y/o desaparición de elementos en los camélidos, como consecuencia de adaptaciones a los hábitos en la locomoción principalmente (ver Capítulo 3). Por otra parte, las especies que presentan armadura ósea externa (armadillos y quelonios) pueden sobredimensionar su presencia en el sitio comparado con aquellas especies que sólo cuentan con endoesqueleto. Para evitar este sesgo, se podría tener en cuenta la cuantificación de los elementos endoesqueléticos o diferenciar las cantidades de los elementos endoesqueléticos y exoesqueléticos.

2- Sobredimensiona las especies que ingresan completas sobre las que ingresan segmentadas. Existe una mayor representación de especímenes de especies que, por su tamaño ingresan enteros (principalmente presas <50 kg) sobre aquellos que ingresan trozados, donde hay una selección de porciones para el transporte de partes esqueléticas (Lyman 1994a; Stahl, 1982). Si bien el NISP no tiene en cuenta las diferencias en la cantidad

de especímenes incorporados a los sitios arqueológicos, las cuantificaciones sobre la representación anatómica y el análisis tafonómico permiten interpretar si los animales ingresaron enteros o trozados (Speth 2022).

3- No tiene en cuenta el desarrollo ontogenético de las especies. La comparación entre individuos adultos, juveniles y/o crías se complejiza por la diferencia en el número de especímenes que tienen los individuos a lo largo de su desarrollo ontogenético. Para ejemplificar, si un húmero entero de camélido adulto (>36-48 meses de edad) ingresa al sitio arqueológico estará representado por un espécimen con todos los centros de osificación fusionados. Mientras si el mismo húmero ingresa al sitio en estadios previos a la adultez (<36 meses de edad) estará constituido por mayor cantidad de especímenes (diáfisis y cinco centros de osificación como máximo -6 especímenes-; véase Kaufmann, 2009). Para observar cómo influye la edad de los individuos de la muestra con el NISP, se pueden hacer perfiles de mortandad a *posteriori*, que permitirá ajustar nuestras interpretaciones.

Figura 6.1



Nota. Abundancia taxonómica expresada en NISP, mediante histogramas con valores absolutos (A) y gráfico de tortas con valores relativos (B).

4- No contempla la preservación diferencial de los huesos. No todos los huesos o porciones tienen la misma posibilidad de preservarse ante distintos agentes y procesos tafonómicos (véase Capítulo 4). En general, las diferencias en la preservación están mediadas por las variables intrínsecas de los huesos, tales como la forma, el tamaño, la cantidad de mineral óseo por volumen, la distribución de nutrientes, entre otros (e.g., Binford y Bertram, 1977; Speth, 2022). En este sentido, para fortalecer las interpretaciones es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo y considerar las variables óseas intrínsecas de las especies representadas a través de análisis cuali/cuantitativo (e.g., proporción de epífisis vs. diáfisis, correlaciones entre la representación de partes esqueléticas y la densidad mineral ósea de los conjuntos arqueofaunísticos).

5- Las distintas unidades esqueléticas tienen diferente jerarquía a la hora de realizar la determinación sistemática (véase Capítulo 3), lo que acarrea diferencias en los números del NISP asignados a las diferentes categorías taxonómicas.

6- Es dependiente del grado de fragmentación de la muestra. Cuando la fragmentación de la muestra es relativamente baja, es posible el sobredimensionamiento de la cantidad de especímenes. Por ejemplo, si un húmero de camélido adulto está fragmentado en dos, vamos a cuantificar el doble de especímenes para un mismo elemento que si estuviese entero. Por otro lado, cuando la fragmentación de los especímenes aumenta considerablemente, lo más probable es que se pierdan los rasgos diagnósticos de los especímenes por la fragmentación o no estén representadas en los diversos fragmentos en que puede dividirse por distintos procesos tafonómicos, principalmente las diáfisis o huesos de poca diagnosis (véase Capítulo 3). En consecuencia, los especímenes no podrán asignarse a una categoría taxonómica (indeterminados, por lo que no son considerados en el NISP) o se asignarán a categorías taxonómicas mayores (Clase, Orden). En este sentido, cuando una especie en particular presenta elevada fragmentación, la cantidad de NISP queda subdimensionada. Por lo tanto, cuando se realiza una comparación entre categorías taxonómicas, o entre distintos conjuntos, es necesario realizar estimaciones sobre cómo fueron afectadas las muestras, a través de otros índices cuantitativos (e.g., porcentaje de especímenes enteros) o ratios (NISP/MNE).

7- Es dependiente de las técnicas de muestreo y recolección. A lo largo de la historia, los métodos de excavación y de recuperación de los materiales arqueológicos han cambiado considerablemente. Desde excavaciones no sistemáticas en busca de “tesoros coleccionables” o de los artefactos enteros y más elaborados, donde los restos faunísticos no eran recuperados, pasando por etapas donde solo se recolectaban los restos faunísticos enteros y fáciles de determinar taxonómicamente y los que se presentaban modificados como artefactos óseos. A partir de la constitución de la arqueología científica moderna, el uso de zarandas para el cribado de los sedimentos ha aumentado el número de restos a analizar (véase Payne, 1972). En la medida de las posibilidades logísticas en las campañas de

excavación, se fue incorporando el uso de flotación para la recuperación de los materiales. Está ampliamente demostrado que el uso sistemático de zarandas con mallas de luz de tamaño pequeño (<2,5 mm) y de flotación, no solo aumenta la cantidad de especímenes para analizar, sino también la proporción de los taxones de menor tamaño, principalmente microvertebrados (e.g., Payne, 1972; Grayson, 1984; Mengoni Goñalons, 1988).

8- Entre las limitaciones más importantes, se destaca la imposibilidad de inferir dieta humana, o calcular la biomasa, es decir, no se puede estimar cuál es la cantidad de nutrientes que aportó cada taxón al conjunto arqueofaunístico.

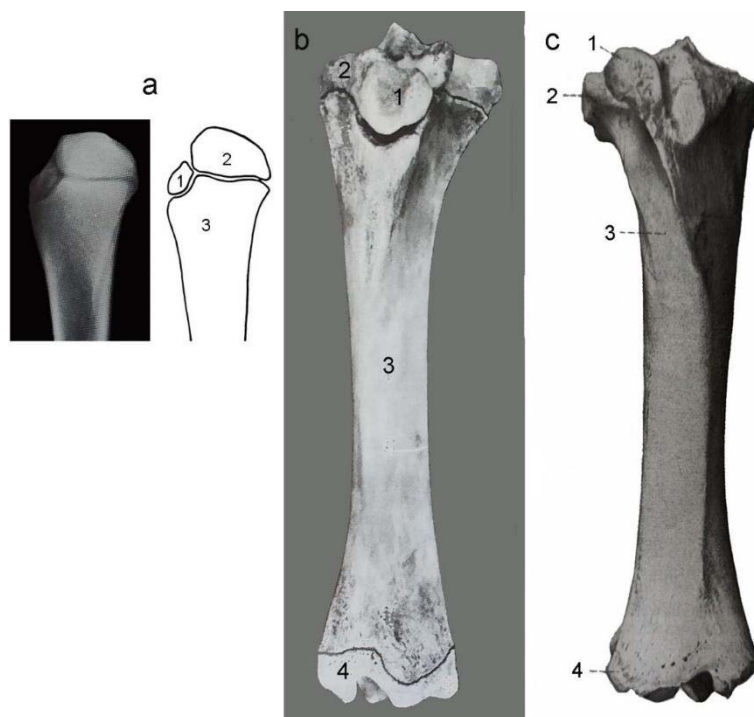
MNI

El MNI (White, 1953) es el número de individuos que da cuenta de los especímenes identificados a un taxón determinado (Mengoni Goñalons, 1988). Calcula el número de individuos de un taxón representados en un contexto zooarqueológico a partir del mayor número de elementos identificados. Esta unidad cuantitativa surge tempranamente en paleontología para resolver los problemas de conteo de abundancia taxonómica derivados del NISP, y concretamente para estimar la abundancia de mamíferos y aves de las faunas pleistocénicas de la Formación Rancho La Brea (Stock, 1929; Howard, 1930; Grayson, 1984; Lyman, 2008; véase Capítulo 4). Sin embargo, los lineamientos generales de este cálculo fueron desarrollados por Theodore White en 1953 para las faunas arqueológicas (Grayson, 1984; Lyman, 1994a, 2008) y aceptada ampliamente por los zooarqueólogos. La intención de White no fue derivar la abundancia taxonómica de los contextos, sino la de estimar la cantidad de nutrientes aportados por cada taxón en los sitios arqueológicos. Estudiando las arqueofaunas de sitios de las Grandes Planicies norteamericanas evaluó la contribución de los ciervos y bisontes a la dieta de los cazadores-recolectores representados en los sitios, así observó que para cubrir las proporciones alimenticias que ofrecía un solo bisonte era necesario cazar cuatro ciervos (White, 1953: p. 397 en Grayson, 1984: p. 27). El MNI se calcula para cada unidad anatómica presente en la muestra (sean huesos pares -e.g fémur, tibia- o impares -e.g., cráneo, axis, sacro, etc.-), donde el elemento anatómico con mayor representación relativa conformará el valor de MNI de ese taxón. Sin embargo, existen varios criterios para calcularlo y es necesario explicitar cuál se eligió, porque los resultados pueden variar considerablemente para una misma muestra. White (1953) introduce el criterio de lateralidad; para ello separa los huesos pares en izquierdos y derechos, donde la lateralidad con valor más alto entre las distintas unidades anatómicas será el MNI de la muestra. Por ejemplo, de 16 porciones distales de tibia, 10 son izquierdas y 6 son derechas, el MNI= 10 porque las 10 tibias izquierdas corresponden a 10 individuos. Es un número conservador, pues se puede establecer estos 10 individuos siguiendo los criterios definidos, aunque, en la realidad algunos de esos huesos derechos podrían corresponder a individuos no correlacionados con las tibias izquierdas (de ahí el término número “mínimo” de individuos). A medida que se incorporen criterios adicionales a la lateralidad se irá afinando en la estimación más precisa de individuos de una muestra, si bien sería imposible cuantificar el

número real de individuos utilizados en la antigüedad. Cabe mencionar que el criterio de lateralidad fue desarrollado por White, porque los elementos más representados en sus muestras correspondían a la porción distal de la tibia. En tanto, el cálculo se puede hacer con huesos impares y/o numerosos. Por ejemplo, en una muestra de camélidos con 8 cráneos (MNI= 8), 4 vértebras atlas (MNI= 4), 9 vértebras axis (MNI= 9), 12 vértebras lumbares (MNI= 2) y 7 vértebras torácicas (MNI= 1). El MNI total de la muestra es 9 (a partir de la cantidad de axis), pues cada individuo tiene una vértebra axis en el esqueleto, al igual que el cráneo y el atlas, 7 vértebras lumbares y 12 vértebras torácicas.

Posteriormente, Bokönyi (1970) agregó el criterio de edad para el cálculo. El desarrollo ontogenético alcanzado por los especímenes dan cuenta de la edad de muerte de los individuos. Estos rasgos pueden observarse a través de la fusión de los centros de osificación de los huesos (si están sin fusionar, semi-fusionados o fusionados completamente, Figura 6.2), de la secuencia de erupción dentaria (primera dentición y reemplazo definitivo en mamíferos) y desgaste dentario. Retomando el ejemplo de las 16 porciones distales de tibia desglosadas por los estadios de fusión ósea, si de las 10 izquierdas 8 están fusionadas (fusión de los centros de osificación de la epífisis distal y la diáfisis) y dos están sin fusionar; además de las 6 derechas 2 están fusionadas y 4 sin fusionar, el MNI resultante será 12 (8 individuos adultos [correspondientes a las 8 porciones distales izquierdas fusionadas; las dos derechas fusionadas podrían corresponder a cualquiera de las 8 izquierdas] + 4 individuos juveniles [4 porciones derechas sin fusionar dan cuenta de las 2 izquierdas sin fusionar]). Al agregar criterios aumentó el número mínimo de individuos (12 vs 10).

Figura 6.2

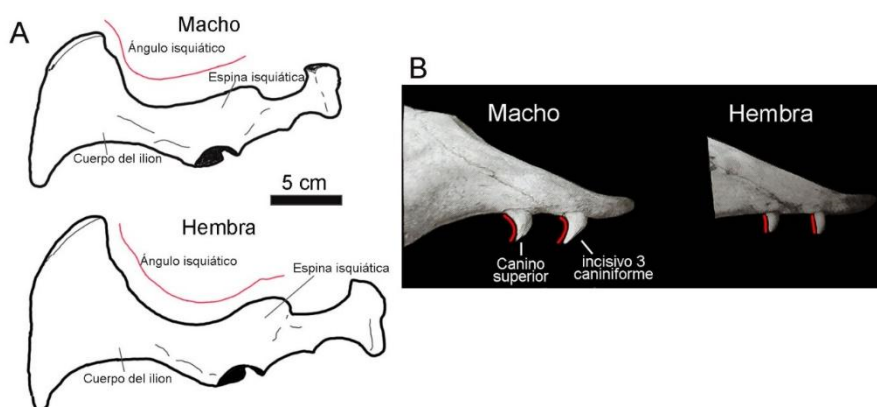


Nota. Tibias de caballo (*Equus ferus caballus*) con distinto grado de desarrollo ontogenético. A, radiografía y diagrama de la porción proximal de tibia de potro de 4 días de edad; B, tibia de potra de 11 meses de edad con las líneas de fusión visibles; C, tibia fusionada en todos los centros de osificación. Referencias: 1= tuberosidad de la tibia; 2= meseta tibial; 3= diáfisis; 4= epífisis distal de la tibia. Modificado de Sisson y Grossman (1982: figuras 15-86, 15-90, 15-91).

Otros criterios que se pueden agregar son los de estimación de sexo y de tamaño (remontaje bilateral). Sin embargo, se destaca que la mayoría de los trabajos siguen el criterio de lateralidad y edad para calcular el MNI, porque es lo suficientemente práctico y preciso en muestras grandes.

El criterio de estimación del sexo, resulta en la capacidad de discernir si los huesos de una especie corresponden a hembras o machos. Entre las dificultades de aplicar este criterio, es que: 1- en general, se puede estimar en individuos adultos donde los caracteres sexuales secundarios se encuentren desarrollados; 2- no todas las especies tienen dimorfismo sexual marcado y cuando ocurre, como en los camélidos, no se puede estimar en todos los huesos (diferencia del tamaño en elementos dentales como los caninos y diferencias en la forma de la pelvis; Figura 6.3; Kaufmann, 2009). No obstante, estos elementos no suelen ser los más representados arqueológicamente como para calcular el MNI; 3- en los casos en que el dimorfismo sexual es marcado, muchas veces esas diferencias se basan en el tamaño corporal. En estos casos, se deben tomar medidas de las distintas variables métricas de los huesos y aplicarles análisis estadísticos y, así, diferenciar entre machos y hembras. Lamentablemente, con frecuencia, existe un solapamiento entre las medidas de machos y hembras debido a diferencias nutricionales, cambios ambientales y enfermedades. En contados casos, se puede establecer el sexo por la presencia/ausencia de determinados rasgos (e.g., astas), pero se debe considerar si esas porciones fueron ingresadas a partir de la caza y selección de los animales o mediante una recolección (la mayoría de los ciervos adquieren y pierden sus astas estacionalmente).

Figura 6.3



Nota. Diferenciación de sexo en camélidos. A- pelvis vista lateral (diferencia en el ángulo isquiático según sexo). B-curvaturas y tamaño de canino e incisivo superiores. Modificados de Kaufmann (2009: figuras 30 y 31).

Con respecto al criterio de tamaño, se busca establecer si los elementos con distinta lateralidad, pero de la misma edad se corresponden entre sí (correspondencia bilateral, mismo individuo; Figura 4). Se necesita tomar mediciones en los huesos con calibre y/o cinta métrica. Retomando el ejemplo de las 16 porciones distales de tibia: 10 izquierdas (8 fusionadas y 2 sin fusionar) y 6 derechas (2 están fusionadas y 4 sin fusionar), si de las 2 porciones derechas fusionadas una se corresponde por tamaño con una izquierda y la derecha restante es más grande que las demás porciones izquierdas, entonces el MNI resultante es 13. Desglosado, son 9 individuos adultos (8 izquierdas fusionadas + una derecha más grande que las anteriores, por lo tanto, corresponde a otro individuo) + 4 individuos juveniles (4 derechas sin fusionar). Entre los problemas para realizar el remontaje o correspondencia bilateral, es que, en general, los especímenes arqueológicos presentan fragmentación (varía según la historia tafonómica) lo que dificulta las mediciones de las distintas variables para establecer la correlación de los elementos pares.

El MNI, al igual que el NISP (Figura 6.1A y B), suele presentarse en el formato tabla de manera absoluta o relativa (porcentual) o en gráficos de torta y/o histogramas para la representación de los individuos de las distintas especies. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la idea original de White (1953) era estimar la cantidad de nutrientes que aportaba cada especie (una proporción del peso del animal vivo), o de una manera más sencilla, multiplicando el MNI por el peso promedio del taxón en vida como un estimador de biomasa (véase del Papa, 2012; del Papa et al., 2012).

Entre las “ventajas” del MNI en contraposición al NISP, se puede mencionar que la cantidad de individuos no está afectada por el total de huesos que tienen los diferentes taxones de mamíferos o entre distintas clases. De esta manera, es lo mismo un individuo del camélido *Lama* (representado por ca. 139/145 elementos) y un individuo del saurio *Salvator* (ca. 197/238 elementos). Por supuesto, se pueden comparar fácilmente estos taxones siguiendo el criterio de White (1953) de multiplicar por la cantidad de nutrientes que aporta cada especie, e.g., *Lama* ca. 100 kg vs *Salvator* ca. 4,5 kg. Si bien están representados por un individuo cada taxón, *Lama* aporta más nutrientes que *Salvator*. Las estimaciones de biomasa corresponden a nutrientes disponibles y no a nutrientes plenamente consumidos porque resulta imposible establecer la cantidad de nutrientes consumidos en el pasado (Mengoni Goñalons, 1988).

Figura 6.4

Nota. Correspondencia bilateral de tibias. Tomadas por Luis del Papa.

Muchas veces, también, se menciona que el MNI no está afectado por el ingreso al sitio de presas enteras o trozadas (obviamente si ingresan enteras el NISP va a estar sobredimensionado con relación al MNI). Se destaca, que muchas veces es necesario diferenciar y estimar si una especie entró entera o no, ya que la cantidad de nutrientes que aporta cada una puede variar. Por ejemplo, si calculamos un MNI de 1 para camélidos y de 1 para un tayasuido (ca. 20 kg) podemos estimar, fácilmente, que el camélido aporta mayor cantidad de nutrientes, sin embargo, si el tayasuido ingreso al sitio entero (o se utilizó integralmente) y del camélido sólo ingresaron los miembros posteriores, la cantidad de nutrientes que aporta cada especie puede ser semejante. En este sentido, es necesario hacer cuantificaciones sobre la representación de partes esqueléticas de las distintas especies para evaluar el aporte de cada una.

Entre las desventajas, siguiendo el criterio anterior, el MNI puede sobredimensionar aquellas especies “raras” o escasamente representadas. Por ejemplo, si de camélidos tengo representados 274 especímenes que dan cuenta de un individuo y sólo un espécimen de *Puma concolor*, no habrá diferencias del MNI entre uno y otro taxón, por más que los camélidos estén mayormente representados a través del NISP y, posiblemente, aportó mayor cantidad de nutrientes que *Puma* (tal vez fue utilizado sin un criterio alimenticio).

Cabe destacar que, al ser un índice derivado del NISP, el MNI no resuelve algunos inconvenientes, como la dificultad de comparar taxones o muestras que sufrieron diferentes historias tafonómicas. En este sentido, se pueden solucionar los problemas de las muestras con poca fragmentación a la razón que, fácilmente, se puede estimar si esos especímenes corresponden a un individuo. Sin embargo, cuando se produce una fragmentación alta (subestimación del NISP de una especie en particular), también, se puede producir la subestimación del MNI (si no se pueden identificar los restos a una especie en particular, es posible que la cantidad de individuos sea menor). Al igual que el NISP, es dependiente del

tamaño de la muestra, porque a medida que aumenta la muestra, es altamente probable la mayor cantidad de individuos estimados estén representados.

El MNI no es aditivo porque hay que recalcularlo cada vez que se ingresan nuevos materiales a la muestra (nuevos trabajos de campaña) o se agregan criterios para su cuantificación. Esto implica una gran desventaja porque se debe empezar de cero para realizar el cálculo de MNI, a veces dificultoso en muestras muy grandes.

Por último, entre las “desventajas” tenemos al criterio de agregación relacionado con las decisiones del equipo de investigación para diferenciar las unidades contextuales y cronológicas portadoras de los materiales de cada conjunto y, principalmente, a las preguntas realizadas en la investigación sobre esas unidades definidas. Entonces, los resultados del MNI dependen de los criterios de agregación que utilice el equipo de investigación. Para ejemplificar, tomaremos el caso presentado por Mengoni Goñalons (1988), modificado levemente en términos descriptivos.

Se analiza un sitio con tres unidades arquitectónicas diferenciadas (una habitación residencial, un recinto ceremonial y un taller —actividades específicas—) del período agroalfarero del Noroeste argentino (Tabla 6.2). Se estudian los restos asignados a llama (*Lama glama*) y al venado andino o taruca (*Hippocamelus antisensis*), ambas de porte similar.

Tabla 6.2

	Habitación residencial	Recinto ceremonial	Taller
Venado andino <i>Hippocamelus antisensis</i>	10 fémures derechos	15 tibias izquierdas	13 húmeros derechos
Llama <i>Lama glama</i>	25 fémures derechos	1 tibia derecha	1 húmero derecho

Nota. Abundancia de artiodáctilos en tres sectores de un sitio arqueológico.

Con este ejemplo, siguiendo el criterio de única agregación (Grayson, 1984), es decir, mediante el cálculo del MNI para el sitio completo sin diferenciar en las unidades arquitectónicas y funcionales, el MNI resultante para el venado andino fue de 15, mientras el de llama fue 25 (total 40 individuos). Entonces, el uso de animales domésticos (llama) fue mayor (62,5% de los individuos de la muestra) a la caza de animales silvestres (venado andino, 37,5%). Ahora bien, si calculamos el MNI de cada especie para cada unidad arquitectónica/funcional (Tabla 6.3), veremos que el cálculo final se modifica.

