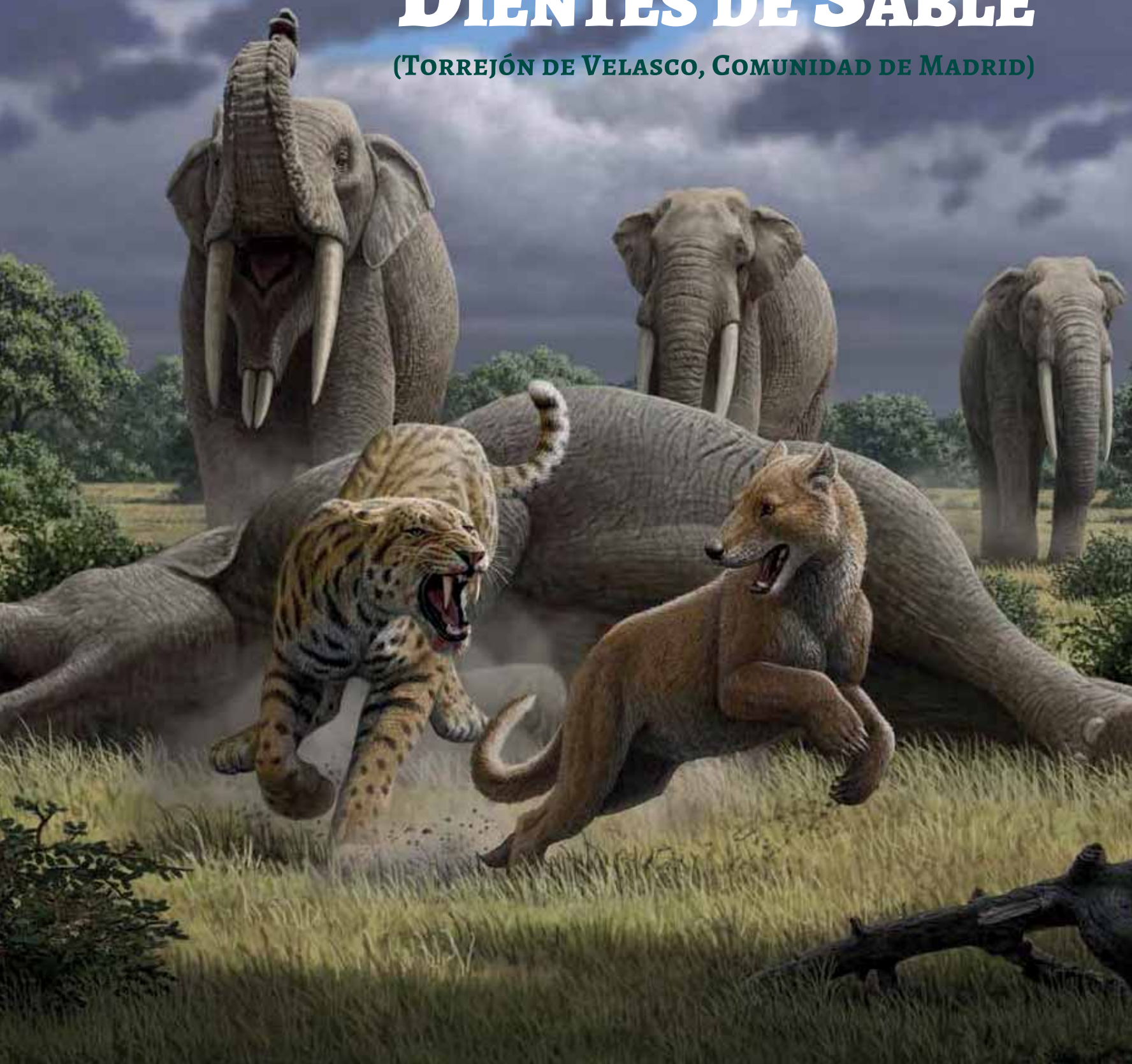


LOS YACIMIENTOS MIOCENOS DEL CERRO DE LOS BATALLONES

# LA COLINA DE LOS TIGRES DIENTES DE SABLE

(TORREJÓN DE VELASCO, COMUNIDAD DE MADRID)



