

Tafonomía sobre asociaciones de vertebrados registradas en trampas fluviales de la Región Pampeana (Buenos Aires, Argentina)

Taphonomy on vertebrate assemblages recorded in fluvial traps from the Pampean Region (Buenos Aires province, Argentina)

L.H. Pomi¹, C.A. Scanferla²

RESUMEN

Se da a conocer un nuevo modo tafonómico reconocido en un sistema fluvial ubicado en la Región Pampeana (provincia de Buenos Aires, Argentina). Éste se encuentra asociado a cavidades verticales (marmitas) desarrolladas en terrazas del canal principal del río Quequén Grande. Se estudió una asociación de vertebrados actuales (en su mayoría de hábitos acuáticos) acumulados en estas cavidades, las cuales actuaron como trampas para los especímenes. El estudio de la muestra y observaciones realizadas in situ, sugieren que dicha trampa acumuló individuos completos (vivos o muertos) y especímenes aislados durante eventos de alto régimen hídrico (lluvias torrenciales). La representación de partes anatómicas indica una selección de elementos. Se comparó la supervivencia diferencial de cada elemento con diferentes variables (densidad ósea estructural, representación original en el esqueleto, tamaño, forma y volumen), concluyendo que la selección observada se produjo por la capacidad de flotación de los elementos ausentes (p. ej., vértebras).

Palabras clave: Modos tafonómicos, trampas, marmitas, actualismo, Región Pampeana.

ABSTRACT

We describe a new taphonomic mode from a fluvial system developed in channel terraces located at the Pampean Region (Quequén Grande River, Buenos Aires, Argentina) associated with natural vertical cavities («marmits»). We analyzed a recent (mainly aquatic) vertebrate assemblage accumulated in these cavities, which operate as bone traps. Our observations suggest that these traps have accumulated isolated specimens and live or dead complete individuals during high hydric regime (torrential rains). Skeletal part representation indicates that exists a bone selection. We compare the element differential survey with different variables (structural bone density, original representation in a skeleton, size, form and volume), concluding that selection was associated with floating capabilities of missing bones (e.g. vertebrae).

Key words: Taphonomic modes, traps, marmits, actualism, Pampean Region.

Introducción

Las asociaciones de vertebrados fósiles colectadas en la Región Pampeana (provincia de Buenos Aires, Argentina) han sido consideradas las más completas muestras del Pleistoceno Sudamericano.

Con el objetivo de dar cuenta de los procesos involucrados en la configuración de éstas particulares asociaciones de vertebrados, cómo estos transformaron la información biológica original, y cómo pueden afectar las interpretaciones y resultados bioestratigráficos y paleoecológicos, se está desarro-

¹ Departamento Científico Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata. Paseo del Bosque, s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires. lucaspomi@hotmail.com

² Laboratorio de Anatomía Comparada y Evolución de los Vertebrados, Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia», Avda. Ángel Gallardo, 470 (1405), Capital Federal, Argentina. agustin_scanferla@yahoo.com.ar



Fig. 1.—Localización geográfica del área de estudio. En la foto satelital puede observarse el cauce del Río Quequén Grande y la posición de las marmitas.

lizando un programa de investigación tafonómica de la región. Debido a que el actualismo es la principal herramienta implementada por esta disciplina, y que éste posee una fuerte atadura regional (Borrero, 2000), se investigan los modos tafonómicos hoy presentes en el área.

El concepto de modo tafonómico fue desarrollado por Behrensmeyer & Hook (1992) para definir la ocurrencia de fósiles resultante de procesos físicos, químicos y biológicos similares. Las trampas naturales son un modo tafonómico particular donde se acumulan restos orgánicos. Éstas pueden ser divididas en dos tipos básicos: aquellas que producen la muerte de los organismos atrapados y acumulan sus restos (p. ej., hidrocarburos, ámbar) y las que, independientemente del modo de muerte, acumulan especímenes (p. ej., cuevas y fisuras).

En este trabajo se da a conocer un modo tafonómico reconocido en la Región Pampeana, asociado

a cavidades naturales desarrolladas en una plataforma de abrasión del Río Quequén Grande. Se analizó una asociación de vertebrados actuales (principalmente mamíferos) acumulados en una de estas cavidades, siendo el objetivo del trabajo explorar el origen y el funcionamiento de este tipo de trampas. Además, se discute la posibilidad de que dos asociaciones fósiles previamente excavadas en el Río Luján (Región Pampeana) puedan corresponder a este modo tafonómico.

Descripción del sitio

El sitio donde se efectuaron los trabajos de excavación se localiza sobre el curso del Río Quequén Grande ($38^{\circ}11'06''$ S / $59^{\circ}10'34.3''$ W), partido de Necochea, provincia de Buenos Aires, Argentina (fig. 1). Este río se extiende a través del área interseñalada, entre las Sierras Septentrionales y Australes (Fidalgo *et al.*, 1991) y se caracteriza por ser un río meandroso afectado por numerosos saltos o cascadas. La cuenca de este río posee un gradiente aproximado de 2 m/km y para la localidad de Paso Otero se ha registrado un caudal medio de $5,35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Campo de Ferreras & Píccolo, 1997). Los valles de los ríos del área se labraron básicamente sobre sedimentos pliocénicos (Kraglievich, 1934; Fidalgo *et al.*, 1975; Prado & Cerdeño, 1998) y pleistocénicos (Tonni & Laza, 1980; Prado *et al.*, 1987; Bonadonna *et al.*, 1995).

