

La dialéctica Norte-Sur en el Cuaternario Europeo.

Atapuerca y la evolución de los ecosistemas ibéricos

Antonio Rosas González

Museo Nacional de Ciencias Naturales

En la actualidad, la investigación sobre el periodo Cuaternario es de la máxima relevancia. Durante este tiempo, el clima de la Tierra experimentó fuertes y sucesivas fluctuaciones, cuyos efectos son claramente vigentes. Además, es el cambiante mundo del Cuaternario el escenario donde se desarrolla la evolución humana. En Europa, los cambios del clima y sus drásticos efectos sobre la fauna y la flora se han modelizado sobre la base de yacimientos situados al norte del continente. Por el contrario, la respuesta de los ecosistemas mediterráneos, y en particular los de la Península Ibérica, está aún poco explorada (ver Aguirre, 1989; Carbonell et al., 1995). Este trabajo pretende destacar la singularidad paleoecológica del Sur de Europa durante el Cuaternario y discutir las posibles bases de un modelo sobre el que analizar la evolución de los ecosistemas mediterráneos. En un sentido amplio, hoy sabemos a partir de los datos polínicos (García Antón, 1995; Blanco et al., 1997) y ornínicos (Sánchez Marco, 1996) que las comunidades bióticas pleistocenas presentaban ya un claro carácter mediterráneo. A la luz de la información disponible, podemos formular preguntas sobre un modelo más específico de los ecosistemas ibéricos sin necesidad de

recurrir a un amplio espectro de posibilidades climáticas, cuyos extremos nunca han existido en la mayor parte de la Península Ibérica. Con este fin, el estudio de los rellenos kársticos de Atapuerca ofrece un gran potencial para orientar nuestras preguntas.

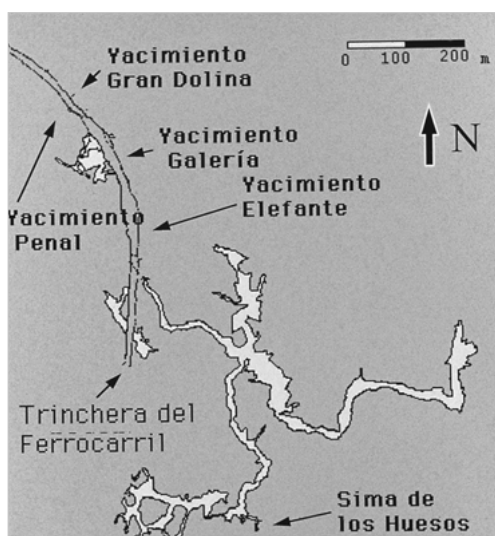
Los yacimientos pleistocenos de la Sierra de Atapuerca

La Sierra de Atapuerca (Burgos) alberga en su interior un extenso sistema de cavidades kársticas (Martín Merino et al. 1981), algunas de las cuales conservan amplias series sedimentarias del Pleistoceno, ricas en restos arqueo-paleontológicos (Aguirre et al., 1990; Carbonell et al., 1999). Dos grandes conjuntos integran los yacimientos de Atapuerca (Figura 1). Por un lado, el sistema Cueva Mayor-Cueva del Silo, en cuyo interior se localiza la Sima de los Huesos, de donde procede la magnífica muestra de fósiles humanos pertenecientes a la especie *H. heidelbergensis*. Por otro lado, la Trinchera del Ferrocarril, donde han quedado al descubierto importantes series sedimentarias de hasta 18 m de potencia. Destacan los yacimientos de Gran Dolina, de donde proceden los restos de la nueva especie *H. antecessor* (Bermúdez de Castro et al., 1997), Galería y Sima del Elefante, todos ellos con un registro Pleistoceno de un gran potencial (Figura 2). Desde 1979 se trabaja en la excavación metódica y análisis de estos yacimientos y su abundante registro geológico, paleontológico y arqueológico.

Situación eco-geográfica de la Sierra de Atapuerca

Antes de entrar en la discusión de los aspectos generales de la reconstrucción paleoecológica en el Cuaternario europeo y sus implicaciones en el estudio de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca, parece aconsejable una breve introducción a sus condicionantes geográficos. La Sierra de Atapuerca se localiza en un ecotono múltiple sometido a un mosaico de in-

Figura 1. Plano del sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca donde se distinguen los dos grandes conjuntos de yacimientos. Por un lado, la Trinchera del Ferrocarril, con importantes yacimientos del Pleistoceno Inferior y Medio. Por otro, el sistema de Cueva Mayor-Cueva del Silo, donde se encuentra el yacimiento de la Sima de los Huesos.



Se trata, de desarrollar una investigación más específica dirigida al esclarecimiento de la estructura de las comunidades específicamente mediterráneas. De una paleozoología ibérica en el que se haga hincapié en la adaptabilidad o flexibilidad fenotípica de las faunas en ecosistemas mediterráneos. En este sentido, la abundante documentación y excelente registro diacrónico de los yacimientos de Atapuerca tiene aún mucho que ofrecer.

fluencias geográficas, climáticas y corológicas. Los siguientes factores condicionan la ecología de la Sierra de Atapuerca: 1) está situada en la transición entre las dos grandes áreas climáticas de la Península Ibérica: las regiones Mediterránea y Eurosiberiana, 2) la Sierra se localiza en el corredor de la Bureba, muy próxima a la divisoria de las cuencas de los ríos Duero y Ebro, y por tanto, potencialmente sometido a las influencias de estas dos grandes cuencas, 3) a escala menor, la Sierra de Atapuerca se inscribe en un fuerte gradiente altitudinal, como relieve de transición entre las tierras llanas localizadas a su oeste y las progresivas elevaciones de la Sierra de la Demanda, 4) ya en los alrededores más inmediatos destaca una amplia variedad de biotopos; marcado contraste entre la solana y la umbría de la Sierra, y la proximidad de diferentes cursos de agua. Esta variedad de factores se concreta en la actualidad en un clima mediterráneo subhúmeno, con una clara influencia atlánticomontana (García Antón, 1995). Con este amplio abanico de factores en mente podemos ahora abordar la discusión de modelos generales, para después adentrarnos en el análisis de un caso concreto: el yacimiento de Galería.