En total tenemos 38 venados andinos (10 en la habitación residencial + 15 en el recinto ceremonial + 13 en el taller) vs 27 llamas (25 en la habitación residencial + 1 en el recinto ceremonial + 1 en el taller); en total son 65 individuos. De esta manera, se invierten los porcentajes totales de cada especie para el sitio: 58,46% para el venado (actividades extractivas de caza) y 41,53% para las llamas (uso de animales domesticados). Al separar el

sitio en las unidades arquitectónicas/funcionales, aumenta la cantidad de individuos estimados para ambas especies, es decir, cuantas más unidades se separen, según los criterios del equipo de investigación, mayor será el número de individuos totales de la muestra.

Tabla 6.3

	Habitación residencial			Recinto ceremonial			Taller		
	NISP	MNI	%	NISP	MNI	%	NISP	MNI	%
Venado andino	10 (fémur derecho)	10	24,2	15 (tibia izquierda)	15	93,8	13 (húmero derecho)	13	91,7
Llama	25 (fémur derecho)	25	75,8	1 (tibia derecha)	1	6,2	1 (húmero derecho)	1	8,3

Nota. MNI de cada especie para cada unidad arquitectónica/funcional.

La misma situación puede suceder si derivamos el MNI de los diferentes componentes estratigráficos de un sitio multicomponente o si lo derivamos de todos los estratos conjuntamente. Por ejemplo, obtener un MNI (único) para un sitio que presenta ocupaciones humanas desde el Pleistoceno final al Holoceno tardío implicaría pasar la imposibilidad de observar los cambios en el uso de la fauna a lo largo del tiempo e invisibilizar la desaparición y extinción de la megafauna (véase Capítulo 7).

Algunos comentarios sobre los índices de abundancia taxonómica

Se ha discutido y se sigue discutiendo sobre las ventajas y desventajas en el uso de los cuantificadores taxonómicos, en muchos casos contraponiéndolos, sobre todo el NISP vs MNI (véase discusión en Grayson, 1984; Marshall y Pilgram, 1993; Lyman, 2018). En muchos trabajos, se utilizan tanto el NISP como el MNI con tal de fortalecer las interpretaciones y disminuir las “limitaciones” de ambos estimadores (unidades directas vs derivadas). Lyman (2018) realiza el análisis sobre el tipo de unidades, los alcances y del uso de estos índices en la historia de Estados Unidos. Si bien el autor se posiciona en favor del uso del NISP, destaca que la elección del estimador dependerá del objetivo de la investigación. De hecho, Lyman menciona que si se quiere estimar la dieta o la cantidad de nutrientes que fueron utilizados por los antiguos pobladores, el MNI es el indicado (sobre todo, al estilo clásico de White [1953] con el fin de estimar la biomasa obtenida). Si el objetivo es observar cuál especie es más abundante y cuál es “rara” o en baja representación, se debería utilizar el NISP.

Huevos de Rheidae (NISP y MNI)

En los sitios de Argentina es común hallar restos de cáscaras de huevo de réidos (*Rhea americana* –ñandú- y/o *Rhea pennata* –choique, suri-) y si bien en casos excepcionales se

suelen hallar huevos enteros (véase Messineo et al., 2021), la mayoría se encuentran fragmentados. Cabe destacar que son unidades frágiles que se suelen fragmentar fácilmente, pero al contrario de lo que ocurre con los restos óseos de la mayoría de los taxones, son sencillamente identificables, al menos, a nivel de género. El NISP se calcula de la misma manera que para los restos óseos, cada fragmento o huevo entero es un espécimen. Para el MNI, cabe mencionar que es muy difícil diferenciar regiones anatómicas de un huevo en restos fragmentados (e.g., polo mayor, polo menor) por lo que es necesario tomar el peso de la muestra de las cáscaras, y compararlas con los valores promedio tomados por otros investigadores de cáscaras de huevo completas (Bonomo et al., 2008; Quintana, 2008). Como se observa en esta medida de cuantificación y en todas las derivadas, es imprescindible contar con datos actualísticos de las especies con registro arqueológico para establecer el patrón comparativo actual.

Índices de abundancia de partes esqueléticas

Los índices de abundancia de partes esqueléticas tienen como objetivo estimar la representación anatómica de cada taxón; ¿están representados todos los huesos de un esqueleto?, ¿alguna región anatómica está más representada que otra? Cabe destacar que, para interpretar los patrones de partes representadas en cada especie, es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo. Esto nos permitirá, con una menor o mayor confianza, asignar los patrones observados a la actividad humana (e.g., transporte de partes anatómicas, reparto, consumo, descarte, utilización como materia prima en la confección de artefactos; Binford, 1978; Bunn et al., 1988; O'Connell et al., 1990; Bartram, 1993; Yacobaccio et al., 1997-1998; Monahan, 1998; Lupo, 2001; Stahl y Athens, 2001; Faith y Gordon, 2007; Morín, 2007; Miotti y Marchionni, 2009, 2012, 2014; Rindel, 2013), la acción de depredadores naturales, destrucción diferencial por procesos naturales postdeposicionales (e.g., meteorización, diagénesis), procesos de redeposición (e.g., acción fluvial, eólica, carroñeo) entre otros agentes y procesos tafonómicos (véase Capítulo 4).

MNE

El MNE (Binford, 1984) es una medida de abundancia relativa de partes esqueléticas. Aquí cabe recordar la definición de “elemento” = hueso o diente completo (integridad anatómica). Se calcula sobre la representación de cada uno de los elementos que componen el esqueleto. En este sentido, es un valor recompuesto (derivado del NISP) y, por lo tanto, puede diferir del valor de NISP para una misma unidad esquelética, es decir, los valores de MNE pueden ser iguales o menores al NISP para un hueso determinado, nunca mayor. Si bien la definición de elemento sugiere integridad, por razones prácticas a la hora del cálculo (véase el método de fracciones de Klein y Cruz Uribe, 1984) o en las comparaciones con marcos de referencia (véase MAU%), muchas veces el cálculo de MNE se realiza, también, para las porciones mayores de las unidades anatómicas (e.g., epífisis proximal, epífisis distal y diáfisis).

El valor del MNE corresponde a las veces que cada unidad anatómica está representada en la muestra, independientemente de su lateralidad. Por ejemplo, si tenemos 2 epífisis proximales de fémur derecho y una epífisis distal de fémur izquierdo, el MNE resultante es 3 (cada una de las epífisis -sean proximales o distales- se corresponden con un fémur -dos derechos y uno izquierdo). El procedimiento es semejante al del MNI, sin embargo, los valores finales difieren porque no importa cuántos individuos conforman la muestra, sino cuántas unidades de cada elemento tengo. Ahora bien, existen varias formas de calcular el MNE de una muestra.

Suma de las fracciones epifisiarias (Klein y Cruz Uribe, 1984). Supongamos que estamos analizando los especímenes asignados al radio de un ungulado y sólo tendremos en cuenta las epífisis, por lo que separaremos los especímenes que correspondan a las porciones proximales y distales. A cada espécimen le asignaremos un valor (fracción) según el grado de completitud de esa epífisis; completa= 1, la mitad= 0,5 y un cuarto= 0,25 (Figura 6.5). La suma de las fracciones de los especímenes representados en la muestra dará el valor de MNE. Siguiendo el ejemplo, si tengo representados dos epífisis proximales completas, una mitad y un cuarto, el total es 2,75; es decir, como mínimo tengo 3 elementos representados en la muestra (se redondea hacia arriba, ya que la definición de elemento estipula integridad [al menos en las porciones mayores como en este caso, las epífisis], por lo que no puede figurar en fracción). Entre las razones del desuso de esta manera de calcular el MNE se pueden mencionar algunos trabajos tafonómicos (e.g., Bunn y Kroll, 1986; Marean et al., 2001; Barba y Domínguez-Rodrigo, 2005) ya que, tener en cuenta únicamente a las epífisis conlleva una subdimensión del cálculo, porque las epífisis son menos densas (véase apartado de densidad mineral ósea) y, por lo tanto, tienen menos chances de preservarse en el registro arqueológico por razones tafonómicas (véase Capítulo 4).

Figura 6.5

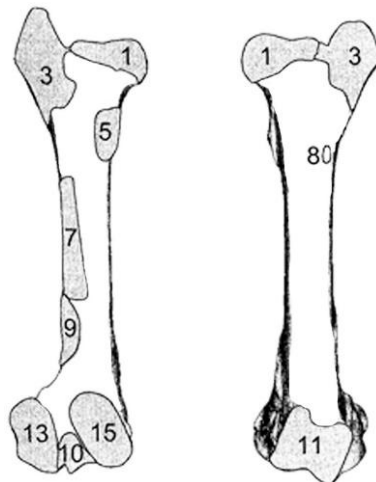


Nota. Estimación de la fracción proximal del radio con un fragmento: de izquierda a derecha 1, 0,5 y 0,25. Modificado de Marean et al. (2001: figura 1).

Cómputo de rasgos y zonas diagnósticas (Todd y Rapson, 1988; Morlan, 1994). Con el fin de introducir las diáfisis a los cálculos de MNE, se reconocieron zonas diagnósticas en la topografía de cada hueso largo (tanto en las diáfisis como en las epífisis), incluidos forámenes nutricios, zonas de inserción muscular y ligamentaria que permiten realizar las identificaciones taxonómicas (Figura 6.6). En este sentido, para calcular el MNE se contabiliza la superposición de cada zona diagnóstica de cada hueso, donde el valor de mayor superposición será el MNE de esa unidad. Ejemplificando, si tengo 7 trocánteres mayores de un fémur (no interesa la lateralidad, sino la cantidad de cada zona diagnóstica que no se

repite), 4 trocánteres menores y 8 forámenes nutricios (ubicado en la diáfisis), el MNE resultante de fémur es 8 (por la cantidad de forámenes nutricios). Esta manera de cuantificar el MNE es la más utilizada para fauna mediana a grande, incluso en la actualidad.

Figura 6.6

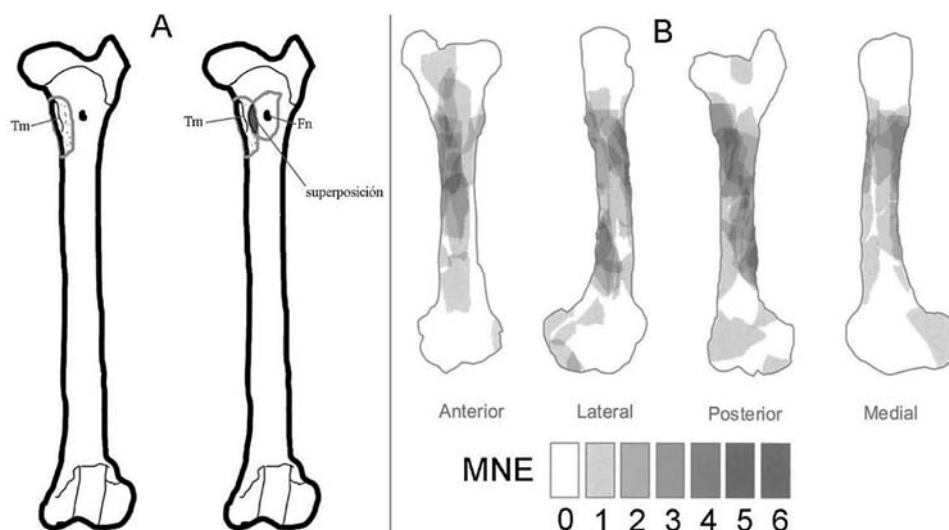


Nota. Zonas diagnósticas de un fémur de un mamífero. Modificado de Marean et al. (2001: figura 3).

Por superposición de sectores, rasgos y zonas de la superficie externa a través de imágenes digitales y Sistemas de Información Geográfica (GIS; Marean et al., 2001). También, se utilizan las zonas diagnósticas necesarias para la identificación de los especímenes a un elemento y taxón en particular. Pero, en muchos casos, los especímenes no incluyen sólo los rasgos diagnósticos de un elemento, sino que poseen una superficie mayor (zona no diagnóstica). En este sentido, Marean et al. (2001) proponen el uso de GIS para realizar el dibujo de cada espécimen identificado, a través de sus zonas diagnósticas, pero con precisión para abarcar lo que representa en su totalidad, incluidas las zonas no diagnósticas. El cálculo de MNE se realizará mediante la superposición de especímenes, sean zonas diagnósticas o no, en las plantillas del *software*. Por ejemplo, en la figura 6.7A se observa la identificación de especímenes a través de zonas diagnósticas, trocánter menor y foramen nutricional, pero la superposición de los especímenes se produce en las zonas no diagnósticas de la diáfisis. Entonces, si sólo computásemos las zonas diagnósticas, como en la propuesta de Morlan (1994), hubiésemos calculado un MNE de 1, en contraposición a la metodología de Marean et al. (2001) que resultaría en un MNE de 2. Cabe destacar que, si bien esta metodología es más precisa que la anterior, conlleva un mayor desgaste para el equipo de investigación, ya que, por un lado, se tiene que perfeccionar en el uso de *software* como SIG y, por otro lado, se debe realizar las plantillas de todos los huesos del esqueleto (de ambos lados si son huesos pares) en sus distintas caras para poder volcar cada espécimen identificado. Para casos de nuestro país se han desarrollado planillas para camélidos (Izeta, 2004). Una vez que tenemos las plantillas, hay que dibujar las distintas caras de cada espécimen identificado (véase Figura 6.7B). En muestras muy grandes, el esfuerzo

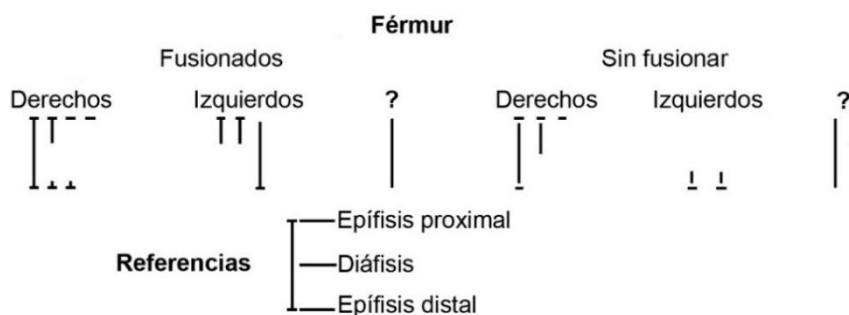
necesario para realizar los dibujos de cada espécimen puede ser demasiado elevado en relación con los objetivos de la investigación. El “costo/beneficio” puede ser demasiado alto respecto al tiempo necesario para realizar el cálculo de MNE, por lo cual, si bien es más precisa, no es muy utilizada. Consideramos que una manera ajustada y sin tanto costo de tiempo para el equipo de investigación podría ser la metodología que se explica a continuación.

Figura 6.7



Nota. Uso de SIG para el cálculo de MNE. A- Superposición de especímenes identificados por zonas diagnósticas (Tm= trocánter menor; Fn= foramen nutricio; Sup. = superposición); B. Representación del cálculo mediante SIG. Modificado de Marean et al. (2001: figura 3).

Reconstrucción de una categoría anatómica a partir de la descripción precisa de los especímenes. Se realiza mediante el cómputo de la frecuencia de una serie de zonas diagnósticas específicas, siguiendo la propuesta de Morlan (1994), pero se incluye una descripción precisa del sector que se encuentra representado (en la planilla de análisis de cálculo), principalmente, en los casos cuya superficie sobrepase la presencia de zonas diagnósticas, del mismo modo que Marean et al. (2001), pero sin *software* avanzado. En este caso, se necesita una descripción clara y precisa de los sectores que abarcan los especímenes en la unidad anatómica analizada (describiendo no solo las zonas diagnósticas, sino su extensión hacia zonas no diagnósticas). En muestras grandes, para hacer el cálculo de esta manera conviene dibujar esquemas a mano para representar a cada uno de los especímenes (véase Figura 6.8). Al separar izquierdos y derechos y al tener en cuenta la edad (fusión ósea), será más fácil calcular el MNI una vez computado el MNE de cada unidad anatómica. Véase el ejemplo (Figura 6.8) para obtener el NISP, MNE y MNI del fémur.

Figura 6.8

Nota. Ejercicio (ejemplo ficticio) para calcular NISP, MNE y MNI.

El NISP resultante es 22, el MNE es 13 (4 derechos fusionados + 3 izquierdos fusionados + 3 derechos sin fusionar + 2 izquierdos sin fusionar + 1 diáfisis sin fusionar, cuya lateralidad se desconoce y se superpone con las otras diáfisis representadas) y el MNI es 7 (4 adultos [fémures derechos fusionados] + 3 subadultos [fémures derechos sin fusionar]).

MAU, MAU%

Lewis Binford (1981, 1984), a partir de sus estudios etnoarqueológicos con los Nunamuit, propone una medida innovadora para calcular la abundancia relativa de partes, sin tener en cuenta a los animales como unidades enteras. Este autor plantea que los humanos procesan, transportan y distribuyen las porciones de una carcasa diferencialmente por múltiples razones, por ejemplo, la distancia geográfica entre los asentamientos humanos y la ubicación de la fauna (Kelly, 1995), el consumo diario o de festividades, consumos inmediatos o diferidos y cuando se comparten las presas, entre otras. Por estas cuestiones era necesaria una unidad enfocada en la representación de diferentes porciones esqueletarias que se pueden asumir como transporte diferencial de partes de las presas (e.g., número de miembros anteriores vs número de miembros posteriores vs caja torácica). El objetivo de Binford (1981, 1984) era crear un cuantificador, que llamó MAU (unidades anatómicas mínimas), para evaluar la relación porcentual entre las diferentes partes anatómicas estandarizadas a partir de la unidad anatómica más abundante.

La fórmula usada es: $MAU = MNE(e) / \text{número de veces que ese elemento aparece en el esqueleto}$. Es decir, se divide al MNE de cada unidad anatómica (e), por la cantidad de veces en que esa unidad esté representada en un esqueleto completo (e.g., en mamíferos, huesos únicos dividido 1 [cráneo, atlas, axis, sacro]; huesos pares, dividido 2 [mayoría del esqueleto apendicular], vértebras torácicas [12, dependiendo la especie puede variar]). Como el interés es medir la abundancia relativa entre las diferentes unidades anatómicas, no sus frecuencias absolutas, se estandariza los valores de las distintas unidades, expresados como porcentajes de la unidad con el MAU más alto (100%), denominado MAU% (Binford, 1984; véase ejemplo en tabla 6.4).

En general, el MAU examina la configuración interna del conjunto mediante la comparación de las frecuencias calculadas para sus diferentes unidades anatómicas y el MAU%¹⁰ o estandarizado permite comparar entre conjuntos. Este cuantificador suele representarse en una tabla (Tabla 6.4), en gráficos de frecuencias (Figura 6.9A) y mediante rangos en un esqueleto (es menos precisa, pero de fácil lectura, Figura 6.9B). El MAU% es el índice más utilizado a la hora de comparar el registro de partes anatómicas de la muestra arqueológica con los marcos de referencia actualísticos, tales como densidad mineral ósea, anatomía económica, patrones de procesamiento etnoarqueológicos y observaciones tafonómicas actualísticas de depredación.

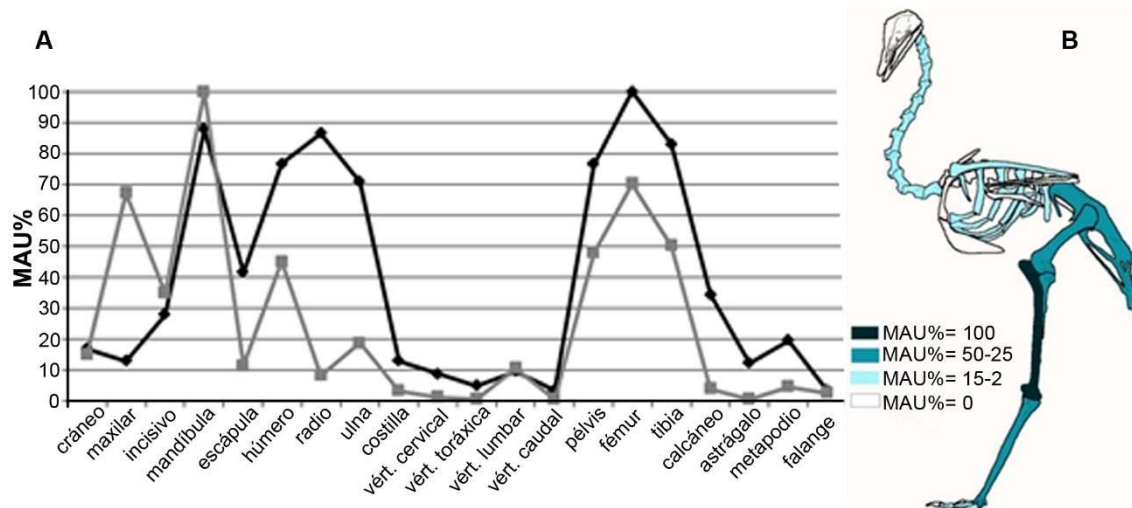
Tabla 6.4

Elemento	NISP	MNE	MAU	MAU%
Cráneo	0	0	0	0
Mandíbula	0	0	0	0
Vértebra cervical	12	6	0,4	10
Costilla esternal	1	1	0,125	3,125
Costilla vertebral	3	3	0,25	6,25
Escápula	0	0	0	0
Coracoides	0	0	0	0
Esternón	0	0	0	0
Húmero	1	1	0,5	12,5
Radio	0	0	0	0
Ulna	0	0	0	0
Carpometacarpo	0	0	0	0
Pelvis	4	2	1	25
Fémur	4	3	1,5	37,5
Tibiotarso	21	8	4	100
Peroné	9	4	2	50
Tarsometatarso	11	4	2	50
Falange medial	3	3	1,5	37,5
Falange proximal	2	2	0,33	8,25

Nota. Representación de partes esqueléticas de *Rhea americana*. Modificado de del Papa y Moro (2017: tabla 3).

¹⁰ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MAU% = *Standardized Minimum Number of Animal Units*.