Aguas abajo de las cascadas halladas en el área, se desarrollan plataformas labradas sobre sedimentos limoarcillosos pardo-rojizos fuertemente compactados (fig. 2A). Éstas generalmente se hallan descubiertas, estando anegadas solamente bajo condiciones de alto régimen hídrico. Sobre estas plataformas se han observado cavidades tubulares verticales asociadas de diverso diámetro y profundidad, tanto en el área de estudio como a lo largo del río.

El sitio particular donde se excavó y extrajo la muestra estudiada, es una cavidad tubular constituida por dos cámaras (fig. 2B). La cámara superior, de mayor dimensión y de donde se extrajo casi la totalidad de los especímenes, posee un diámetro medio de 55 cm y una profundidad de 78 cm y es la que se conecta con el exterior. La base de la misma posee una leve inclinación hacia el sudeste, y se encuentra interrumpida hacia el noreste por la boca de la cámara inferior, la cual posee un diámetro de 25 cm y una profundidad desconocida. La

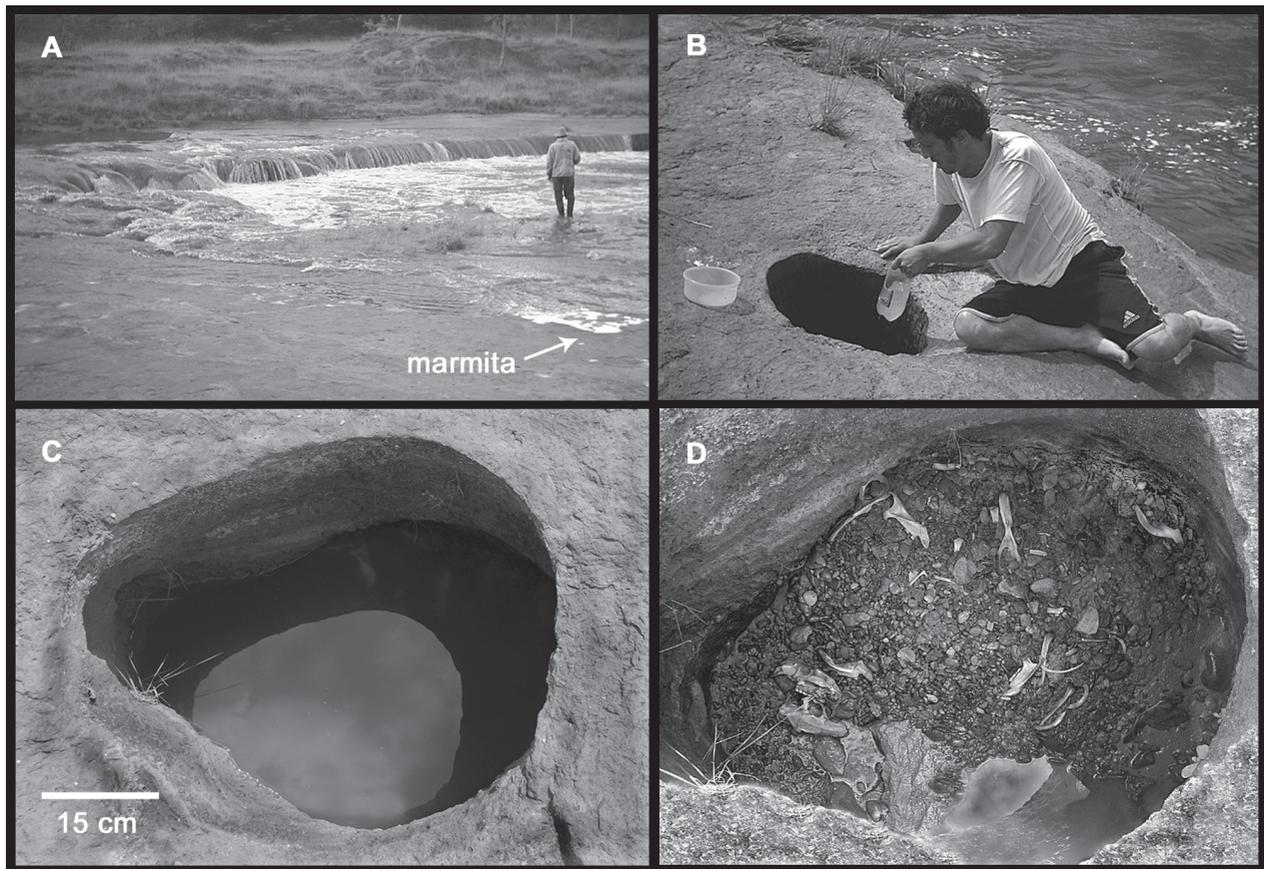


Fig. 2.—A y B) Superficie erosiva sobre la cual se labraron las marmitas. C) Vista superior de la marmita excavada. D) vista superior de la marmita una vez drenada el agua, donde se observan los especímenes no sepultados.

primera se halló rellena por sedimentos gravosos gruesos (fig. 2D), constituidos por clastos redondeados de origen carbonático, de entre 2 y 20 mm. Además, se observaron varios clastos esféricos y planares de mayor tamaño (10-30 cm). La grava poseía una matriz limoarcillosa parda, intercalada en algunos sectores con fangos impregnados de cera cadavérica.