Modelo del Norte/ Modelo del Sur

La acumulación de masas de hielo continental y la formación de un desierto polar a su alrededor es el rasgo climático más destacado en el norte de Europa durante los periodos más fríos del Cuaternario: lo que se conoce como las glaciaciones. En los periodos más cálidos, los llamados interglaciales, la retirada de estas masas de hielo permite la extensión de bosques caducifolios a regiones anteriormente ocupadas por estepas frías. Durante décadas, la respuesta de las comunidades vegetales en Europa ante las oscilaciones climáticas ha sido conceptualizada bajo un modelo de "desplazamiento latitudinal de las bandas de vegetación" (Büdel). Según este modelo, un avance de los hielos habría producido un desplazamiento hacia el sur de las bandas climáticas, dando lugar a una migración meridional de las especies vegetales en los periodos fríos. Bajo el mismo principio, al co-



Figura 2. Vista general de la Trinchera del Ferrocarril (Sierra de Atapuerca). A ambos lados de la trinchera se aprecia la caliza original de la Sierra y a la izquierda las antiguas cavidades seccionadas en la obra de ingeniería. Al fondo, el yacimiento de Gran Dolina, más hacia el frente, el yacimiento de Galería. En la actualidad, ambos yacimientos se encuentran protegidos por un techado.

mienzo de los periodos cálidos el desplazamiento de la zonación vegetal se habría producido en sentido Norte. Según este esquema, los paisajes predominantes en la Península Ibérica durante las glaciaciones consistirían en tundras y taigas (Moreu, 1952, Tyrberg, 1991, ver Sánchez, 1996). Como veremos, esta imagen es claramente errónea. La aplicación mimética del modelo norteyuropeo a yacimientos españoles ha llevado a la búsqueda de ecosistemas dentro de un amplio rango de extremos climáticos, desde un supuesto paisaje glacial hasta el extremo cálido y seco vigente en la actualidad. Asimismo, la presencia en el Cuaternario ibérico de comunidades de grandes mamíferos ya desaparecidas (Rodríguez, 1997) ha llevado a buscar referentes ecológicos cuyas coincidencias ecológicas son, en ocasiones, meramente nominales. Este conjunto de factores determina una



Figura 3. Vista general del yacimiento de Galería (Sierra de Atapuerca). Se trata de una antigua cueva rellena de sedimentos (color rojizo) del Pleistoceno Medio.

aproximación, en ocasiones, demasiado amplia, con pérdida de profundidad en el análisis, al no considerar la evolución de las características específicas de un bioma tan rico y singular como el ibérico, y más en particular, el mediterráneo.

En contraposición al modelo de grandes desplazamientos latitudinales de la flora, se ha desarrollado en el sur de Europa el concepto de "refugio". La noción de refugio consiste en la permanencia, durante las fases frías, de enclaves cuyas condiciones climáticas favorables habrían permitido la conservación de formaciones vegetales y de especies propias de los periodos cálidos. Así, en la Europa del Sur, donde el impacto de las oscilaciones térmicas fue menor, la existencia de valles y laderas protegidos permitieron la permanencia de una serie de especies templadas. Según este modelo, es a partir de estos refugios desde donde al comienzo de los interglaciales la vegetación más termófila pudo extenderse con relativa rapidez. En general, los interglaciales de los últimos 900.000 años se caracterizan por una sucesión de árboles termófilos que sigue un patrón de sucesión vegetal de cuatro zonas polínicas, cuya fase media interglacial corresponde a un bosque decídúo (Roebroeks et al., 1992). Además, cuando por circunstancias concretas, algunas especies no consiguen permanecer en estos refugios, entonces terminan por desaparecer. Por el contrario, durante los periodos fríos en el norte las comunidades se degradan *in situ*, sin que se produjera la migración de las especies a través de largas distancias (Tzedakis, 1993). La noción de refugio también se aplica a las aves (Blondel, 1985, Sánchez Marco, 1996), donde buscarían abrigo aves de regiones más septentrionales. Como un resultado paralelo a lo que vamos diciendo, se hace evidente que la conservación de los bosques del Sur de Europa resulta fundamental para salvaguardar la riqueza biológica del continente. Un ejemplo, en la actualidad los bosques mediterráneos funcionan como un refugio alimenticio para una gran comunidad de aves durante la estación fría.

El modelo ibérico

La característica fundamental del clima mediterráneo es la coincidencia en una misma estación del periodo más seco y el periodo más cálido del año, generando un ciclo anual de una estación muy seca y cálida, que se sucede con otra fresca y más húmeda. Esta singularidad genera una serie de adaptaciones en la vegetación esclerófila que permite el sustento de ricas comunidades animales. El régimen climático mediterráneo se origina desde hace unos 3.2 m.a. como consecuencia de cambios en la circulación oceánica. Este proceso se generaliza hace 2.3 m.a., coincidiendo con el inicio de pulsaciones frías en el norte, llevando a la instalación de un ritmo climático de carácter mediterráneo en la fachada occidental de los continentes. El resultado es una progresiva disminución de las precipitaciones estivales y la progresiva desaparición de la flora subtropical dominante durante el Plioceno. A partir de este momento, tienen lugar una larga serie de cambios ambientales y bióticos, cuyo carácter más general consiste en la alternancia de fases frías y fases cálidas. En el entorno ibérico, sin embargo, esta alternancia parece estar gobernada por el abastecimiento hídrico. El ritmo que parece deducirse de los estudios paleontológicos es la alternancia de ciclos cálido y húmedo, con incremento en los cursos de agua y cubierta vegetal, seguidos de periodos secos y fríos (Sesé, 1994, Blanco et al., 1997). Así, mientras que en el norte de Europa la variable climática más influyente ha sido la temperatura, en la Europa del Sur, el régimen de humedad parece ser el factor ecológico limitante.