Figura 6.9

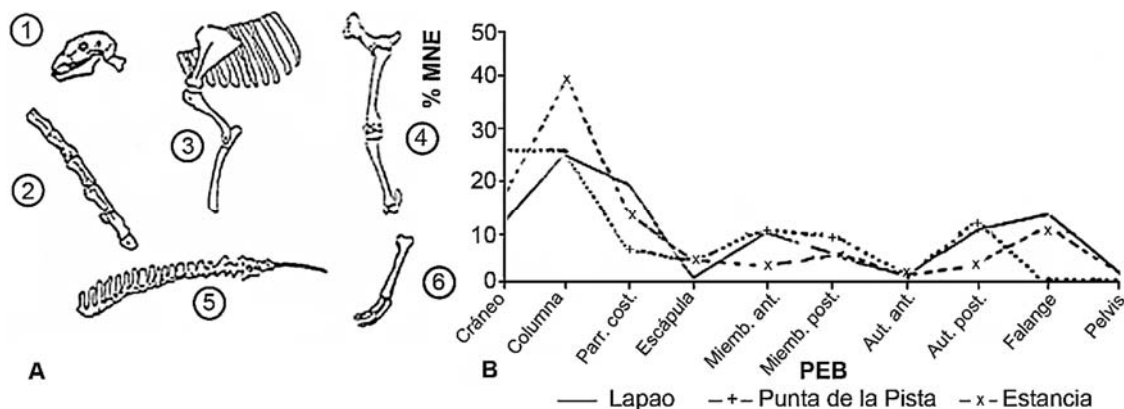


Nota. MAU% graficado para mamífero (A) modificado de Santini (2011: figura 3) y con rango de valores para *Rhea americana* (B) modificado de del Papa y Moro (2017: figura 2).

Partes Esqueletarias Básicas (PEB)

Hugo Jacobaccio (1994), a partir de sus estudios etnoarqueológicos sobre el trozamiento de las presas en pastores surandinos (Susques, Puna de Jujuy), introduce el concepto de Partes Esqueletarias Básicas (PEB). Las PEB agrupan los MNE por zonas del esqueleto que, en líneas generales, se corresponden con las unidades de trozamiento primario observada en Susques (1-cabeza, 2-columna vertebral [región cervical], 3-miembro anterior desde la escápula hasta la radioulna junto a las costillas, 4-miembro posterior desde la pelvis hasta la tibia, 5-columna vertebral [regiones torácica, lumbar, sacra y coxígea], 6- elementos distales de los miembros [metapodios y falanges]; Figura 6.10A). En este sentido, el uso de las PEB permite analizar la variación en los sitios arqueológicos mediante la comparación con el modelo de trozamiento primario realizado por pastores surandinos (Figura 6.10B).

Figura 6.10



Nota. Partes Esqueletarias Básicas (PEB). A. Patrón de trozamiento primario de los postores de Susques; B. Comparación de las PEB entre asentamientos permanente (Lapao) y estacionales (Punta de la Pista y Estancia). Modificado de Jacobaccio (1994: figuras 2 y 3).

Otro caso, pero asociado a cazadores-recolectores, fue realizado en base a la información etnoarqueológica de las prácticas de trozamiento y transporte de guanacos entre los Selknam del norte de Tierra del Fuego y los Aonikenk de la Patagonia meridional (véase Miotti y Marchionni, 2009).

Índices tomados de la Ecología

La arqueología incorporó varios índices, desde el marco teórico de la Ecología Evolutiva, para evaluar la variación conductual de los grupos humanos en relación con la heterogeneidad ambiental. Los índices de riqueza, equitatividad y diversidad son los más utilizados para contrastar los modelos que consideran la toma de decisiones basadas en la relación costo beneficio (objetivos de optimización) y, dependiendo del contexto, podría surgir una complementariedad entre las estrategias de maximización de la eficiencia y la minimización del riesgo. En este sentido, las decisiones en la elección de los recursos estarían dadas por la cantidad de productos procurados con relación a los costos y riesgos surgidos en su obtención. Es así que surge la separación entre recursos caracterizados como de retorno energético alto (*ranking* alto) y de retorno bajo (*ranking* bajo); basados en diversas variables, como el tamaño del animal, los índices de utilidad y/o en la valoración diferencial de las actividades destinadas a la obtención de los recursos (técnicas de caza, transporte, eto-ecología de la presa) y costos de obtención (mayor o menor retorno energético obtenido por unidad de tiempo). Siguiendo a Reitz y Wing (1999), estos índices permiten discutir la subsistencia en términos de estrategias generalistas (gran cantidad de especies en similar proporción) o especialistas (pocas especies con predominio de alguna). Tanto el NISP, el MNI como el peso de los especímenes pueden ser utilizados para calcular la diversidad y la equitatividad (e.g., Reitz y Wing, 1999; Reitz, 2004) y un estimador de biomasa -e.g., MNI multiplicado por el peso promedio del taxón en vida- (véase del Papa, 2012; del Papa et al., 2012; del Papa y Togo, 2015).

Riqueza

Refleja la cantidad de taxones utilizados en un sitio, para la cual se suman todas las categorías taxonómicas que no se traslapen/solapen, es decir, que una misma muestra están representadas categorías que incluyen a otras, por ejemplo, la Clase Mammalia abarca a la familia Camelidae, ergo, para no contar más categorías no se tiene en cuenta la más amplia (véase más ejemplo en tabla 6.5) (Grayson y Delpech, 1998). En la literatura zooarqueológica suele encontrarse como NTAXA y, previamente a calcularlo, es necesario realizar un análisis tafonómico para diferenciar los taxones introducidos por acción antrópica (Grayson, 1991).

En este ejemplo, la clase Reptilia incluye tanto a Ophidia (serpientes) como al género *Salvator* (lagartos); la clase Aves abarca a las especies *Rhea americana* (ñandú), *Eudromia elegans* (martineta) y *Geranoaetus melanoleucus* (águila mora) y al Orden Passeriformes (pajaritos); la Subfamilia Dolichotinae incluye las especies *Dolichotis patagonum* (mara o

liebre patagónica) y *D. salinicola* (conejo de los palos). En este sentido, si bien en la tabla se observan 16 categorías taxonómicas, al no considerar a Reptilia, Aves y Dolichotinae el NTAXA o riqueza de la muestra es 13.

Tabla 6.5

Taxón	NISP	MNI
Reptilia	24	-
Ophidia	2	1
<i>Salvator</i> sp.	15	2
Aves	20	-
<i>Rhea americana</i>	9	1
<i>Eudromia elegans</i>	4	1
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	2	1
Passeriformes	2	1
<i>Chaetophractus vellerosus</i>	19	1
Canidae	1	1
<i>Lama</i> sp.	60	1
Dolichotinae	15	-
<i>Dolichotis patagonum</i>	6	2
<i>Dolichotis salinicola</i>	1	1
<i>Microcavia australis</i>	1	1
<i>Lagostomus maximus</i>	1	1
NTAXA	13	

Nota. Abundancia taxonómica. Ejemplo ficticio para el cálculo de riqueza (NTAXA).

Índice de Diversidad

Mide la importancia relativa de las especies y, como veremos, se utiliza para evaluar las estrategias de subsistencia en términos de la variedad de animales usados por los humanos en un sitio.

Puede calcularse con el índice de Shanon-Weaver (Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004), expresado como

$$H' = -\sum (p_i)(\ln p_i)$$

donde p_i es el índice de abundancia taxonómica utilizado (se puede utilizar NISP, el MNI o un estimador de biomasa) de la categoría i dividido el tamaño de la muestra (utiliza la misma unidad de abundancia taxonómica, ver ejemplo en tabla 6). El valor de este índice aumenta a medida que lo hace la cantidad de categorías, pero principalmente por la representación

pareja de cada una de ellas (véase tabla 6.6: el sitio con menor cantidad de categorías es más diverso por tener una distribución más pareja).

Índice de Equitatividad

Mide la igualdad con que las especies fueron utilizadas, el grado de dependencia de los recursos utilizados y la variedad de las especies usadas en el sitio, basado en el uso igual o desigual de cada especie (Reitz y Wing, 1999; Reitz y Masucci, 2004; Lupo y Schmitt, 2005). En general, se utiliza la fórmula

$$V' = H' / \ln S$$

donde H' es el índice de diversidad de Shanon-Weaver y S es la cantidad de taxones (riqueza o NTAXA, Tabla 6). Los valores de equitatividad varían de 0 a 1; conforme aumenta su valor, más equitativa es la distribución de los taxones; empero, los valores bajos, sugieren la dominancia de un taxón, o unos pocos (Reitz y Wing, 1999).

Tabla 6.6

		Sitio A					Sitio B				
Taxón	Peso Kg	MNI	Peso total	pi	ln pi	pi*ln pi	MNI	Peso total	pi	ln pi	pi*ln pi
Osteichthyes*	0,968	-	0				2	1,94	0,001	6,517	0,010
<i>Chelonoidis</i> sp.	2,5	1	2,5	0,005	-5,263	-0,027	1	2,5	0,002	6,264	0,012
<i>Salvator</i> sp.	4,15	1	4,15	0,008	-4,757	-0,041	1	4,15	0,003	5,757	0,018
Aves (voladoras o poco voladoras)*	1,412	13	18,36	0,038	-3,270	-0,124	13	18,36	0,014	4,270	0,060
<i>Rhea americana</i>	26	4	104	0,215	-1,535	-0,331	5	130	0,099	2,312	0,229
Dasypodidae	0,88	2	1,76	0,003	-5,614	-0,020	1	0,88	0,001	7,308	0,005
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	5,15	-	0				1	5,15	0,004	5,541	0,022
<i>Puma concolor</i>	40	-	0				1	40	0,030	3,491	0,106
<i>Lama</i> sp.	95	3	285	0,590	-0,527	-0,311	11	1045	0,796	0,228	0,182
<i>Mazama</i> sp.	23,45	-	0				1	23,45	0,018	4,025	0,072
<i>Lagostomus maximus</i>	6,18	-	0				3	18,54	0,014	4,260	0,060
<i>Dolichotis patagonum</i>	10	4	40	0,082	-2,491	-0,206	2	20	0,015	4,184	0,064
<i>Dolichotis salinicola</i>	1,85	13	24,05	0,049	-3,000	-0,149	1	1,85	0,001	6,565	0,009
Caviinae	0,377	8	3,02	0,006	-5,074	-0,032	3	1,13	0,001	7,058	0,006
Totales			482,84			-1,24		1312,94			-0,85
NTAXA		9					14				
Diversidad (H')						1,24					0,85
$V' = H' / \ln S$						0,56					0,32

Nota. Cálculo de diversidad y equitatividad. *Promedios de las especies que habitan la región de estudio. Datos de base (MNI y peso) tomados y modificados de del Papa et al. (2012)

Algunos comentarios de estos índices

Los valores resultantes de los índices de riqueza, diversidad y equitatividad no tienen demasiado beneficio *per se*, debido a su alta dependencia, en parte, de los ecosistemas que estemos analizando (el número de especies varía según el clima, productividad y complejidad de un ambiente, entre otros aspectos) y de las decisiones humanas en la conformación del conjunto. La importancia real de estos índices radica en la comparación entre muestras, ya sean de distinto contexto cultural o de distinta temporalidad, para observar si se producen cambios en las decisiones humanas y en las condiciones paleoambientales. Para la comparación hay que considerar que éstos índices son, principalmente, dependientes del tamaño de la muestra, así como de la técnica de obtención de los recursos. En general, conforme aumenta la muestra, mayores van a ser los valores de los índices de riqueza, diversidad y equitatividad (Grayson et al., 2001; Lupo y Schmitt, 2005). Sin embargo, se pueden realizar distintos controles estadísticos (correlaciones, curvas de rarefacción) para que las muestras con diferente tamaño sean comparables (Lyman y Ames, 2007). Además, tanto para la diversidad como para la equitatividad existen otras fórmulas (e.g., Simpson y el recíproco de Simpson) un poco menos utilizadas. Para más detalles sobre los alcances, limitaciones, e interpretaciones de estos índices, puede consultarse en Mengoni Goñalons (2006-2010) y Reitz y Wing (1999, 2008).

Índices de abundancia relativa

Para conocer la distribución de los taxones se emplean índices de abundancia relativa (Bayham, 1979; Lyman, 2003), los cuales nos permiten medir indirectamente la disponibilidad de algunas especies en relación con otras (por ejemplo, especies de alto *ranking* vs bajo *ranking*; de un parche ecológico u otro, recursos terrestres vs. recursos acuáticos). El índice de abundancia relativa más utilizado en la bibliografía es el de artiodáctilos, pero, como mencionamos anteriormente, dependerá del objetivo de la investigación (e.g., roedores, peces, fauna menor). En general (véase excepción en Lyman, 2003), la denominación del índice surge del taxón o categoría definida en el numerador, por ejemplo:

Índice de fauna mayor = $\sum \text{NISP fauna mayor} / \sum \text{NISP fauna mayor} + \sum \text{NISP fauna menor}$, donde valores altos del índice indican dominancia del taxón definido por el numerador (en este caso fauna mayor).

Tabla 6.7

Taxones	NISP
Aves indet.	7
Anatidae	1
Mammalia (grande)	114
Mammalia (pequeño)	14
Artiodactyla	1

<i>Lama</i> sp.	51
<i>Vicugna vicugna</i>	2
<i>Chaetophractus vellerosus</i>	5
Canidae	4
<i>Dolichotis patagonum</i>	1
<i>Lagostomus maximus</i>	3

Nota. Abundancia taxonómica, ejemplo para el cálculo de abundancia relativa.

Fauna > = $\frac{\text{NISP Mammalia grande} + \text{NISP Artiodactyla} + \text{NISP } \textit{Lama} \text{ sp.} + \text{NISP } \textit{V. vicugna}}{\text{NISP fauna mayor} + \text{NISP Aves indet.} + \text{NISP Anatidae} + \text{NISP Mammalia pequeño} + \text{NISP } \textit{C. Vellerosus} + \text{NISP Canidae} + \text{NISP } \textit{D. patagonum} + \text{NISP } \textit{L. maximus}}$

$$\text{Fauna} > = \frac{114 + 1 + 51 + 2}{114 + 1 + 51 + 2 + 7 + 1 + 14 + 5 + 4 + 1 + 3} = \frac{168}{203} = 0,83$$

En este ejemplo, indicado en la Tabla 6.7 y en el desarrollo de la fórmula, se observa una abundancia relativa más elevada de fauna mayor respecto de la fauna menor.

Cuantificación de aspectos y rasgos tafonómicos

Fragmentación y destrucción diferencial

Porcentaje de completitud o porcentaje de enteros

Es un cálculo sencillo que tiene por objetivo cuantificar el porcentaje de especímenes que se encuentran enteros en los diferentes taxones. Es esperable que las presas de tamaño mayor (e.g., mamífero >50 kg) presenten una fragmentación más alta por procesamiento humano que aquellas presas de tamaño pequeño (<15 Kg), ya que no hace falta realizar mucho procesamiento para el consumo de las presas menores. No solo el procesamiento humano es generador de fragmentación (véase Capítulo 4), por lo cual, es importante efectuar el análisis tafonómico para asociar esa fragmentación al agente humano o a otras causas potenciales.

NISP/MNE

Este índice expresa la relación entre los especímenes y el cálculo derivado de elementos. Si un espécimen está entero, da cuenta de un elemento. Pero cuando se produce la fragmentación de los elementos, estos indican uno a varios especímenes. Ya que este índice mide la fragmentación es importante retirar, tanto del numerador como del denominador, aquellos especímenes enteros (Lyman, 1994a). Por ejemplo, si de 345 especímenes se obtiene un MNE de 138, de los cuales 46 se encontraban enteros, entonces el índice

$NISP/MNE = (345 - 46) / (138 - 46) = 299 / 92 = 3,25$. Nótese que si no se sacan los especímenes enteros, el valor indica menor fragmentación ($345 / 138 = 2,5$). El resultado *per se* no tiene mayores implicancias. Cuanto el valor obtenido se aleje más de 1, mayor será la fragmentación, pero más que nada nos sirve si comparamos entre partes esqueléticas, taxones o entre muestras. El consecuente análisis tafonómico intentará develar a qué proceso y/o acción se debe esa diferencia.

Índice de supervivencia

El porcentaje de supervivencia (Brian, 1969) consiste en comparar el número de elementos esperados (MNE esperado) de un taxón sobre la base del MNI de ese taxón en la muestra *vs* el número de elementos observados (MNE observado). Esta comparación se realiza para cada unidad anatómica (véase tablas 8-10) y se basa en una regla de tres simples para obtener el porcentaje de supervivencia: si el MNE esperado corresponde al 100%, entonces el porcentaje del MNE observado es= $(MNE \text{ observado} \times 100) / MNE \text{ esperado}$. En este sentido, el porcentaje de supervivencia asume que los esqueletos enteros de los taxones fueron depositados en el sitio y la ausencia/disminución de elementos se debe a procesos destructivos o alteradores del registro original. Así pues, se deja de lado las decisiones humanas a la hora de la conformación del conjunto (e.g., toma de decisiones en el transporte de partes esqueléticas, procesamiento de las presas, reparto, cocción, descarte). Esta asunción, en parte, es objeto de controversia entre los zooarqueólogos y motivó su desuso a través del tiempo. Sin embargo, cuando hay evidencias de destrucción diferencial por agentes y procesos naturales (véase Capítulo 4) en el registro, este índice puede ser de utilidad. Incluso, bajo el nombre de *Ri* (véase sección micromamíferos), su uso es frecuente para comparar con los registros arqueofaunísticos de micromamíferos y los de depredadores naturales actuales. Otra de las razones de su desuso ha sido la fuerza que ha tomado el MAU% como descriptor de la abundancia relativa de partes esqueléticas de un taxón en particular, principalmente, por su confiabilidad para comparar entre conjuntos y con marcos de referencia que expliquen no sólo la destrucción diferencial de partes esqueléticas por cuestiones naturales, sino también, por las decisiones humanas en la formación del conjunto zooarqueológico (véase sección Marcos de referencia). Para tener en cuenta, los valores de MAU% y el porcentaje de supervivencia pueden dar los mismos resultados cuando el MNI se calcula a través de elementos únicos (e.g., cráneo) o elementos pares que tengan sus lados apareados (igual cantidad de elementos izquierdos y derechos) (Tabla 6.8). Contrariamente, ambos índices se diferencian a medida que aumenta la disparidad entre la cantidad de elementos derechos e izquierdos de la muestra utilizados para el cálculo de MNI (Tabla 6.9 y 6.10).

Tabla 6.8

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Mandíbula	0		0	0	0	8	0	0
Vértebra cervical	12	1	6	0,40	10	60	6	10
Costilla esternal	1	1	1	0,12	3,12	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	6,25	48	3	6,25
Escápula	0		0	0	0	8	0	0
Coracoides	0		0	0	0	8	0	0
Esternón	0		0	0	0	4	0	0
Húmero	1	1	1	0,50	12,50	8	1	12,50
Radio	0		0	0	0	8	0	0
Ulna	0		0	0	0	8	0	0
Carpometacarpo	0		0	0	0	8	0	0
Pelvis	4	2	2	1	25	8	2	25
Fémur	4	2	3	1,50	37,50	8	3	37,50
Tibiotarso	21	4	8	4	100	8	8	100
Peroné	9	2	4	2	50	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	50	8	4	50
Falange medial	3	1	3	1,50	37,50	24	3	37,50
Falange proximal	2	1	2	0,33	8,33	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares apareados.

Tabla 6.9

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Vértebra cervical	12	1	6	0,40	11,48	60	6	10
Costilla esternal	1	1	1	0,12	3,57	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	7,14	48	3	6,25
Húmero	1	1	1	0,50	14,28	8	1	12,50
Pelvis	4	2	2	1	28,57	8	2	25
Fémur	4	2	3	1,50	42,85	8	3	37,50
Tibiotarso	21	4	7	3,50	100	8	7	87,50
Peroné	9	2	4	2	57,14	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	57,14	8	4	50
Falange medial	3	1	3	1,50	42,85	24	3	37,50
Falange proximal	2	1	2	0,33	9,51	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares no apareados; MNI 4 = cuatro elementos derechos y tres izquierdos.

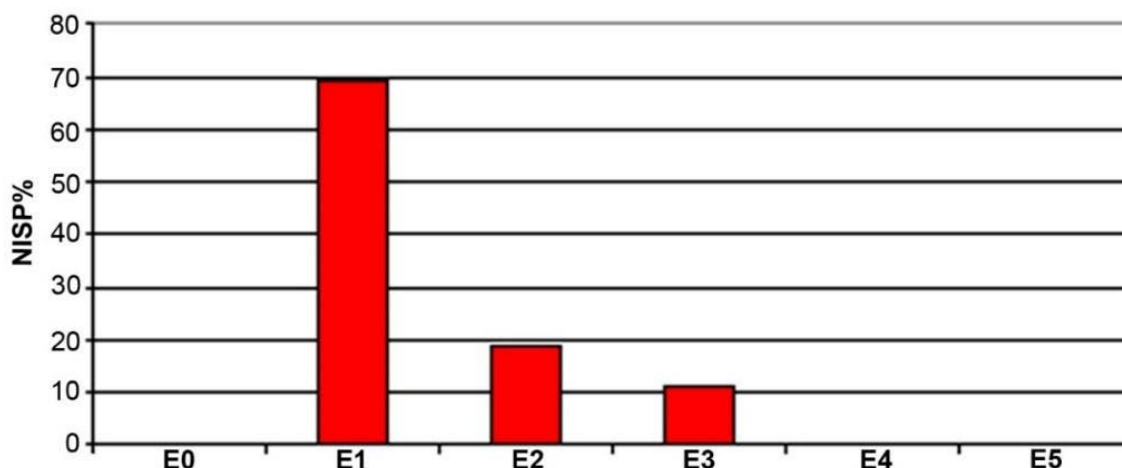
Tabla 6.10

Elemento	NISP	MNI	MNE	MAU	MAU%	MNE esp.	MNE obs.	% Sup.
Cráneo	0		0	0	0	4	0	0
Costilla esternal	1	1	1	5	3,57	32	1	3,12
Costilla vertebral	3	1	3	0,25	10	48	3	6,25
Tibiotarso	21	4	5	2,5	100	8	5	62,5
Peroné	9	2	4	2	80	8	4	50
Tarsometatarso	11	2	4	2	80	8	4	50
Falange proximal	2	1	2	0,33	13,32	24	2	8,33
Total	71	4	37					

Nota. Abundancia taxonómica, de partes esqueléticas y comparación entre el MAU% y el porcentaje de supervivencia en *Rhea americana*. MNI calculado a partir de elementos pares no apareados; MNI 4= cuatro elementos derechos y uno izquierdo.

Rasgos tafonómicos

La mayoría de los rasgos tafonómicos representados en la muestra (véase Capítulo 4) se pueden cuantificar por su presencia o ausencia en los especímenes y de ahí derivar el porcentaje de los especímenes que tienen ese atributo (puede ser en la muestra total [NSP = número de especímenes], en el total de NISP [Tabla 6.11 y 6.12, Figura 6.12] y/o en cada categoría taxonómica dependiendo del objetivo del equipo de investigación). En los casos donde los rasgos tafonómicos estén diferenciados en estadios (e.g., meteorización), grados de acción (e.g., corrosión digestiva, termoalteración) es común realizar perfiles (histogramas) representando la proporción de cada uno en la muestra (Figura 6.11).