# LA COLINA DE LOS TIGRES DIENTES DE SABLE

*LOS YACIMIENTOS MIOCENOS DEL CERRO DE LOS BATALLONES*

(TORREJÓN DE VELASCO, COMUNIDAD DE MADRID)

**MUSEO ARQUEOLÓGICO REGIONAL**

Alcalá de Henares

**COSMOCAIXA**

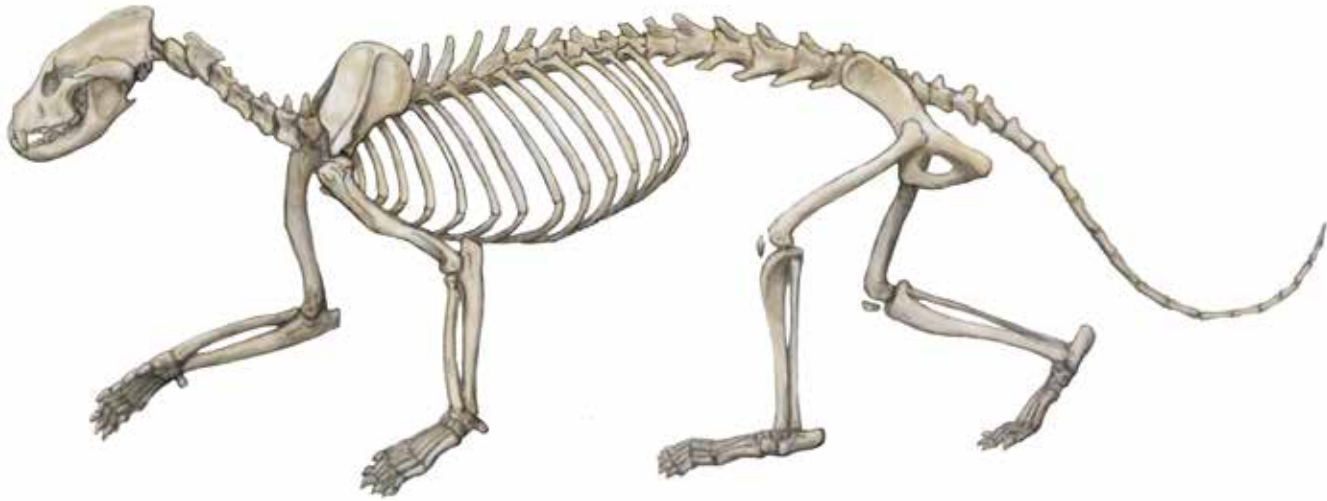
Barcelona

**MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES**

Madrid



## Reconstrucción de los hábitos locomotores de *Simocyon batalleri*



Esqueleto de *Simocyon batalleri*. Ilustración: Mauricio Antón

*Simocyon batalleri*, del yacimiento vallesiense de Batallones-1 (Madrid), es una especie clave para el conocimiento de la evolución de la familia del panda rojo (Ailuridae). Mucho más grande que sus parientes actuales (alcanzó el tamaño de un puma, alrededor de 60 kg) comparte con ellos una asombrosa especialización en el carpo: el “falso pulgar” (Salesa et al, 2006). Estudios previos han demostrado que la evolución de esta estructura en los ailúridos (no sólo en *S. batalleri* y el panda rojo) podría haber evolucionado como una adaptación para la locomoción arborícola. Así, el uso que hace el panda rojo del “falso pulgar” para manipular el bambú sería una adaptación secundaria facilitada por su condición arborícola ancestral (Salesa et al, 2006). En este contexto, conocer bien el esqueleto post-craneal de *S. batalleri* es fundamental para comprender la historia evolutiva de esta estructura tan sofisticada.

La reconstrucción de la paleobiología (ecología, comportamiento y modo de vida) de una especie extinta es una labor complicada. Desafortunadamente, los fósiles no suelen estar tan bien conservados como sería deseable, y por ello los paleontólogos solemos trabajar con dientes y huesos aislados (o fragmentos de huesos en muchas ocasiones), siendo muy raras las ocasiones en las que existen datos sobre tejidos blandos (estos fosilizan tan sólo excepcionalmente). Una parte fundamental del trabajo de los paleontólogos consiste en conocer las adaptaciones presentes en el esqueleto de las especies actuales, y entender su relación con la

locomoción o el comportamiento, pero considerando siempre la influencia que en esa morfología puede tener la filogenia. Para realizar inferencias paleobiológicas sobre una especie fósil se asume que su morfología esquelética es un fiel reflejo de sus adaptaciones ecológicas, y por ello dichas inferencias deben estar basadas en aproximaciones ecomorfológicas. ¿Qué significa esto? Un principio fundamental de la Biología sugiere que la forma y morfología de los huesos de una especie derivan de un proceso de “moldeado” en el que la adaptación a un tipo u otro de locomoción tiene un peso crucial (Polly y MacLeod 2008; Fabre et al, 2014), de manera que, estudiando esa forma final, se puede inferir el modo de vida de las especies fósiles. Usando de base estos principios, los paleontólogos podemos utilizar diferentes enfoques (cualitativos y cuantitativos) para inferir dicho modo de vida, aunque ambas son complementarias. El enfoque cualitativo consiste en la comparación anatómica de un fósil con especies actuales relacionadas, o con análogos de los cuales se conoce su ecología, locomoción y comportamien-

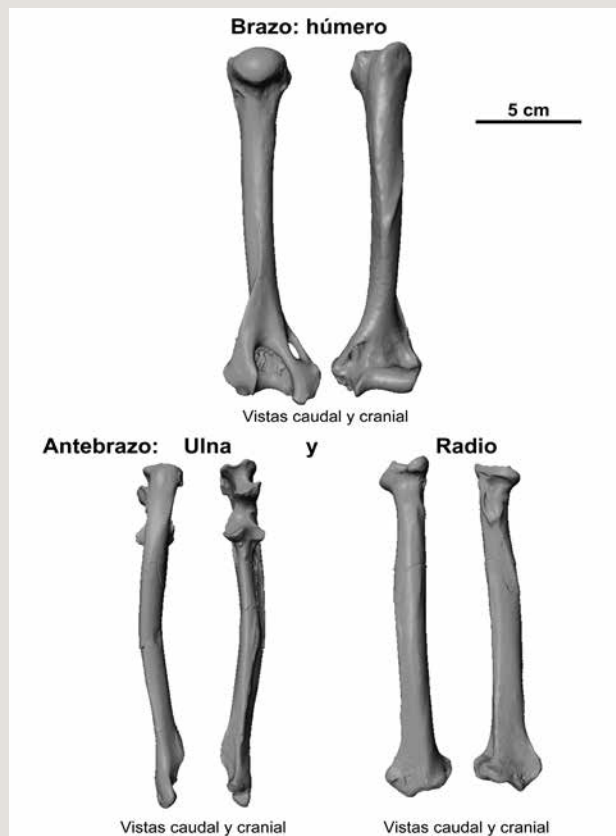


Fig. 1. Modelos virtuales 3D de los huesos largos de la extremidad torácica de *Simocyon batalleri*.

to. Por su parte, el enfoque cuantitativo, basado en la morfometría tradicional, puede ser usado también para inferir la paleobiología de especies extintas, aunque con este método, la simplificación del análisis mediante la sustitución de la forma del hueso por sus medidas angulares y lineares puede conducir a una pérdida de información. Para ello se desarrolló la morfo-

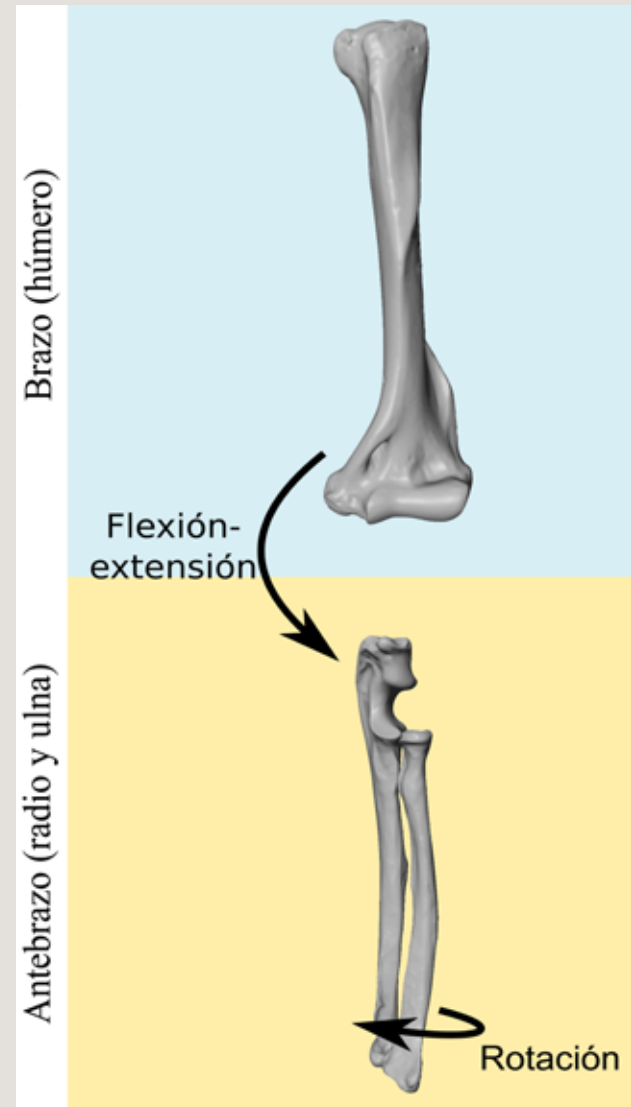


Fig. 2. Modelos virtuales 3D de los huesos largos de la extremidad torácica de *Simocyon batalleri* mostrando su función durante el movimiento. Tanto la movilidad como la estabilidad de esta extremidad son controlados a nivel del codo. Éste está compuesto de dos articulaciones principalmente implicadas en sólo una función: (1) la articulación entre el húmero y la ulna, que produce movimientos de flexión y extensión a lo largo de un eje; y (2) la articulación entre el radio y la ulna, que funciona como un pivote permitiendo la rotación del radio sobre la ulna. En contraste, la articulación entre el húmero y el radio permite los dos movimientos de flexión-extensión y rotación (pronación-supinación).

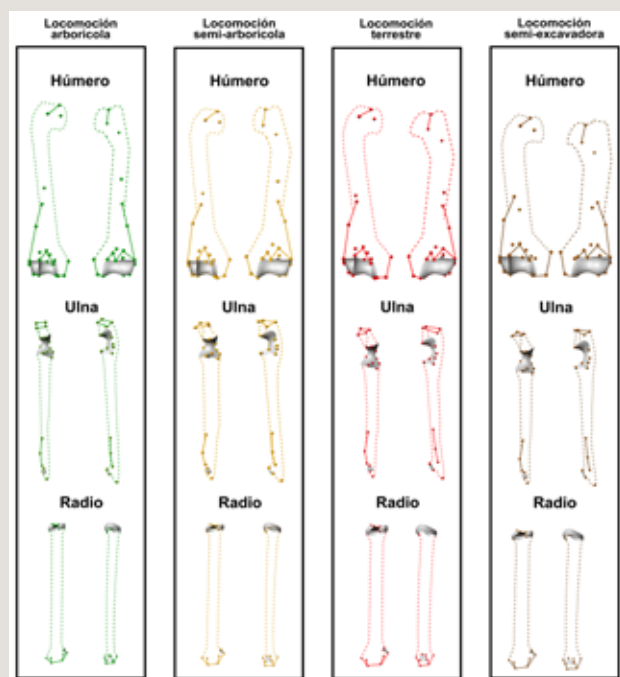


Fig. 3. Forma "media" de las especies arborícolas (verde), semi-arborícolas (amarillo), terrestres (rojo) y semi-excavadoras (marrón). Húmero: vista caudal (posterior), y craneal (anterior); Ulna: vista craneal (anterior), y lateral; Radio: vista craneal (anterior), y lateral. Las líneas de puntos representan la morfología esquemática de cada hueso.

metría geométrica, que, al representar con precisión la forma de un hueso, permite la comparación de huesos fósiles con los homólogos de sus parientes actuales.

Para inferir los hábitos locomotores de *Simocyon batalleri*, todos los estudios previos se centraron en el esqueleto post-craneal (Salesa et al, 2008; Fabre et al, 2015b). *Simocyon batalleri* fue descrito por Salesa et al (2008) como un carnívoro terrestre generalista, capaz de trepar a los árboles: "tales habilidades locomotoras son consistentes con el modelo paleobiológico de un carnívoro generalista que buscaba su alimento principalmente en el suelo, pero que podía trepar a los árboles en busca de refugio si se encontraba cara a cara con uno de los grandes carnívoros de Batallones". La muestra de *S. batalleri* de Batallones-1 consiste en restos de al menos 2 individuos, excepcionalmente bien preservados, de manera que los huesos conservan casi intacta su forma original en 3 dimensiones (fig. 1). En consecuencia, son ideales para realizar estudios cuantitativos encaminados a inferir sus hábitos locomotores. Para ello, es necesario disponer de una muestra de especies relacionadas con diferentes modos de locomoción, pero también elegir las partes relevantes del es-

queleto para que el análisis sea informativo. La morfología de la extremidad torácica de los mamíferos se ha revelado como un buen indicador de su ecología y hábitos locomotores. Más aun, las extremidades son cruciales para asegurar un movimiento eficaz, y para entender cómo ha evolucionado una morfología concreta, reflejo de una especialización locomotora, se deben considerar necesariamente todos los elementos de la extremidad (Fabre et al, 2015b). Aquí nos centramos en los huesos largos de la extremidad torácica: el húmero, que es el hueso del brazo, y la ulna y el radio, que son los dos huesos del antebrazo. La articulación del codo es un elemento crucial en esta extremidad, ya que permite los movimientos de flexión-extensión y pronación-supinación (rotación), los cuales proporcionan estabilidad y soporte al mismo tiempo (fig. 2). Por ello, la morfología de la articulación del codo probablemente viene determinada por la especialización locomotora de los animales objeto de estudio (Fabre et al, 2015a, b).

Para ser capaces de cuantificar la forma completa de un hueso largo de la extremidad torácica (representando su geometría total en 3D), los paleontólogos usamos un escáner de superficie, que emite un haz láser que va recorriendo el fósil para generar un modelo virtual con el que poder trabajar en el ordenador. Cuando la muestra necesaria para el estudio ha sido escaneada, es posible aplicar la morfología geométrica para comparar (geoméricamente) la forma de objetos complejos (como los huesos) de una forma muy precisa. Los resultados de este estudio muestran que *S. batalleri* queda incluido en el morfo-espacio de las especies actuales de musteloideos (mustélidos, prociónidos, etc.), lo que significa que la forma de su extremidad torácica es similar a la de otras especies que están cercanamente emparentadas (Fabre et al, 2015b). Sin embargo, cada hueso puede mostrar una diferente señal funcional, y eso complica notablemente cualquier intento de reconstruir la paleobiología de especies extinguidas (Fabre et al, 2015b). De esta forma, los paleontólogos debemos ser cautos a la hora de realizar inferencias sobre especies fósiles a partir de huesos aislados. Estos resultados también remarcan la importancia de estudiar la mayor cantidad posible de huesos del esqueleto antes de inferir el comportamiento locomotor de una especie fósil (obviamente, cuando eso sea posible). En el ejemplo concreto de *S. batalleri*, cuando estudiamos los huesos largos de su extremidad torácica encontramos resultados muy interesantes, que sugerían que el ailúrido de Batallones-1 podría haber sido más arborícola de lo que sugerían los estudios previos basados

en anatomía clásica (fig. 1 y 3; Fabre et al, 2015b). *Simocyon batalleri* compartió su hábitat con grandes depredadores, como los félidos “dientes de sable” *Machairodus aphanistus* y *Promegantereon ogygia*, y el anficiónido *Magericyon anceps*, dotados de armas poderosas para matar rápidamente a sus presas (Antón et al, 2004; Peigné et al, 2008; Salesa et al, 2010; Siliceo et al, 2017). Por el contrario, *S. batalleri* fue un carnívoro generalista, de caninos pequeños (Peigné et al, 2008; Salesa et al, 2006), por lo que resulta bastante razonable que desarrollara sus capacidades arborícolas para escapar del ataque de estos soberbios oponentes, aunque es muy probable que también buscara su alimento en los árboles (Salesa et al, 2008).

Anne-Claire Fabre

Muséum national d’Histoire naturelle, Paris

Stéphane Peigné

Muséum national d’Histoire naturelle, Paris

Manuel J. Salesa

Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)

## Bibliografía

- ANTÓN M, SALESA MJ, MORALES J, TURNER A (2004): “First known complete skulls of the scimitar-toothed cat *Machairodus aphanistus* (Felidae, Carnivora) from the Spanish late Miocene site of Batallones-1”. En *Journal of Vertebrate Paleontology* 24, 957 – 969.
- FABRE, A.-C., GOSWAMI, A., PEIGNÉ, S. y CORNETTE, R. (2014): “Morphological integration in the forelimb of musteloid carnivorans”. En *Journal of Anatomy*, vol. 225, 19 – 30.
- FABRE, A.-C., CORNETTE, R., GOSWAMI, A. y PEIGNÉ, S. (2015a): “Do constraints associated with the locomotor habitat drive the evolution of forelimb shape? A case study in musteloid carnivorans”. En *Journal of Anatomy*, vol. 226, 596 – 610.
- FABRE, A.-C., SALESA, M. J., CORNETTE, R., ANTÓN, M., MORALES, J. y PEIGNÉ, S. (2015b): “Quantitative inferences on the locomotor behaviour of extinct species applied to *Simocyon batalleri* (Ailuridae, Late Miocene, Spain)”. En *The Science of Nature*, vol. 102, 30.
- PEIGNÉ, S., SALESA, M. J., ANTÓN, M. y MORALES, J. (2008): “A new amphicyonine (Carnivora: Amphicyonidae) from the Upper Miocene of Batallones-1, Madrid, Spain”. En *Palaeontology*, vol. 51, 943 – 965.
- POLLY, D. P. y MACLEOD, N. (2008): “Locomotion in fossil Carnivora: an application of eigensurface analysis for morphometric comparison of 3D surfaces”. En *Palaeontologia Electronica*, vol. 11, 10A.
- SALESA, M. J., ANTÓN, M., PEIGNÉ, S. y MORALES, J. (2006): “Evidence of a false thumb in a fossil carnivore clarifies the evolution of pandas”. En *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 103, 379 – 382.
- SALESA, M. J., ANTÓN, M., PEIGNÉ, S. y MORALES, J. (2008): “Functional anatomy and biomechanics of the postcranial skeleton of *Simocyon batalleri* (Viret, 1929) (Carnivora, Ailuridae) from the late Miocene of Spain”. En *Zoological Journal of the Linnean Society*, vol. 152, 593 – 621.
- SALESA, M. J., ANTÓN, M., TURNER, A., ALCALÁ, L., MONTOYA, P. y MORALES, J. (2010): “Systematic revision of the Late Miocene sabre-toothed felid *Paramachaerodus* in Spain”. En *Palaeontology*, vol. 53, 1369 – 1391.
- SILICEO, G., SALESA, M. J., ANTÓN, M., PASTOR, J. F. y MORALES, J. (2015): “Comparative Anatomy of the Shoulder Region in the Late Miocene Amphicyonid *Magericyon anceps* (Carnivora): Functional and Paleoecological Inferences”. En *Journal of Mammalian Evolution*, vol. 22, 243 – 258.
- SILICEO, G., SALESA, M. J., ANTÓN, M., PEIGNÉ, S. y MORALES, J. (2017): “Functional anatomy of the cervical region in the Late Miocene amphicyonid *Magericyon anceps* (Carnivora, Amphicyonidae): implications for its feeding behaviour”. En *Palaeontology*, vol. 60, 329 – 347.