

ATAPUERCA Y LA PALEONTOLOGÍA DE MICROVERTEBRADOS. I. ROEDORES

Gloria Cuenca Bescós
Aragosaurus-IUCA-EIA
Departamento de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias
Universidad de Zaragoza
C/ Pedro Cerbuna 12
50009 Zaragoza, España
Email: cuencag@unizar.es

Introducción

Los roedores fósiles son una buena herramienta de datación y reconstrucción paleoambiental. Sólo en el Cuaternario ibérico, hay cerca de 90 especies de roedores. El Cuaternario es el período, en la Escala del Tiempo Geológico, que comprende los últimos 2,6 millones de años (Ma) de la Historia de la Tierra.

Este es un acuerdo tomado tras una larga fase de trabajo y discusiones, más de cuatro años, entre la Unión Internacional de investigación en el Cuaternario (INQUA) y la Comisión Internacional de Estratigrafía (ICS). Fue presentado a la comunidad de cuaternaristas en Cairns, Australia durante el último congreso del INQUA, en donde España estuvo representada por parte del AEQUA.

El resultado, en la última versión de la Tabla de Correlación Estratigráfica del Cuaternario (Cohen & Gibbard 2011).

Este período incluye al Pleistoceno y al Holoceno. El límite inferior (y por tanto, también del Pleistoceno) es la base del piso Gelasian (2,6 Ma) definido inicialmente como un piso del Plioceno superior en la sección del Monte San Nicola, en Sicilia, Italia, y que ahora pasa a ser el primer piso del Pleistoceno Inferior. El límite inferior del Gelasian (y por tanto del Pleistoceno y del Cuaternario) se corresponde con el Mediterranean Precession Related Sapropel 250 y con la última aparición (LAD), a 80 Kyr por encima de este límite, de una especie de nannofósil. Además, a tan sólo 1m por debajo, en la sección de San Nicola, se

encuentra el límite paleomagnético Gauss/Matuyama.

Los yacimientos de Atapuerca representan una gran parte de este período, desde hace cerca del millón y medio de años de los niveles inferiores de la Sima del Elefante, hasta el final del Holoceno, los últimos miles de años de los yacimientos de Portalón y Mirador. Para simplificar, utilizaremos sólo el término Cuaternario para referirnos a los últimos 2,6 Ma de la historia de la tierra.

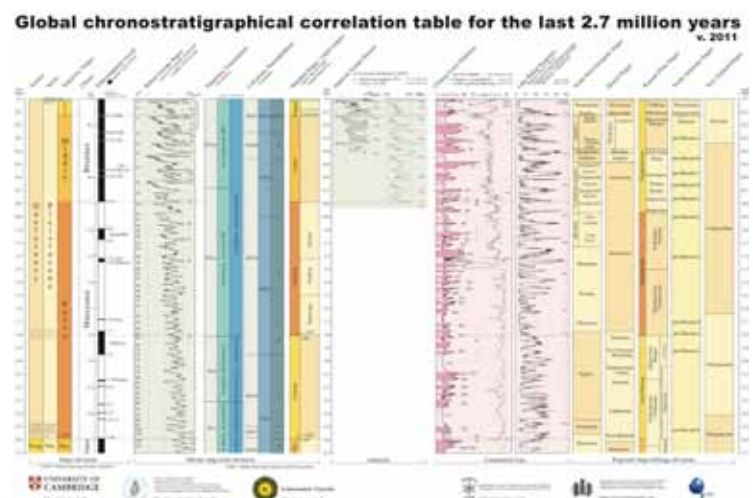


Fig. 1: El Cuaternario (Cohen & Gibbard 2011).

Podemos decir que la historia del último millón y medio de años de la Península Ibérica está escrita en las secuencias estratigráficas de los diversos yacimientos de la Sierra de Atapuerca puesto que en los yacimientos de Atapuerca encontramos fósiles humanos y de otros vertebrados, datados en hace cerca de 1,5 Ma hasta el final del Holoceno.

La Sierra de Atapuerca es un pequeño relieve calizo, de escasa altura con respecto a la llanura cerealística que se encuentra en los materiales terciarios, situada al este de la ciudad de Burgos, a unos trece kilómetros en la dirección de la carretera de Logroño. La mayoría de las cuevas se abren en su vertiente sur.



Fig. 2: Situación de la Sierra de Atapuerca (EIA).

sificar las distintas familias de roedores que se encuentran en Atapuerca, y finalmente conocer su distribución estratigráfica y datar, por correlación bioestratigráfica, los distintos yacimientos de Atapuerca.