Figura 6.11

Nota. Perfil de meteorización acorde a los estadios (E) propuestos por Behrensmeyer (1978), sitio Villa la Punta Guayacán (Santiago del Estero) ocupado hacia el 1550 ± 60 años C^{14} AP y 1580 ± 60 años C^{14} AP. Modificado de del Papa (2012).

Micromamíferos

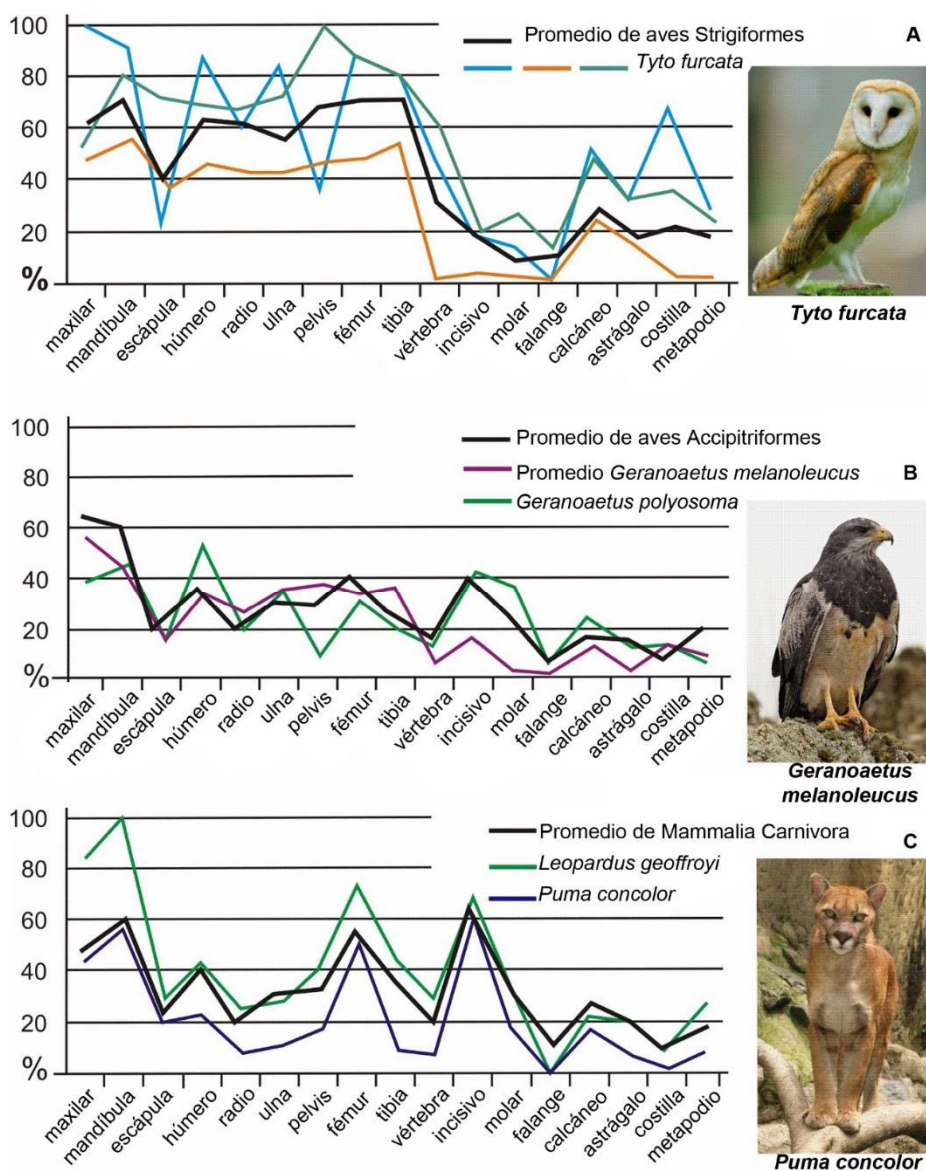
En el caso de los micromamíferos, en particular nos referiremos a los roedores y marsupiales sudamericanos ≤ 1 kg, muchos de los índices vistos anteriormente se utilizan de igual manera (e.g., NISP, MNI, MNE). Sin embargo, se emplean algunas cuantificaciones específicas para esta categoría de tamaño, principalmente aquellas que se desarrollaron con el fin de elaborar hipótesis o comparar con modelos actuotafonómicos sobre el agente que acumuló los restos y/o para analizar la estructura de la población y caracterizar las condiciones paleoambientales.

Abundancia relativa de partes esqueléticas

Anteriormente hemos visto índices de abundancia relativa a nivel de taxones o categorías *taxón free*. En este caso corresponden a la abundancia relativa de cada parte esquelética expresada como $Ri = [MNEi / (Ei \times MNI)] \times 100$, donde MNEi es el número mínimo de elementos representados en la muestra de una unidad particular (frecuencia observada), MNI es el número mínimo de individuos estimada de la muestra y Ei es la frecuencia de la unidad esquelética particular en un individuo (2 para huesos pares, 1 para huesos impares, etc; Dodson y Wexlar, 1979). Nótese que el numerador es la frecuencia observada de cada unidad esquelética y el denominador es la frecuencia esperada (en base al MNI de la muestra). En este sentido, este índice es igual al del porcentaje de supervivencia utilizado para vertebrados de mayor tamaño. Como se mencionó anteriormente, tiene gran utilidad para comparar con modelos de acumulación por diversos agentes depredacionales (Figura 6.12), principalmente aves Strigiformes (lechuzas y búhos), Accipitriformes Falconiformes (águilas, halcones,

gavilanes, milanos y afines) y mamíferos carnívoros (yaguaretés, pumas, gatos monteses, zorros, zorrinos, hurones, lobitos de río, entre otros), para contrastar los resultados obtenidos de la evaluación de la corrosión digestiva en los huesos y dientes (véase Capítulo 4).

Figura 6.12



Nota. Modelos actuotafonómicos de distintos depredadores de micromamíferos de América del Sur, donde se comparan las abundancias relativas de partes esqueléticas. A. Ejemplos de aves nocturnas; B. Ejemplos de aves rapaces diurnas; C. Ejemplos de mamíferos carnívoros. Modificado de Montalvo y Fernández (2019: figuras 5,1, 8,4 y 9,1).

Índices tafonómicos

Existen distintos índices tafonómicos desarrollados por Andrews (1990) y Pardiñas (1999) que tienen en cuenta la proporción de algunas unidades esqueléticas con relación a otras. En general, surgen de los estudios actualísticos sobre el accionar de los distintos

depredadores sobre los micromamíferos (véase Capítulo 4), los cuales generan acumulaciones óseas de sus presas con patrones de representación esquelética característicos. Entre los índices se pueden mencionar:

1- Proporción postcráneo (Pc)-cráneo (C), expresado como: $Pc/C = [(fémures + húmeros) / (mandíbulas + maxilares)] \times 100$. También, se puede calcular con más cantidad de elementos: $Pc/C = [(fémures + tibias + húmeros + radios + cúbitos) \times 16 / (mandíbulas + maxilares + molares sueltos) \times 10] \times 100$. En estos casos, a valores mayores de 100 aumenta la proporción de postcráneo con relación al cráneo y sugieren la actividad de aves rapaces nocturnas (Strigiformes) con la excepción de *Tyto furcata* (Andrews, 1990).

2- Proporción de elementos distales/proximales = $[(tibias + radios) / (fémures + húmeros)] \times 100$, donde a valores mayores a 100 se expresa mayor proporción de elementos distales. El predominio de los elementos proximales señala depósitos generados por depredadores (Andrews, 1990).

3- Pérdida dentaria (Pd) = $[(alvéolos de maxilares + alvéolos de mandíbulas) / molares sueltos] \times 100$. También se puede utilizar la fórmula: $Pd = [(alvéolos de incisivos en premaxilares + alvéolos incisivos en mandíbulas) / incisivos sueltos] \times 100$. En estos casos, a valores más altos a 100 se indica mayor proporción de molares/incisivos retenidos en sus alvéolos (Andrews, 1990). Una elevada pérdida dentaria puede señalar que han actuado depredadores que modifican mucho a los esqueletos de las presas que consumen (véase Capítulo 4) y pueden indicar que actuaron procesos postdeposicionales como el pisoteo y transporte.

4- Índice de Tamaño = $(MNI \text{ pequeños [mamíferos con una longitud corporal } < 120 \text{ mm}] + MNI \text{ medianos [120-170 mm]} / MNI \text{ grandes [170-250 mm]} + MNI \text{ muy grandes [}>250 \text{ mm}]) \times 100$; valores arriba de 100 indicarían la acción de aves rapaces nocturnas, mientras que por debajo podrían asociarse con explotación antrópica (Pardiñas, 1999).

5. Índice de Predictabilidad = $(MNI \text{ gregarios} + MNI \text{ coloniales} + MNI \text{ agrupados}) / (MNI \text{ crípticos} + MNI \text{ solitarios}) \times 100$; valores por encima de 100 podrían sugerir acumulaciones humanas y aves rapaces diurnas y por debajo de este número, podrían indicar acción de rapaces nocturnas. Los marsupiales y los roedores sigmodontinos corresponden a las categorías de pequeños a medianos, crípticos y solitarios y los roedores caviomorfos se incluyen en las categorías de grandes, muy grandes, coloniales, gregarios y agrupados (véase Pardiñas, 1999).

Si bien éstos índices son útiles a la hora de comparar con la acción de depredadores, hay que tener en cuenta que procesos postdeposicionales diversos, principalmente el pisoteo y la dispersión hídrica y eólica pueden generar la destrucción/desaparición/pérdida de elementos o porciones, que dificultan las interpretaciones de éstos cálculos (Fernández, 2012). Como siempre hacemos hincapié, es necesario realizar un análisis tafonómico exhaustivo de la muestra para estimar los procesos que actuaron sobre los restos y cómo pueden afectar/limitar nuestras interpretaciones (Montalvo y Fernández, 2019).

Índice Taxonómico de Hábitat (ITH)

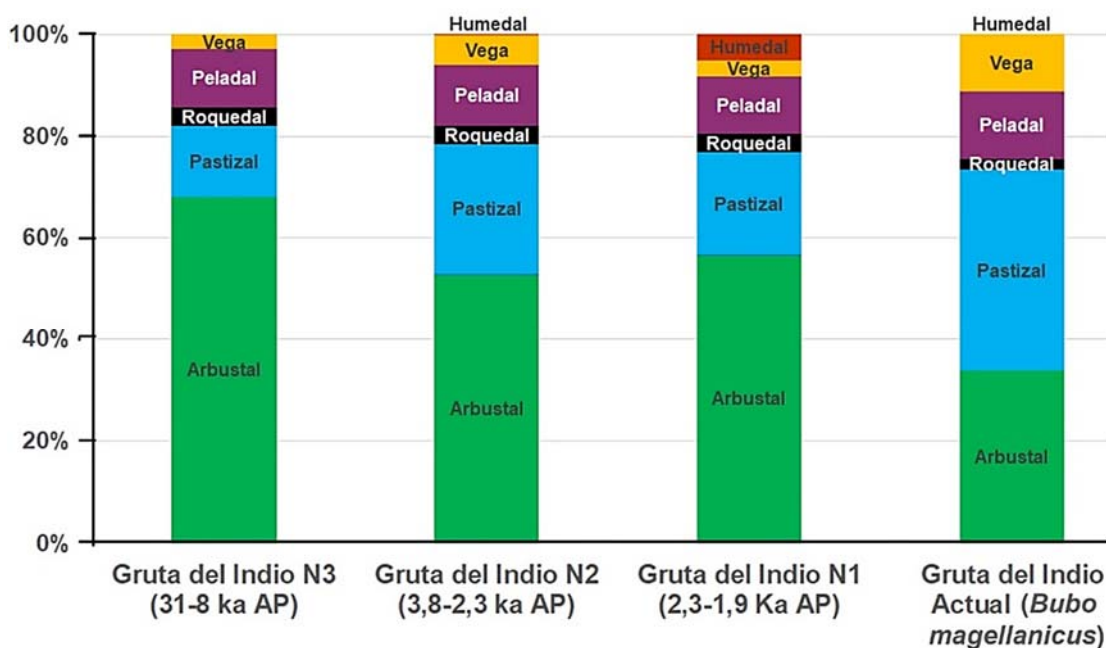
Es un índice acumulativo que combina las preferencias de hábitats de todos los taxones de un conjunto fósil en base a los hábitats conocidos para los taxones del presente (e.g., Nesbit Evans et al., 1981; Andrews, 1990, 2006). El ITH fue propuesto por Nesbit Evans et al. (1981) para estudiar, desde una perspectiva paleoecológica, los conjuntos de taxones de mamíferos extintos registrados en sitios paleontológicos del Mioceno del oeste de Kenia. No obstante, a diferencia de lo que sucede en el Mioceno, donde las comunidades faunísticas tenían numerosas especies extintas, cuando los primeros grupos humanos arribaron a América la mayoría de las especies de vertebrados, a excepción de los megamamíferos y numerosos mamíferos grandes (véase Capítulo 7), continúan viviendo en la actualidad. Esto supone una gran ventaja a la hora de conocer las preferencias de hábitat de las diferentes especies de un área determinada respecto al esfuerzo realizado por Nesbit Evans et al. (1981: p. 104), que tuvieron que extrapolar la información de otras regiones de África, incluso de Asia, donde hoy día permanecen algunos de los géneros registrados en los sitios fósiles del Mioceno, que les permitió promediar los valores de hábitat (Andrews, 2006: p. 575). En consecuencia, las circunstancias particulares de cada región, con sus ambientes, faunas y biocrones, determinaron que existan varias formas de calcular este índice. Por ejemplo, para contextos sudamericanos, principalmente posteriores al Último Máximo Glacial, el ITH suele aplicarse con las modificaciones introducidas por Pardiñas (1999):

$$ITH = \sum ([p_i \cdot MNI_i] / MNI) / S$$
; donde p_i es la proporción de la especie i para un hábitat dado; MNI_i es el número mínimo de individuos de la especie i ; MNI es el número mínimo de individuos total de la muestra; S , representa la riqueza taxonómica o NTAXA. La probabilidad de ocurrencia de cada especie por hábitat (i.e. la proporción de cada especie en un hábitat dado, p_i), expresada en porcentaje puede derivar de registros de campo sistematizados. Asimismo, se puede usar el NISP, en lugar de MNI, como estimador de abundancia taxonómica (véase Pardiñas et al., 2022). En suma, para calcular este índice se requiere una serie de pasos:

- 1) definir los principales hábitats que se encuentran en el área de estudio basados en la cobertura vegetal.
- 2) asignar valores a cada especie en los distintos hábitats hasta sumar 100, según su importancia para cada especie. Se hace en base a información precisa de trampeos o avistajes documentados en localidades determinadas y bibliografía especializada.
- 3) realizar una matriz comparable para todas las muestras fósiles (puede incluir muestras actuales como análogos modernos) y se calcula el índice por muestra.
- 4) multiplicar el MNI de la especie por el valor del hábitat dividido el MNI total de la muestra. Luego, dividir cada valor por la riqueza taxonómica. Sumar cada hábitat y hacer el porcentaje.
- 5) graficar los resultados de todas las muestras para evaluar los cambios ambientales de acuerdo a la composición diferencial de los hábitats.

A modo de ejemplo, el ITH calculado para el sitio arqueológico Gruta del Indio (Figura 6.13), emplazado en la cuenca media del río Atuel (centro-sur de Mendoza), muestra una estabilidad general para los hábitats definidos en la zona -arbustal, humedal, roquedal, pastizal, peladal y vega-, un aumento del humedal hacia el Holoceno tardío final y un retroceso de ese ambiente en la actualidad, posiblemente, mediado por la aparición y posterior extinción del roedor sigmodontino de hábitos semiacuáticos *Holochilus lagigliai* (rata nutria del Atuel).

Figura 6.13



Nota. Índice taxonómico de hábitat (ITH) calculado para el sitio arqueológico Gruta del Indio (San Rafael, Mendoza) a partir del registro de los micromamíferos arqueofaunístico y actual.

Biomasa

Este índice, de uso frecuente en la ecología trófica, tiene por objetivo evaluar los aportes de biomasa (peso) de cada especie a la dieta del depredador (Marti et al., 2007); si bien, como se mencionó previamente, fue propuesto originalmente por White (1953) para evaluar la dieta animal de varios aborígenes prehistóricos de América del Norte. El porcentaje de biomasa (BI) de una muestra determinada se calcula mediante la siguiente fórmula: $BI = [(Spi Ni) / \sum (Spi Ni)] \times 100$, donde Spi es el peso promedio de la especie i , Ni es el número de individuos (puede usarse el MNI) consumidos de una especie i (Marti et al., 2007).

En el siguiente ejemplo ficticio de una dieta de un ave rapaz diurna (Accipitriformes Falconiformes) en la región Pampeana (Tabla 6.11), se pone de manifiesto cómo se invierten los órdenes de importancia si consideramos el MNI% o BI. El roedor sigmodontino *Calomys musculus* (ratón maicero), de bajo peso promedio, representa el 71,43 % de la abundancia taxonómica, mientras el 28,55% restante corresponde al roedor caviomorfo *Cavia aperea*

(cuis). Contrariamente, *C. aperea*, notablemente más pesado, le aportó mayor biomasa (80%) a la dieta de la rapaz respecto de *C. musculinus* (20%).

Tabla 6.11

	Peso \bar{x} (g)	MNI	MNI%	MNIxPeso \bar{x}	BI
<i>Calomys musculinus</i> (adulto)	20	100	71,43	2000	20
<i>Cavia aperea</i> (adulto)	500	10	7,14	5000	50
<i>Cavia aperea</i> (juvenil)	100	30	21,43	3000	30
Total		140		10000	

Nota. Ejemplo ilustrativo del cálculo de biomasa para roedores presas de un ave rapaz en la región Pampeana.

Marcos de referencia

A partir del advenimiento de la Nueva Arqueología y la teoría de Rango Medio propuesta por Lewis Binford (1962), como puente argumental entre los enunciados de alto contenido teórico y bajo contenido empírico (la teoría general) con los enunciados de alto contenido empírico y bajo contenido teórico (el registro arqueológico) se desarrolla un *corpus* robusto de marcos de referencia (véase Capítulo 1). Estos cuerpos independientes de información organizada, principalmente en base a estudios actualísticos (experimental, etnoarqueológico, etnohistórico y biológico-ecológico), se utilizan como esquema bajo los cuales ciertos fenómenos pueden producirse (e.g., valores densitométricos, índices de utilidad económica, costos de transporte). Los marcos de referencia no explican nada *per se*, pero permiten aislar propiedades relevantes para nuestro problema. Hemos visto como surgen algunos de los índices precedentes o como sirven para comparar con el registro de partes esqueléticas en procesos puntuales (e.g., PEB para comparar con el patrón de procesamiento realizado por pastores y cazadores-recolectores y *Ri* para comparar con los registros depredacionales de especies actuales sobre microvertebrados).

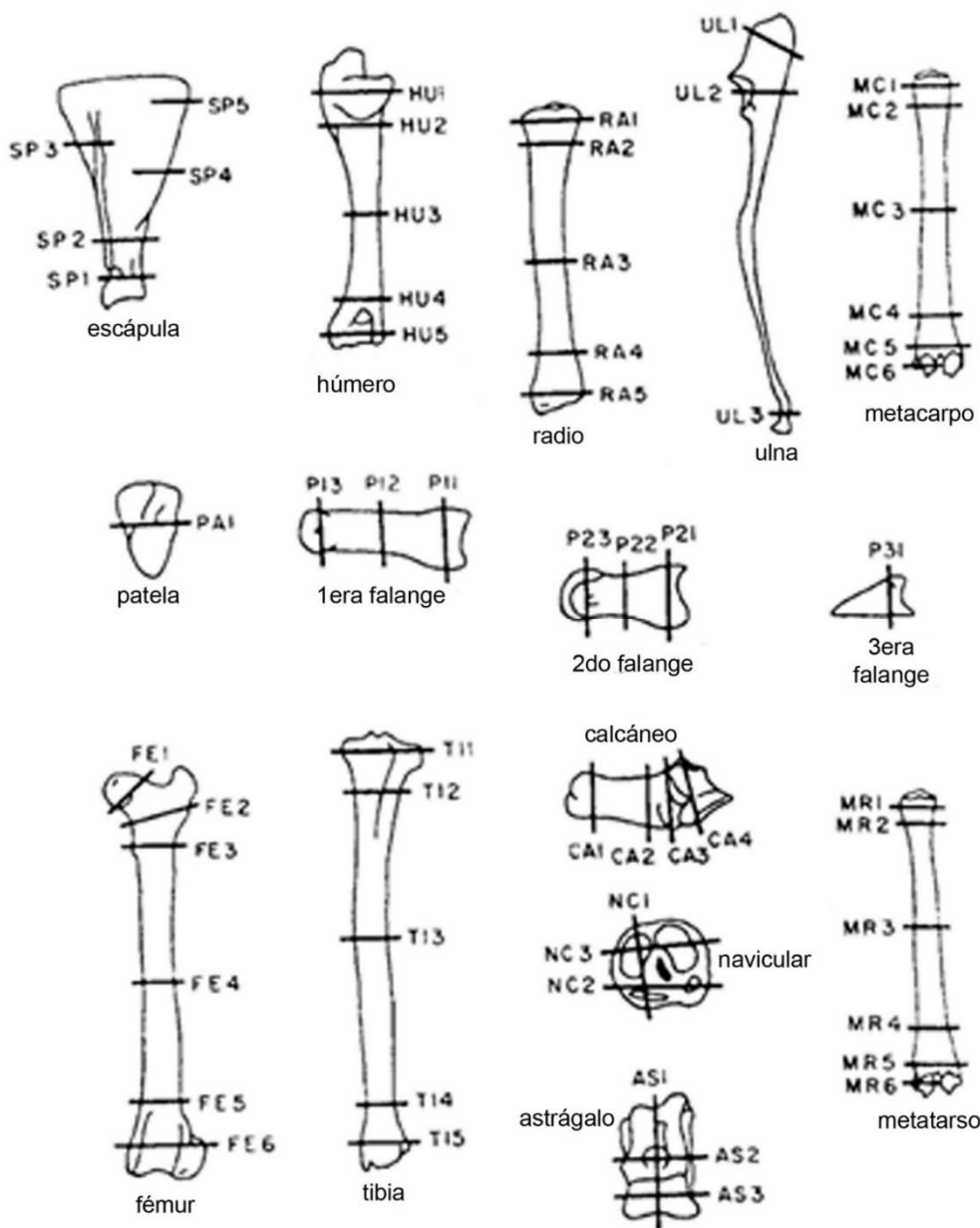
Densidad mineral ósea (DMO)

Se define como la relación que existe entre el contenido mineral óseo y el volumen del área estudiada, expresada en g/cm³ (a mayor cantidad de mineral óseo por volumen, más denso es el hueso). El estudio de la DMO parte del supuesto que la densidad particular de cada hueso afecta a su supervivencia y crea patrones de variabilidad en el registro fósil. En este sentido, aquellos huesos o porciones de los huesos que tengan menor densidad poseen más posibilidades de destruirse ante diversos agentes humanos y naturales (no catastróficos, véase Capítulo 4) que aquellos más densos. Desde Brain (1969) se desarrollaron diferentes maneras, poco sistematizadas, de calcular la DMO de los huesos (Lyman, 1984; Lam y

Pearson, 2005). Razón por la cual, Lyman (1984) propone una manera de ordenar el cálculo de la DMO y la terminología para saber qué se estaba midiendo. Este autor define la densidad global -*bulk density*- como el contenido mineral por unidad de volumen, incluyendo los poros. Lyman (1994) hace explícito que los valores de DMO pueden variar por edad, sexo, genética y estado nutricional de los individuos, ergo deberían ser medidas en muestras grandes. También, definió varios *scan sites* (sitios de escaneo) por elemento, ya que su composición es heterogénea y los definió según su estructura, morfología y su facilidad para ser localizados y medidos (Figura 6.14). Varios autores incluyen discusiones más recientes sobre la variabilidad en la toma de valores de la DMO y las nuevas tecnologías para medirla (e.g., Elkin, 1995; Lam et al., 1998, 2003; Stahl, 1999; Symmons, 2004, 2005; Lam y Pearson, 2005; Gutiérrez et al., 2010).