De acuerdo con Blanco et al., (1997), los tipos estructurales de vegetación dominante en Iberia durante las fluctuaciones climáticas son: 1) en los periodos más fríos y secos se desarrollan bosques abiertos, de escasa cobertura, con un cierto carácter estepario, formados por coníferas xerófilas; 2) en los periodos cálidos, se desarrollan bosques densos, cerrados, dominados por frondosas y algunas coníferas hidrófilas, que alcanzan máxima extensión en los interglaciales. El estudio de largas secuencias sedimentarias ricas en restos de polen en otros países mediterráneos pone también de manifiesto una alternancia similar. Por otro lado, Tzedakis (1993) encuentra que en Grecia la recuperación de la vegetación en periodos cálidos se lleva a cabo en tres etapas de sucesión en las que predominan unas especies características. Así, se establece una sucesión ecológica dominada por 1) *Quercus* y *Ulmus*, 2) *Carpinus betulus*, 3) *Abies*. Por tanto, en el Sur de Europa se establece un proceso de alternancia de formaciones de bosque más cerrado y formaciones de carácter abierto, estepa seca, en la que aparece pino de forma sistemática. Sin embargo, a pesar de esta mencionada alternancia básica se debe destacar la alta disparidad de la geografía ibérica. Las características climáticas, físicas y edáficas originan un amplio conjunto de ecosistemas que permiten el establecimiento de una alta diversidad de comunidades. Lo que antes hemos denominado refugios.

Una vez planteado este escenario dinámico, un objetivo inmediato es identificar las asociaciones faunísticas correspondientes a la sucesión de periodos secos (fríos) y periodos húmedos (cálidos) acaecida en el Cuaternario Ibérico. El yacimiento de Galería, en la Sierra de Atapuerca, aporta, en este sentido, un elemento hacia la construcción de esa referencia. La estabilidad evolutiva de los roedores en la secuencia de este yacimiento establece una cierta continuidad en el registro (Cuenca et al., 1999), sin grandes hiatos temporales, lo que permite explorar los cambios que se suceden durante un intervalo temporal concreto.

Reconstrucción Paleoecológica de Galería (Sierra de Atapuerca)

Galería es uno de los rellenos kársticos descubiertos durante la construcción de la Trinchera del ferrocarril de la Sierra de Atapuerca (Aguirre, 1987; Díez y Moreno, 1994) (Figura 3). Este yacimiento ha deparado un importante registro arqueopaleontológico con más de 1400 restos de industria lítica, 6150 restos óseos de macromamíferos, abundantes restos de microvertebrados y dos restos humanos. El mencionado registro data de la segunda mitad del Pleistoceno Medio y procede de los niveles intermedios de una secuencia estratigráfica de más de 13 metros de potencia en su extremo Sur. Galería ha sido excavada en extensión entre los años 1979 y 1995, sobre una superficie media de unos 35 m² (Carbonell et al., 1987). Figura 4 ilustra la secuencia estratigráfica de Galería, con las distintas unidades estratigráficas y la hipótesis de correlación con las curvas de los isótopos del oxígeno (ver Rosas et al., 1998 para mayor detalle).

Las diferentes variables analizadas en la fase de relleno GIIa parecen indicar un ambiente cálido, con una alta actividad biológica en el ecosistema. Se trata de un nivel donde se ha identificado una elevada bioturbación, pseudomorfos de raíces y lechos briogénicos (Vallverdú, 1999). Además, los escasos restos óseos encontrados presentan huellas de una intensa actividad biológica, probablemente causada por bacterias (Fernández Jalvo, en prensa). Destaca en esta fase una significativa asociación de especies de murciélagos: *Myotis myotis*, *Myotis ex gr. blythii*, *Rhinolophus euryhale* y *Rhinolophus mahelyi*. También están presentes especies más generalistas, como *Miniopterus schreibersi* y *Rhinolophus sp.* (Sevilla, 1986). Esta asociación de quirópteros, de acuerdo con Benzal y de Paz (1991), es típica de las colonias interespecíficas de murciélagos mediterráneos con preferencia por los pisos termo y mesomediterráneo. En la actualidad, la distribución de *Rhinolophus mahelyi* se ajusta fielmente a la del olivo (Benzal y de Paz, 1991) y su máxima densidad aparece en zonas con cierto nivel de humedad y abundante vegetación. Entre los roedores destaca la presencia de *Eliomys quercinus*, ausente en el resto de los niveles. Estudios previos han señalado la presencia de *Marmota* en los niveles detríticos de esta fase (Sesé y Gil, 1987; Sesé, 1994); una especie de roedor tradicionalmente asociado a climas fríos. Sin embargo, su presencia en todo el Pleistoceno Medio

y Superior de la península (Sesé y Sevilla, 1996) resta validez a su carácter como bioindicador climático. Finalmente, la macrofauna es pobre y poco indicativa (van der Made, 1999).

La subunidad GIIb presenta ciertas diferencias entre sus niveles inferiores y superiores. Mientras que los niveles inferiores TG10D-C/TN5 parecen indicar condiciones más próximas a las encontradas en GIIa, el nivel TG10B/TN6 muestra pautas más acordes con el resto de los niveles estratigráficos. Así, la elevada frecuencia de reptiles encontrada en las muestras de microvertebrados de TG10C/TN5 parece indicar unas condiciones cálidas que no ausentes en el resto de la secuencia (Rosas et al., 1999) (Figura 5). En este mismo nivel estratigráfico se ha detectado la actividad de hiena, virtualmente inexistente en el resto de los