Para ello dividiremos el trabajo en tres secciones, primero las técnicas de estudio de la microfauna; segundo un breve repaso a los caracteres diagnósticos de las familias de roedores presentes en los distintos niveles del cuaternario de Atapuerca y tercero, la distribución estratigráfica de los roedores en los yacimientos de Atapuerca y correlación, por asociaciones faunísticas similares, con otros yacimientos Europeos.

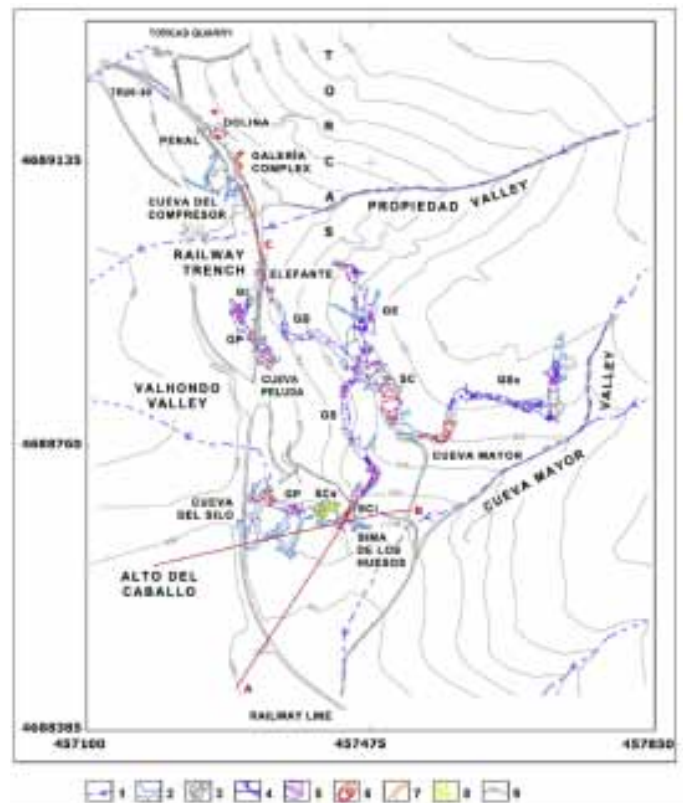


Fig. 4: Los yacimientos de Atapuerca (Ortega et al., 2012).



Fig. 3: Sierra de Atapuerca rodeada por ríos (Benito 2004).

Los huesos y dientes de los roedores son los fósiles más abundantes en los yacimientos de Atapuerca. Son un orden de mamíferos, Rodentia, que forma parte de lo que llamamos la microfauna o los microvertebrados de Atapuerca. Son útiles como herramientas de datación y reconstrucción medioambiental del pasado más reciente, como es el cuaternario, que merece la pena conocer la paleontología de estos pequeños animales. Así pues, los objetivos del presente trabajo son conocer las técnicas básicas de campo y laboratorio en microvertebrados fósiles; aprender a cla-

Técnicas de estudio de la microfauna

¿Qué es la microfauna?

La abundancia de restos de mamíferos de pequeño tamaño en medios continentales los hace útiles en bioestratigrafía y en reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales.

Su pequeño tamaño hace que sólo puedan ser extraídos mediante técnicas micropaleontológicas, primero de prospección, extracción, secado, lavado y tamizado de sedimentos en largas campañas de campo, y en segundo lugar con microscopios y lupas binoculares en el laboratorio.

La mayor parte de los vertebrados actuales son animales de pequeño tamaño. Contrariamente a lo que sugiere la regla de Cope, que las líneas de vertebrados evolucionan hacia tamaños mayores, muchos grupos se mantienen en estasis, es decir, conservan un tamaño uniforme durante su historia evolutiva, aunque ha habido grupos, como los dinosaurios, cuya diversidad en tamaños corporales ha sido enorme, éste ha sido su gran éxito evolutivo (Sookias et al., 2011).

Desde que aparecen en el Cámbrico, los fósiles de vertebrados eran organismos marinos: pisciformes de escasos centímetros de longitud. Sólo algunos tiburones y peces acorazados adquirieron porte de gigantes. Posteriormente, cuando los vertebrados consiguen colonizar el medio terrestre, son también diminutos, formas, parecidas a las lagartijas actuales, son las conquistadoras de la tierra nueva. Recientemente, en reconstruyendo el mundo de los dinosaurios (Canudo et al., 2013), hemos visto que los pequeños vertebrados acompañaron a los gigantes desde que aparecieron en el Triásico, mamíferos, pequeños cocodrilos, reptiles voladores, tiburones, e incluso dinosaurios del tamaño de un gallo evidencian que en el Mesozoico (la era de los reptiles) la mayoría de los vertebrados eran de pequeño tamaño y que Galvesaurus, Tastavinsaurus o Comahuesaurus, eran la excepción. En el terciario y cuaternario los mamíferos dominaron la tierra, por eso se llama la era de los mamíferos. Sin embargo, la mayoría eran (y son) de pequeño tamaño, como murciélagos, musarañas, ardillas, conejos. Y si nos fijamos en los herederos de los dinosaurios vemos que están dominados por los diminutos cantores emplumados, los passeriformes, el grupo de vertebrados terrestres más diversificado en la actualidad, con cerca de 6.000 especies. Otros vertebrados