Para realizar la comparación entre los valores de densidad ósea y el perfil de partes representadas en los sitios arqueológicos, se suele utilizar la correlación a través del estadístico de Pearson o, principalmente, el no-paramétrico de Spearman (Lyman, 1994a). El perfil de partes esqueléticas, en primera instancia, estaba basado en el porcentaje de supervivencia de los elementos (Lyman, 1984) y con la introducción del MAU%, éste fue utilizado de manera sistemática (Lyman, 1994a).

Una cuestión a tener en cuenta a la hora de utilizar los valores de densidad ósea como marco de referencia, es que una correlación positiva y significativa no es suficiente para inferir una relación causal entre las variables analizadas (Lyman, 1994a). Una correlación, tampoco, indica el agente generador de tal representación de partes esqueléticas; es decir, tanto selección o procesamiento humano, como agentes naturales pueden generar perfiles de partes esqueléticas similares por lo cual resulta necesario analizar otras líneas de evidencias (Lyman, 1994a; Lam y Pearson, 2005; Speth, 2022).

Figura 6.14

Nota. Ubicación anatómica de los sitios de escaneo (*scan sites*) para tomar las mediciones de densidad mineral en los distintos elementos. Modificado de Lyman (1984: figura 7,4).

Modelos de transporte

En general, los modelos de transporte se han elaborado a partir del estudio etnoarqueológico de diversas poblaciones. Estas investigaciones ayudan a aislar ciertas variables cuando se toman decisiones acerca de la unidad o parte esquelética transportada desde el sitio de matanza hasta el campamento base/unidad habitacional. Cabe aclarar que las presas de tamaño menor a los 50 kg se transportan mayormente enteras al sitio de consumo (Stahl, 1982; Kelly, 1995). Entre algunos ejemplos de cómo varían las estrategias en el transporte teniendo en cuenta la variable “costo de procesamiento” podemos mencionar:

-Los Hadza de Tanzania presentan un patrón de transporte de elementos de alto costo de procesamiento -esqueleto axial- (Bunn et al., 1988; O'Connell et al., 1990; Monahan, 1998; Lupo, 2001, 2006).

- Los Kua (grupo Bosquimano) del Kalahari transportan unidades de alto y de bajo costo de procesamiento (Lupo, 2006).

-Los Nunamiut de Alaska exhiben una estrategia de transporte de bajo costo de procesamiento y alto retorno energético, donde acarrear los huesos largos preferentemente (Binford, 1978).

Entre los factores o variables que operan y condicionan las decisiones del transporte se pueden mencionar el número y tamaño de las presas, la cantidad de “porteadores” o personas disponibles para trasladar los recursos, la distancia recorrida desde el sitio de matanza (obtención de los recursos) hasta el campamento base, métodos de transporte (si están a pie, canoa, trineo, con el uso de animales de carga), la hora del día (si se hace tarde y se complica volver al campamento base) y las condiciones climáticas, entre otras. Nótese que muchas de estas variables pueden ser complicadas de abordar desde el registro arqueológico. En este sentido, una de las variables más utilizadas para comparar el patrón de partes esqueléticas de un sitio arqueológico para inferir transporte es la anatomía económica de las presas.

Anatomía económica

La anatomía económica de las presas, sin explicar la variabilidad, permite categorizar distintas especies y los productos alimenticios que la contienen. Expresados como índices de utilidad económica, miden la cantidad de nutrientes de las distintas unidades o porciones esqueléticas de una especie. Se establecieron diversos índices y distintas formas de calcularlos (véase Binford, 1984; Metcalfe y Jones, 1988), ya se trate de carne, médula ósea (fuente de grasa) y grasa muscular. Además, se desarrollaron los índices generales que abarcan la totalidad de los nutrientes (GUI¹¹ Binford, 1984 / FUI¹² Metcalfe y Jones, 1988). Incluso, se propusieron cálculos que tuvieran en cuenta otras variables en el transporte, ya que ciertas partes no tienen un valor alto de utilidad económica pero se asocian a otras unidades de mayor valor (MGUI¹³ Binford, 1984). Recientemente, se han calculado índices de secado (consumo diferido a través de la producción de *charki* o *chalonga*; Stahl, 1999) y la cantidad de grasa ósea (grasa localizada entre las trabéculas y el tejido compacto del hueso [no es médula ósea]) consumida sólo mediante el hervido (Lupo y Schmitt 1997). Todos los índices de utilidad se pueden comparar con la abundancia de partes esqueléticas, grados de fragmentación, frecuencias de huellas de procesamiento, entre otros. Lo más común es la comparación a través de correlaciones de Spearman con la abundancia de partes esqueléticas expresadas en MAU%.

¹¹ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés GUI = *General Utility Index*.

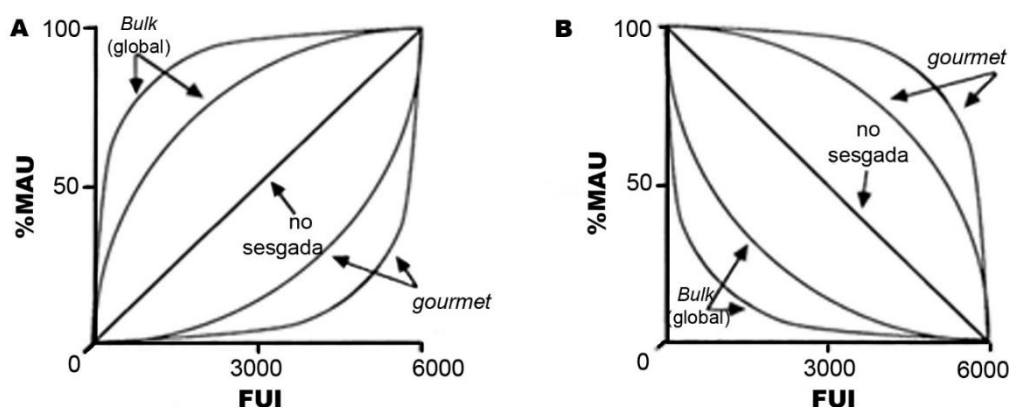
¹² Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés FUI = *Food Utility Index*.

¹³ Por acuerdo académico internacional se mantiene vigente la sigla en inglés MGUI = *Modified General Utility Index*.

Para la Argentina se cuentan por el momento con índices de utilidad económica para *Rhea pennata* (Giardina, 2006), *Lama guanicoe* (Borrero, 1990; De Nigris y Mengoni Goñalons, 2004), *Lama glama* (Mengoni Goñalons, 1991, 1996), *Hippocamelus bisulcus* (Belardi y Gómez Otero, 1998), *Mazama gouazoubira* (Mucciolo y Acosta, 2014), *Otaria flavescens* (San Román, 2009), *Dolichotis patagonum* (Marani, 2011) y *Lagostomus maximus* (Leon, 2012).

Con respecto a las correlaciones entre el MAU% y los índices de utilidad, Binford (1978) propone cuatro modelos que pueden ser inferidos siguiendo los gráficos generados en la correlación. Tres de ellos hacen referencia a la selección de partes esqueléticas para transportarlas al campamento base (Figura 6.15A) y se corresponde con: 1-Estrategia *gourmet*, en este caso se transportan sólo aquellas partes esqueléticas con gran cantidad y calidad de nutrientes; 2- Estrategia *Bulk* o global, donde se transportan la mayor cantidad de partes esqueléticas, principalmente, las de elevada cantidad de nutrientes, pero, también, en una alta proporción de elementos con valores medios de utilidad e incluso de valores bajos; 3- Estrategia no sesgada, donde se transportan las partes esqueléticas en proporción a la cantidad de nutrientes que tienen (poca cantidad aquellos de valores bajos de utilidad; en cantidad media los de valores medios y en alta cantidad los de mayor proporción de nutrientes). Por último, la estrategia de Utilidad Reversa (Figura 6.15B), corresponde a los elementos que quedan en el registro una vez transportados, lo que nos permitiría interpretar a ese sitio como un lugar de matanza y procesamiento primario de las presas.

Figura 6.15



Nota. Modelos de estrategia de transporte de partes esqueléticas para campamento base (A) y de utilidad reversa para sitios de matanza (B). Modificado de Metcalfe y Jones (1988: figura 6).

Equifinalidad, relación entre variables y la necesidad del análisis de múltiples vías de evidencia

Como hemos mencionado, los marcos de referencia no explican nada *per se* ya que una correlación positiva y significativa si bien es necesaria para inferir una relación causal entre las variables, no es condición suficiente (Lyman, 1994a). Distintos agentes y procesos pueden

generar patrones de partes esqueléticas similares, lo cual es definido como equifinalidad (distintos procesos llegan a un mismo resultado, véase Capítulo 4). Razón por la cual, resulta interesante analizar la tabla de doble entrada (Tabla 12) que presenta Lyman (1994a), donde compara los resultados de las correlaciones entre los valores de DMO y los índices de utilidad económica. La combinación de los resultados de las correlaciones (si son significativas, ya sean positivas o negativas o no significativas) entre ambas variables analizadas, le permite definir “Clases” interpretativas. A partir de estas clases, se puede inferir si la representación de partes esqueléticas caracteriza el transporte, la utilidad reversa (sitio de matanza), es decir, las actividades humanas del pasado o destrucción diferencial mediada por la DMO y la equifinalidad. Como hemos resaltado oportunamente, siempre es necesario, además de tener en cuenta los marcos de referencia, realizar análisis de múltiples vías de evidencia, tales como el análisis tafonómico exhaustivo, el contexto del sitio, la superficie excavada, las técnicas de recuperación, entre muchas otras variables.

Tabla 6.12

		MAU%: DMO		
		- significativa	no significativa	+ Significativa
MAU%: %MGUI	- significativa	Clase 3 Utilidad reversa (UR)	Clase 2 Utilidad reversa	Clase 1 Equifinalidad (UR / Destrucción diferencial, DD)
	no significativa	Clase 6 transporte	Clase 5 equifinalidad	Clase 4 Destrucción diferencial
	+ significativa	Clase 9 Bulk/gourmet	Clase 8 Bulk/gourmet	Clase 7 Equifinalidad (Bulk/ gur + DD)

Nota. Clases de combinaciones posibles de coeficientes de correlación y MAU% de un conjunto óseo, además de densidad ósea (DMO) y el índice de utilidad general modificado (%MGUI). Modificado de Lyman (1994a: figura 7,13).

Referencias

- Andrews, P. (1990). *Owls, Caves and Fossils*. Chicago: University of Chicago Press.
- Andrews, P. (2006). Taphonomic effects of faunal impoverishment and faunal mixing. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 241, 572-589.
- Barba, R. y Domínguez-Rodrigo, M. (2005). The taphonomic relevance of the analysis of bovid long limb bone shaft features and their application to element identification: study of bone thickness and morphology of the medullary cavity. *Journal of Taphonomy*, 3, 29-42.

- Bartram, L. (1993). Perspectives on skeletal part profiles and utility curves from eastern Kalahari ethnoarchaeology. En Hudson, J. (Ed.). *From bones to behavior: ethnoarchaeological and experimental contributions to the interpretation of faunal remains* (pp. 115-37). Carbondale: Center for Archaeological Investigations, Occasional Paper 21, Southern Illinois University.
- Bate, D.M. (1937). Paleontology: the fossil fauna of the Wady El-Mughara caves. En Garrod, D. y Bate, D.M. (Eds.). *The Stone Age of Mt. Carmel, Volumen 1, Excavations at the Wady El-Mughara* (pp. 135-240). Oxford: Oxford University Press.
- Bayham, F. (1979). Factors influencing the archaic pattern of animal exploitation. *The Kiva*, 44, 219-235.
- Belardi, J. y Gómez Otero, J. (1998). Anatomía económica del huemul (*Hippocamelus bisulcus*): una contribución a la interpretación de las evidencias arqueológicas de su aprovechamiento en Patagonia. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas*, 26, 195-207.
- Binford, L.R. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 28, 217-225.
- Binford, L.R. (1978). *Nunamiut Ethnoarchaeology*. New York: Academic Press.
- Binford, L.R. (1981). *Bones: ancient men and modern myths*. Cambridge: Academic Press.
- Binford, L.R. (1984). *Faunal Remains from Klasies River Mouth*. Orlando: Academic Press.
- Binford, L.R. y Bertram, J. (1977). Bone frequencies-and attritional processes. En Binford, L.R. (Ed.). *For Theory Building in Archaeology* (pp. 77-153). New York: Academic Press.
- Bökönyi, S. (1970). A new method for the determination of the number of individuals on animal bone material. *American Journal of Archaeology*, 74, 291-292.
- Bonomo, M., León, C., Turnes, L. y Apolinaire, E. (2008). Nuevas investigaciones sobre la ocupación prehispánica de la costa pampeana en el Holoceno tardío: el sitio arqueológico Claromecó 1 (partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires). *Intersecciones en Antropología*, 9, 25-41.
- Borrero, L.A. (1990). Fuego-patagonian bone assemblages and the problem of communal guanaco hunting. En Davis, L. y Reeves, B. (Eds.), *Hunters of the recent past* (pp. 373-99). Londres: Unwin Hyman.
- Brain, C. (1969). The contribution of Namib Desert Hottentots to an understanding of australopithecine bone accumulations. *Scientific Papers of the Namib Desert Research Station*, 39, 13-22.
- Bunn, H. y Kroll, E. (1986). Systematic butchery by Plio-Pleistocene hominids at Olduvai Gorge, Tanzania. *Current Anthropology*, 27, 431-452.
- Bunn, H., Bartram, L. y Kroll, E. (1988). Variability in bone assemblage formation from Hadza hunting, scavenging, and carcass processing. *Journal of Anthropological Archaeology*, 7, 412-457.
- De Nigris, M. y Mengoni Goñalons, G. (2004). The guanaco as a source of meat and fat in the Southern Andes. En Mulville, J. y Outram, A. (Eds.). *The zooarchaeology of fats, oils and dairying* (pp. 160-166). Oxford: Oxbow Books.

- del Papa, L.M. (2012). *Una aproximación al estudio de los sistemas de subsistencias a través del análisis arqueofaunístico en un sector de la cuenca del Río Dulce y cercanías a la Sierra de Guasayán*. Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- del Papa, L.M. y Moro, L. (2017). Representación diferencial de partes esqueléticas de *Rhea americana* en el sitio Beltrán Onofre Banegas-Lami Hernández del Chaco seco (Santiago del Estero). *Revista del Museo de Antropología*, 10, 7-18.
- del Papa, L.M. y Togo, J. (2015). Estrategias de subsistencia de la etapa agroalfarera en la cuenca media del río Dulce (provincia de Santiago del Estero, Argentina). *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano Series Especiales*, 2, 106-120.
- del Papa, L.M., De Santis, L. y Togo, J. (2012). Zooarqueología santiagueña. Despertando de la siesta. En Acosta, A., Loponte, D. y Mucciolo, L. (Eds.). *Temas de Arqueología. Estudios Tafonómicos y Zooarqueológicos II A*. (pp. 1-24). Buenos Aires: Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología.
- Dodson, P. y Wexlar, D. (1979). Taphonomic investigations of owl pellets. *Paleobiology*, 5, 275-284.
- Elkin, D. (1995). Volume density of South American camelids skeletal parts. *Internacional Journal of Osteoarchaeology*, 5, 29-37.
- Faith, J.T. y Gordon, A. (2007). Skeletal element abundances in archaeofaunal assemblages: economic utility, sample size, and assessment of carcass transport strategies. *Journal of Archaeological Science*, 34, 872-882.
- Faith, J.T. y Lyman, R.L. (2019). *Paleozoology and Paleoenvironments Fundamentals, Assumptions, Techniques*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fernández, F.J. (2012). *Microvertebrados del Holoceno de sitios arqueológicos en el sur de Mendoza (República Argentina): aspectos tafonómicos y sus implicancias en la subsistencia humana*. Tesis doctoral inédita, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
- Gifford-González, D. (2017). *An Introduction to Zooarchaeology*. Cham: Springer.
- Giardina, M. (2006). Anatomía económica de Rheidae. *Intersecciones en Antropología*, 7, 263-276.
- Grayson, D.K. (1984). *Quantitative Zooarchaeology: Topics in the analysis of Archaeological Faunas*. Orlando: Academic Press.
- Grayson, D.K. (1991). Alpine faunas from the White mountains, California: Adaptive Change in the Late Prehistoric Great Basin?. *Journal of Archaeological Science*, 18, 483-506.
- Grayson, D.K. y Delpech, F. (1998). Changing Diet Breadth in the Early Upper Paleolithic of Southwestern France. *Journal of Archaeological Science*, 25, 1119-1129.
- Grayson, D.K., Delpech, F., Rigaud, J. y Simek, J. (2001). Explaining the Development of Dietary Dominance by a Single Ungulate Taxon at Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science*, 28, 115-125.

- Gutiérrez, M., Kaufmann, C., González, M., Massigoge, A. y Álvarez, M. (2010). Intrataxonomic variability in metapodial and femur bone density related to age in guanaco (*Lama guanicoe*). Zooarchaeological and taphonomical implications. *Journal of Archaeological Science*, 37, 3226-3238.
- Howard, H. (1930). A census of the Pleistocene birds of Rancho La Brea from the collections of the Los Angeles Museum. *Condor*, 32, 81-88.
- Kelly, R. (1995). *The foraging spectrum. Diversity in hunter-gatherer lifeway*. Washington D.C: Smithsonian Institution Press.
- Izeta, A. (2004). *Zooarqueología del sur de los Valles Calchaquíes. Estudio de conjuntos faunísticos del Período Formativo*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Kaufmann, C. (2009). *Estructura de edad y sexo en Lama guanicoe (guanaco). Estudios actualísticos y arqueológicos en Pampa y Patagonia*. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Antropología, colección tesis doctorales.
- Klein, R. y Cruz Uribe, K. (1984). *The analysis of animal bones from archaeological sites*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lam, Y. y Pearson, O. (2005). Bone Density Studies and the Interpretation of the Faunal Record. *Evolutionary Anthropology*, 14, 99-108.
- Lam, Y., Chen, X., Marean, C. y Frey, C. (1998). Bone Density and Long Bone Representation in Archaeological Faunas: Comparing Results from CT and Photon Densitometry. *Journal of Archaeological Science*, 25, 559-570.
- Lam, Y., Pearson, O., Marean, C. y Chen, X. (2003). Bone density studies in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30, 1701-1708.
- Leon, C. (2012). Índice cárnico para vizcacha (*Lagostomus maximus*): implicancias para la arqueología pampeana. *Comechingonia*, 16, 281-285.
- Lupo, K. (2001). Archaeological Skeletal Part Profiles and Differential Transport: An Ethnoarchaeological Example from Hadza bone Assemblages. *Journal of Anthropological Archaeology*, 20, 361-378.
- Lupo, K. (2006). What Explains the Carcass Field Processing and Transport Decisions of Contemporary Hunter-Gatherers? Measures of Economic Anatomy and Zooarchaeological Skeletal Part Representation
- Lupo, K. y Schmitt, D. (1997). Experiments in bone boiling: nutritional returns and archaeological reflections. *Anthropozoologica*, 25-26, 137-144.
- Lupo, K. y Schmitt, D. (2005). Small prey hunting technology and zooarchaeological measures of taxonomic diversity and abundance: ethnoarchaeological evidence from Central African forest foragers. *Journal of Anthropological Archaeology*, 24, 335-353.
- Lyman, R.L. (1984). Bone Density and Differential Survivorship of Fossil Classes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 3, 259-299.
- Lyman, R.L. (1994a). *Vertebrate taphonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Lyman, R.L. (1994b). Quantitative Units and Terminology in Zooarchaeology. *American Antiquity*, 59, 36-71.
- Lyman R.L. (2003). The influence of time averaging and space averaging on the application of foraging theory in zooarchaeology. *Journal of Archaeological Science*, 30, 595-610.
- Lyman, R.L. (2008). *Quantitative Paleozoology*. Cambridge: Manuals in Archaeology.
- Lyman, R.L. (2018). Observations on the history of zooarchaeological quantitative units: Why NISP, then MNI, then NISP again? *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 43-50.
- Lyman, R.L. y Ames, K. (2007). On the use of species-area curves to detect the effects of sample size. *Journal of Archaeological Science*, 34, 1985-1990.
- Marani, H. (2011). Anatomía económica de mara (*Dolichotis patagonum*) y su aplicación en la evaluación de restos zooarqueológicos recuperados en la costa Norpatagónica (Río Negro, Argentina). *Magallania*, 39, 267-278.
- Marean, C., Abe, Y., Nielssen, P. y Stone, E. (2001). Estimating the Minimum Number of esquelletal elements (MNE) in Zooarchaeology: A Review and a New Image-Analysis GIS Approach. *American Antiquity*, 66, 333-348.
- Marshall, F. y Pilgram, T. (1993). NISP vs. MNI in quantification of body-part representation. *American Antiquity*, 58, 261-269.
- Marti, C., Bechard, M. y Jaksic, F. (2007). Food habits. En Bird, D. y Bildstein, K. (Eds.). *Raptor Research and Management Techniques* (pp. 129-152). Blaine: Hancock House.
- Mengoni Goñalons, G. (1988). Análisis de materiales faunísticos de sitios arqueológicos. *Xama*, 1, 71-120.
- Mengoni Goñalons, G. (1991). La llama y sus productos primarios. *Arqueología*, 1, 179-196.
- Mengoni Goñalons, G. (1996). La domesticación de los camélidos sudamericanos y su anatomía económica. En Elkin, D., Madero, C., Mengoni Goñalons, G., Olivera, D., Reigadas, M., y Yacobaccio, H. (Eds.). *Zooarqueología de Camélidos 2* (pp. 33-45). Buenos Aires: Grupo de Zooarqueología de Camélidos.
- Mengoni Goñalons, G. (2006-2010). Zooarqueología en la práctica: algunos temas metodológicos. *XAMA*, 19-23, 89-113.
- Messineo, P., Álvarez, M., Scheifler, N. y Politis, G. (2021). Uso de huevos de Rheidae como contenedores de agua por cazadores-recolectores: el caso del Campo de Dunas del Centro Pampeano durante el Holoceno medio. En actas de resúmenes de la IV Reunión Académica del NZWG-ICAZ.
- Metcalf, D. y Jones, K. (1988). A reconsideration of animal body-part utility indices. *American Antiquity*, 53, 486-504.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2009). Procesando huesos: entre la Etnografía y la Arqueología. En Salemme, M., Piana, E., Alvarez, M., Santiago, F., Vázquez, M. y Mansur, E. (Eds.). *Arqueología de la Patagonia. Una mirada desde el confín del mundo* (pp. 787-799). Buenos Aires: Utopía.