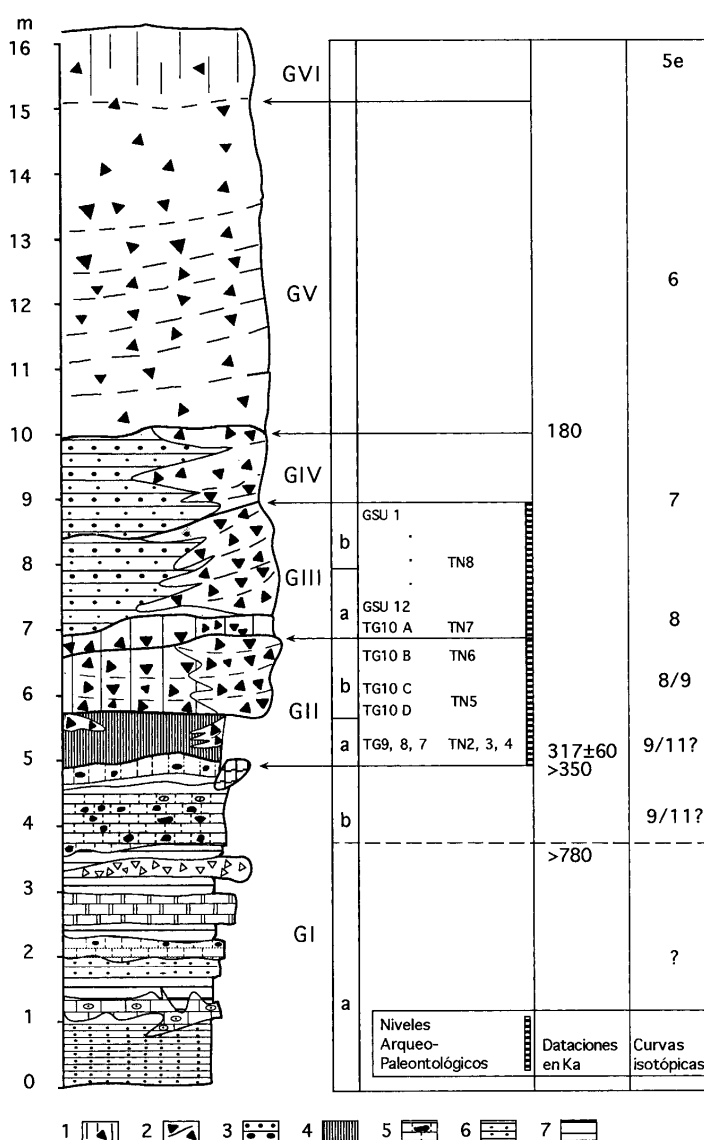


Figura 4. Columna estratigráfica del yacimiento de Galería. A la derecha se señalan las unidades estratigráficas, los niveles con contenido fósil, las dataciones y una hipótesis de correlación con las curvas climáticas. Leyenda: 1) materiales edáficos, 2) gravas y bloques calizos, limos, arcillas y gravillas (depósitos de gravedad), 3) alternancia de limos, arcillas y gravilla caliza, 4) depósitos coprogénicos, 5) facies masivas con clastos calizos y arcillosos, 6) y 7) conjunto de facies situadas en GI constituidas por arcillas, limos y arenas muy finas laminadas o masivas.

niveles. Las huellas de mordedura de carnívoros sobre restos esqueléticos presentan, igualmente, diferencias significativas (Huguet et al., 1999). Finalmente, la base de GIIb presenta la mayor abundancia relativa de bóvidos de todo el yacimiento.

La indicación paleoecológica más clara de la mitad superior de GIIb la encontramos en la estructura de la comunidad de aves. El perfil de biotopos representados en una asociación fósil (Sánchez Marco, 1999) dibuja, para el nivel TN6, un paisaje abierto con escaso desarrollo del bosque. Además, Fernández Jalvo (1999) identifica en los restos de micromamíferos la actividad de una rapaz diurna, más propia de espacios abiertos. La asociación de herbívoros también ratifica esta interpretación. El tipo de locomoción de *Stephanorhinus cf. hemitoechus*, relativamente cursorial, lo sitúa como habitante de zonas abiertas, al igual que los équidos y los grandes bóvidos.

La unidad GIII evidencia un marcado cambio en las condiciones de sedimentación, donde el transporte

hídrico se hace dominante. Se asocia a este cambio un fuerte aumento en restos de aves de ribera (Sánchez Marco, o.c.) y de anfibios (Rosas et al., 1999). Todas las evidencias analizadas avalan la distinción en GIII de dos subunidades: GIIIa y GIIIb. Entre las diferencias de ambas subunidades destaca una representación diferencial de restos de équidos, cánidos, úrsidos, el predador de micromamíferos y, fundamentalmente, el registro polínico.

El registro polínico de GIIIa presenta taxones templados, con hayas, abetos y brezos, que indican cierta exigencia en humedad (García Antón, 1995). Algunas de las aves indentificadas en este tramo, tales como *Columba libia* y *Cuculus canorus*, son claramente de bosque, indicando cierto desarrollo del componente arbóreo. Fernández Jalvo (1999) identifica en este tramo alteraciones en micromamíferos, cuyo agente podría ser el cárabo, una especie asociada al bosque. Otra característica peculiar del nivel es la presencia de fuertes acumulaciones de anfibios (Rosas, 1990). En cuanto a los macromamíferos, los restos identificados de *Cuon alpinus* y *Lynx spelaea* se concentran casi exclusivamente en la subunidad GIIIa. La presencia de *Cuon* coincide con un fuerte aumento de restos de caballos, y en menor medida de cérvidos, asociados a un consistente patrón de marcas de mordedura sobre restos de caballos inmaduros (Díez et al., 1999). De acuerdo con Cervera et al. (1999), entre los carnívoros están presentes restos de todos los grupos tróficos, con muy escasa representación del grupo de los especialistas en rotura de huesos. La abundancia de carnívoros generalistas (cánidos) y la presencia de omnívoros (úrsidos), así como una baja diversidad específica, son características propias de ecosistemas templados y boscosos. Esta fase de relleno presenta claros índices de aumento de la humedad y el componente boscoso. Sin embargo, la existencia de zonas abiertas está fuertemente sugerida por las asociaciones de aves. En consecuencia, en GIIIa se nos dibuja un mosaico de ambientes en el que abundarían las zonas abiertas, con zonas de bosque más o menos denso y con ecosistemas de ribera con alta diversidad.

GIIIb mantiene unas características similares, si bien se advierten algunas diferencias. El espectro polínico de GIIIb es menos diversificado. En él se mantienen porcentajes altos de haya, pero desaparecen los abetos, a la vez que desciende el porcentaje de brezos y aumenta el de *Quercus perennifolia*, aunque siguen dominando los de tipo caducifolio. La pérdida de diversidad en esta subunidad parece indicar una cierta degradación en las condiciones ambientales, quizás debidas a un empobrecimiento en el abastecimiento hídrico de los suelos. El agente acumulador de micromamíferos parece ser una especie más generalista, del tipo búho real.

El inicio de una tendencia hacia condiciones de mayor aridez parece ratificarse con los datos polínicos de GIV, unidad estéril en restos de vertebrados. García Antón (1995) distingue en esta unidad tres

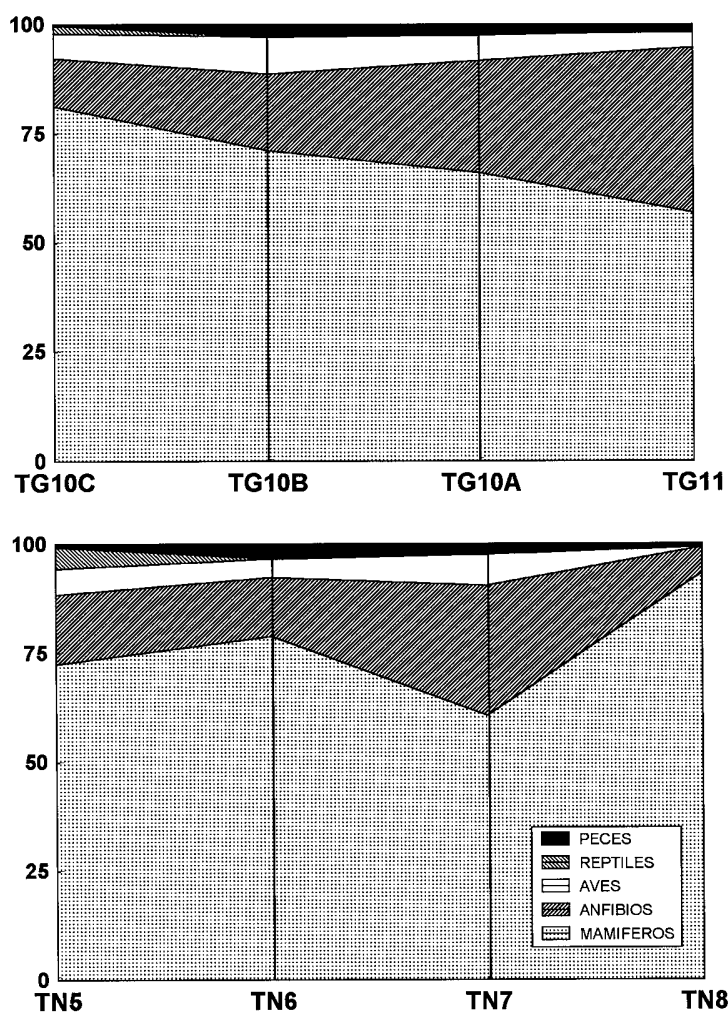


Figura 5. Proporción de microvertebrados en la secuencia del yacimiento de Galería (Atapuerca). Arriba, sector central del yacimiento (TG); abajo, sector sur del yacimiento (TN), donde aparecen coladas detríticas de distinto origen sedimentario. Obsérvese la presencia de reptiles en los niveles inferiores, así como el incremento en anfibios a medida que se asciende en la secuencia (TG I).

fases polínicas. La primera presenta una mezcla de conjuntos florísticos mediterráneos, submediterráneos y templados, donde disminuyen los caducifolios y brezales y aumenta *Olea*, un claro indicador de mediterraneidad. Estas condiciones pueden indicar una estacionalidad más marcada o bien una menor precipitación (García Antón, 1995). La fase intermedia de GIV presenta un espectro polínico singular, donde abunda el componente herbáceo (legulifloras y gramíneas) y los pinos. Esta asociación ha sido interpretada como evidencia de estepización resultante de una reducción en las precipitaciones y cierto descenso en la temperatura. La consistencia en la representación de taxones en este episodio viene avalada por un cambio gradual en las frecuencias de pólenes, con la recuperación al final de esta fase de los pólenes de *Quercus*, dominante de nuevo en la fase final de GIV. En ésta última, el carácter mediterráneo está fuertemente sugerido por la presencia de *Olea*, *Pistacia* y *Ligustrum*.

A modo de resumen se puede decir que, en términos generales, la asociación faunística de Galería indica el predominio de un clima de carácter templado, sin que se hayan detectado signos de clima frío (figura 6). El predominio de espacios abiertos, con una extensión variable del componente boscoso, parece ser una constante en Galería. Como hemos comentado, existen, no obstante, variaciones en algunos bioindicadores a lo largo de la columna estratigráfica.

Conclusión y Preguntas pendientes

A la luz de la síntesis recogida en los párrafos anteriores, la serie estratigráfica de Galería parece reflejar con claridad las principales variables paleoecológicas del Cuaternario ibérico. En primer lugar, la alternancia de espacios abiertos frente a bosques más cerrados se evidencia en el tránsito entre la unidad GII y base de la unidad GIII. Además, la presencia de coníferas (*Pinus*), como fase de sustitución de *Quercus perennifolios* en épocas más xéricas en el bosque mediterráneo está también registrada en las fases polínicas de la unidad GIV (García Antón, 1995). En segundo lugar, la contraposición Mediterráneo/Atlántico se ve reflejada en el cambio de la unidad GIII inferior a la unidad GIV. Al mismo tiempo, la aparición de taxones claramente mediterráneos (por ejemplo, *Olea*), testigos de periodos cálidos, se asocia en Galería a un incremento en la humedad, al agua circulante, detectada en el comportamiento sedimentario (Pérez González et al., 1999), en las asociaciones de aves (Sánchez Marco, 1999) y en el predominio de los anfibios (Rosas et al., 1999). Este incremento hídrico viene a confirmar resultados anteriores que afirman que, en Iberia, los periodos cálidos están asociados a un incremento en la humedad (Sesé, 1992). Sin embargo, hay que tener en cuenta la influencia de factores locales, tales como la acumulación de masas de agua o la influencia de sistemas montañosos próximos. La incorporación en los modelos de una diversidad de biotopos hace difícil la simplificación.

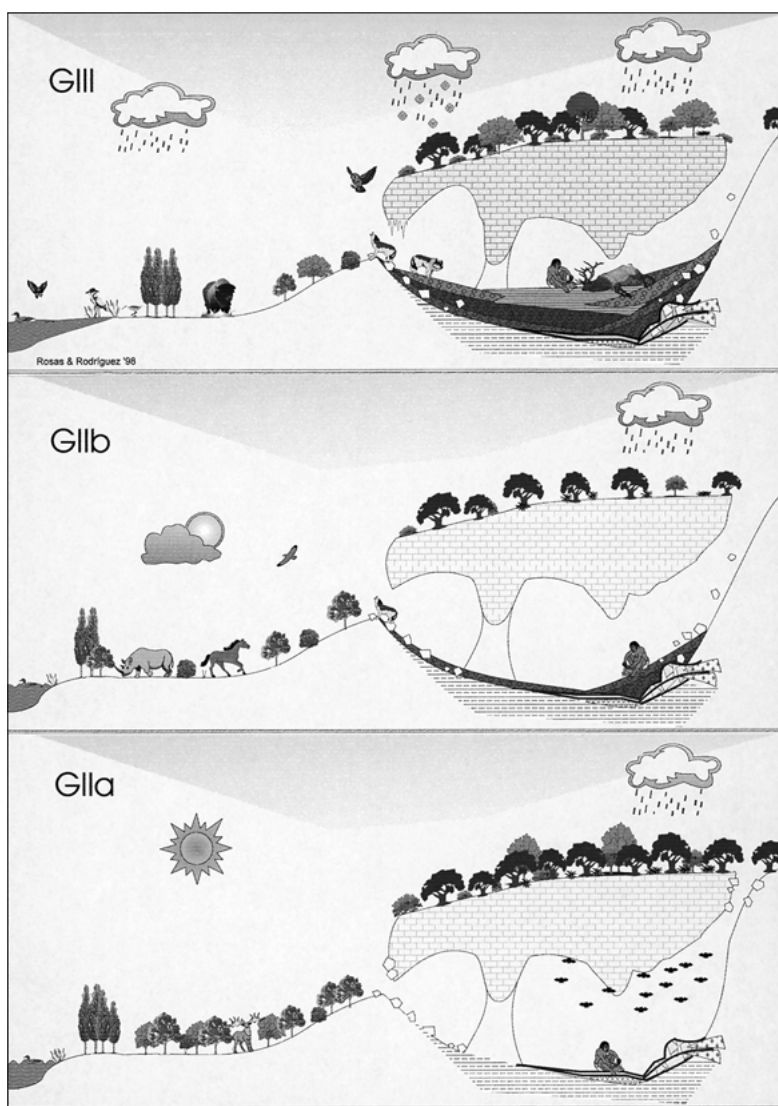


Figura 6. El esquema representa un modelo simplificado de la evolución del relleno sedimentario de la cavidad kárstica de Galería, junto con las inferencias paleoambientales deducidas del análisis de los diferentes factores bióticos y abióticos (modificado de Rosas et al., 1999). La unidad GIII, y sus subdivisiones a y b, recogen las primeras fases de relleno exokárstico que atestiguan las primeras ocupaciones humanas en la cavidad. El esquema de GIIa representa una significativa ocupación de Galería por parte de murciélagos. Las distintas evidencias parecen atestiguar un clima cálido. El esquema de GIIb recoge un deterioro de las condiciones ambientales coincidente con un incremento notable del registro arqueopaleontológico respecto al tramo anterior. La unidad GIII representa un periodo húmedo, en el que destaca un abundante registro de aves de ribera y una elevada actividad de cánidos y homínidos en el interior de la cavidad.

Desde el punto de vista de la fauna, una conclusión que se deriva del estudio de Galería es la homogeneidad en la comunidad de mamíferos en los diferentes ambientes inferidos. Así, mientras el medio experimenta claras modificaciones, la comunidad de mamíferos permanece más o menos estable. Esta circunstancia contrasta con las dinámicas de acusado cambio faunístico detectadas en los yacimientos del Norte de Europa. En estos, mientras que en los periodos fríos aparecen especies claramente adaptadas a ambientes glaciales, durante los interglaciales aparecen especies termófilas tales como el galápago (*Emys orbicularis*), lirón (*Glyptotherium*), hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), jabalí (*Sus scrofa*), gamo (*Dama dama*), así como la variable presencia de especies exóticas co-

mo macaco (género *Macaca*), búfalo acuático (*Bubalus murrensis*) o el propio hipopótamo (Roebroeks et al., 1992). A la luz de la información disponible, parece evidente que en Iberia no se detecta una alternancia de especies glaciales e interglaciales (ve der Made, 1998). ¿Significa esto que no hay cambio alguno? El ejemplo de Galería pone de manifiesto un sutil, pero significativo dinamismo ecológico en la alternancia de periodos secos (fríos) y húmedos (cálidos), evidenciada por los datos tafonómicos, de comunidades de aves, asociaciones de microvertebrados, etc. Una conclusión metodológica puede derivarse de esta aparente estabilidad: las condiciones particulares del ambiente ibérico dirigen el proceso analítico hacia la búsqueda de mayor especificidad y rechazan la aplicación mimética de grandes remplazamientos faunísticos asociados a ciclos glaciales. Se trata, por tanto, de desarrollar una investigación más específica dirigida al esclarecimiento de la estructura de las comunidades específicamente mediterráneas. En definitiva, de una paleozoología ibérica en el que se haga hincapié en la adaptabilidad o flexibilidad fenotípica de las faunas en ecosistemas mediterráneos. En este sentido, la abundante documentación y excelente registro diacrónico de los yacimientos de Atapuerca tiene aún mucho que ofrecer:

Para finalizar, y como uno de los muchos campos de exploración futura, unos breves comentarios sobre la naturaleza del registro del karst de Atapuerca. Una de las características de los rellenos sedimentarios de Atapuerca es su regularidad y ritmicidad. Mayoritariamente, la organización estratigráfica de los rellenos de Atapuerca consiste en coladas detríticas, definidas por discontinuidades erosivas, tanto internas a las unidades (discontinuidades menores), como entre las unidades o discontinuidades mayores que definen sus límites (Pérez González et al., 1995). En ocasiones, la presencia de rellenos de facies alternantes que se suceden con una cadencia binaria es llamativa. Un aspecto de interés, pero de difícil solu-

ción técnica, es la determinación del intervalo temporal registrado en las diferentes unidades sedimentarias. Para comprender mejor la aparente ritmicidad de muchos de los rellenos de Atapuerca, sería de interés conocer el comportamiento del karst de Atapuerca durante los últimos ciclos climáticos. Por su proximidad temporal, las acentuadas fluctuaciones climáticas acaecidas desde la curva 5 de los isótopos del oxígeno están muy bien documentadas en diferentes yacimientos del Norte y Sur de Europa. Un estudio de este periodo podría posibilitar una correlación más fina de los rellenos de Atapuerca con otros conocidos y, de este modo, buscar en el registro de Atapuerca los cambios climáticos más recientes de los que existe una mayor información. Este ejercicio puede proporcionar un modelo mejor controlado para la interpretación de otros rellenos de Atapuerca de edad más antigua y de los que hay mucha menos información. Sin embargo, una posibilidad, aún desconocida, es que el cierre del sistema kárstico, o un cambio intrínseco de la evolución del sistema, hayan alterado la naturaleza de los procesos sedimentarios. De ser cierta esta circunstancia, los tramos más recientes del sistema no permitirían que Atapuerca se sirva de modelo a sí misma. En cualquier caso, ambas circunstancias son atractivas y prometedoras de un gran caudal de información sobre el Cuaternario Ibérico.

Agradecimientos

Mi gratitud a todas las personas que han contribuido a la excavación y documentación del registro arqueo-paleontológico de Galería. A la Dra. Eloísa Bernáldez por su amable invitación a escribir este trabajo. Al Dr. Jesús Rodríguez por su ayuda con alguna de las figuras. Este trabajo se inscribe en el proyecto DGE PB96-1026-C03-03, Programa de Unidades Asociadas del CSIC y trabajos subvencionados por la Junta de Castilla y León.

Bibliografía

- AGUIRRE, E. (1987). Los yacimientos mesopleistocenos en cavidades de la Sierra de Atapuerca. En E. Aguirre, E. Carbonell & J.M. Bermúdez (Eds): *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, pp. 15-36. Soria: Junta de Castilla y León.
- AGUIRRE, E. (1989). Vertebrados del Pleistoceno continental. En *Mapa del Cuaternario de España*, pp. 47-69. Instituto Tecnológico GeoMinero de España.
- AGUIRRE, E., ARSUAAGA, J.L., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., CARBONELL, E., CEBALLOS, M., DíEZ, C., ENAMORADO, P., FERNÁNDEZ-JALVO, Y., GIL, E., GRACIA, A., MARTÍN-NAJERA, A., MARTÍNEZ, I., MORALES, J., ORTEGA, A.I., ROSAS, A., SÁNCHEZ, A., SÁNCHEZ, B., SESÉ, C., SOTO, E. AND TORRES, T. (1990). The Atapuerca Sites and the Ibeas Hominids. *Human Evol.* 5, 1:55-73.
- BENZAL Y DE PAZ (1991). *Los murciélagos de España y Portugal*. Colección Técnica. Madrid: ICONA.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., ARSUAAGA, J.L., CARBONELL, E., ROSAS, A., MARTINEZ, I. & MOSQUERA, M. (1997). A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: possible ancestor to Neandertals and Modern Humans. *Science* 276: 1392-1395.
- BLANCO, E., CASADO, M.A., COSTA, M., ESCRIBANO, R., GARCÍA ANTÓN, M., GÉNOVA, M., GÓMEZ MANZANEQUE, A., GÓMEZ MANZANEQUE, F., MORENO, J.C., MORLO C., REGATO, P. Y SAINZ, H. (1997). *Los Bosques Ibéricos*. Planeta. Barcelona.
- BLONDEL, J. (1985). Historical and ecological evidence of the development of Mediterranean avifaunas. *Acta XVIII Congressus Internationalis Ornithologici*, vol. I: 373-386.
- CARBONELL, E., DíEZ, C. & SOTO, E. (1997). Estudio preliminar de los suelos de ocupación de Atapuerca (Burgos). En E. Aguirre, E. Carbonell & J.M. Bermúdez (Eds): *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, pp. 425-439. Soria: Junta de Castilla y León.
- CARBONELL, E., RODRÍGUEZ, X.P., GIRALT, S., MOSQUERA, M., OLLÉ, A., SALA, R., VAQUERO, M. Y VERGÉS, J.M. (1995). The lithotecnical assemblage of the Sierra de Atapuerca in frame of the Iberian Middle Pleistocene. En J.M. Bermúdez, J.L. Arsuaga & E. Car-

bonell (Eds): *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la sierra de Atapuerca*, pp. 422-444. Valladolid: Junta de Castilla y León.

CARBONELL, E., MARQUEZ, B., MOSQUERA, M., OLLÉ, A., RODRÍGUEZ, X.P., SALA, R. & VERGÈS, J.M. (1999). El modo II en Galería. Análisis de la industria lítica y sus procesos técnicos. En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

CERVERA, J., GARCÍA N. & ARSUAJA, J. L. (1999). Carnívoros del yacimiento mesopleistoceno de Galería (Sierra de Atapuerca). En (E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, Eds). *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

CUENCA, G., CANUDO, I & LAPLANA, C. (1999). Análisis bioestratigráfico de los roedores del Pleistoceno Medio del yacimiento de Galería (Sierra de Atapuerca, Burgos). En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

DÍEZ, J.C. & MORENO, V. (1994). El yacimiento Galería (Burgos): evolución de un espacio en el Pleistoceno Medio. *B.S.E.A.A. LX*, 9-24.

DÍEZ, J.C.; MORENO, V.; RODRÍGUEZ, J.; ROSELL, J.; HUGUET, R.; CÁCERES, I. (1999). Estudio arqueológico de los restos de macrovertebrados de la unidad GIII de Galería (Sierra de Atapuerca). En E. Carbonell, A. Rosas, J.C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones Humanas y Paleocología del Yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

FERNÁNDEZ-JALVO, Y. (1999). Tañonomía de micromamíferos del yacimiento Galería de Atapuerca. En (E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, Eds). *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

GARCÍA-ANTÓN, M. (1995). Paleovegetación del Pleistoceno Medio de Atapuerca a través del análisis polínico. En J.M. Bermúdez, J.L. Arsuaga & E. Carbonell (Eds): *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la sierra de Atapuerca*, pp. 147-165. Valladolid: Junta de Castilla y León.

HUGUET R., CÁCERES, I., DÍEZ C. & ROSELL J. (1999). Estudio tafonómico y zooarqueológico de los restos óseos de micromamíferos de la unidad GII de Galería (Sierra de Atapuerca). En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

MADE, J. VAN DER (1999). Ungulates from Gran Dolina (Atapuerca, Burgos, Spain). *Quaternaire* 9: 267-281.

MADE, J. VAN DER (1999). Artiodactyla del yacimiento mesopleistoceno de Galería (Sierra de Atapuerca). En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

MARTÍN MERINO, A., DOMINGO, S. Y ANTON, T. (1981). Estudio de las cavidades de la zona BU-IV A (Sierra de Atapuerca). *Kai-te* 2: 41-76.

MOREAU, R. E. (1952). The main vicissitudes of the European avifauna since the Pliocene. *Ibis* 96: 411-431.

PÉREZ GONZÁLEZ, A., ALEXANDRE, T., PINILLA, A., GALLARDO, J., BENAYAS, J., MARTÍNEZ, M.J. & ORTEGA, A.I. (1995). Aproximación a la estratigrafía de galería en la trinchera de la Sierra de Atapuerca (Burgos). En J.M. Bermúdez, J.L. Arsuaga & E. Carbonell (Eds): *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la sierra de Atapuerca*, pp. 99-122. Valladolid: Junta de Castilla y León.

PÉREZ GONZÁLEZ, A., PARÉS, J.M., GALLARDO, J., ALEXANDRE, T., ORTEGA, A.I. & PINILLA, A. (1999). Geología y Estratigrafía del relleno de Galería de la Sierra de Atapuerca (Burgos). En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

RODRÍGUEZ, J. (1997). Análisis de la estructura de las comunidades de mamíferos del Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca. *Revisión de metodologías*. Universidad Autónoma de Madrid.

ROEBROEKS, W., CONARD, N.J. & VAN KOLFSCHOTEN, T. (1992). Dense forests, cold steppes, and the Paleolithic settlement of Northern Europe. *Current Anthropology* 33: 551-585.

ROSAS, A. (1990). Patrones de distribución de microvertebrados en el relleno cástico de Tres Simas, Sierra de Atapuerca (Burgos). En (S. Fernández López, Coord.) *Comunicaciones de la Reunión de Tañonomía y Fossilización*, pp. 297-318. Univ. Complutense.

ROSAS, A., ARTUSI, E., CUENCA, G., LAPLANA, C. & RODRÍGUEZ, J. (1999). Asociaciones de microvertebrados en el yacimiento mesopleistoceno de Galería, Sierra de Atapuerca. En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

ROSAS, A., CAR-BONELL, C., CUENCA, G., GARCÍA, N., FERNÁNDEZ-JALVO, Y., VAN DER MADE, J., OLLÉ, A., PARÉS, J.M., PÉREZ GONZÁLEZ, A., SÁNCHEZ MARCO, A., SÁNCHEZ CHILLÓN, B. Y VALDERDÚ, J. (1998). Cronología, bioestratigrafía y paleoecología del Pleistoceno Medio de Galería (Sierra de Atapuerca). *Revista Española Paleontología* 13: 71-80.

SÁNCHEZ MARCO, A. (1996). Aves fósiles del Pleistoceno Ibérico: rasgos climáticos, ecológicos y zoogeográficos. *Ardeola* 43: 207-219.

SÁNCHEZ MARCO, A. (1999). Aves del yacimiento mesopleistoceno de Galería (Sierra de Atapuerca). Patrones ecológicos en el Pleistoceno medio. En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*, Valladolid: Junta de Castilla y León.

SESÉ, C. (1994). Paleoclimatical interpretation of the Quaternary small mammals of Spain. *Geobios* 27, 753-767.

SESÉ, C. & GIL, E. (1987). Los micromamíferos del complejo cástico de Atapuerca (Burgos). En (E. Aguirre, E. Carbonell & J.M. Bermúdez Eds). *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, pp.67-74. Soria: Junta de Castilla y León.

SESÉ, C. & SEVILLA, P. (1996). Los micromamíferos del Cuaternario peninsular español: Cronoestratigrafía e implicaciones bioestratigráficas. *Revista Española Paleontología* n°extra, 278-287.

SEVILLA, P. (1986). *Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

TYRBERG, T. (1991). Artic, montane and steppe birds as glacial relicts in the West Palearctic. *Orn. Verh.* 25: 29-49.

TZEDAKIS, P.C. (1993). Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. *Nature*. 364 437-440.

VALLVERDÚ, P. (1999). Microfacies y Micromorfología de GII y GIII de Trinchera Galería. En E. Carbonell, A. Rosas & C. Díez, (Eds): *Atapuerca: Ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*. Valladolid: Junta de Castilla y León.