actuales como ranas, las ya mencionadas lagartijas y serpientes son asimismo de apenas unos pocos centímetros.

Definición de Microvertebrado

Éste es un término informal que se utiliza en paleontología para incluir a los vertebrados de pequeño tamaño. Generalizando, un microvertebrado pesa igual o menos de 5 kilogramos de peso en vivo, como la ardilla, la marmota, el puercoespín, la rata de agua, el conejo, los murciélagos, las musarañas, los lagartos, los peces, la mayoría de las aves y los anfibios. Todos ellos tienen en común su pequeño tamaño, o lo que es casi lo mismo, el pequeño tamaño de sus elementos esqueléticos (dientes y huesos aislados, escamas); lo que requiere técnicas especiales, para su excavación y extracción y para su estudio.

Como fósiles, los microvertebrados son, en número, los más abundantes en los yacimientos. Conocemos bien los yacimientos cuaternarios en cuevas, como las cuevas de Atapuerca, donde la acción acumuladora de predadores como aves rapaces nocturnas (búhos, lechuzas) y pequeños carnívoros (garduña, marta, comadreja), es notable (Bennàsar Serra, 2011).

El estudio de los microvertebrados requiere técnicas de micropaleontología

Primero hay que recoger grandes cantidades de los sedimentos en los que están incluidos los microfósiles, ya que necesitamos concentrar los restos. Si sólo recogiéramos una pequeña cantidad de sedimento correríamos el riesgo de obtener muy pocos (o ninguno) fósiles.

En la mayoría de las ocasiones, los pequeños huesos escapan al más competente de los excavadores. Obtener grandes cantidades de sedimento en Atapuerca es fácil puesto que los excavadores recogen todo el sedimento que rodea los fósiles más grandes y las herramientas de piedra que hacían los hombres (a partir de ahora industria lítica) y lo guardan en sacos que etiquetan con la información esencial en paleontología y arqueología: el nombre del yacimiento, el nivel estratigráfico,

el cuadro de excavación y la profundidad. En resumen, cada muestra contiene información sobre su situación estratigráfica en cada yacimiento, su orientación espacial (a partir de un punto fijado al comienzo de la excavación y que sirve de origen para las coordenadas x e y) y la profundidad (z) de la muestra, a partir del horizonte “cero” (donde se inicia la excavación, en el nivel más alto, o más reciente) de la excavación. En Atapuerca en general se recogen “z’s” cada 10 cms. De este modo obtenemos uno de los muestreos más finos que se haya hecho nunca en la geología de medios continentales, casi equiparable al que realizan los paleontólogos que trabajan con foraminíferos en medios marinos.

La concentración de los restos fósiles utiliza la técnica del lavado-tamizado, es decir la concentración de los fósiles por reducción del volumen de sedimento en el que se encuentran. Esta técnica, utilizada desde antiguo para la obtención de minerales como el oro en los lavaderos artesanales fue perfeccionada por diversos especialistas en paleontología a fin de concentrar (al igual que el oro) los codiciados microfósiles. Ver por ejemplo Cifelli (1996), Freeman (2010).



Fig. 5: La técnica del lavado-tamizado en el río Alarzón. Campaña de Atapuerca 2008. La motobomba se encuentra a la derecha. Cada par de mangueras que salen del tubo distribuidor horizontal sirve para procesar una muestra, por lo que se pueden procesar 9 muestras a la vez.

Mediante esta técnica se eliminan tanto las grandes piedras, con el tamiz de despiedre, generalmente de 1-2 cm de luz de malla como las partículas inferiores a 0,5mm. El filtrado se hace así a través de tres tamices, el superior de despiedre, el intermedio en el que quedan los “gruesos” y el inferior en el que quedan los “finos”. El más pequeño, o inferior en la columna de tamices, el de los “finos”, tiene 0,5 mm de diámetro. En general, los fósiles de microvertebrados cuaternarios son mayores de medio milímetro.

En regiones con escasez de agua, el proceso se realiza en seco. En Atapuerca tenemos el agua del Arlanzón, por suerte siempre limpia y abundante, por lo que podemos lavar los sedimentos pasándolos por tamices con la ayuda del agua que se extrae con una motobomba autoaspirante de cuatro tiempos que funciona con gasolina (Deloule). Esta succiona el agua del río (de manera semejante a lo que se hace en el regadío de secano) y mediante un sistema de mangueras diseñado especialmente para redistribuir el agua a través tuberías y mangueras se pueden lavar a la vez varias muestras (hasta 12) y cantidades grandes de sedimento.

De esta manera, el agua se recicla, pues lo único que arrastra y vuelve de nuevo al río, son las partículas de tierra (arcillas, limos y arenas de grano fino de menos de 0,5 mm de diámetro). En cada campaña de campo, cada mes de julio, el equipo de lavado de Atapuerca (el equipo del “Río”) lavamos cerca de 26 toneladas de tierra (una tonelada al día), que han sido previamente extraídas por los excavadores que trabajan en cada uno de los yacimientos.

El resultado de un buen lavado es un concentrado de huesos, limpio de arcillas y limos (Fig. 6). En el caso de los rellenos de cueva la mayor parte del concentrado está compuesto, además de los huesos, por los clastos procedentes de la denudación de la cueva. Lo mismo sucede con materiales con una alta proporción de detríticos de grano grueso. Las margas y lutitas dejan un concentrado por encima de la malla de 0,5mm compuesto casi exclusivamente por huesos.



Fig. 6: Triando microfósiles durante la campaña de Atapuerca 2005 con Juan Manuel López y Juan Rofes, enfrente y a mi derecha respectivamente.

La extracción o separación de los fósiles del sedimento concentrado o reducido se llama triado. Este se ha realizado casi íntegramente en el laboratorio de vertebrados del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza coordinando a un equipo de cerca de treinta personas que durante estos años han estado separando los fósiles del sedimento estéril. La separación, conservación, restauración en algunos casos y almacenamiento de los fósiles requiere de una ordenación metódica (y muy lenta), con un cuidadoso etiquetado que permitirá el estudio posterior. Además, llevamos casi cinco años con la valiosa ayuda en el triado de las personas que están en período de formación y prácticas en Aspanias (Asociación de Padres y Familiares de Personas con Discapacidad Intelectual o del Desarrollo).

El estudio de los microvertebrados se realiza con la ayuda de microscopio óptico a 10, 25, 50 o 100 aumentos, con microscopio electrónico de barrido (MEB) y en el caso de los restos de mayor tamaño con lupas uni o binoculares de 10 aumentos de resolución.

El diminuto tamaño de sus huesos hace que siempre me llene de admiración cómo, algo tan microscópico pueda ser idéntico, salvo por la escala y algún que otro detalle sobre todo biomecánico y/o de su historia evolutiva,

a los huesos de una jirafa, de un elefante y hasta de un dinosaurio. La misma morfología general, la misma composición mineralógica, la misma histología, la misma situación de las inserciones musculares, en función de las adaptaciones biomecánicas... y de sus historia filogenética.

Además, como los micromamíferos son la base de la dieta en la cadena trófica de muchos predadores como las rapaces nocturnas, pequeños mamíferos carnívoros e incluso humanos, resulta que el estudio de las acumulaciones de estos pequeños animales es una fuente de datos que sirven para varias cosas (y esto es lo que los hace elegantes para la ciencia).

La abundancia de fósiles de un mismo elemento anatómico de cada especie permite hacer análisis estadísticos impensables en grupos con escasos representantes fósiles. Un solo nivel estratigráfico puede tener cientos y hasta miles de individuos de una misma especie. Por esto mismo, la gran cantidad de restos permite abordar el estudio de la variabilidad en las asociaciones fósiles y la evolución de las mismas en el tiempo.

Gracias a las magnitudes con las que nos movemos, podemos conocer la edad de los yacimientos cuaternarios a partir de los eventos de aparición y extinción y de la evolución de las especies de roedores e insectívoros; 2) podemos aproximarnos a la paleobiología y ecología de las especies de micromamíferos del cuaternario y de sus predadores; 3) podemos aproximarnos a cómo evolucionan las asociaciones de microvertebrados en los yacimientos paleontológicos y/o arqueológicos del Pleistoceno-Holoceno consiguiendo así un registro climático y paleoambiental en hueso, de los últimos 2,6 millones de años (desde el Cuaternario hasta la actualidad); 4) podemos estudiar la pérdida de cambios en la composición de los ecosistemas terrestres y de biodiversidad a partir del estudio tanto de los taxones como de su ADN y usar la información para predecir los cambios de diversidad en el futuro, acciones de protección de especies en peligro de extinción y control de otras que se están expandiendo a costa de la

pérdida de las que desaparecen...; 5) podemos conocer cómo responden las especies a los cambios climáticos; cómo especies que aparentemente ocupan nichos similares, se comportan de distinto modo ante los máximos glaciares; 6) podemos también estudiar cómo afectan los cambios del clima del pasado en los pequeños mamíferos; 7) además del estudio de las asociaciones y la distribución taxonómica de los micromamíferos fósiles se empiezan a hacer análisis de isótopos estables sobre todo en el esmalte de dientes, para hacer reconstrucciones paleoambientales.

Caracteres diagnósticos de las familias de micromamíferos del cuaternario de la Península Iberica basados en la dentición y mandíbula.

Lirones, familia Gliridae

Los primeros representantes de los lirones son del Eoceno. Los del cuaternario llegan hasta la actualidad, como el lirón careto y el gris. Tienen las coronas bajas y superficie oclusal plana a ligeramente cóncava que está surcada por crestas transversales (en sentido buco lingual).

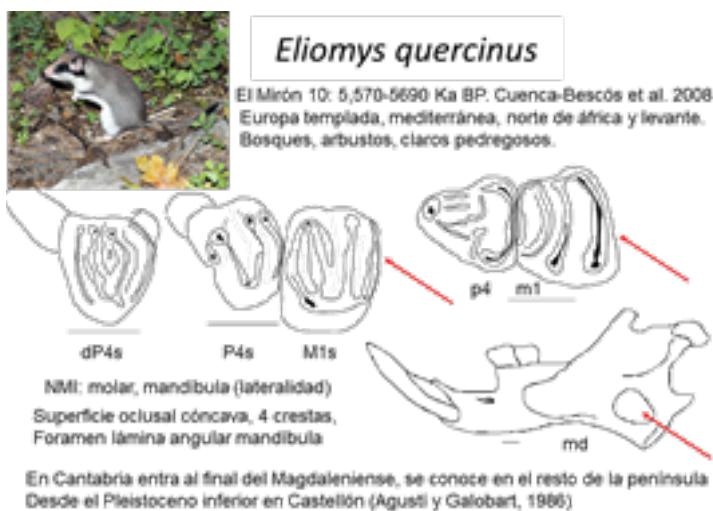


Fig. 7: Lirón careto vivo y dentición superior y mandíbula y dentición inferior de *Eliomys quercinus*. Observar el foramen en la lámina angular, carácter exclusivo de entre los roedores ibéricos

Ardillas y marmotas, Familia Sciuridae



Fig. 8: Esqueleto y silueta de una ardilla roja común, *Sciurus vulgaris*. Típico roedor de bosque. Dibujo de Carlos Lastanao.



Fig. 9: Mandíbula y molares inferiores de ardilla. Fotografías y composición fotográfica de Álvaro Morcilo.



Fig. 10: Molar superior de la marmota del yacimiento de Gran Dolina, nivel TD5, en Atapuerca. Mide cerca de medio centímetro. Fotografía de Javier Rubio.

Castores

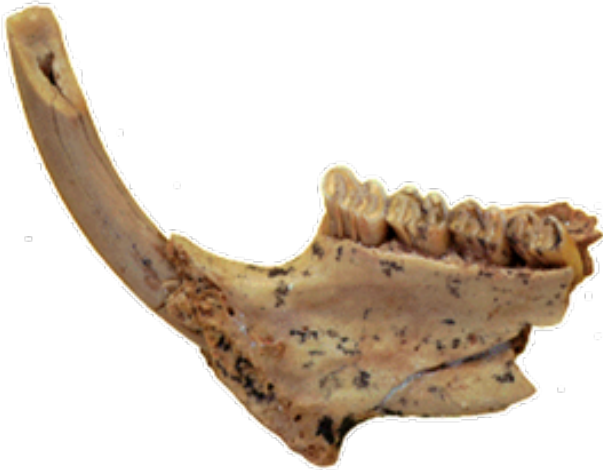


Fig. 11: Mandíbula de Castor del yacimiento de Gran Dolina, nivel TD6, en Atapuerca. Mide cerca de 15 cm. Fotografía de Javier Trueba.

Puercoespines

Los puercoespines son, como los castores y las marmotas, los roedores más grandes del cuaternario Europeo. Los puercoespines tienen el cuerpo cubierto de grandes espinas que no fosilizan, sus dientes son robustos y se parecen ligeramente a los de los castores.

Hámsters, ratoncillos y topillos: Familia Cricetidae, subfamilias Murinae y Arvicolinae

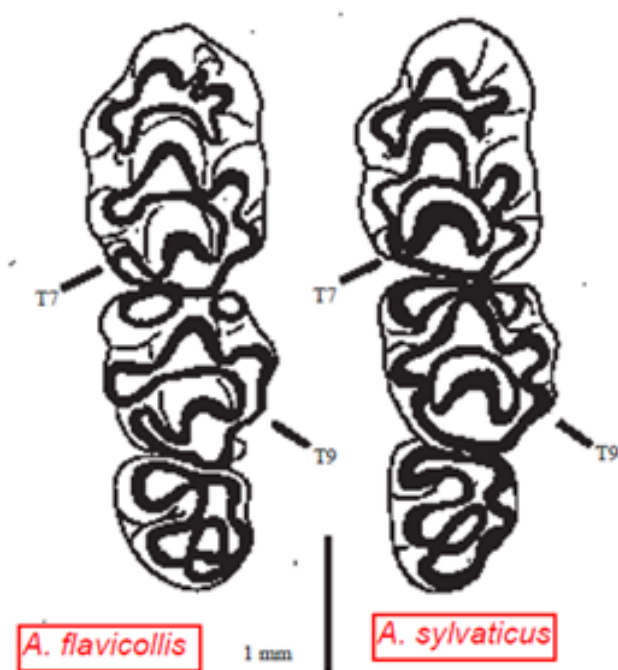


Fig. 12: Series dentales superiores con las diferencias entre *Apodemus flavicollis* y *Apodemus sylvaticus* Tomado de Arrizabalaga et al., 2000.

Los ratoncillos están presentes desde el Plioceno, pero no son abundantes hasta el final del cuaternario, del holoceno y actuales, cuando dominan el ratón de campo y el ratón de collar (especies del género *Apodemus*).

Los topillos: el neverón, el iberón, la rata de agua y los topillos pertenecen a la subfamilia de los arvicolinos. Sus molares son típicamente hipsosondos, en algunos no llegan



Fig. 13: Molar de *Apodemus* hecho con Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) hecha en el SAI de la Universidad de Zaragoza.

a formarse nunca las raíces. La superficie oclusal, con entrantes y salientes de esmalte rodeando campos más o menos triangulares de dentina los hacen únicos entre los roedores cuaternarios.

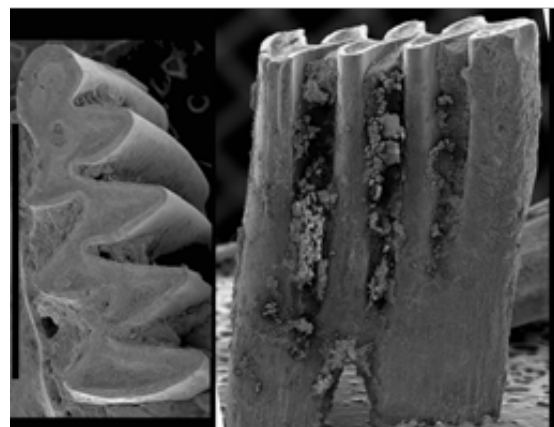


Fig. 14: Molares de *Mimomys savini*, el datador de Homo antecesor del nivel de Gran Dolina TD6, en vista oclusal, donde se puede observar el islote de esmalte (izquierda) y labial (derecha) donde se pueden observar las raíces. Son fotografías SEM.

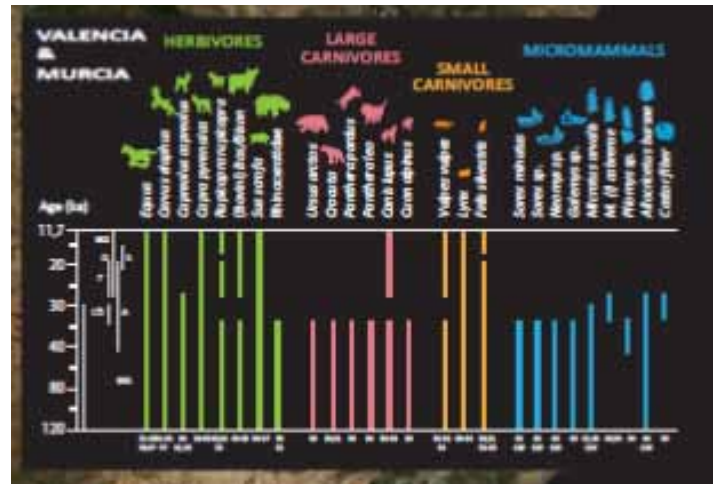
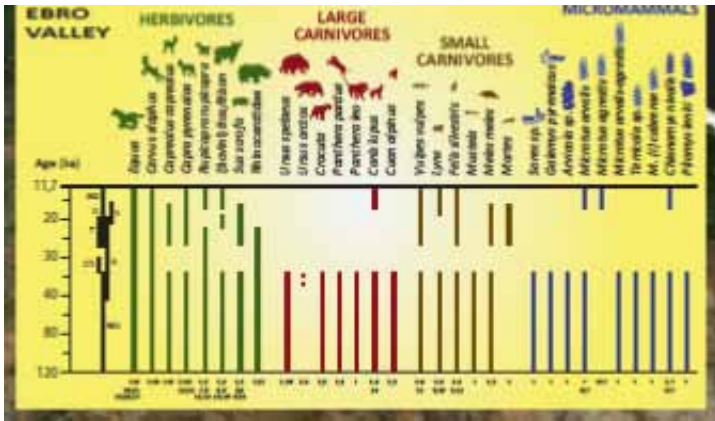


Fig. 15a y b: Distribucion fauna Cuaternario Ebro, Valencia, Murcia.

Biocronología del Cuaternario de Atapuerca y correlación con las faunas europeas

La biocronología y correlación paleontológica del Cuaternario continental está basada en la bioestratigrafía, o el principio de sucesión faunística de Smith: el análisis de la composición y distribución de especies en secuencias estratigráficas más o menos continuas y su consecuente ordenamiento y clasificación estratigráfica por medio de los fósiles. En este caso, de los pequeños mamíferos como ya hemos comentado, insectívoros y roedores esencialmente, lagomorfos y quirópteros en algunos casos. Durante el Cuaternario se producen importantes cambios en la composición de estas faunas en Europa occidental. Estos cambios o eventos faunísticos se expresan como primeras (FAD, por las siglas en Inglés First Appearance Data) y últimas (LAD, en inglés Last Appearance Data) apariciones de especies de pequeños mamíferos. Algunas de estas primeras apariciones están relacionadas con inmigraciones en la Península de faunas procedentes del centro y del norte de Europa, pero otras están directamente relacionadas con la aparición de nuevas especies por evolución de líneas cuyo origen es la Península Ibérica, como podría ser el caso de Dolinasorex, Iberomys, Mimomys, Castillomys, entre otros. Sin embargo, el conocimiento de la evolución de estas faunas y la bioestratigrafía del Cuaternario continental, en general, tienen un problema porque se basa en yacimientos ais-

lados y en secuencias cortas y discontinuas que además son pobres en su registro de micromamíferos fósiles. Las excepciones son los yacimientos de Atapuerca (Cuenca-Bescós et al., 2010) la secuencia estratigráfica de la Cueva de Kozarnika en Bulgaria Kärlich en y, para la primera parte del Cuaternario Inferior, la sección de Zújar en España. Atapuerca tiene tres secuencias estratigráficas continuas, dos de ellas de cerca de 20 metros de potencia (Gran Dolina y Sima del Elefante) y con una riqueza extraordinaria de restos fósiles de microvertebrados (Cuenca-Bescós et al. 2010). El registro sedimentario es bastante continuo por lo que es posible reconocer los cambios faunísticos, lo que ha permitido definir unas unidades faunísticas que sirven para correlacionar los yacimientos de Atapuerca con el resto de los yacimientos del Cuaternario Europeo.



	Biozones this work	
Pleistoceno superior y Holoceno	<i>Iberomys cabreræ</i>	
Pleistoceno Medio	<i>Iberomys brecciensis</i>	
Pleistoceno inferior	<i>Allophaiomys chalinei</i>	
	<i>Allophaiomys lavocati</i>	
	<i>Allophaiomys plicocenicus</i>	

Biozones this work	
<i>Iberomys cabreræ</i>	
<i>Iberomys brecciensis</i>	
<i>Allophaiomys chalinei</i>	
<i>Allophaiomys lavocati</i>	
<i>Allophaiomys plicocenicus</i>	

Fig. 16a y b: Distribución fauna Atapuerca y FU

Y para el que quiera descubrir más sobre los micromamíferos y otros pequeños vertebrados del cuaternario dejamos aquí referencias bibliográficas, pudiendo consultar también nuestra web aragosaurus para más información (www.aragosaurus.com).

Agradecimientos

Aspanias, equipo Aragosaurus, Fundaciones Atapuerca y Ancestros, especialmente a todos aquellos que ayudan a procesar, lavar y triar el abundantísimo material fósil de Atapuerca, Equipo Investigador de Atapuerca, José Ignacio Canudo, Lluc Bennasar, Sandra Bañuls, Juan Rofes, Juan Manuel López García, Hugues-Alesandre Blain, Ivan Lozano, María Melero, Raquel Rabal, Victor Sauqué, Milagros Algaba y a los muchos estudiantes que han participado en las campañas de campo tanto de Atapuerca como de otros yacimientos.