- Miotti, L. y Marchionni, L. (2012). Tools beyond Stones: bone, a non-traditional raw material in continental Patagonia. En Choyke, A. y O'Connors, S. (Eds.). *From These Bare Bones: Raw and Worked Osseous Materials* (pp. 116-126). Oxford: Oxbow Books.
- Miotti, L. y Marchionni, L. (2014). Autopodios de guanacos en sitios arqueológicos: equifinalidad entre lo palatable y lo preservado. *Revista Chilena de Antropología*, 29, 122-129.
- Monahan, C. (1998). The Hadza carcass transport debate revisited and its archaeological implications. *Journal of Archaeological Science*, 25, 405-424.
- Montalvo, C. y Fernández, F.J. (2019). Review of the actualistic taphonomy of small mammals ingested by south American predators. Its importance in the interpretation of the fossil record. *Publicación Electrónica de la Asociación Paleontológica Argentina*, 19, 18-46.
- Morín, E. (2007). Fat composition and Nunamiut decision-making: a new look at the marrow and bone grease indices. *Journal of archaeological Science*, 34, 69-82.
- Morlan, R. (1994). Bison Bone Fragmentation and Survivorship: a Comparative Method. *Journal of Archaeological Science*, 21, 797-807.
- Mucciolo, L. y Acosta, A. (2014). Índices de Utilidad Económica de Corzuela Parda (*Mazama gouazoubira*). *Revista Chilena de Antropología*, 30, 55-61.
- Nesbit Evans, E., Van Couvering, J. y Andrews, P. (1981). Palaeoecology of Miocene sites in Western Kenya. *Journal of Human Evolution*, 10, 35-48.
- O'Connell, J., Hawkes, K. y Blurton Jones, N. (1990). Reanalysis of large mammal body part transport among the Hadza. *Journal of Archaeological Science*, 17, 31-316.
- Pardiñas, U. (1999). Tafonomía de microvertebrados en yacimientos arqueológicos de Patagonia (Argentina). *Arqueología*, 9, 265-340.
- Pardiñas, U., Borrero, L. Martín, F. Massone, M. y Fernández, F.J. (2022). Fossil rodents in Mylodon Cave as indicators of late Pleistocene–Holocene environmental evolution in southern Chile. *Quaternary Research*, 105, 218-234.
- Payne, S. (1972). Partial recovery and sample bias. En Clason, A. (Ed.). *Archaeozoological Studies* (pp. 7-17). Amsterdam: North Holland.
- Quintana, C. (2008). Cálculo del número mínimo de individuos de huevos de ñandú. *Intersecciones en Antropología*, 9, 93-97.
- Reitz, E.J. (2004). The Use of Archaeological Data in Fish Management. En Lauwerier, R. & Plug, I. (Eds.). *The Future of the Past: Archaeozoology in Wildlife Conservation and Heritage Management* (pp. 19-33). Oxford: Oxbow Books.
- Reitz, E.J. y Masucci, M. (2004). *Guangala fishers and farmers. A case study of animal use at El Azúcar, southwestern Ecuador*. Pittsburgh: University of Pittsburg Memoirs in Latin American Archaeology N°14.
- Reitz, E.J. y Wing, E.S. (1999). *Zooarchaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reitz, E.J. y Wing, E.S. (2008). *Zooarchaeology*. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

- Rindel, D. (2013). Marcos de referencia y frecuencia de partes esqueléticas de guanacos en sitios de Patagonia meridional: el caso de los índices de médula e índice de médula insaturada. En Zangrando, A., Barberena, R., Gil, A., Neme, G., Giardina, M., Luna, L., Otaola, C., Paulides, S., Salgán, L. y Tivoli, A. (Eds.). *Tendencias teórico-metodológicas y casos de estudio en la arqueología de la Patagonia* (pp. 515-522). San Rafael, Museo de Historia Natural.
- Salemme, M., Miotti, L. y Tonni, E. (1991). La determinación sistemática de mamíferos en contextos arqueofaunísticos. En Waldren, W., Ensenyat J., & Kennard, R. (Eds.). *Lind Deya international Conference of Prehistory* (pp. 209-222). Oxford: Archaeological Techniques and Technology. BAR International Series 573.
- San Román, M. (2009). Anatomía económica de *Otaria flavescens* [Shaw 1800]. En López, P., Cartajena, I., García, C. y Mena, F. (Eds.). *Zooarqueología y tafonomía en el confín del mundo* (pp. 169-179). Santiago: Monografías Arqueológicas 1, UISEK.
- Santini, M. (2011). Aprovechamiento de *Myocastor coypus* (Rodentia, Caviomorpha) en sitios del Chaco Húmedo argentino durante el Holoceno tardío. *Intersecciones en Antropología*, 12, 195-205.
- Shotwell, J. (1955). An approach to the paleoecology of mammals. *Ecology*, 36, 327-337.
- Speth, J. (2022). Rethinking Binford's Utility Indices: interpretive problems in northern environments and their Pleistocene analogs. *PaleoAnthropology*, 2, 207-235.
- Sisson, S. y Grossman, J. (1982). *Anatomía de los animales domésticos*, Tomo I (5ta edición). Madrid: Elsevier Masson.
- Stahl, P. (1982). On small mammal remains in archaeological context. *American Antiquity*, 47, 822-829.
- Stahl, P. (1999). Structural density of domesticated South American camelid skeletal elements and the archaeological investigation of prehistoric andean ch'arki. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1347-1368.
- Stahl, P. y Athens, J. (2001). A high elevation zooarchaeological assemblage from the Northern Andes of Ecuador. *Journal of Field Archaeology*, 28, 161-176.
- Stock, C. (1929). A census of the Pleistocene mammals of Rancho La Brea, based on the collections of the Los Angeles Museum. *Journal of Mammalogy*, 10, 281-289.
- Symmons, R. (2004). Digital photodensitometry: a reliable and accesible method for measuring bone density. *Journal of Archaeological Science*, 31, 711-719.
- Symmons, R. (2005). New density data for unfused and fused sheep bones, and a preliminary discussion on the modelling of taphonomic bias in archaeofaunal age profiles. *Journal of Archaeological Science*, 32, 1691-1698.
- Todd, L. y Rapson, D. (1988). Long bone fragmentation and Interpretation of faunal assemblages approaches to comparative analysis. *Journal of Archaeological Science*, 15, 307-325.
- White, T.E. (1953). A method of calculating the dietary percentage of various food animals utilized by aboriginal peoples. *American Antiquity*, 18, 396-398.

- Yacobaccio, H. (1994). Etnoarqueología de pastores surandinos: una herramienta para conocer el registro arqueológico. En actas de las *Jornadas de Arqueología e Interdisciplinas* (pp. 203-236). Buenos Aires: PREP-CONICET.
- Yacobaccio, H., Madero, C., Malmierca, M. y Reigadas, M. (1997-1998). Caza, domesticación y pastoreo de camélidos en la Puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología*, 22-23, 389-418.

CAPÍTULO 7

El cambio climático en la Argentina desde el Último Máximo Glacial, las variaciones en las asociaciones faunísticas y las extinciones

Eduardo P. Tonni

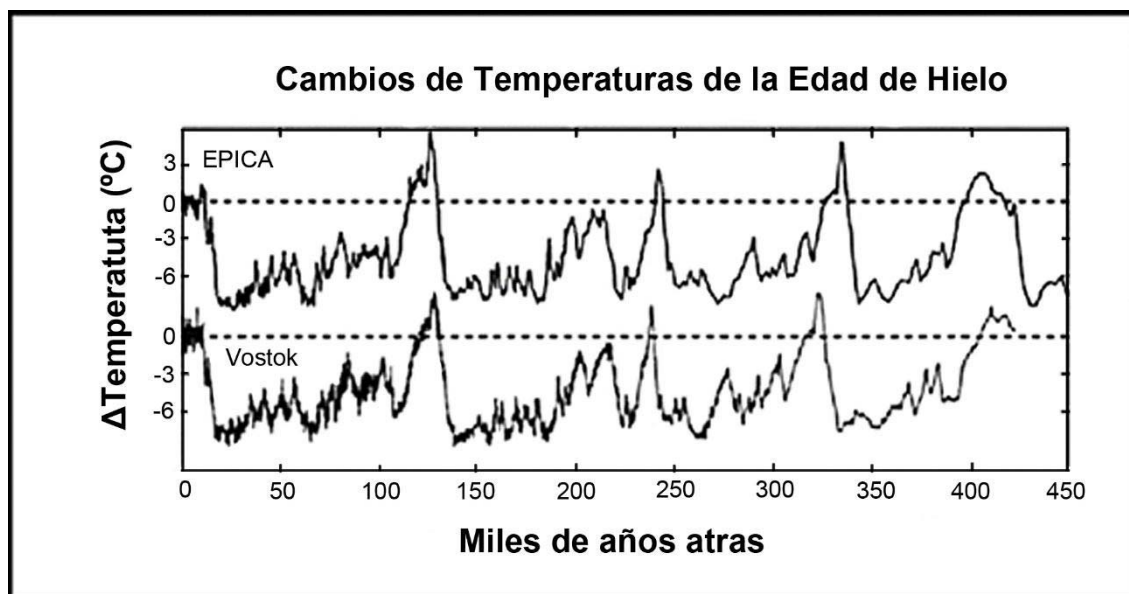
Introducción

El Último Máximo Glacial (en inglés *Last Glacial Maximum*, LGM) se refiere a la época de máxima extensión de las capas de hielo durante el último ciclo glacial. El tiempo en que los glaciares alcanzan su máxima extensión varía según los autores y las regiones involucradas. Así, para la región patagónica, Rabassa et al. (2022) establecen una fecha cercana a 24 ka calibrados AP. Por su parte, Clark et al. (2009) determinan que en el hemisferio norte los glaciares estaban en su posición máxima entre 26,5 y 19-20 ka AP. Según Rabassa et al. (2022), la red de drenaje actual se desarrolló después del LGM, particularmente, en aquellos casos con reversión de drenaje, cuando los glaciares comenzaron a derretirse debido a los cambios climáticos globales. El impacto ambiental de las glaciaciones del Pleistoceno se extendió por toda la Patagonia. La colonización humana de la Patagonia tuvo lugar en algún momento posterior al Último Máximo Glacial y durante el Glacial Tardío (hace aproximadamente 18.000 a 13.000 años) y se completó a lo largo de todo el Holoceno temprano.

Los cambios en las temperaturas en los últimos 450 mil años

El Pleistoceno, que comenzó hace 2,58 Ma y finalizó 11.700 años atrás –cuando inicia la época geológica actual, el Holoceno–, es un lapso caracterizado por la inestabilidad climática y por los abruptos cambios ambientales, que afectaron con variable rigor distintas áreas del planeta. La última glaciación está caracterizada por tres descensos bruscos del nivel del mar, que tuvieron lugar hace 115.000 años, 85.000 años y 30.000 años. Los últimos 450.000 años del Pleistoceno están determinados por ciclos de glaciaciones y deglaciaciones de gran amplitud. Una pequeña proporción de este tiempo, cercana al 20%, fue ocupada por períodos cálidos interglaciales, los que duraron entre 10 y 30.000 años (Figura 7.1).

Figura 7.1



Nota. Cambios climáticos documentados a partir de los núcleos de hielo de Vostok 1 (Petit et al., 1999) y datos de EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*, EPICA, 2004), para los últimos 450.000 años (modificado de Foscolo, 2010: figura 3).

En el hemisferio norte la glaciación dio lugar a un gran cambio en el paisaje. Durante los estadios glaciales, los mantos de hielo y el *permafrost* se extendieron durante todo el año por amplias regiones de América del Norte y Eurasia, en tanto que las nieves perpetuas en las zonas montañosas se encontraban a unos 900 metros debajo de las cotas actuales. En el hemisferio sur, el incremento del hielo continental no fue tan importante. En los Andes australes y en la Patagonia las nieves perpetuas descendieron unos 1.000 metros.

Unos 115.000 años atrás comenzó en nuestro planeta el último gran enfriamiento global que desencadenó la última Gran Glaciación Pleistocena.

Ponce y Rabassa (2012) señalan que durante el LGM, gran parte de la Patagonia estuvo cubierta por glaciares. Un enorme manto de hielo se desarrolló sobre la cordillera de los Andes, desde el norte de la provincia del Neuquén hasta el extremo sur de Tierra del Fuego. En el oeste, al sur del paralelo 42°S, el hielo cubría la totalidad de la superficie de la actual República de Chile. Los citados autores expresan que, durante el máximo de la última glaciación, el nivel del mar se encontraba aproximadamente entre 120 y 140 m por debajo de su nivel actual, por lo que gran parte de la plataforma continental argentina quedó expuesta, generándose una enorme planicie subaérea a lo largo de la costa atlántica desde la región pampeana a la patagónica (Figura 7.2).

El modelo paleogeográfico propuesto por Ponce y Rabassa determina luego que posteriormente al LGM, se desarrolló un período de mejoramiento climático global que llevó a la finalización de la Última Glaciación Pleistocénica. En la Patagonia, estudios basados en modelos de deglaciación muestran que el deshielo fue más intenso durante los primeros 1000

años y continuó con menor intensidad hasta los 9000 o 8000 años AP aproximadamente, momento en el que la cobertura de hielo alcanzó dimensiones similares a las actuales.

Para este momento, el nivel mar había ascendido hasta los -90m por debajo del actual y la extensión de la gran planicie emergida al este de la actual costa atlántica argentina se habría reducido aproximadamente a un 65%. Aproximadamente entre 13.000 y 12.500 años AP, un nuevo enfriamiento —denominado Reversión Fría Antártica en el hemisferio sur y aproximadamente sincrónico con el *Younger Dryas* en el hemisferio norte- interrumpió el mejoramiento climático que siguió a la Última Glaciación. Este evento frío, tuvo una magnitud menor en comparación con la Última Glaciación y su duración fue de aproximadamente 1500 años. En el transcurso de este episodio frío, los glaciares experimentaron nuevos avances. Los autores citados expresan que los últimos remanentes de la plataforma continental expuesta habrían perdurado hasta los 9000 años AP, momento en el que las costas argentinas adquieren su configuración actual, al igual que los mantos de hielo existentes a lo largo de la cordillera patagónica.

Figura 7.2

Nota. Posición de la línea de costa en los momentos de estabilización aparente del nivel del mar (según Ponce y Rabassa, 2012: figura 4).

Los mamíferos durante el Último Máximo Glacial en la región pampeana y su relación con la configuración zoogeográfica actual

Tonni et al. (1999) consideran que durante el Pleistoceno la presencia de mamíferos que hoy habitan zonas con diferentes climas y en diferentes provincias faunísticas (asociaciones

no análogas) está relacionado con cambios rápidos en las temperaturas, los cuales no son registrados por el tiempo promediado que implican las tafocenosis y el relativamente bajo nivel de resolución del registro fósil pampeano.

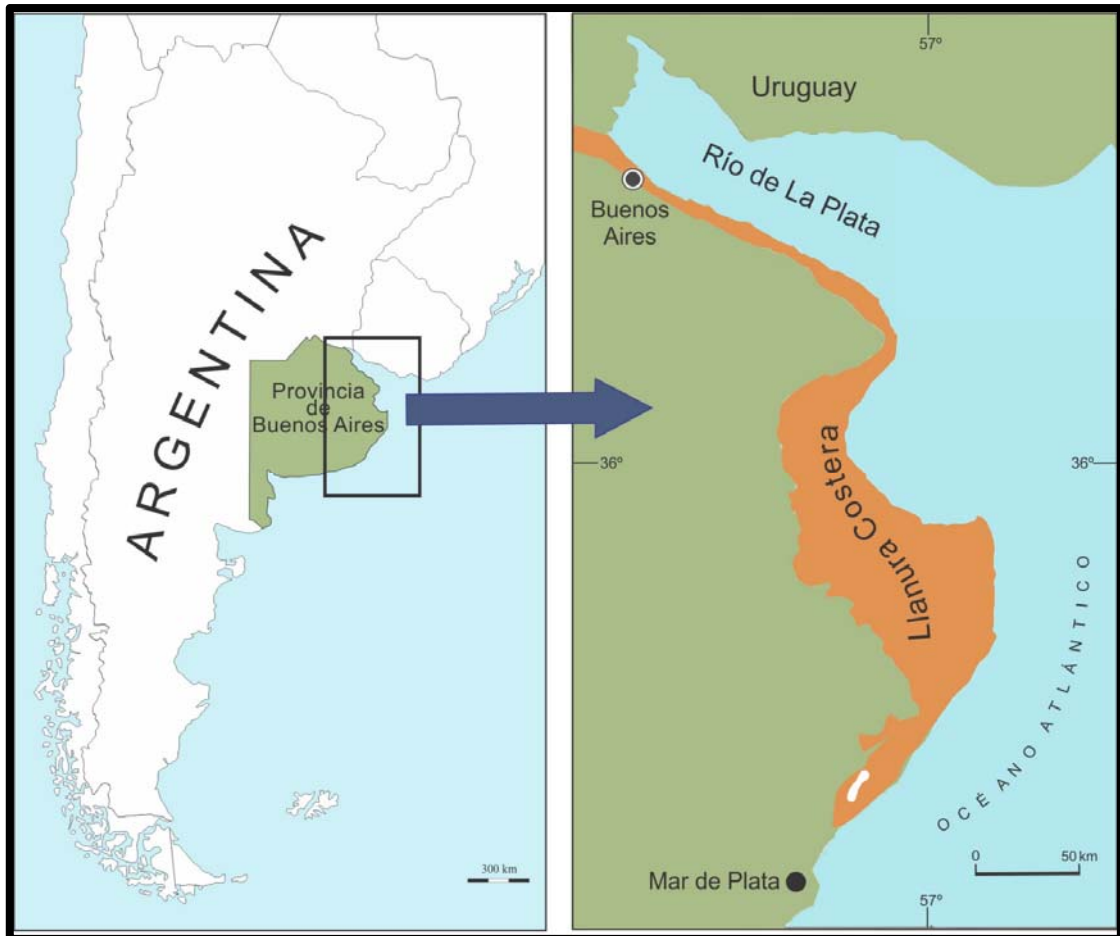
La mayoría de los indicadores muestran que el clima en la región pampeana fue fundamentalmente árido desde el Sanandresense (Plioceno tardío-Pleistoceno temprano) al menos hasta el Pleistoceno más tardío. La mayoría de los mamíferos que habitan actualmente la región pampeana son muy escasos o no se registran en la mayor parte del Pleistoceno tardío y en el Holoceno más temprano (por ejemplo, el marsupial *Didelphis albiventris*, el armadillo *Dasypus hybridus*, los roedores *Cavia aperea*, *Myocastor coypus* e *Hydrochoerus hydrochaeris*, los carnívoros *Galictis cuja* y *Conepatus chinga*).

El patrón de circulación atmosférica durante el LGM probablemente no era muy diferente al de la actualidad. El anticiclón del Atlántico Sur estaba ubicado más cerca del ecuador que hoy (Clapperton, 1993). Los vientos del este producen actualmente la mayor parte de las precipitaciones en la región pampeana. Las precipitaciones disminuyen gradualmente desde el noreste al suroeste. Durante el LGM, el este era más húmedo mientras que los vientos perdían humedad hacia el oeste (similarmente a la actualidad) y como consecuencia se manifestaba una mayor aridez en las pampas. Recordar que la costa estaba situada muchos kilómetros más al este debido a la caída del nivel del mar, lo cual, probablemente, influyó en el gradiente diurno de temperatura pero no necesariamente en las precipitaciones. Los vientos del oeste, como en la actualidad, no trajeron humedad a la región pampeana.

La región pampeana estaba cubierta por vegetación desértica, prosperando en dunas de arena y campos de loess. La combinación del descenso de las temperaturas —quizá de unos 5°C, el aumento de la aridez, y la composición de los conjuntos de mamíferos sugieren que durante el LGM, esta región habría tenido un clima árido y relativamente frío, similar al que prevalece hoy en el norte de la Patagonia. Razón por la cual, además de megafauna, en las pampas se hallaban especies asociadas a ambientes áridos y semiáridos, tales como el marsupial *Lestodelphys halli*, endémico del Dominio Zoogeográfico Patagónico, y el carnívoro *Lyncodon patagonicus*, característico de los Dominios Patagónico y Central o Subandino.

