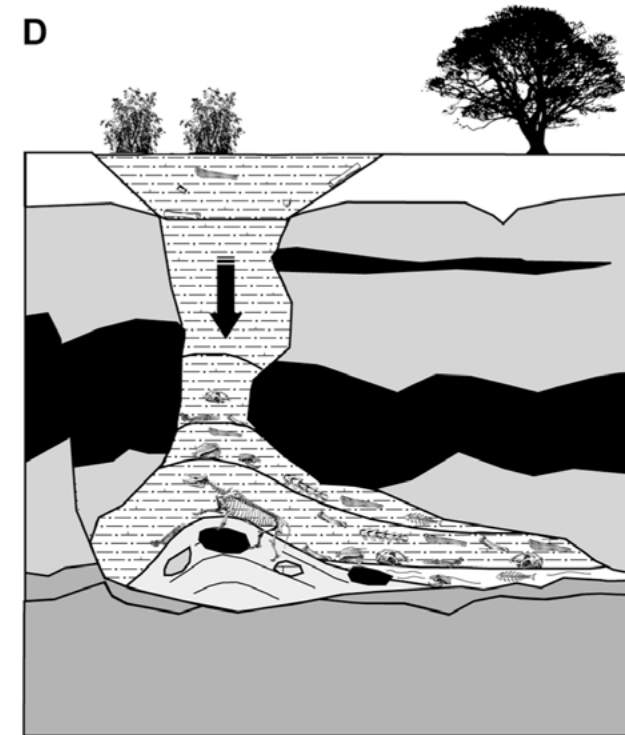
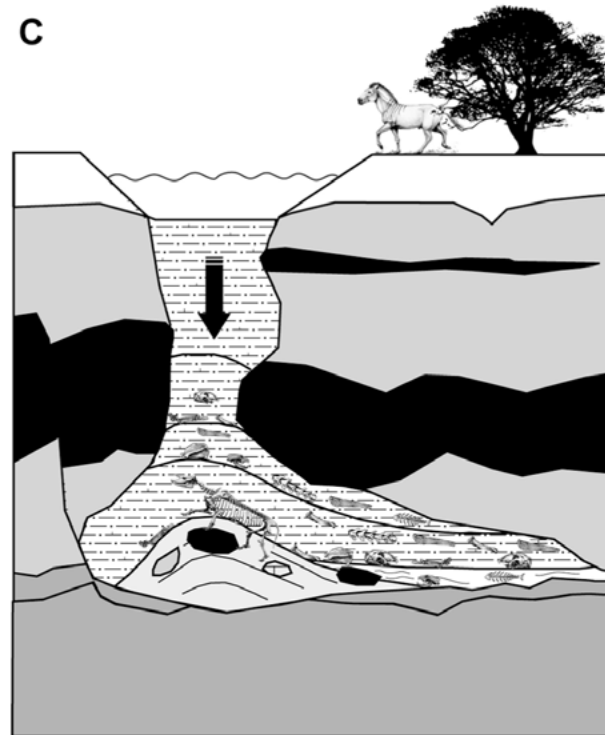
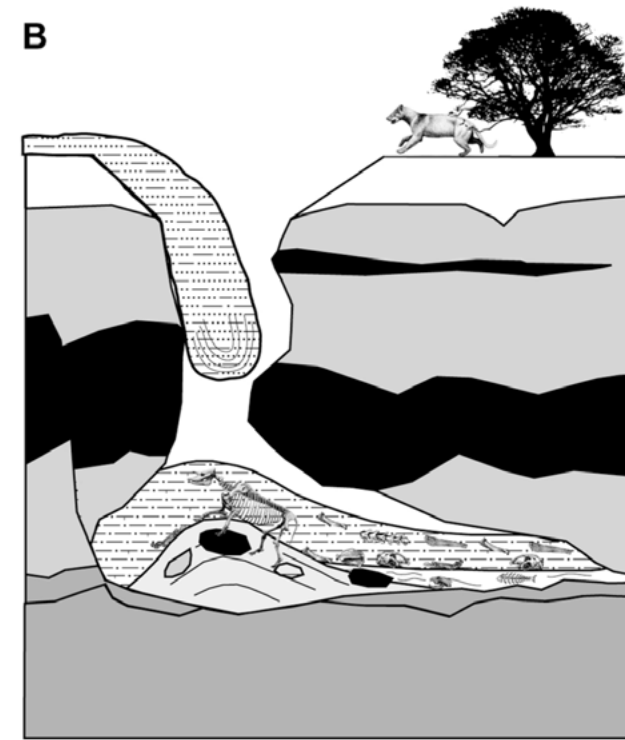
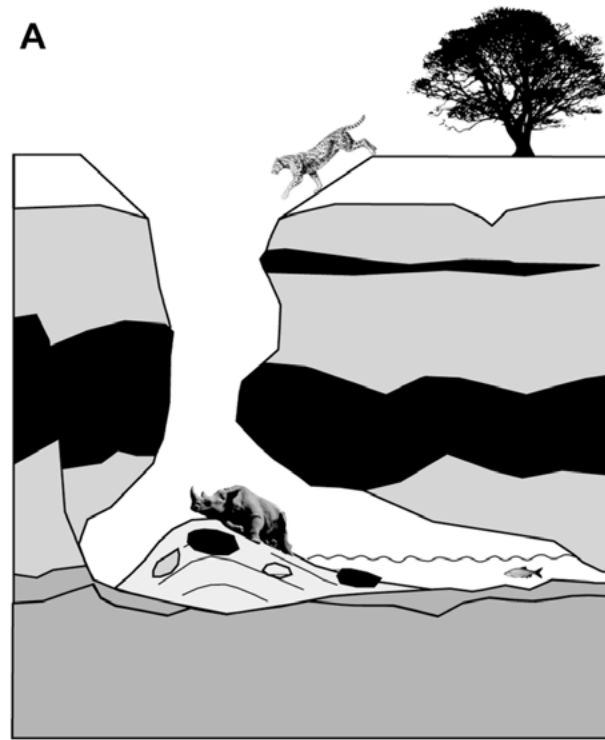