REFERENCIAS

ASTIBIA, H., CORRAL, J.C., MURELAGA, X., ORUE-ETXEBARRÍA, X. & PEREDA-SUBERBIOLA, X. (1999b): *Geology and palaeontology of the Upper Cretaceous vertebrate bearing beds of the Laño quarry (Basque-Cantabrian Region, Iberian Peninsula)*. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 14 (Número Especial 1): 1-380.

COHEN K. M. & GIBBARD, P. 2011. Global

chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years. Subcommission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy), Cambridge, England.

BENITO, A. 2004. Analisis geomorfologico y reconstruccion de paleopaisajes neógenos y cuaternarios en la Sierra de Atapuerca y el valle medio del río Arlanzón. PhD Universidad Complutense de Madrid, 1-397.

ORTEGA AL, BENITO-CALVO, A., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., MARTÍN MERINO, M.A., PÉREZ-MARTÍNEZ, R., PARÉS, J.M., ARAMBURU, A., ARSUAGA, A., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., CARBONELL, E. 2012. Evolution of multilevel caves in the Sierra de Atapuerca (Burgos, Spain) and its relation to human occupation. *Geomorphology*, pp.

SOOKIAS, R.B., BUTLES, R.J., BENSON, R.B.J. 2011. Rise of dinosaurs reveals major body-size transitions are driven by passive processes of trait evolution. *Proc. R. Soc. B*, doi:10.1098/rspb.2011.2441. Published online.

CANUDO, J.I., BADIOLA, A., BARCO, J.L., CASTANERA, D., CRUZADO, P., DÍAZ, E., GASCA, J.M., MORENO, M., PARRILLA, J., PUÉRTOLAS, E., RUIZ-O, EÑACA, J.I., VILA, B., CUENCA, G., 2013. Reconstruyendo el mundo perdido de los dinosaurios. *conCiencias.digital* 13, 32-49.

BENNÀSAR SERRA, M.LI. 2010. Tafonomía de micromamíferos del Pleistoceno inferior de la Sierra de Atapuerca (Burgos): la Sima del Elefante y la Gran Dolina. Tesis Universitat Rovira Virgili. Tarragona

CIFELLI, R. 1996. Techniques for recovery and preparation of microvertebrate fossils, Oklahoma Geological Survey 96, (4), 1-36.

FREEMAN, EF. 2010. The large-scale extraction of microvertebrate fossils from sediment residues using Interfacial Methods. Proceedings of the Geologists' Association, 121, 4-12.

CUENCA-BESCÓS, G., ROFES, J., LÓPEZ-GARCÍA, J.M., BLAIN, H.A., DE MARFÁ, R.J., GALINDO-PELLICENA, M.A., BENNÀSAR-SERRA, M.L., MELERO-RUBIO, M., ARSUAGA, J.L., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., CARBONELL, E. 2010. Biochronology of Spanish Quaternary small vertebrate faunas. Quaternary International 212 109-119.



El gusto está en el tapeo

Desayunos, menús económicos diarios, extensa variedad en tapas

Gran variedad en vinos

Pza. Evaristo Botella, 6 Alcoy
Tel: 965 333 155



Talleres Hermanos Alonso

- Servicio de Mecánica y Electricidad
- Servicio Neumáticos • Servicio Grua

Tel. Taller: 96 652 06 13 - Grua 24 H: 96 652 15 08
C/ Buixcarró, 6 - 03802 ALCOY (Alicante) - E-mail: hermanosalonso@infonegocio.com

BOCATERIA nou mosse

SERVICIO A DOMICILIO

966 335 377

C/ Xixona, 1
ESQUINA SANTA ROSA




Francisco Alonso Couce
Geólogo Paleontólogo

FÓSILES - MINERALES - BISUTERÍA

C/ Hermosilla, 72 - 28001 Madrid (Spain)
Tel: +34. 91 575 97 13
e-mail: fosilespaco@hotmail.com



CLINICA VETERINARIA EL ROMERAL

C/ Gregorio Casasempere Juan, 46
03802 ALCOY

96 533.46.93
Urgencias:
630 786.628

Lunes a Viernes
11'00 - 13'00 h.
17'00 - 20'30 h.
Sábados
11'00 - 13'00 h.

BAR ABRIL

Calle Ibi, Nº 14 ALCOY (Alicante)
Telf. 667 381 547