El Holoceno y la fauna

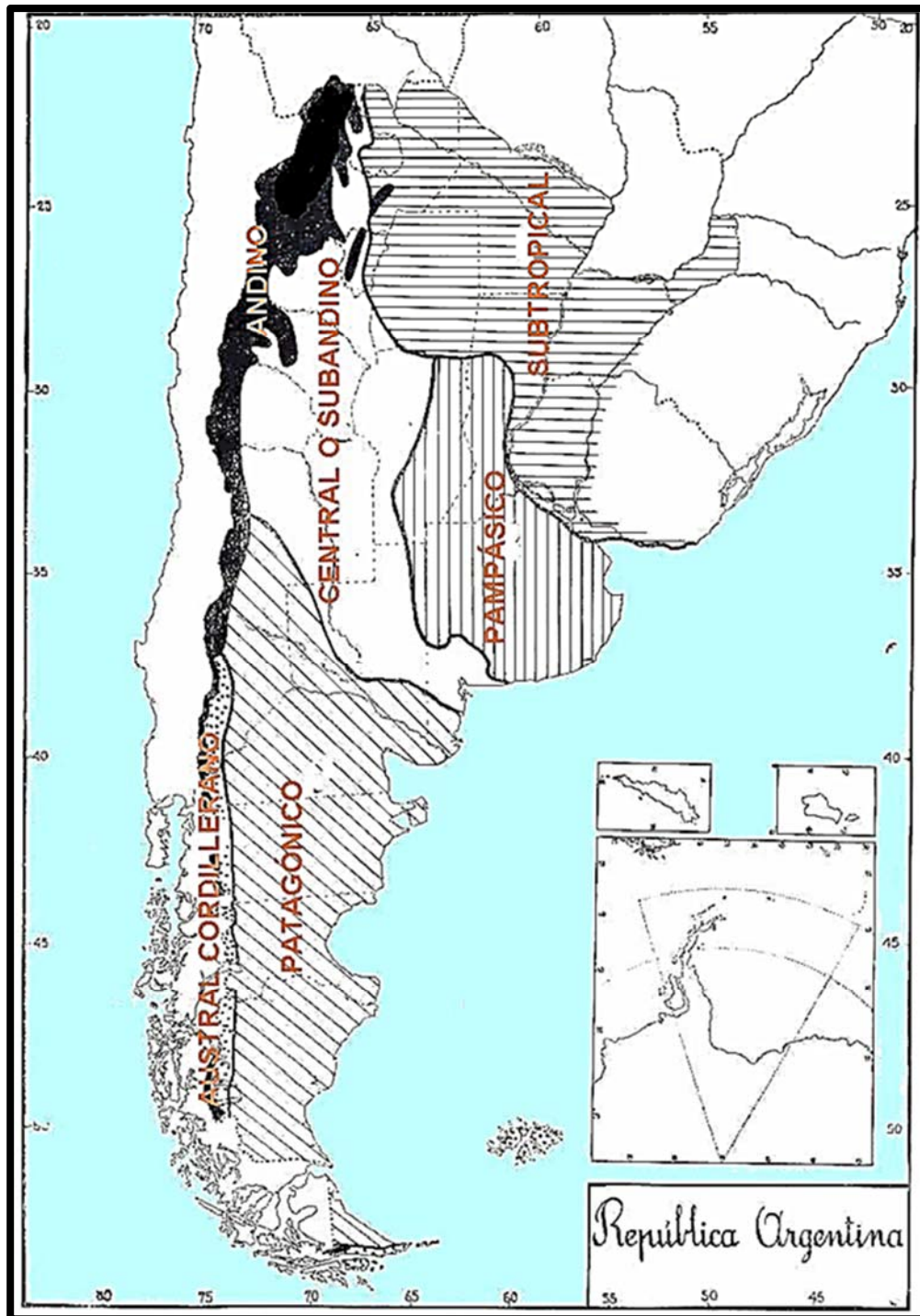
Los mamíferos que se encuentran en los sedimentos referibles al Platense (Holoceno) suelen indicar condiciones secas pero no frías. Condiciones cálidas y probablemente más húmedas coincidieron la ingresión marina del Máximo Térmico del Holoceno (MTH, ca. 7500–4500 años AP). El incremento de las temperaturas durante el MTH generó un aumento global del nivel del mar. No hay consenso sobre la elevación alcanzada por el nivel del mar a lo largo de la costa atlántica bonaerense; según los autores se estimó entre +3,5 m para la costa sureste de la provincia de Buenos Aires y +6,5 m para el Río de la Plata (Figura 3; véase Tonni, 2017).

Figura 7.3

Nota. Sector de la costa de la provincia de Buenos Aires donde se destaca la llanura costera generada por la ingresión marina del MTH (según Tonni, 2017: figura 2, modificado de Violante et al., 2001: figura 1).

Los mamíferos subtropicales, que requieren condiciones más húmedas, han estado expandiéndose de norte a sur desde aproximadamente 1500-1000 años AP. Esta fecha puede considerarse el comienzo de condiciones climáticas similares a las actuales que determinaron el establecimiento del Dominio Zoogeográfico Pampásico (Figura 7.4). Sin embargo, como veremos, estas condiciones variaron durante los últimos 1000 años, generando modificaciones en los límites del mencionado Dominio. En otras palabras, el Dominio Pampásico, sin endemitas (excluyendo a Ventania por considerarse parte del Dominio Central o Subandino), presenta características ecotonaes entre los Dominios Subtropical y Patagónico (Ringuelet, 1961).

Figura 7.4



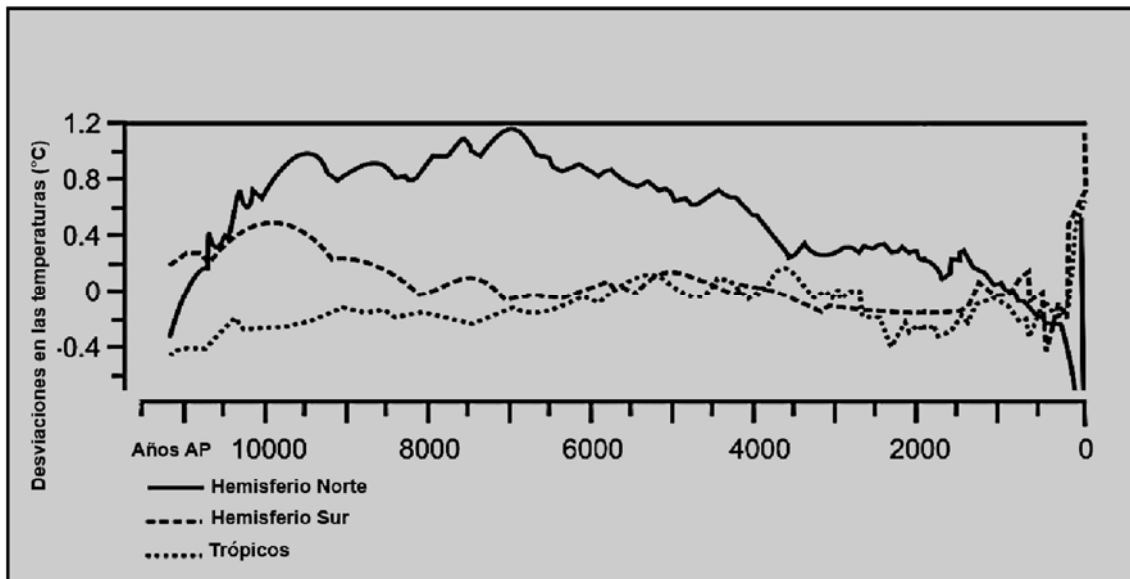
Nota. Los Dominios Zoogeográficos de la Argentina (según Ringuelet 1961: figura 2).

El cambio climático durante los últimos 1000 años

En este apartado haremos referencia a los cambios climáticos recientes que afectaron a las asociaciones faunísticas y sus distribuciones y, parcialmente, modificaron la configuración zoogeográfica tal como la conocemos en la actualidad. A estos aspectos se le debe prestar

especial atención dado que el estudio de las arqueofaunas correspondientes al lapso considerado —como también a otros donde se verifican cambios climáticos— estará condicionado por dichos cambios y sus consecuencias. Por otra parte, las antiguas poblaciones humanas también se vieron afectadas por los cambios a los que debieron responder con adaptaciones diversas.

Figura 7.5



Nota. Promedio de las temperaturas del Holoceno para los Hemisferios Norte y Sur y los trópicos; el cero (0) corresponde a las medias instrumentales 1961-1990 (según Tonni, 2017: figura 1; modificado de Wanner et al., 2015: figura 5a).

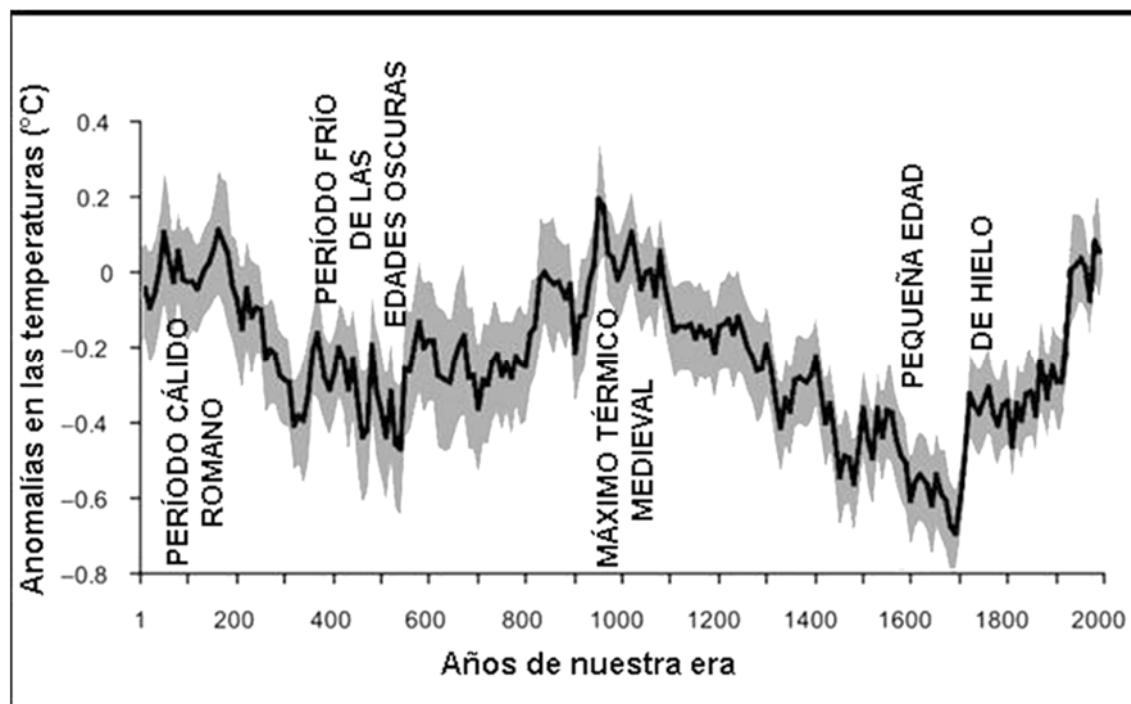
En 1965 el climatólogo inglés Hubert H. Lamb analiza un conjunto de evidencias provenientes fundamentalmente de documentos históricos e información meteorológica, señalando que

Evidence has been accumulating in many fields of investigation pointing to a notably warm climate in many parts of the world, that lasted a few centuries around AD 1000-1200, and was followed by a decline of temperature levels till between 1500 and 1700 the coldest phase since the last ice age occurred. (p. 13)

Para concluir: “*The medieval warm epoch and the subsequent cold centuries, the so-called ‘Little Ice Age’, are confirmed*” (p. 34). De esta manera, se introduce en la bibliografía especializada el concepto de Época Cálida Medieval (*Medieval Warm Epoch*), Periodo Cálido Medieval, Óptimo Climático Medieval o Anomalía Climática Medieval. En cuanto a la Pequeña Edad de Hielo, su introducción en la literatura data de fines de la década de 1930, cuando la frase “*Little Ice Age*” fue utilizada por el geólogo Francois E. Matthes; sin embargo para Matthes esta expresión implicaba un lapso temporal mayor al que posteriormente se le

reconoce, ya que involucra los movimientos de los glaciares desde los últimos 4.000 años. En la actualidad, si bien la interpretación de ambos eventos varía algo en el lapso que incluyen —según los diferentes autores—, hay cierto consenso en referirlos a los intervalos 800–1300 AD y 1300–1900 AD, respectivamente (Figuras 7.5 y 7.6; véase por ej. Ljungqvist, 2010).

Figura 7.6



Nota. Reconstrucción de las variaciones en las temperaturas medias en el Hemisferio Norte (entre 90° y 30° norte) para el lapso 1-1999 AD, con relación a las medias instrumentales de 1961-1990 (según Tonni, 2017: figura 3; modificado de Ljungqvist, 2010: figura 3).

El Máximo Térmico Medieval (MTM)

En la región pampeana, alrededor de 1300 AD, el registro de micromamíferos indica mayor temperatura que la actual en latitudes como 38° 26' S (Centinela del Mar, partido de General Alvarado; véase Pardiñas, 1996, Pardiñas y Tonni, 2000). Estas condiciones condujeron al desplazamiento hacia el sur de micromamíferos, incluyendo un quiróptero hematófago del género *Desmodus* y dos roedores cricétidos sigmodontinos (*Pseudoryzomys simplex* y *Bibimys* cf. *torresi*).

El registro del armadillo *Dasypus hybridus* en un paleosuelo datado en ca. 1000 AD (38 ° S-61 ° O), probablemente esté relacionado con este evento cálido. Abba y Vizcaíno (2011) señalan que “la asociación *Chaetophractus villosus* - *D. hybridus* caracteriza al Holoceno tardío, próximo al contacto europeo (siglo XVI) o posterior, con condiciones ambientales similares a las actuales” (Abba y Vizcaíno, 2011: p. 195). Párrafos más adelante, estos

mismos autores indican que “Es así posible que *D. hybridus* se haya retraído durante la PEH [Pequeña Edad de Hielo] para reingresar, posteriormente, cuando comenzaron nuevamente a incrementarse las condiciones del interglacial actual” (Abba y Vizcaíno, 2011: p. 195; véase también Soibelzon, 2019).

En el noreste de la provincia de Buenos Aires, el sitio La Bellaca 2 (34° 22' S y 58° 35' O) proveyó restos del cánido *Chrysocyon brachyurus* con una antigüedad de 680 ± 80 años radiocarbono AP, que calibrada en años calendario corresponde al lapso 1279 y 1396 AD, es decir la parte final del Periodo Cálido Medieval (véase Prevosti et al., 2004). La distribución actual de *C. brachyurus* está vinculada a temperaturas medias de escaso rango de variación, entre 21,2 °C y 19°C, y a precipitaciones medias de amplio rango, entre 1582,2 y 593,3 mm (Prevosti et al., 2004). Ciertamente, las temperaturas deben constituir el factor fundamental en cuanto a determinar la distribución de este gran cánido; en tal sentido, durante el Holoceno se verificaron varios episodios con incrementos en las temperaturas, el último de los cuales corresponde al MTM.

La Pequeña Edad de Hielo (PEH)

La PEH es conocida en la Argentina casi exclusivamente a través de observaciones faunísticas en la pampa oriental. Los registros de fauna indican condiciones semiáridas a áridas con temperaturas más bajas que las actuales, más frecuentes y significativas desde fines del siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XIX.

Informes de viajeros calificados (véase Tonni, 2017 y la bibliografía allí citada) hacen referencia a las condiciones ambientales durante este tiempo. Las acuarelas y descripciones de Emeric Essex Vidal, corresponsal de la *Royal British Navy* en Buenos Aires entre 1816 y 1818, son ilustrativas. En su referencia al mercado de Buenos Aires, comenta que los armadillos que se consumen son traídos a la venta por los indios de “cuarenta leguas al interior”. En la descripción de esos armadillos, señala que “escapa de sus perseguidores rodando como si fuera una pelota pendiente abajo”. Esta característica, única entre los armadillos, es típica del mataco o quirquincho bola (*Tolypeutes matacus*), un dasipódido actualmente extinto en la provincia de Buenos Aires (Abba y Vizcaíno, 2011) y que habita en regiones áridas y semiáridas del territorio argentino desde el norte, a través del centro, hasta el norte de San Luis.

La mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*) es una especie que actualmente habita en los dominios zoogeográficos Patagónico y Central (véase Figura 7.4); en el siglo XIX es mencionada por viajeros en distintas áreas de la provincia de Buenos Aires, hasta latitudes cercanas a 35°sur en el oeste (Tonni, 2017).

En el sector norte de la bahía de Samborombón, en las proximidades de la localidad de Pipinas (35° 31' sur – 57° 17' oeste), se encuentra una población del armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Carlini y Vizcaíno, 1987; Soibelzon et al., 2007), especie que

actualmente habita en el centro del territorio argentino bajo condiciones áridas a semiáridas. Carlini y Vizcaíno (1987) describen a esta población ribereña como relictos de una distribución más amplia que ocupó gran parte del actual territorio de la provincia de Buenos Aires, bajo las condiciones de aridez y semiaridez del Pleistoceno tardío y parte del Holoceno.

Otro armadillo, el pichi, *Zaedyus pichiy*, se distribuyó durante parte del Holoceno medio y tardío en el sector centro-oriental de la provincia de Buenos Aires, mientras que en la actualidad está restringido a los partidos del sur bonaerense (Abba y Vizcaíno, 2011). Durante los eventos climáticos de menor precipitación y temperatura, *Z. pichiy* expandió su distribución dentro de lo que hoy es la pampa austral y la pampa inundable, mientras que durante los episodios húmedos y cálidos se retrajo al Espinal (Abba y Vizcaíno, 2011; Soibelzon, 2017).

Stutz et al. (2009) realizaron un exhaustivo análisis de indicadores biológicos (polen, diatomeas, fitolitos, entre otros) provenientes de sedimentos del fondo de la laguna Nahuel Ruca (partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, 37°37'05"S y 57°25'48"O). Concluyeron que durante los últimos 400 años se verificó un descenso en las temperaturas y un régimen hidrológico variable, condiciones que se vinculan con la PEH. Conclusiones similares fueron obtenidas por Laprida y Valero Garcés (2009) a través del estudio de los ostrácodos provenientes de sedimentos del fondo de la laguna de Chascomús (35°35'52"S y 58°01'47"O).

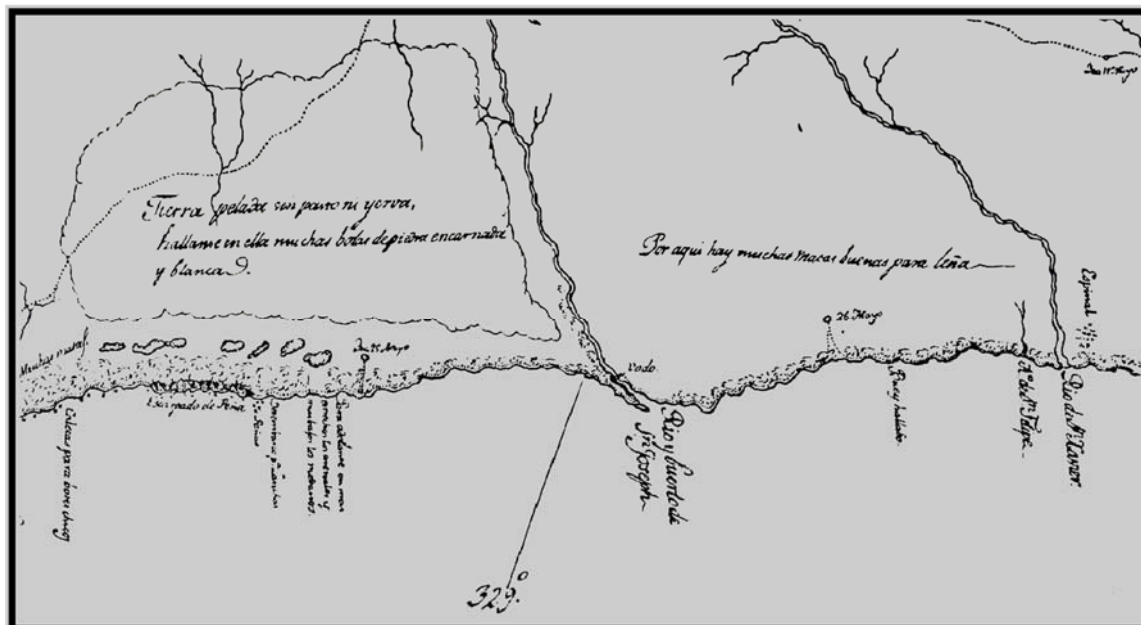
A través del análisis radiocarbónico de una tafocenosis localizada sobre la margen izquierda del río Salado (35°49'36,8"S y 58°16'O), en el partido de Chascomús, provincia de Buenos Aires, Tonni et al. (2008) determinaron que la misma se originó en el lapso 1817–1828 AD. La fecha corresponde a la “Gran Seca”, uno de los eventos de sequía más importantes de la región pampeana, sobre el que se tiene registro histórico. La “Gran Seca” se desarrolló en el marco de la PEH, lapso durante el cual predominan las condiciones de aridez. Sin embargo, durante la PEH, también, se registraron en la región periodos de grandes inundaciones que alternaron con los eventos secos predominantes. El conjunto de eventos secos y húmedos en la región pampeana, con evidencias de cierta periodicidad, es para algunos autores el resultado de episodios ENSO (*El Niño Southern Oscillation*), donde los años de exceso hídrico debido a la disminución en la intensidad de los vientos alisios y el consecuente incremento de la temperatura en el Pacífico ecuatorial (El Niño) alternan con años de déficit hídrico (La Niña), por causas contrarias a las mencionadas (Schnack y De Francesco, 2002).

Deschamps et al. (2003) emplearon métodos semicuantitativos, datos derivados de la climatología histórica y datos faunísticos para realizar un estudio de la evolución de las precipitaciones en Buenos Aires desde el siglo XVIII hasta el XX. Estos autores concluyen que: 1) variaron las estaciones del año en las cuales se verifican las mayores precipitaciones. Así se pasó de la secuencia Otoño-Verano-Primavera-Invierno a Verano-Otoño-Primavera-Invierno. Consecuentemente, la pseudoestepa pampeana caracterizada por dos descansos anuales, uno de invierno por las bajas temperaturas y otro de verano por la falta de disponibilidad de agua, se transformó por causas climáticas. El incremento de las

precipitaciones de verano generó durante esta estación una disponibilidad de agua que compensa las altas temperaturas, dando lugar a un único –y parcial–, descanso anual, el invernal, como se verifica en la actualidad. 2) Hasta 1842 sobre 268 años, hubo 98 años de sequías (36%) y 15 años de inundaciones (5%), sobre el total de años “normales”, es decir aquellos sobre los que no hay referencias especiales respecto a ambos eventos. 3) Desde 1842, sobre 155 años, hubo 16 años de sequías (10%) y 39 años de inundaciones (25%), sobre el total de años “normales”. 4) Desde 1842 en adelante se produjo un cambio importante en la vegetación, con pastizales más abundantes.