Materiales y métodos

La excavación de las cámaras superior e inferior arrojó un total de 275 especímenes de vertebrados actuales. En la muestra se reconocieron los siguientes taxa: *Myocastor coypus* (4/192 = 4 individuos y NISP 192), *Holochilus brasiliensis* (1/76), *Sigmodontinae* indet. (1/3), *Lagostomus maximus* (1/1), *Bos taurus* (1/1), Anatidae indet (1/1). Además de los especímenes de vertebrados, se colectaron los

gasterópodos *Chilina parchappei* (7), *Biomphalaria orbigny* (1) y *Ampularia* sp. (2). La muestra completa un fragmento óseo y uno dentario indeterminados, un fragmento de vidrio verde y 4 pupas de dípteros indeterminados.

El estudio se focalizó sobre los especímenes de *M. coypus* y evaluó la relación existente entre los elementos anatómicos conservados y diferentes variables: 1) representación original en el esqueleto, 2) modificación ósea y desarticulación, 3) densidad estructural ósea, 4) forma, tamaño y volumen, y 5) grupos de Voorhies.

Para evaluar la representación original en el esqueleto y la lateralidad de los elementos se utilizó un individuo completo de *M. coypus* montado en posición de vida (MLP 1089).

El mínimo número de individuos (MNI) fue calculado a partir del número de hemimandíbulas izquierdas debido a que son los elementos pares más representados.

El índice de supervivencia (IS) fue calculado dividiendo el valor de cada elemento recuperado (MNE) por el número de su homólogo en un esqueleto completo, multiplicado por el MNI.

Debido a que no se dispone de datos de densidad estructural ósea (DE) de *M. coypus*, se utilizaron los valores obtenidos por Lyman *et al.* (1992) para *Marmota monax*, roedor norteamericano que posee una masa corporal similar a *M. coypus*. Si bien se espera cierta disparidad entre ambos taxones (véase Kreutzer, 1992; Lyman *et al.*, 1992), suponemos diferencias poco significativas. Para cada elemento se utilizó la máxima densidad. En los casos de elementos sin valores de densidad, se utilizó la densidad de un elemento similar. Por ejemplo, Lyman *et al.* (1992) sólo evalúa la densidad ósea de vértebras lumbares; nosotros utilizamos dicho valor para el resto de las vértebras (p. ej., cervicales, torácicas y caudales). Estos valores de densidad estructural fueron tomados sobre esqueletos de individuos adultos, mientras que este estudio se basa en especímenes de individuos subadultos. En este sentido, Simmons (2005), afirma que existe una tendencia al aumento de densidad entre individuos juveniles y adultos.

La forma de los elementos óseos fue definida a base de tres ejes perpendiculares: eje máximo (a), eje medio (b), y eje mínimo (c) (Frostick & Reid, 1983). Sin embargo, la forma obtenida a partir de los tres ejes máximos no siempre se correlaciona con la forma real del elemento. Así, en el caso del fémur, donde el eje medio incluye la extensión del cuello y cabeza del elemento, se obtiene una forma de hoja en lugar de una barra.

El volumen de los elementos fue calculado de dos modos: 1) multiplicando los tres ejes máximos del espécimen, y 2) mediante la inmersión del espécimen y medición de agua desplazada en probetas milimetradas.

En 1969, Voorhies da a conocer uno de los primeros experimentos sobre transporte diferencial de elementos de un mismo esqueleto. Utilizando huesos desarticulados de coyotes y ovejas, estableció tres grupos óseos a base de su susceptibilidad al transporte. Dentro del grupo I (costillas, vértebras, sacro y esternones) reunió a los elementos caracterizados por su tendencia a ser afectados inmediatamente por corrientes suaves y por transportarse por saltación o flotación. Dentro del grupo II (fémur, tibia, humero, metápodos, pelvis y radio) reunió a los elementos que resultan removidos de su posición original *a posteriori* del grupo I y que tienden

a transportarse por tracción. El grupo III (mandíbulas y cráneo), agrupa a los elementos que tienden a resistir las corrientes en su sitio original, configurando depósitos *lag*. Algunos elementos ocupan posiciones intermedias entre los grupos definidos (p. ej., I/II: escápula, falanges y ulna; II/III hemimandíbula).

Otros agrupamientos fueron planteados recientemente (p. ej., Trapani, 1998; Gutiérrez & Kaufmann, 2007) e informan variabilidad entre taxa y edad de los individuos analizados.

Resultados

Representación de partes

Se colectaron 192 especímenes pertenecientes a cuatro individuos de *M. coypus*. A base del estado de fusión de las epífisis, grado de desgaste de los molariformes y tamaño, se considera a los individuos de *M. coypus* como subadultos.

En la figura 3A se expone las diferencias entre el número de elementos observados y el número de elementos esperados (número en esqueleto por MNI). En la figura 3B se ordenó a los elementos según su índice de supervivencia. Ésta muestra que los elementos más representados ($IS > 0,5$) son hemimandíbulas, pelvis, radios, ulnas y tibias. Los elementos menos representados son escápulas, carpales, tarsales, últimas falanges y esternones. Las vértebras varían su IS, las cervicales poseen una moderada supervivencia ($IS = 0,45$), atlas y axis se agrupan con un IS de 0,25, lumbares y caudales con un IS de 0,20 y por último se ubican las torácicas con un IS de 0,13. El ordenamiento de las vértebras registradas es congruente con los grupos propuestos por Gutiérrez & Kaufman (2007). Se observa una relación inversa entre el IS de cada tipo de vértebra y su densidad (p. ej., las vértebras faltantes poseen baja densidad estructural).

En relación a los elementos pares, se observó una dominancia de izquierdos sobre derechos (25/18), invirtiéndose esta relación sólo en el caso de radio y ulna. Resulta llamativa la baja supervivencia del fémur, sobre todo cuando se compara a éste con el resto de los huesos largos, los cuales se ubican entre los elementos mejor representados.

Debido a que fue excavado el total del sedimento acumulado en estas estructuras, consideramos que el sesgo de muestreo es bajo para los especímenes de *M. coypus* (6 kg de masa corporal) y

moderado para los taxa más pequeños (p. ej., *Holochilus*, 90-320 g).

Modificación ósea y desarticulación

Los especímenes analizados se caracterizan por nula meteorización, abrasión, y marcas de origen biológico (p. ej., masticación, digestión, raíces, corte, impacto de proyectiles). Sólo se han observado fracturas en dos especímenes relativamente frágiles (costilla y acromion de escápula).

La desarticulación de los elementos del esqueleto está regulada, en primer lugar, por la tasa de descomposición de los tejidos blandos y el tipo de articulaciones presentes entre elementos. En segundo lugar, este proceso se asocia a la acción de macroconsumidores (p. ej., carroñeros) y física (p. ej., transporte fluvial). Hill (1979) y Hill & Behrensmeyer (1984) estudiaron las secuencias de desarticulación de varios ungulados actuales. Se utilizaron estos resultados ya que no se dispone de datos cuantitativos sobre el proceso de desarticulación en mamíferos similares a *M. coypus*. Los únicos elementos que se conservaron articulados fueron seis vértebras caudales. Estos elementos se desarticulan en las primeras fases del proceso, al menos en los casos estudiados de ungulados. Con respecto al esqueleto cefálico, ninguno de los cráneos ni de las mandíbulas conservaron sus incisivos; sin embargo, todos estos se encuentran presentes en la muestra asociada. Algo similar sucede con los molariformes ausentes en cráneos y mandíbulas, que también están presentes en la muestra. Uno de los cráneos recuperados presenta la bulla timpánica derecha desarticulada, aunque asociada espacialmente a éste. En el caso de los elementos de las extremidades, se reconoce una pérdida casi total de las epífisis.

Densidad estructural ósea

Voorhies (1969) es uno de los primeros autores en reconocer la influencia de la densidad en eventos de transporte fluvial. A excepción de las hemimandíbulas, los elementos más representados (p. ej., pelvis, radio, ulna y tibia) poseen una alta densidad ósea. Sin embargo, no se reconoce una clara correlación ($r = 0,3$, $p = 0,01$) entre la densidad estructural y el índice de supervivencia para toda la muestra. Resulta llamativo el comportamiento diferencial

de las hemimandíbulas, las cuales poseen la mayor representación y una moderada densidad estructural ósea ($IS = 0,875$; $DE = 0,6$). Este comportamiento puede explicarse por la no inclusión de la densidad de los molariformes. El valor utilizado es similar a los valores registrados en mandíbulas de otros taxa (p. ej., *Lama guanicoe* [0,62]), ciervos [0,61]; véase Lyman, 1994: tabla 7.6) por lo que descartamos que el comportamiento observado en la hemimandíbula pueda corresponder a errores en su medición o particularidades del taxón. Por otro lado, el esternón (elemento menos representado) posee la más baja densidad estructural (0,26). El elemento con mayor densidad estructural (1,05), la clavícula, no está presente en la muestra.

Si bien no se reconoce una correlación entre el IS con la densidad ósea estructural de cada elemento, se observa que en el caso de las vértebras, existe una relación inversa entre el IS y la densidad ósea (p. ej., las vértebras menos representadas poseen una baja densidad).

Forma, tamaño y volumen

La forma de los huesos posee una fuerte influencia en los procesos de transporte fluvial (Lyman, 1994). La longitud de los tres ejes máximos de un espécimen permite discriminar formas esféricas, barra, hoja, o disco. La cantidad de elementos observados de cada forma es congruente con la presente en el esqueleto original. En este sentido, la forma más representada en ambas es la barra (donde se incluyen huesos largos y metápodos). Sin embargo, cuando evaluamos el ordenamiento a base del índice de supervivencia, se destaca un dominio de las formas planas y discoidales. La forma esférica (vértebras, tarsales y carpales) es la que posee menor representación en la muestra.

En relación al tamaño, Shipman (1981) consideró que junto con la densidad, son los principales determinantes en el comportamiento hidráulico de una partícula. En la muestra se observa una buena correlación ($r = 0,69$, $p = 0,01$) entre el eje mayor (a) y el IS, es decir, los elementos más representados son aquéllos con ejes relativamente extendidos. La magnitud de los otros dos ejes (b y c) no se correlacionan con el IS ($r = 0,36$ y $0,4$, $p = 0,01$ respectivamente).

En relación al volumen, los valores obtenidos con ambos métodos se correlacionan con el índice de supervivencia observado ($r = 0,6$ y $0,68$, $p = 0,01$).

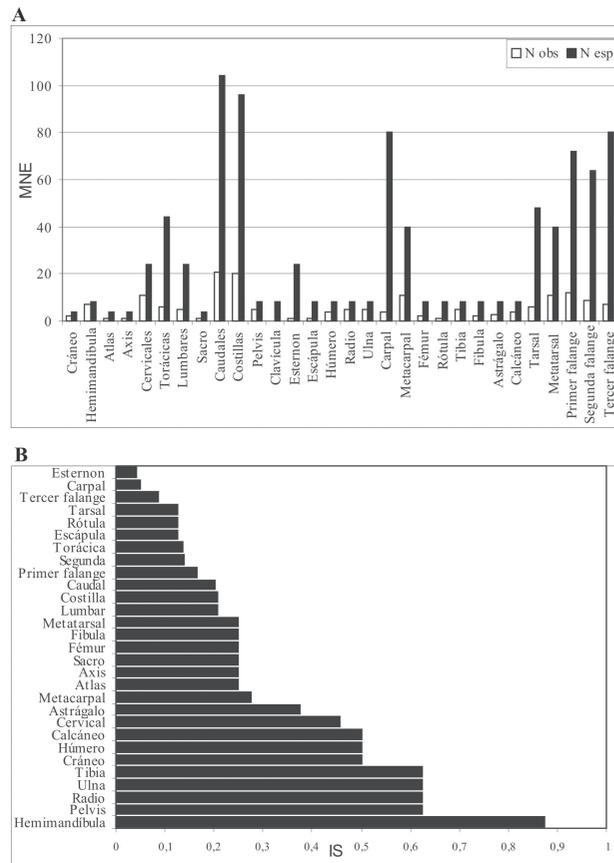


Fig. 3.—A) Gráfico bivariable que muestra la representación anatómica en la muestra analizada (elementos observados/elementos esperados). B) Gráfico bivariable que muestra el índice de supervivencia de los distintos elementos.

Grupos de Voorhies

En la muestra estudiada se evidencia una clara relación entre estos grupos y el índice de supervivencia de cada elemento. En el gráfico de barras donde se expone el índice de supervivencia de cada elemento (fig. 3B), se evidencia un ordenamiento en relación a los grupos definidos por Voorhies (1969). La parte superior del gráfico, con bajos IS, está íntegramente dominada por unidades de los grupos I y I/II. La sección inferior del gráfico, donde se concentran los elementos con mayores índices de supervivencia, está dominada por los grupos II y II/III. El fémur y las vértebras cervicales, sin embargo, no se ajustan a esta distribución. El primero (perteneciente al grupo II) posee un bajo IS (0,25) y las cervicales, incluidas en el grupo I, poseen un moderado IS (0,45).

Esta distribución se ve corroborada también por la relación densidad/supervivencia, observándose

que los elementos con bajos valores de densidad y supervivencia son los representantes del Grupo I. El Grupo I/II se caracteriza por moderadas a altas densidades y bajos índices de supervivencia, a excepción de la ulna que posee una alta densidad y supervivencia. El Grupo II posee alta densidad y moderada a alta supervivencia. El Grupo III, no se encuentra representado en la muestra ya que no se dispone de valores de densidad para el cráneo.

Discusión

Origen de la trampa

Las estructuras sedimentarias denominadas marmitas son formas erosivas, las cuales pueden generarse por defectos en el sustrato que dan lugar a alteraciones del flujo (Allen, 1971) o por gravas en torbellinos (Viers, 1983), formándose tanto en ambientes continentales como marinos. Éstas poseen sección circular a elipsoidal, y presentan generalmente paredes verticales, pudiendo variar su profundidad dependiendo de la magnitud de la turbulencia producida, del resultado del movimiento caótico del flujo y de la profundidad (Matthes, 1947). En ambientes fluviales estas estructuras se desarrollan sobre las terrazas y el canal principal. Lorenc *et al.* (1995) describen marmitas de gigante para el Río Jerte (Extremadura), afirmando que las mismas se producen asociadas a cascadas de un metro de altura y vinculadas con actividad neotectónica. Estos autores refieren que dentro de estas estructuras se desarrollan marmitas menores y túneles de geometría compleja.

En el área de estudio se han registrado varias estructuras que coinciden con la morfología de estas estructuras erosivas, incluyendo a la cavidad trampa de la cual se extrajeron los especímenes analizados. Estas cavidades se encuentran, por lo general, labradas en sedimentos pliocénicos o pleistocénicos. Un ejemplo de ello es la observación realizada por Frenquelli (1928, fig. 2) en un salto del arroyo Claromecó (Buenos Aires), donde halló estructuras similares a las aquí estudiadas, labradas en sedimentitas del Pleistoceno Superior (Edad Lujanense) y que denominara «hoyos de erosión». La cavidad excavada por nosotros en el Río Quequén Grande coincide notablemente con la morfología de estas formas erosivas descritas anteriormente. Por tanto, la trampa estudiada tiene un origen abiótico y se refiere a una marmita. La misma posee similitudes con los tipos C y D de la clasificación de Nemec *et al.* (1982).

En la trampa estudiada, aunque el diámetro de la cámara inferior se corresponde con las producidas por *M. coypus*, y que este roedor anfibio excava galerías con ángulos entre 45 y 90° (Woods *et al.*, 1992; *obs. per.*), el grado de litificación de los sedimentos de la caja indica que es poco probable que hayan sido excavadas por este roedor.

Funcionamiento de la trampa

Se desconoce el modo de muerte de los individuos conservados, sin embargo se han podido reconocer ciertas particularidades en la muestra, a saber: asociación de cuatro individuos subadultos de un mismo taxón, no se registraron marcas de corte ni de proyectiles, y una fíbula de *M. coypus* presenta su diáfisis con un callo óseo (posiblemente artrósico). La presencia de cera cadavérica es uno de los pocos datos que se conservan acerca del tiempo de muerte de los individuos de *M. coypus*. La adipocera consiste en una mezcla de ácidos grasos formados por la hidrólisis post mortem de grasas con restos momificados de músculos, fibras y nervios. Si bien su materialización puede ocurrir entre 3 semanas y 5 años después de la muerte (O'Brien, 1997), se la considera un producto típico del estadio tardío del proceso de descomposición (Boyle *et al.*, 1997).

La representación de partes anatómicas, la presencia de adipocera y de un individuo articulado (*Holochilus brasiliensis*), dan cuenta de que las carcasas se acumularon en la cámara superior previamente a los procesos de necrólisis y desarticulación. El esqueleto del pequeño roedor fue sepultado previamente a la descomposición de sus tejidos blandos y no fue reexuesto hasta el momento del hallazgo. La trayectoria tafonómica seguida por las carcasas de *M. coypus* es diferente a esta última y estuvo controlada por la reexposición y selección de partes sujeta al accionar fluvial. Las periódicas inundaciones de la cámara superior proveyeron de agua al proceso de necrólisis y luego desarticulaban casi la totalidad de los elementos pertenecientes a los cuatro ejemplares de *M. coypus*. Estos mismos eventos de alta energía y turbulentos, además de introducir los especímenes aislados (óseos, dentarios y vítreo), son los responsables de la selección de partes presente en la muestra y del aporte sedimentario. Los elementos que se incluyen en el grupo I y I/II de Voorhies (1969) fueron los más afectados, por lo que probablemente la flotación haya sido el principal mecanismo de escape de especímenes de la trampa.

En cuanto al modo en que fueron incorporados los especímenes a la trampa se sugieren tres posibles mecanismos: introducción voluntaria de individuos vivos, introducción accidental de individuos muertos (menos probable), e introducción de especímenes fragmentarios de hueso, dientes y vidrio.

Con respecto al grado de resolución temporal de este tipo de asociaciones, se puede mencionar que no existen elementos que evidencien fenómenos promediación temporal. El canal excava sedimentitas fosilíferas de edad Chapadmalalense (Plioceno) y Lujanense (Pleistoceno tardío-Holoceno temprano). Sin embargo, si bien se reconocieron tres estilos preservacionales de hueso, y que uno de éstos posee evidencias de transporte prolongado, no se han muestreado especímenes fósiles ni taxones total o localmente extintos.

El potencial de acumulación de elementos de este tipo de estructuras ha demostrado ser importante, ya que se han recuperado numerosos especímenes de una diversidad taxonómica considerable. Esta situación parece también repetirse en acumulaciones halladas en marmitas marinas, las cuales poseen importancia tafonómica tanto por la acumulación como por la utilización de éstas como hábitats protegidos (Astini, 1998).

Casos fósiles registrados en la Región Pampeana

Florentino Ameghino, en una de las primeras excavaciones en Región Pampeana (1875), descubre estructuras similares a las aquí descritas para la base del sitio holocénico Paradero de Cañada Rocha (Luján, Buenos Aires). En su autogestionada *Antigüedad del hombre en el Plata* (1880-1881) menciona: «*Toda la superficie del terreno pampeano sobre la cual descansa la capa de terreno ceniciento o ferruginoso, presenta una gran cantidad de hoyos circulares colocados a una distancia de 20 cm, a 1 m unos de otros. El diámetro de los hoyos es muy diferente: unos apenas tienen 20 cm de diámetro y otros de 60 a 80. Su profundidad varía desde unos 50 cm hasta cerca de 2 m, es decir que su fondo se encuentra a más de 4 de la superficie del suelo. Vacíos varios de ellos, encontramos que estaban rellenos con la misma tierra cenicienta y ferruginosa de la capa número 2 y que como ésta, contenían hasta en su mismo fondo, huesos, alfarerías y sílex tallados; encontramos otros casi completamente rellenos de cenizas y carbón vegetal. Algunos de*

los hoyos de diámetro más grande bajan hasta la profundidad de 50 a 60 cm y se subdividen entonces en tres o cuatro hoyos de diámetro más pequeño y que en vez de descender verticalmente toman una dirección algo oblicua y divergente». Ameghino (1881, p. 385). Al dar cuenta de la génesis de estas estructuras refiere: «es indudable que éstas tendrían alguna relación con las habitaciones lacustres encontradas en tantos lagos y turberas de Suiza, Francia, Italia y Alemania».

Lamentablemente sólo se ha conservado una parte de la muestra colectada por Ameghino en este sitio, y ésta carece de referencias que permitan discriminar los especímenes provenientes de estas cavidades circulares.

Pardiñas & Lezcano (1994) y Lezcano & Mennucci (1996) realizaron trabajos de excavación sobre cavidades verticales fosilíferas halladas en la localidad de García (Río Luján, provincia de Buenos Aires). Estas cavidades se hallan horadadas sobre sedimentos del Pleistoceno y rellenas por sedimentos limoarcillosos probablemente de edad holocénica. Las oquedades poseen aproximadamente entre 30 y 50 cm de diámetro, y en algunos casos cámaras accesorias de menor diámetro. La muestra fósil hallada en estas cavidades incluye una gran cantidad de peces, anuros, reptiles, mamíferos y aves. En relación al origen de las cavidades, Lezcano & Pardiñas (*com. per.*) consideran que estas estructuras representan cuevas de origen animal modificadas hidráulicamente.

De estas muestras fósiles sólo se ha analizado la información éditada. Sin embargo, resulta llamativa la similitud entre éstas y el caso actual aquí estudiado, tanto en la morfología de las cavidades como también su funcionamiento como trampas. Un futuro análisis tafonómico de estas asociaciones holocénicas podrá determinar si estas muestras resultan análogas (inmanentes o configuracionales, en el sentido de Wolverton & Lyman [2000]) a la muestra actual.

La implementación de una metodología actualista (véase Pobiner & Braun, 2005) pretende generalmente una mayor resolución procesual para los casos modernos que para los fósiles. En este sentido, Gifford González (1989) plantea que el objetivo de los estudios actualistas es distinguir relaciones causales y funcionales. Sin embargo, en nuestro caso de estudio, la asociación se encuentra sujeta a incertidumbres y problemas teóricos similares a los presentes en una muestra paleontológica. Por ejemplo, se reconocen equifinalidades (Lyman, 2004) en relación al modo de muerte e ingreso a la trampa de

los individuos de *M. coypus* y en la selección de algunos elementos anatómicos (p. ej., fémur). Esto sugiere que buena parte de la transformación de la información biológica original de una asociación, sucede en estadios tempranos del proceso de fosilización. Por otro lado, la información ambiental (geológica, climática, hidrológica) asociada a la muestra, parece ofrecer el mayor caudal de información para este caso de estudio.

Conclusiones

Las cavidades naturales que funcionaron como trampas en el río Quequén Grande, poseen un origen abiótico y erosivo, refiriéndose las mismas a estructuras fluviales denominadas marmitas.

Se reconocieron tres mecanismos de introducción de especímenes a la trampa: individuos completos vivos, muertos y especímenes aislados.

La representación de partes anatómicas en la muestra se encuentra afectada por procesos de flotación. La baja supervivencia de elementos del Grupo I de Voorhies, supone que el principal mecanismo de escape de especímenes se asocia a la inundación recurrente de la trampa.

La asociación de especímenes óseos con el vítreo se encuentra vinculada a procesos hidráulicos.

La información generada en este tipo de análisis actualistas, además de dar cuenta del modo en que pudieron formarse antiguas asociaciones, puede ser utilizada para evaluar y seleccionar sitios según su potencial fosilífero.

AGRADECIMIENTOS

A Ulises Pardiñas por la información brindada sobre las asociaciones del Río Luján, a Lee Lyman por las observaciones sobre densidad ósea, a Eduardo Bellosi por la información geológica, a Eduardo Tonni por la lectura crítica del manuscrito, a los árbitros María Teresa Alberdi y María Gutiérrez, al editor José-María Cebriá por la ayuda brindada en la preparación del artículo, y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por el apoyo económico.

Referencias

- Allen, J.R. (1971). Transverse erosional marks of mud and rock their physical basis and geological significance. *Sedimentary Geology*, 5: 167-365.
doi:10.1016/0037-0738(71)90001-7
- Ameghino, F. (1875). Diario de un naturalista. En: *Obras Completas y Correspondencia Científica de Florentino*

- Ameghino (Torcelli, A., ed.). Taller de Impresiones Oficiales, La Plata, 43-49.
- Ameghino, F. (ed.) (1880-1881). *La antigüedad del hombre en El Plata*. Editorial Intermundo, Buenos Aires, 836 pp.
- Astini, R. (1998). Marmitas de tormenta en sustratos marinos someros: su importancia sedimentológica, tafonómica y como indicadores paleogeográficos. *VII Reunión Argentina de Sedimentología*, 145-147.
- Behrensmeyer, A.K. & Hook, R.W. (1992). Paleoenvironmental contexts and taphonomic modes. In: *Terrestrial ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals* (Behrensmeyer, A.; Damuth, J.; DiMichele, W.; Potts, R.; Sues, H-D. & Wings, S., eds.). University of Chicago Press, Chicago, 15-136.
- Bonadonna, F.; Leone, G. & Zanchette, G. (1995). Composición isotópica de los fósiles de gasterópodos continentales de la provincia de Buenos Aires. Indicaciones paleoclimáticas. En: *Evolución climática de la región pampeana durante los últimos 5 millones de años. Un ensayo de correlación con el mediterráneo occidental* (Alberdi, M.; Leone, G. & Tonni, E., eds.). Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales, 12: 75-104.
- Borrero, L.A. (2000). Ten Years After: esquema para una tafonomía regional de la Patagonia meridional y norte de Tierra del Fuego. Desde el País de los Gigantes. *Perspectivas Arqueológicas en Patagonia*, 1: 183-193.
- Boyle, Sh. Galloway, A. & Mason, R. 1997. Human Aquatic Taphonomy in the Monterey Bay Area. In: *Forensic Taphonomy. The postmortem Fate of Human Remains* (Haglund, W. & Sorg, M., eds.). CRC Press, 824 pp.
- Campo de Ferreras, A. & Piccolo, M.C. (1997). El Balance Hídrico en la Cuenca del Río Quequén Grande, Argentina. *Revista Geofísica*, 46: 51-66.
- Fidalgo, F.; De Francesco, F. & Pascual, R. (1975). Geología superficial de la llanura bonaerense (Argentina). *Relatorio VI Congreso Geológico Argentino*, 103-138.
- Fidalgo, F.; Riggi, J.C.; Gentile, R.; Correa, H. & Porro, N. (1991). Los «Sedimentos postpampeanos» continentales en el ámbito sur bonaerense. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 46: 239-256.
- Freguelli, J. (1928). Observaciones geológicas en la región costanera sur de la provincia de Buenos Aires. *Anales de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 2: 1-145.
- Frostick, L. & Reid, I. (1983). Taphonomic significance of subaerial transport of vertebrate fossils on steep semi-arid slopes. *Lethaia*, 16:157-164.
doi:10.1111/j.1502-3931.1983.tb01711.x
- Gifford González, D. (1989). Modern analogues: developing an interpretive framework. In: *Bone Modification* (Bonnichsen, R. & Sorg, M.H., eds.). University of Maine, Center for the Study of the First Americans, 43-52.
- Gutiérrez, M.A. & Kaufmann, C. (2007). Methodological criteria for the identification of formation processes in Guanaco (*Lama guanicoe*) bone assemblages in fluvial-lacustrine environments. *Journal of Taphonomy*, 5: 151-176.
- Hill, A. (1979). Disarticulation and scattering of mammals skeletons. *Paleobiology*, 5: 261-274.
- Hill, A. & Behrensmeyer, A.K. (1984). Disarticulation patterns of some modern East African mammals. *Paleobiology* 10: 366-376.
- Kraglievich, L. (1934). La antigüedad pliocena en las faunas de Monte Hermoso y Chapadmalal, deducidas de su comparación con las que le precedieron y sucedieron. *El Siglo Ilustrado*, 2: 17-136.
- Kreutzer, L.A. (1992). Bisson and deer bone mineral densities: comparisons and implications for the interpretation of archaeological faunas. *Journal of Archaeological Sciences*, 19: 271-294.
doi:10.1016/0305-4403(92)90017-W
- Lezcano, M. & Mennucci, J. (1996). *Informe trabajo de campo Estación M.J. García (Río Luján)*. Informe Inédito, Museo de La Plata.
- Lorenc, M.W.; Muñoz Barco, P. & Saavedra, J. (1995). Marmitas de gigante en el valle del río Jerte como ejemplo de erosión fluvial intensiva por remolinos e influencia tectónica en su distribución y morfología. *Cuaternario y Geomorfología*, 9: 17-26.
- Lyman, R.L. (ed.) (1994). *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, 524 pp.
- Lyman, L. 2004. The concept of Equifinality in taphonomy. *Journal of Taphonomy*, 2: 15-26.
- Lyman, R.L.; Houghton, L.E. & Chambers, A.L. (1992). The effect of structural density on marmot skeletal part representation in archaeological sites. *Journal of Archaeological Sciences*, 19: 557-573.
doi:10.1016/0305-4403(92)90028-2
- Matthes, G.H. (1947). Macroturbulence in natural stream flow. *Transactions of the American Geophysical Union*, 28: 255-262.
- Nemec, W.; Lorenc, M.W. & Saavedra, J. (1982). Potholed granite terrace in the Río Salor valley, western Spain: a study of bedrock erosion by floods. *Tecniterrae*, 50: 6-21.
- O'Brien, T. (1997). Movement of bodies in Lake Ontario. In: *Forensic Taphonomy. The postmortem Fate of Human Remains* (Haglund, W. & Sorg, M., eds.). CRC Press, 824 pp.
- Pardiñas, U. & Lezcano, M. (1994). *Informe trabajo de campo Estación M.J. García (Río Luján)*. Informe Inédito, Museo de La Plata.
- Pobiner, B.L. & Braun, D.R. (2005). Applying Actualism: Considerations for Future Research. *Journal of Taphonomy*, 3: 57-65.
- Prado, J.; Menegaz, A.; Tonni, E. & Salemme, M. (1987). Los mamíferos de la fauna local Paso Otero (Pleistoceno tardío) provincia de Buenos Aires. Aspectos Paleoclimáticos y bioestratigráficos. *Ameghiniana*, 24: 217-233.
- Prado, J.L. & Cerdeño, E. (1998). Los mamíferos pliocénicos de la Fauna Local Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires). *Estudios Geológicos*, 54: 75-83.
- Shipman, P. (ed.) (1981). *Life History of a Fossil. An introduction to Taphonomy and Paleoecology*. Harvard University Press, Harvard, 222 pp.
- Simmons, 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 Sciences*, 32: 1691-1698. doi:10.1016/j.jas.2005.05.011
- Tonni, E. & Laza, J. (1980). Las aves de la fauna local Paso de Otero (Pleistoceno tardío) de la provincia de Buenos Aires. Su significación ecológica, climática y zoogeográfica. *Ameghiniana*, 17: 313-322.
- Trapani, J. (1998). Hydrodynamic Sorting of Avian Skeletal Remains. *Journal of Archaeological Sciences*, 25: 477-487. doi:10.1006/jasc.1997.0257
- Viers, G. (ed.) (1983). *Geomorfología*. Oikos-tau, Barcelona, 320 pp.
- Voorhies, M.R. (1969). Taphonomy and Population Dynamics of an Early Pliocene Vertebrate Fauna, Knox County, Nebraska. *Contributions to Geology Special Paper*, 1: 1-69.
- Wolverton, S. & Lyman, R.L. (2000). Immanence and configuration in analogical reasoning. *North American Archaeologist*, 21: 233-247. doi:10.2190/QYCW-11QX-THNV-5E6R
- Woods, C.A; Contreras, L.; Wilner Chapman, G. & Whidden H.P. (1992). *Myocastor coypus*. *Mammalian Species*, 398: 1-8. doi:10.2307/3504182

Recibido el 26 de febrero de 2008

Aceptado el 27 de mayo de 2008

Publicado online el 3 de noviembre de 2008