# Batallones: 25 años de investigación paleontológica, estado actual y perspectivas futuras



Jorge  
Morales

Secuencia de acontecimientos en la formación de los diferentes niveles fosilíferos del yacimiento de Batallones I, según Domingo *et al.* (2013). A) Los carnívoros entraron intencionadamente en busca de carroña o agua. B) Entradas episódicas de sedimentos rellenaron la cavidad. C) La presión de los sedimentos produjo alteraciones en los huesos, la cavidad dejó de funcionar como trampa de carnívoros. D) En Batallones I el nivel superior, que fue parcialmente destruido en las primeras fases de la explotación de la cantera, podrían haberse formado charcas más o menos efímeras en las que se acumularon restos de herbívoros.



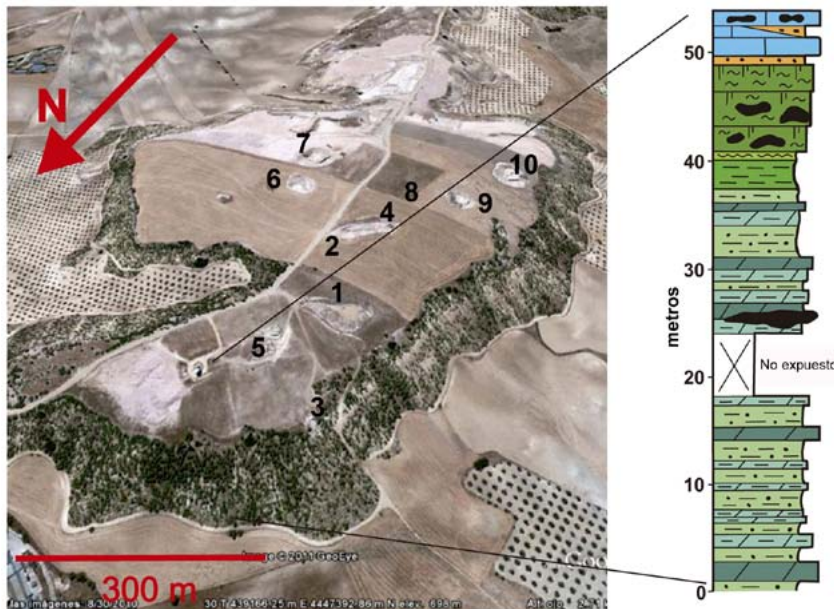
**El yacimiento de Batallones, declarado Bien de Interés Cultural por la Comunidad de Madrid en 2002, ha aportado gran cantidad de información durante los 25 años que se lleva estudiando. Solo la cantidad y calidad de los restos fósiles que alberga nos aproxima a lo mucho que queda por hacer, al gran potencial de conocimiento que puede generar en el futuro.**

La importancia de los yacimientos paleontológicos depende de multitud de factores de diferente tipo (científicos, geográficos, económicos, sociales, etc.), por tanto, los criterios que sirven para su valoración son también muy diversos; tales como la riqueza y conservación de los fósiles, importancia científica, extensión de los yacimientos,

situación geográfica, potencial didáctico y un largo etcétera. Todos estos factores tienen un alto valor en Batallones, razón por la que fueron declarados Bien de Interés Cultural (BIC) por la Comunidad de Madrid en el año 2002. Pocos años después en 2005, a petición de la Comunidad de Madrid fue presentado un proyecto de Centro de Inter-

pretación Paleontológico para el conjunto de los yacimientos y en 2006 un Proyecto de Acondicionamiento de Accesos e Itinerarios de los Visitantes del Cerro de los Batallones. Batallones iba a ser incluido en el Plan de yacimientos visitables de la Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid. En plena burbuja inmobiliaria, el proyecto no recibió el apoyo del ayuntamiento de Torrejón de Velasco, más preocupado por construir que por cualquier otra cosa. La crisis posterior, que aun sufrimos, enterraría este proyecto.

Es evidente que uno de los factores importantes que se tuvo en cuenta para la declaración de BIC y para los proyectos museísticos que pretendían hacer visitable los yacimientos fue el alto interés científico del lugar, que en aquel momento era potencialmente muy alto, aunque los resultados reales eran todavía escasos. Veinticinco años después del descubrimiento del primero de los yacimientos de Batallones y trece años después de su declaración como BIC, el interés de importancia científica de este conjunto puede ser visto desde dos perspectivas diferentes: una muy concreta, plasmada en lo que ya ha sido publicado sobre los yacimientos; otra predictiva, lo que podrá ser publicado. La primera manifiesta la realidad científica actual del yacimiento, nos permite valorar con rigurosidad su importancia, pero la segunda expresa el potencial de conocimiento que puede generarse, siempre y cuando existan los medios materiales necesarios para explotarlo. En Batallones se ha generado un cuerpo documental de gran magnitud, tanto puramente científico, como divulgativo.



Vista aérea del Cerro de los Batallones, mostrando la localización de los yacimientos (numerados de 1 a 10, aunque el nº 8 fue estéril). A la derecha puede verse la columna litoestratigráfica del Cerro. Colores azules representan calizas, verde oscuro sepiolita, verdes más claros sedimentos margosos. Color negro nódulos de sílex, a veces formando bancos masivos de gran espesor.



### Investigando en Batallones

La Paleontología es una ciencia altamente multidisciplinar debido a la confluencia de tres factores, a saber; 1) los fósiles son documentos fehacientes de la vida en el pasado, 2) el proceso de fosilización es indisoluble de los procesos geológicos y bióticos y ha quedado registrado en la corteza terrestre, 3) el registro fósil abarca algo más de 3.500 Ma. Así pues, la investigación de los yacimientos paleontológicos en general y de Batallones en particular, descansa en estas tres premisas que implican a tres importantes áreas de conoci-

*“En 2005 la Comunidad de Madrid presentó un proyecto de Centro de Interpretación Paleontológico para el conjunto de los yacimientos, pero la crisis económica acabó enterrando este proyecto”*

Portada del proyecto para el desarrollo de un Centro de Interpretación Paleontológico en el Cerro de los Batallones. Presentado a la Comunidad de Madrid en el año 2005.

miento con importantes ramificaciones; Geología, Paleobiología y Tafonomía. En Batallones el paso de una a otra disciplina es imperceptible, de forma que si las cavidades se formaron por un proceso geológico puro, su reconocimiento ha sido posible porque en ellas se formaron yacimientos paleontológicos que a su vez nos permiten realizar estudios paleobiológicos de gran alcance.

### Geología

Las investigaciones geológicas relacionadas con los yacimientos paleontológicos del cerro de los

Batallones se ha focalizado en tres grandes objetivos: 1) Precisar el marco geológico regional en el que se desarrolló el sistema pseudocárstico que dio origen a los yacimientos. 2) Establecimiento de un modelo geológico que explicase el desarrollo de las cavidades en las que se formaron los yacimientos paleontológicos. 3) Establecimiento de la secuencia y génesis del relleno sedimentario de las cavidades. Estos dos últimos objetivos se relacionan directamente el proceso de acumulación y fosilización de los diferentes organismos encontrados en Batallones.

Estos objetivos, cuya investigación se inició desde el mismo momento del descubrimiento del primer yacimiento, han tenido dos fases de desarrollo. La primera ante el descubrimiento del segundo yacimiento en el Cerro de los Batallones (Batallones 2) realizado en 1999, y excavado en el verano del año 2000. El descubrimiento de este nuevo yacimiento puso de manifiesto que nos encontrábamos hasta un proceso geológico repetitivo, y aunque desde el comienzo de los estudios se había abogado de un posible origen para Batallones I semejante a los yacimientos cársticos (Morales 2000), el proceso que lo había originado estaba sumido en la sombra. Gracias a Pablo Silva se comenzó a tener una hipótesis sólida sobre el proceso iniciador del sistema de Batallones, fenómenos pseudocársticos conocidos como piping o tunelación podrían haber sido los responsables de la formación de los yacimientos (Morales *et al.*, 2004, Pozo *et al.*, 2004). Actualmente el progreso en este dominio ha sido notable, y muchas



#### PROYECTO DE CENTRO DE INTERPRETACIÓN PALEONTOLÓGICO EN EL CERRO DE LOS BATALLONES (TORREJÓN DE VELASCO, MADRID)



“EL CERRO DE LOS TIGRES DIENTES DE SABLE”

Elaborado por el equipo del departamento de Paleobiología  
del Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC

Madrid, Noviembre de 2005

cuestiones han encontrado una respuesta adecuada en el trabajo de Calvo *et al.*, (2013).

Entre los factores geológicos responsables de la generación de los yacimientos de vertebrados, se identificaron aquellos relacionados con el desarrollo geomorfológico de las cavidades mediante un mecanismo de tunelación, aprovechando la existencia de un substrato yesífero inestable por disolución y de los peculiares rasgos texturales de la sepiolita encajante (Pozo *et al.*, 2014), lo que confiere al conjunto litológico un comportamiento mecánico propicio para el desarrollo de cavidades. Asimismo, se han podido establecer las pautas sedimentológicas que explican la distribución de los conjuntos de rocas o facies dentro de los yacimientos. Todo ello gracias a la disponibilidad de un conjunto de yacimientos distribuidos en diferentes puntos y cotas, lo que ha permitido elaborar un modelo de formación de cavidades y de relleno sedimentario. No obstante, aunque se ha avanzado en la interpretación de la geología de la zona, el conocimiento actual permite avanzar en otras direcciones, en especial en la caracterización geoquímica de los diferentes niveles de sedimento existentes en las cavidades, y en las características

***“El futuro de Batallones es incierto, como lo es el de la investigación básica española, en especial aquella relacionada con el patrimonio natural de nuestro país”***

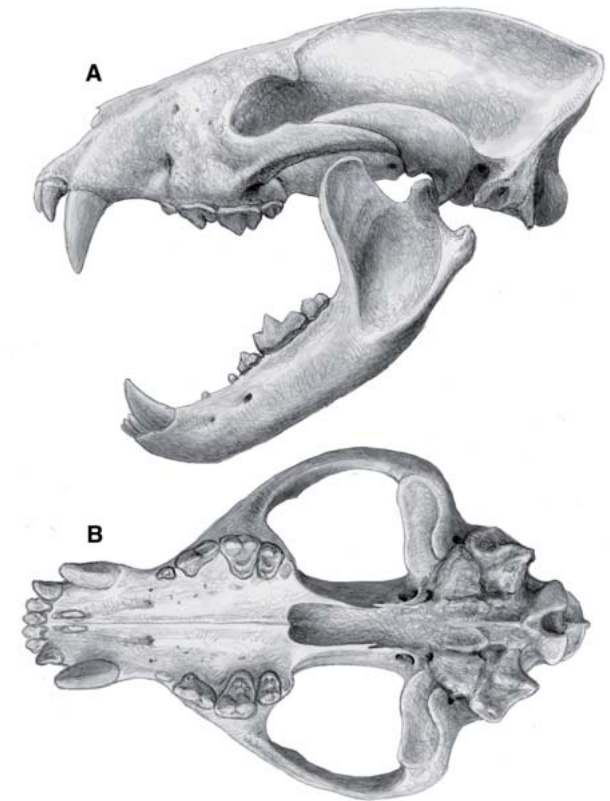
mecánicas de los materiales encajantes, así como en los cambios ambientales que posibilitaron su origen y evolución. Adicionalmente, como hemos señalado el cerro de los Batallones suministra una información de gran importancia para el conocimiento de la evolución geológica de la cuenca de Madrid. También hay que señalar el importante papel que han jugado las prospecciones geofísicas (tomografía de resistividad eléctrica) tanto en el descubrimiento y prospección de los yacimientos paleontológicos, como en la reconstrucción paleotopográfica de las cavidades que alojan a los yacimientos paleontológicos.

### Paleobiología

En la actualidad la colección de vertebrados fósiles del Cerro de los Batallones es una de las más notables de nuestro país referida a un conjunto de yacimientos de vertebrados continentales, datados en el Mioceno superior (hace aproximadamente 9 millones de años (carnívoros, aves rapaces, varanos), y otros, aunque pertenecientes a formas más frecuentes están representados por restos muy completos, caso de peces, anfibios, tortugas gigantes, varanos, jirafas, hipariones, rinocerontes, lagomorfos, roedores, insectívoros,

Ilustración del cráneo de *Magericyon anceps*, género y especie nuevos definidos en el yacimiento de Batallones I por Peigné *et al.* 2008. Es un ejemplo de los taxones de carnívoros definidos en el Cerro de los Batallones. Se trata de un grupo de carnívoros extintos del grupo de los Caniformia. Ilustración de Mauricio Antón.

etc. Esta colección es la base fundamental para los estudios paleobiológicos (taxonomía, sistemática, paleobiogeografía, anatomía comparada, morfología funcional, autoecología, etología), pero también para otras investigaciones basadas en la composición y estructura de los fósiles (geoquímica, análisis de Isótopos estables, tierras raras, cristalinidad, etc.). La calidad de la colección no es solo cuantitativa, hecho por si solo relevante, sino cualitativa,



**“Hasta el presente, tesis doctorales y trabajos científicos están convirtiendo a este conjunto de yacimientos en un importante referente para el estudio de algunos grupos de mamíferos, en especial carnívoros y rumiantes”**

puesto que muchos de los grupos de organismos o taxones están representados por todos los huesos del esqueleto, a veces en muchos ejemplares. Esto permite realizar estudios anatómicos de todo tipo, abarcando la mayoría de los elementos esqueléticos, ya sean de forma individual o asociados. Incluyendo el estudio de elementos anatómicos que son sumamente raros en el registro paleontológico de los carnívoros, como la caracterización del “falso pulgar” en *Simocyon batalleri*, un pariente lejano del panda rojo actual, *Ailurus fulgens* (Salesa et al. 2006), y en *Indarctos artoides*, pariente arcaico del panda gigante, *Ailuropoda melaneuca*, o el estudio del báculo de esta misma especie y las implicaciones ecológicas y etológicas relacionadas con estos caracteres (Abella et al. 2013; 2015). Hasta el presente seis tesis doctorales y decenas de trabajos científicos están convirtiendo a este conjunto de yacimientos en un importante referente para el estudio de algunos grupos de mamíferos, en especial carnívoros y rumiantes. Aunque el trabajo realizado ha sido notable, todavía queda mucho por hacer. Las razones son de varios tipos; 1) descubrimiento de nuevos taxones, - lo que no deja de sorprender después de tantas campañas de excavación - 2) nuevos fósiles que aportan datos importantes sobre taxones ya descritos, 3) dife-



Portada del volumen 35, Número 4, 2015 del *Journal of Vertebrate Paleontology*, ilustrada con la reconstrucción del mustélido gigante *Eomellivora piveteaui* de Batallones I. Artículo publicado por Valenciano et al. Esta especie había sido descrita a partir de muy escasos restos en un yacimiento turco, en Batallones como sucede con otros carnívoros está representada por varios individuos completos.

rencias en las formas representadas en los distintos yacimientos – en gran parte consecuencia de una diferencia en edad en la formación y/o relleno de las cavidades, 4) aplicación de nuevas técnicas - en especial tomografía – que permiten trabajos anatómicos de estructuras internas de gran complejidad.

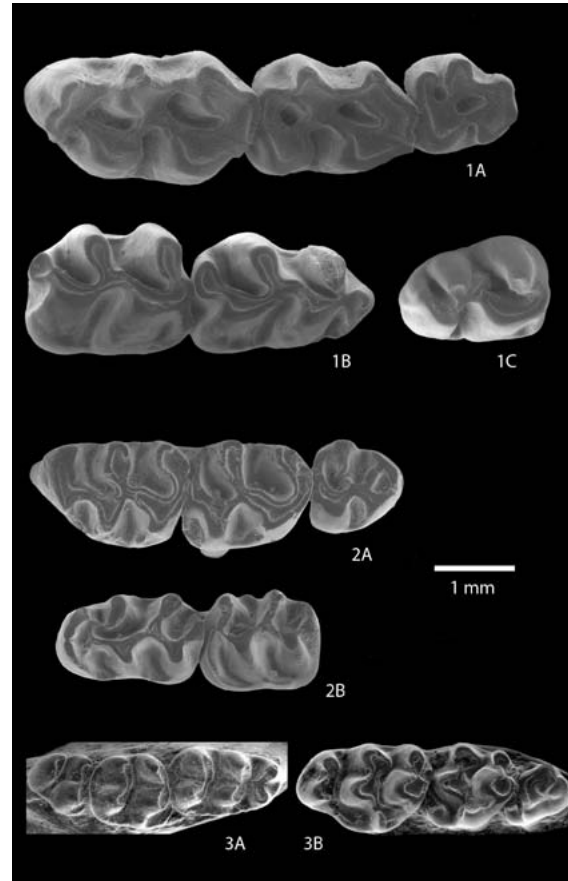
### Tafonomía

Como no podría ser de otra manera, el proceso de formación de los yacimientos de Batallones, consecuencia de fenómenos de erosión sub-superficial (piping o tunelación) dan un carácter muy especial al conjunto paleontológico registrado. Por lo tanto, no es extraño que la investigación tafonómica posea una relevancia notable, pues estamos ante un registro paleontológico único, que en los yacimientos de Batallones se ha documentado con claridad, probablemente por primera vez. También este mismo hecho, sin duda, dificultó la investigación tafonómica, pues estábamos ante una situación novedosa, de la que no existía ningún modelo publicado, lo que por otra parte no deja de ser un valor adicional para la valorización de la investigación tafonómica. Los primeros trabajos sobre Tafonomía se comenzaron a realizar desde el inicio de las campañas de excavación en batallones I. Pero solo con el descubrimiento de más yacimientos, y la puesta en escena de un posible origen pseudocárstico de los yacimientos se pudo avanzar decididamente en la investigación de la Tafonomía de Batallones. Un paso fundamental fue el estudio tafonómico integral del yacimiento de



*“Batallones es el primer yacimiento donde se estudia la relación predador-presa en mamíferos de una fauna del Mioceno mediante análisis de isótopos estables”*

Batallones-I- tema objeto de la tesis doctoral de M<sup>a</sup> Soledad Domingo Martínez presentada en 2009 -, al que han seguido publicaciones derivadas tanto de ese estudio, como otras más novedosas (Domingo et al., 2011, 2012, 2013). Los resultados obtenidos apoyan un escenario para Batallones I en el que los carnívoros entraron de forma individual y activa en la cavidad, buscando comida o agua, o ambas cosas, siendo incapaces de salir, la cavidad se convirtió en una trampa mortal. La escasez de herbívoros implica que las cavidades eran bien visibles, tanto como para ser evitada por estos animales. Los huesos fósiles exhiben un buen estado de preservación consecuencia de su depósito en condiciones ambientales muy especiales (Domingo et al., 2013). La tafonomía de Batallones I ofrece un punto de partida inmejorable para ampliar la investigación tafonómica a las otras dos trampas de carnívoros registradas en el cerro (Batallones 2 y 3), pero también es necesario avanzar en la historia final de estas cavidades, selladas con sedimentos que a veces poseen una riqueza en herbívoros muy importante, caso de Batallones 2, pero sobre todo de Batallones 10. Este último yacimiento



En los yacimientos de Batallones también se han definido nuevas especies de roedores, en particular dos nuevos cricétidos (López Antoñanzas et al., 2010; 2015). 1) *Hispanomys moralesis* nov. sp. A. Maxilar con M1-M3; 1B. Fragmento de mandíbula con m1-m2; 1C. m3; 2) *Rotundomys intimus* nov. sp. A. Maxilar con M1-M3; 2B. Mandíbula con m1-m3; 3) *Progonomys* sp. 3A. Mandíbula con m1-m3 3B. Maxilar con M1-M3. Fotografías tomadas con microscopio electrónico.

presenta una acumulación de herbívoros fuera de lo común, en la que predominan los mosquidos, jirafas e hipariones.

La enorme acumulación de carnívoros en alguno de los yacimientos de Batallones está permitiendo realizar análisis de isótopos estables que, al ser parcialmente destruidos, raramente se pueden realizar en las faunas fósiles por ser muy escasos. La investigación de la relación predador-presa en sistemas antiguos, es por esta razón, raramente abordada desde la perspectiva de la geoquímica de isótopos. En Batallones I este análisis ha sido posible (Domingo et al., 2013) siendo hasta donde nuestro conocimiento alcanza la primera vez que se estudia la relación predador-presa en mamíferos de una fauna del Mioceno mediante análisis de isótopos estables. En el mencionado trabajo se analizan los tres superdepredadores de Batallones I, los dos tigres dientes de sable y el único anficiónido presente. La coexistencia de estas tres especies probablemente se vio facilitada por la captura de presas en diferentes partes del hábitat. Estos estudios demuestran la utilidad del análisis de isótopos estables para investigar el comportamiento y la ecología de los de carnívoros del pasado, y por lo tanto podrá ampliarse a otras especies y al menos a dos yacimientos adicionales (Batallones 2 y 3), cuyas asociaciones de carnívoros de gran talla presentan algunas diferencias notables. Domingo et al. (2013) también han analizado el  $\delta^{18}O$  del carbonato y fosfato, que nos proporciona información sobre el medio ambiente en el que vivieron estos depredadores.



## Perpectivas

Aunque el trabajo realizado en los yacimientos de Batallones ha sido notable, todavía queda mucho por hacer, existe una ingente cantidad de investigaciones potenciales, algunas ya iniciadas otras que serán abiertas en los próximos proyectos de investigación. De manera somera exponemos algunas de estas líneas a desarrollar; 1) Caracterización de los procesos de piping que, actuando de forma simultánea y/o sucesiva, condujeron a la formación de las cavidades y rellenos sedimentarios complejos, con unas características especiales que las convirtieron en trampas naturales. 2) Estudio de los nuevos taxones descubiertos. 3) Estudio de fósiles, ya en las colecciones o que se descubrirán en futuras excavaciones, que aportan datos importantes sobre taxones ya descritos poco conocidos. 4) Determinar con precisión la edad de los diferentes yacimientos y de sus rellenos, las diferencias en las asociaciones faunísticas representadas en los distintos yacimientos podrían ser consecuencia de una diferencia en edad en la formación y/o relleno de las cavidades, 5) Aplicación de nuevas técnicas - en especial tomografía – que permiten trabajos anatómicos de estructuras internas de gran complejidad. 6) Ampliación de los análisis de isótopos estables a nuevas especies y con nuevos enfoques. 7) Continuación de la investigación de las relaciones tróficas existentes en las comunidades de mamíferos registradas, con inferencia de los ejes del flujo de energía. 8) Análisis de grupos funcionales en las faunas de mamíferos registradas, pues constituyen agrupaciones no-filogenéticas de organismos que



A parte de carnívoros y herbívoros muy abundantes de en los yacimientos de Batallones existe una gran diversidad de vertebrados no mamíferos. En la fotografía vemos un esqueleto de pez conservado excepcionalmente bien, procedente de Batallones I.

*“La colección de Batallones está formada por decenas de miles de ejemplares de gran calidad, algunos pertenecientes a especies excepcionalmente raras”*

comparten importantes características ecológicas y, por tanto, desarrollan papeles y funciones similares dentro del ecosistema. 9) Investigación de los cambios ambientales del Mioceno superior y su influencia en la modificación de la estructura de las paleo-comunidades de mamíferos.

En definitiva Batallones es una ventana excepcional al pasado, un escenario único para conocer una pequeña porción de tiempo geológico, de la vida y el ambiente de hace 9 millones de años. Es uno de los yacimientos más importantes del registro paleontológico que servirá de referencia y modelo tanto a nivel nacional como internacional para otras investigaciones. En Batallones también existe un potencial de un alto valor social (cultural, turístico, económico) que no termina de reconocerse, lo explicamos brevemente al comienzo de este texto. Quizás una nota pesimista me hace pensar que el futuro de Batallones es incierto, como lo es el de la investigación básica española, en especial aquella relacionada con el patrimonio natural de nuestro país, siempre incomprendida y relegada a un papel secundario ■