En un mapa de 1748 realizado por el jesuita Joseph Cardiel (Figura 7.7), se observa la desembocadura del río Quequén Grande (*“Río y puerto de Sn. Joseph”*) en el actual partido de Necochea, y sobre la margen derecha un amplio sector desértico (*“Tierra pelada sin pastos ni yerva”*) desarrollado bajo las condiciones climáticas de la PEH (véase Politis, 1984). La gran inundación de mayo-junio de 1980 que se produjo en el área, dejó al descubierto los sedimentos eólicos que había cartografiado Cardiel (*“Tierra pelada”*). En estos sedimentos se desarrolló el suelo que sustentó la explotación agropecuaria actual del área y que fue localmente eliminado por la inundación.

Figura 7.7



Nota. Fragmento del mapa de 1748 realizado por el jesuita Joseph Cardiel. Se observa la desembocadura del río Quequén Grande (*“Río y puerto de Sn. Joseph”*) en el actual partido de Necochea, y sobre la margen derecha un amplio sector desértico (*“Tierra pelada sin pastos ni yerva”*) existente bajo las condiciones climáticas de la PEH (véase Tonni, 2017: figura 4).

Las extinciones en el límite Pleistoceno-Holoceno

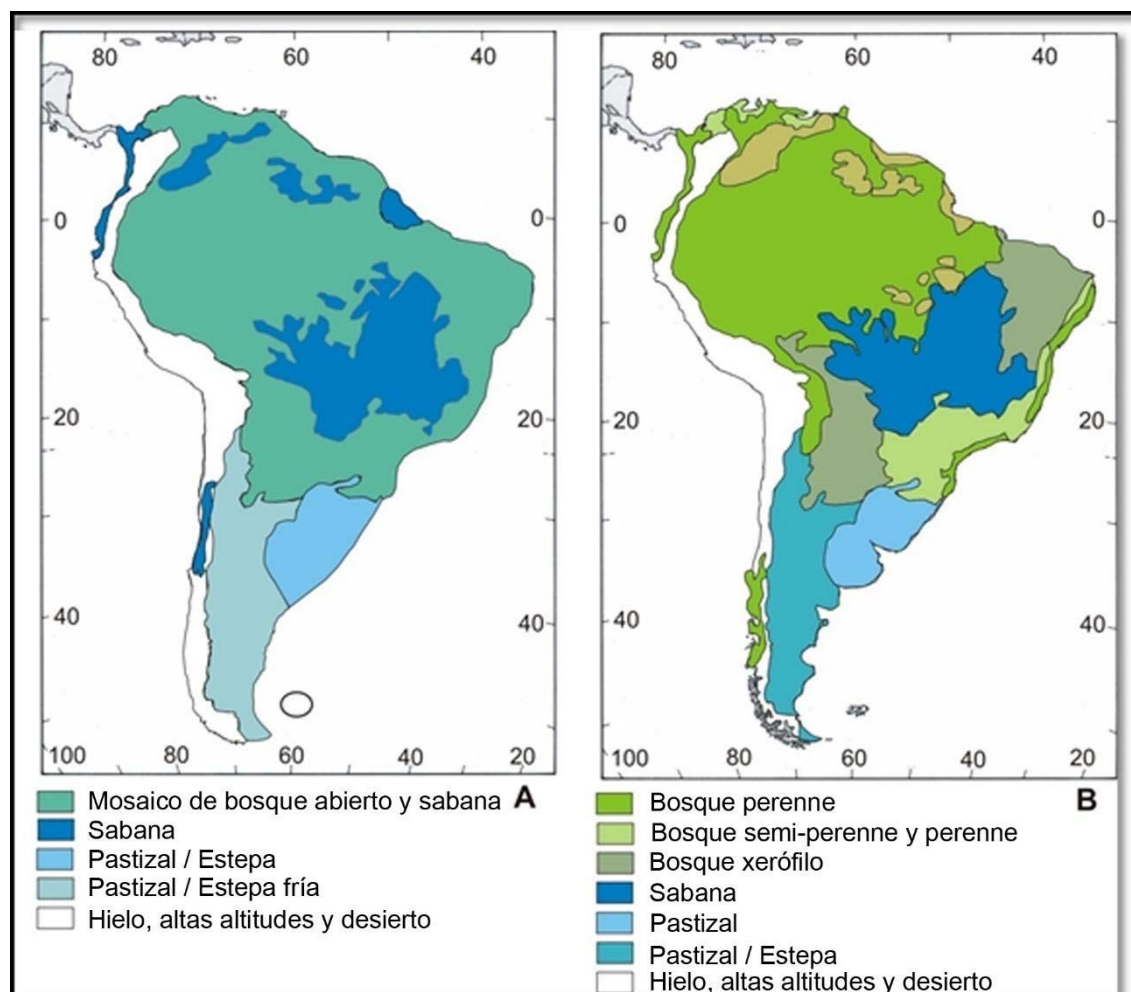
Las extinciones a lo largo del Neógeno en América del Sur, tanto a nivel específico como genérico e incluso a nivel familiar, están relacionadas principalmente con los cambios climáticos y ambientales. Estas extinciones afectaron a diferentes componentes de la biota. Sin embargo, a finales del Pleistoceno y principios del Holoceno hubo un evento de extinción de extraordinarias características, cuando el 100% de las especies de megamamíferos (especies de una tonelada o más de masa corporal), notablemente abundantes aún durante el Pleistoceno tardío, y alrededor del 80% de los grandes mamíferos (especies de más de 44 kg) se extinguieron. Con la excepción de algunos pequeños mamíferos, ningún otro animal o planta desapareció, por lo tanto, el evento de extinción fue distinto a las “extinciones en masa” (véase comentarios en Cione et al., 2009). Esta extinción se ha atribuido al cambio climático, epidemias, o acción humana, y Cione et al. (2009) propusieron una alternativa, a la que llamaron la teoría del “Zigzag roto”. Según estos autores, los megamamíferos estaban adaptados a áreas abiertas y su distribución y abundancia siguió los ciclos de expansión y reducción de las zonas de vegetación abierta, respondiendo a los cambios climáticos en el Pleistoceno medio y tardío (véase Vivo y Carmignotto, 2004). Durante los eventos fríos, los ambientes abiertos se expandieron y, en consecuencia, los megamamíferos tuvieron una distribución más amplia y mayor biomasa.

Durante los períodos cálidos, los ambientes abiertos se redujeron debido a la expansión de los bosques y consecuentemente se redujeron las poblaciones de megamamíferos (Figura 7.8). Estos cambios climáticos que afectaron a la vegetación y a las faunas, se pueden modelar como zigzags. Alrededor de veinte pares de cambios de temperatura de calor a frío y viceversa ocurrieron durante el Pleistoceno medio y tardío (Petit et al., 1999), pero no se verificaron extinciones, más allá de las de fondo, características del proceso evolutivo. A principios del interglacial actual, cuando las temperaturas subían, la humedad aumentaba y los bosques se expandían, los megamamíferos y muchos mamíferos grandes que habían sobrevivido durante cientos de miles de años se extinguieron, y el “zigzag” se rompió. La llegada de humanos en América del Sur fue el único nuevo evento biológico o geológico que ocurrió en el período interglacial actual. En consecuencia, la entrada de los humanos y su presión sobre las poblaciones de mamíferos, numéricamente reducidas, debe haber sido el factor que condujo a la extinción. La extinción diferencial de especies relacionadas (por ejemplo, entre Cervidae y Camelidae, citado por Cione et al., 2009), puede corresponder a sutiles diferencias en la plasticidad ecológica.

La extinción parece haber estado más concentrada en taxones de origen sudamericano (Cione et al., 2009, 2011). En contraste con América del Norte, las dataciones sugieren que varios megamamíferos se extinguieron en América del Sur durante el Holoceno temprano (quizás tan tarde como 7.000 AP). Los humanos entraron en América del Sur ca. 14.000-11.000 AP y el proceso de extinción duró varios miles de años (quizás hasta 6.000 años). En

consecuencia, la evidencia cronológica no apoya el modelo de *blitzkrieg* para América del Sur.

Figura 7.8



Nota. Cambios en las formaciones vegetales durante el LGM (A) y el interglacial actual (B) (modificado de Vivo y Carmignotto, 2004: figura 3).

Cione et al. (2009) estiman que en la situación particular de una dramática reducción del rango geográfico y del número de individuos en las poblaciones de megamamíferos, un número relativamente pequeño de cazadores activos con armas especializadas habría sido capaz de exterminar a muchos de ellos luego de varios miles de años de convivencia. Quizá sólo una moderada caza de hembras (solitarias o con crías), de juveniles o de crías serían necesarios para producir la extinción en pocos miles de años. Cuando las poblaciones disminuyeron hasta un umbral, ya no se convirtieron en viables. Con la desaparición de muchos mamíferos y la puesta en marcha de otras acciones como el uso del fuego, los humanos alteraron el equilibrio ecológico del continente, provocando otras extinciones en cascada. Los grandes carnívoros, como el tigre dientes de sable (*Smilodon populator*) y el oso de cara corta (*Arctotherium tarijense*), probablemente se extinguieron cuando sus presas desaparecieron.

El evento de extinción en América del Sur fue el más grande para ese momento y quizá el más joven. Este último aspecto ha sido puesto en discusión recientemente con el argumento que la degradación del colágeno -usado para las dataciones- y la posterior contaminación por ácidos fúlvicos, generaron edades más jóvenes (por ej. Politis et al., 2016; Messineo et al., 2021). En consecuencia, la supervivencia holocena de los megamamíferos en las pampas estaría en dudas.

Referencias

- Abba, A.M. y Vizcaino, S.F. (2011). Distribución de los armadillos (*Xenarthra*, *Dasypodidae*) en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 18, 185-206.
- Carlini, A. y Vizcaino, S.F. (1987). A new record of the armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Gray, 1865) in the Buenos Aires Province of Argentina: possible causes for the disjunct distribution. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 22, 53-56.
- Clapperton, C. (1993). Nature and environmental changes in South America at the Last Glacial Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 101, 189-208.
- Clark, P.U., Dyke, A.S., Shakun, J.D., Carlson, A.E., Clark, J., Wohlfarth, B., Mitrovica, J.X., Hostetler, S.W. y Marshall McCabe, A. (2009). The Last Glacial Maximum. *Science*, 325, 710-714.
- Cione, A.L., Tonni, E.P. y Soibelzon, L.H. (2009). Did humans cause the late Pleistocene – early Holocene mammalian extinctions in South America in a context of shrinking open areas? En Haynes, G. (Ed.). *American Megafaunal extinctions at the end of the Pleistocene* (pp. 125-144). Switzerland: Springer.
- Cione, A.L., Tonni, E.P. y Soibelzon, L. (2011). Mammal Extinction at the Pleistocene-Holocene Boundary in South America. *Current Research in the Pleistocene*, 28, 24-25.
- Deschamps, J.R., Otero, O. y Tonni, E.P. (2003). Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX. *Universidad de Belgrano, Departamento de Investigación, Documentos de Trabajo*, 109, 1-18.
- EPICA community members (2004). Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature*, 429, 623-628.
- Foscolos, A., (2010). Climatic changes: anthropogenic influence or naturally induced phenomenon. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 43, 8-31.
- Lamb, H.H. (1965). The early Medieval Warm Epoch and its sequel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1, 13-37.
- Laprida, C. y Valero Garces, B. (2009). Cambios ambientales de épocas históricas en la pampa bonaerense en base a ostrácodos: historia hidrológica de la laguna de Chascomús. *Ameghiniana*, 46, 95-111.

- Ljungqvist, F.C. (2010). A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia. *Geografiska Annaler: Series A, Swedish Society for Anthropology and Geography*, 92A, 339-351.
- Messineo, P.G., Favier Dubois, C.M., Politis, G. y Vitale P. (2021). Site formation process and megamammal bone radiocarbon dates in Campo Laborde (Pampas of Argentina): Contribution towards a research methodology. *Quaternary International*, 586, 53-65.
- Pardiñas, U. (1996). El registro fósil de *Bibimys* Massoia, 1979 (Rodentia). Consideraciones sobre los Scapteromyini (Cricetidae, Sigmodontinae) y su distribución durante el Plioceno-Holoceno en la región pampeana. *Mastozoología Neotropical*, 3, 15-38.
- Pardiñas, U. y Tonni, E.P. (2000). A giant vampire (Mammalia, Chiroptera) in the Late Holocene from the Argentinean pampas: paleoenvironmental significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, 213-221.
- Petit, J.R., Jouzel, J., Raynaud, D., Barkov, N., Barnola, J., Basile, I., Benders, M., Chappellaz, J., Davis, M., Delayque, G., Delmotte, M., Kotlyakov, V., Legrand, M., Lipenkov, V., Lorius, C., Pépin, L., Ritz, C., Saltzman, E. y Stievenard, M. (1999). Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399, 429-436.
- Politis, G. (1984). Climatic variations during historical times in Eastern Buenos Aires Pampas, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 3, 133-161.
- Politis, G., Gutiérrez, M., Rafuse, D. y Blasi, A. (2016). The Arrival of *Homo sapiens* into the Southern Cone at 14,000 Years Ago. *Plos one*, 11, e0162870.
- Ponce, J.F. y Rabassa, J. (2012). La plataforma submarina y la costa atlántica argentina durante los últimos 22.000 años. *Ciencia Hoy*, 22, 50-56.
- Prevosti, F., Bonomo, M. y Tonni, E.P. (2004). La distribución de *Chrysocyon brachyurus* (Illiger, 1811) (Mammalia, Carnivora, Canidae) durante el Holoceno en la Argentina: implicancias paleoambientales. *Mastozoología Neotropical*, 11, 27-43.
- Rabassa, J., Coronato, A., Martínez, O., y Reato, A. (2022). Last Glacial Maximum, Late Glacial and Holocene of Patagonia. En Miotti, L., Salemme, M. y Herms, D. (Eds.). *Archaeology of Piedra Museo Locality: An Open Window to the Early Population of Patagonia* (pp. 59-84). Switzerland: The Latin American Studies Book Series, Springer Nature.
- Ringuelet, R.A. (1961). Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis*, 22, 151-170.
- Schnack, E.J. y De Francesco, F.O. (2002). El Niño en El Plata: impactos morfodinámicos y ecológicos. En *Taller El Niño: sus impactos en El Plata y en la región pampeana* (pp. 23-26). La Plata: Comisión de Investigaciones Científicas.
- Soibelzon, E. (2019). Using paleoclimate and the fossil record to explain past and present distributions of armadillos (Xenarthra, Dasypodidae). *Journal of Mammal Evolution*, 26, 61-70.

- Soibelzon, E., Daniele, G., Negrete, J., Carlini, A. y Plischuk, S. (2007). Annual diet of the little hairy armadillo, *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia, Dasypodidae), in Buenos Aires province, Argentina. *Journal of Mammalogy*, 88, 1319-1324.
- Stutz, S., Borel, M., Fontana, S.L., del Puerto, L., Inda, H., Garcia-Rodríguez, F. y Tonello, M. (2010). Late Holocene climate and environment of the SE Pampa grasslands, Argentina, inferred from biological indicators in shallow, freshwater Lake Nahuel Ruca. *Journal of Paleolimnology*, 44, 761-775.
- Tonni, E.P. (2017). Cambios climáticos en la región pampeana oriental durante los últimos 1000 años. Una síntesis con énfasis en la información zoogeográfica. *Revista del Museo de La Plata*, 2, 1-11.
- Tonni, E.P., Cione, A. y Figini, A.J. (1999). Predominance of arid climates indicated by mammals in the pampas of Argentina during the Late Pleistocene and Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 147, 257-281.
- Tonni, E.P., Bonini, R.A., Molinari, A.E., Prevosti, F.J., Pomi, L.H., Carbonari, J.E. y Huarte, R. (2008). Análisis radiocarbónico en una tafocenosis de la región pampeana (provincia de Buenos Aires, Argentina). Su vinculación con la Gran Seca de 1827-1832. *Intersecciones en Antropología*, 9, 307-311.
- Violante, R.A., Parker, G. y Cavallotto, J.L. (2001). Evolución de las llanuras costeras del este bonaerense entre la bahía Samborombón y la laguna Mar Chiquita durante el Holoceno. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 56, 51-66.
- Vivo, M y Carmignotto, A.P. (2004). Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. *Journal of Biogeography*, 31, 943-957.
- Wanner, H., Mercolli, L., Grosjean, M. y Ritz, S.P. (2015). Holocene climate variability and change; a data-based review. *Journal of the Geological Society*, 172, 254-263.

Los autores

Coordinadores

Miotti, Laura

Es Licenciada en Antropología y Doctora en Ciencias Naturales, ambos títulos otorgados por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Es profesora titular de Arqueología Americana 1 y de Zooarqueología en la misma facultad. Ha dictado cursos de posgrado de Zooarqueología en universidades de Latinoamérica. Es investigadora Superior del CONICET. La práctica zooarqueológica la inicia hacia mediados de 1980 relacionada al poblamiento americano, con especial atención al rol de los humanos en el proceso de las extinciones de megamamíferos pleistocenos y a las formas de aprovechamiento faunístico por los cazadores-recolectores de América, especialmente de la Patagonia, lugar donde desarrolla su práctica arqueológica. Es autora de más de 250 trabajos científicos en revistas y congresos nacionales e internacionales. Ha organizado y coordinado numerosos eventos nacionales e internacionales tanto de Primeros Americanos como de Zooarqueología. Dirigió proyectos de investigación financiados por organismos nacionales e internacionales.

Fernández, Fernando J.

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales, ambos en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Ejerce como Jefe de Trabajos Prácticos en la cátedra de Zooarqueología de la misma facultad. Ha dictado cursos de postgrado de anatomía y tafonomía para organismos forenses y universidades. Como investigador Independiente del CONICET tiene una línea de investigación que comprende a la tafonomía, zooarqueología, paleoecología, taxonomía y zoogeografía de conjuntos de vertebrados cuaternarios de América del Sur, principalmente, aquellos formados por micromamíferos. Propuso nuevas metodologías para evaluar las modificaciones tafonómicas generadas por depredadores y carroñeros en huesos y dientes de micromamíferos sudamericanos. Ha producido más de 100 publicaciones científicas en medios nacionales y extranjeros y 80 presentaciones en congresos y conferencias. Además, ha participado como perito de justicia y como investigador y director en más de 20 proyectos científicos nacionales e internacionales.

Autores

De Mendoza, Ricardo S.

Licenciado en Biología Orientación Paleontología y Doctor en Ciencias Naturales, ambos en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Investigador Asistente del CONICET cuya línea de investigación se centra en la morfología evolutiva de las aves buceadoras. Ha publicado trabajos sobre morfología evolutiva, ecomorfología y paleontología de sendos grupos de aves; mediante aproximaciones que incluyen desde la anatomía descriptiva hasta la cladística, morfometría lineal y geométrica, análisis de redes anatómicas y métodos comparativos filogenéticos; con el fin de dilucidar los factores funcionales y estructurales detrás de la forma corporal de las distintas aves.

del Papa, Luis M.

Licenciado en Antropología y Doctor en Ciencias Naturales, ambos en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Ejerce como ayudante en la cátedra de Zooarqueología en la misma facultad. Como investigador Adjunto del CONICET tiene una línea de investigación central en zooarqueología, principalmente de la macroregión del Gran Chaco (regiones Chaco-Santiagoense y Chaco Húmedo). Esta macroregión se caracteriza por la diversidad de fauna (diferentes clases representadas en los sitios arqueológicos) y por lo tanto indaga en las distintas actividades en la obtención de los recursos desde un marco tafonómico. También, ha colaborado en investigaciones de zooarqueología histórica y de otras áreas del país (Noroeste argentino, Norpatagonia y Pampeana). Ha producido más de 40 publicaciones científicas y más de 40 presentaciones en congresos. Participó como investigador y en la actualidad dirige proyectos de investigación, además de integrar proyectos de extensión y comunicación pública de la ciencia.

Páez, María Cecilia

Licenciada en Arqueología de la Escuela de Arqueología de la Universidad Nacional de Catamarca y Doctora en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Actualmente, se desempeña como ayudante Diplomada en la cátedra de Zooarqueología en la facultad donde se doctoró. Como investigadora Independiente de CONICET se ha dedicado al estudio de las sociedades productoras de alimentos de los siglos X a XV en el Noroeste argentino y sus vínculos con las prácticas pastoriles. Sus publicaciones científicas incursionan en aspectos teóricos e interpretativos, promoviendo la transdisciplinariedad y la integración de los conocimientos a problemáticas regionales y globales. Como parte de sus compromisos académicos ha formado alumnos de esta casa de estudios que desarrollan sus doctorados, dirigiendo proyectos de investigación de alcance nacional y participado en la gestión universitaria.

Tonni, Eduardo P.

Licenciado en Paleontología (Vertebrados) y Doctor en Ciencias Naturales de la UNLP. Profesor Emérito en la misma facultad. Ha dictado cursos de grado y postgrado en la Universidad Nacional de San Juan (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) y Universidad de Buenos Aires (Facultad de Filosofía y Letras), Universidad Nacional de La Pampa (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales). Inició en la Argentina los estudios en paleornitología y zooarqueología, dirigiendo las primeras tesis doctorales sobre ambos temas y posteriormente a noveles investigadores. El tema central actual de investigación lo constituyen las aves y los mamíferos del Cenozoico superior sudamericano, así como los aspectos bioestratigráficos, ambientales y climáticos del Cuaternario. Dirigió y dirige proyectos de investigación financiados por organismos nacionales e internacionales. Es autor de más de 230 trabajos científicos en revistas nacionales e internacionales y más de 110 presentaciones en congresos. Es autor de 61 artículos y de 9 libros de divulgación científica.

Miotti, Laura

Zoarqueología de vertebrados en América : un enfoque teórico, metodológico y práctico / Laura Miotti ; Fernando Julián Fernández ; Eduardo Pedro Tonni ; Contribuciones de Luis Alberto Borrero ; Coordinación general de Laura Miotti ; Fernando Julián Fernández. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2025.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-950-34-2542-8

1. Anatomía. 2. Subsistencia. 3. Vertebrados. I. Borrero, Luis Alberto, colab. II. Miotti, Laura, coord. III. Fernández, Fernando Julián, coord. IV. Título.
CDD 596.0723

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata
48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina
+54 221 644 7150
edulp.editorial@gmail.com
www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2025
ISBN 978-950-34-2542-8
© 2025 - Edulp

n
naturales


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA