

# Yacimientos de vertebrados asociados al subcrón Olduvai en Europa, Cáucaso y Levante mediterráneo

## *Vertebrate fossil sites related to the Olduvai subchron in Europe, Caucasus and Mediterranean Levante*

Josep Gibert Cloles<sup>1</sup>, Lluís Gibert Beotas<sup>1,2</sup>

**Resumen:** En este trabajo revisamos los yacimientos con macro- y micromamíferos datados por paleomagnetismo o métodos absolutos en torno al límite Plio-Pleistoceno en Europa, Cáucaso y Levante mediterráneo. Esta revisión muestra que en el área estudiada, no hay ningún yacimiento datado entre 1,75 y 1,95 millones de años con fauna representativa de micro y macromamíferos, pues tanto el número de ejemplares como el de taxones es muy limitado. Así en los yacimientos franceses e italianos solo hay macromamíferos y en los de Guadix-Baza (Granada, España), únicamente entre tres o cuatro taxones de micromamíferos definidos a nivel específico. También discutimos la asociación de *Allophaiomys pliocaenicus* con el subcrón Olduvai (Agustí et al. 1997).

**Palabras clave:** magnetoestratigrafía, biostratigrafía, cuenca de Baza, subcrón Olduvai.

**Abstract:** We review the palaeontological sites with macro- and micromammals, which has been, dated by paleomagnetic or radiometric data around the Plio-Pleistocene boundary in Europe, Caucasus and Levant. At present, in the studied area, there is no site rich in mammal fauna dated between 1.75 and 1.97 (Olduvai subchron). French and Italian sites of that age only contains macromammals. In the Guadix-Baza basin (SE Spain) the sites related to Olduvai subchron only have between three and four taxa of micromammals defined on the specific level. We also discuss the association of *Allophaiomys pliocaenicus* with Olduvai subchron (Agustí et al. 1997).

**Key words:** magnetic stratigraphy, biostratigraphy, Baza basin, Olduvai subchron.

### INTRODUCCIÓN

El límite Neógeno-Cuaternario, o lo que es lo mismo Plioceno-Pleistoceno, se redefinió en 1984 durante el 27th congreso internacional de Geología celebrado en Moscú. Este límite se estableció en base a criterios geofísicos en 1.75 millones de años, coincidiendo con un cambio de polaridad magnética (final del subcrón Olduvai). Desde entonces se han realizado nuevas propuestas para resituar este límite en base a criterios paleontológicos o paleoclimáticos (PARTRIDGE, 1997). Como es sabido, los datos paleontológicos sólo permiten dataciones relativas, por lo que es imprescindible que una propuesta de este tipo, vaya acompañada de dataciones complementarias realizadas normalmente por paleomagnetismo o métodos radiométricos.

En este sentido hemos realizado una síntesis bibliográfica de aquellos yacimientos de mamíferos

datados en torno al límite Plio-Pleistoceno. Para cada yacimiento se especifica el tipo de método utilizado en su datación, así como el número de taxones de macromamíferos y micromamíferos presentes en el yacimiento. Como resultado se puede observar que son muy pocos los yacimientos ricos en vertebrados que están datados por métodos geofísicos o geoquímicos dentro de este intervalo de tiempo.

Las dataciones absolutas y los estudios paleomagnéticos en sedimentos continentales con fósiles de mamíferos en Europa occidental son muy escasos entre 2 y 1 millones de años (ma). Expondremos un resumen de los datos publicados (figs.1 y 2), separando aquellos yacimientos comprendidos entre 2.1 y 1.97 ma, los que están situados dentro del subcrón Olduvai, aquellos situados entre los subcronos Olduvai y Jaramillo y finalmente los yacimientos situados dentro de Jaramillo.

<sup>1</sup> Institut de Paleontologia M.Crusafont, Carrer Escola Industrial 23, 08201 Sabadell, Barcelona, Spain e-mail: orce-palacio@ctv.es

<sup>2</sup> Dept.Enginyeria Minera i Recursos Naturals, Universitat Politècnica de Catalunya. Escol. Univ. Politèc., Av.Bases de Manresa, 61-73, 08240 Manresa, Barcelona, Spain. e-mail: gbeotas@hotmail.com



Figura 1.—Posición de los yacimientos citados en relación a la GPTG.

Figure 1.—Position of the mentioned fossil sites in relation to the GPTG.

## DATACIONES EN YACIMIENTOS DE VERTEBRADOS EUROPEOS FUERA DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

### *Yacimientos comprendidos entre 2.1 y 1.97 ma*

**Chilhac (Francia):** Se han identificado 20 taxones de macromamíferos, existe una datación por Potasio/Argón que da una edad de 2ma (BOEUF, 1997).

**Senèze (Francia):** Es un yacimiento muy estudiado. Tanto sobre el vulcanismo como la fauna hay numerosos trabajos. Para más datos puede consultarse la revisión de Boeuf en 1997. Se han distinguido 31 taxones incluyendo macro y micromamíferos, en el yacimiento se da un cambio de polaridad que puede corresponder a Reunión (2.1 ma). (BOEUF, 1997, SCHAUB, 1943).

**Saint-Vallier (Francia):** Aparecen 32 taxones incluyendo macro y micromamíferos, existe una datación por resonancia de spin que da un valor de 2ma (DEBART *et al.*, 1994).

**Tegelen (Holanda):** Se han encontrado 21 taxones, entre los cuales aparece fauna de macro y micromamíferos en diferentes niveles estratigráficos. Es difícil relacionar la polaridad normal con la acumulación de micromamíferos (ZAGWIJN, 1998). Por la asociación faunística de micromamíferos, TESAKOV (1998) sitúa este nivel entre los subcronos Olduvai y Reunión.

### *Yacimientos situados en el subcrón Olduvai*

**Blassac-la-Girondine (Francia):** Aparecen 11 taxones de macromamíferos. El yacimiento está localizado en una franja de polaridad normal atribuida a la base del evento Olduvai (BOEUF, 1997).

**Matassino (Italia):** Se han clasificado 7 taxones de macromamíferos. El yacimiento se localiza en un cambio de polaridad de normal a inversa que se identifica como el techo de Olduvai (AZZAROLI *et al.*, 1986; TORRE *et al.*, 1993, 1996).

### *Yacimientos situados entre los subcronos Olduvai y Jaramillo*

**Sainzeles (Francia):** Este yacimiento contiene 7 taxones de macromamíferos y ha sido datado en 1.3-1.4 ma por K/Ar (THOUVENEY y BONIFAY, 1984).

### *Yacimientos situados en el subcrón Jaramillo*

**Colle Curti (Italia):** Contiene 21 taxones, incluyendo macro y micromamíferos. En el yacimiento aparece polaridad normal atribuida a Jaramillo (TORRE *et al.*, 1996).

**Le Vallonet (Francia):** Se han identificado 21 taxones entre macro y micromamíferos, existe una datación por resonancia de spin que le asigna una

YACIMIENTO	Nº DE TAXONES	MACROMAMÍFEROS	MICROMAMÍFEROS	PALEOMAGNETISMO	POTASIO/ARGÓN	RESONANCIA DE SPIN
Colle Curti (Francia)	21					
Le Vallonet (Francia)	22					
Untermassfeld (Alemania)	40					
Matassino (Italia)	7					
Dmanisi (Georgia)	25					
Orce-7 (España)	4					
Galera H (España)	3					
ZU-14 (España)	2					
B.Girondine (Francia)	11					
Chillac (Francia)	20					
Senéze (Francia)	31					
Saint-Vallier (Francia)	32					
Tegelen (Holanda)	21					
Ubeidija (Israel)	59					

Figura 2.— Resumen del contenido faunístico y los métodos de datación empleados para cada uno de los yacimientos citados.  
 Figure 2.— Summary of the faunistic content and the dating methods used for each of the mentioned fossil sites.

edad de entre un millón y 900 mil años. También aparece una polaridad normal que se ha atribuido a Jaramillo (LUMLEY *et al.*, 1980).

**Untermassfeld (Alemania):** Es un yacimiento muy rico con, 40 taxones que incluyen macro y micromamíferos. Se ha identificado un cambio de polaridad inversa/normal que puede relacionarse con Jaramillo, (KAHLKE, 1997).

### DATACIONES EN YACIMIENTOS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

En España, en yacimientos del Plio-Pleistoceno no existen dataciones absolutas, pues no se han encontrado, hasta el presente, rocas volcánicas asociadas a yacimientos en el intervalo de 2 a 1 ma. Todos los datos disponibles proceden del hallazgo de eventos paleomagnéticos que proporcionan cronologías indirectas basadas en su relación con yacimientos de vertebrados y la correlación con la GPTS

(Geomagnetic Polarity Time Scale) (fig.1).

En yacimientos del Plioceno final, existen dataciones paleomagnéticas en las cuencas del Júcar, Teruel (OPDYKE *et al.*, 1997) y Guadix-Baza (Zújar) (OMS, 1998) donde se localiza el evento positivo Gauss. Esto permite delimitar los cronos Gauss/Matuyama y, por tanto, datar indirectamente varias biozonas de Mein, entre ellas las MN16 / MN17. Los resultados de Júcar/Teruel y Guadix-Baza discrepan con respecto a la situación de la MN17 en relación a la GPTS (OMS, 1998).

### Yacimientos situados en torno al subcrón Olduvai en la Península Ibérica

A continuación se citan los yacimientos de la Península Ibérica localizados dentro o en las proximidades del evento Olduvai junto con su contenido faunístico. Todos estos yacimientos se encuentran en la cuenca de Baza (Cordillera Bética). La bioestratigrafía de la depresión de Baza ha sido abordada por otros autores (RUIZ BUSTOS, 1999) con metodologías diferentes en las que no se contemplan datos paleomagnéticos directos, por lo que no entramos a discutirlos, aunque reconocemos su valiosa aportación.

**Galera H:** *Miomys cf. reidi*, *Castillomys crusafonti ssp.*, *Apodemus* sp. Se sitúa tres metros por debajo de una franja de polaridad normal atribuida a Olduvai (GARCÉS *et al.*, 1997, AGUSTÍ *et al.*, 1997). (Figura 3).

**Galera G:** *Miomys medasensis*, *Miomys cf. tornensis*, *Castillomys crusafonti ssp.*, *Apodemus* sp. Este yacimiento se sitúa en niveles estratigráficos inferiores al anterior (Figura 3).

**Orce 7:** *Allophaiomys pliocaenicus*, *Apodemus mystacinus*, *Apodemus sylvaticus*, *Castillomys crusafonti*. Este yacimiento se localiza en la parte superior del Barranco de Orce, la base de un tramo siete metros con polaridad normal, atribuido a Olduvai (AGUSTÍ *et al.*, 1997, OMS 1998). (Figura 3).

**ZU-14:** a techo de la columna de Zújar, OMS (1998) encuentra un evento positivo que interpreta como Olduvai por su relación con el yacimiento de micromamíferos Z-14, situado en la base del cron 2r.2. Este yacimiento contiene solo dos taxones: *Kislangia gusii* y *Mammuthus meridionalis*.

Además de estos yacimientos, están los de la sección de Cortes de Baza. Esta sección presenta en su totalidad polaridad negativa, situándose entre Olduvai y Jaramillo (OMS *et al.*, 1998). Los yacimientos de base a techo, son:

CB-1 cuyos principales taxones son: *Allophaiomys* sp., próximo a *A. pliocaenicus*, *Mimomys cf. blanci*, *Mimomys* sp., *Castillomys crusafonti*, *Apodemus aff. silvaticus*.

CB-18 con *Mimomys cf. blanci*.

CB-41 con *Allophaiomys cf. chalinei*.

CB-88 con *Microtus* sp.

*Observaciones sobre los yacimientos de la cuenca de Baza*

Tres yacimientos están relacionados con Olduvai en la cuenca de Baza; uno de ellos (Orce 7) se localiza en la base de este evento (AGUSTÍ *et al.*, 1997). Este yacimiento sería sin duda excepcional por este hecho, y más teniendo en cuenta que en él se localiza *Allophaiomys pliocaenicus*, un arvicólido con amplia dispersión y por lo tanto muy importante desde el punto de vista bioestratigráfico. Según lo anteriormente expuesto, éste sería el único yacimiento de vertebrados en toda Europa con *A. pliocaenicus* situado en la base de Olduvai (1.97m.a).

Estos datos contrastan con los de Fuentenueva-1 (OMS *et al.*, 1996), Fuentenueva-3 y Barranco León (OMS *et al.*, 2001) donde *Allophaiomys pliocaenicus* aparece en los niveles FN-2 y BL-2 asociado a una franja de polaridad inversa. También contrasta con los resultados de Cortes de Baza y en particular los del yacimiento CB-1 con un *Allophaiomys* próximo a *A. pliocaenicus*, asociado a un amplio evento paleomagnético negativo (OMS *et al.* 1994).

Teniendo en cuenta la importancia del hallazgo del subcrón Olduvai en Orce-7, el paleomagnetismo de esta sección fue analizado de nuevo por G. Scott en el Berkeley Geochronology Center. Los resultados de sus investigaciones muestran que los siete metros de polaridad normal localizada por encima del nivel Orce-7 se corresponden, en realidad, con un periodo de polaridad inversa (SCOTT y GIBERT, 1999). Es decir, el yacimiento Orce-7 no se encuentra en la base del subcrón Olduvai (AGUSTÍ *et al.*, 1997). Este hecho tiene relevancia, pues el nivel O-7 con 2 m.a. (AGUSTÍ *et al.*, 1997) se utilizó como nivel guía para datar otros yacimientos arqueológicos y paleontológicos localizados a lo largo de la cañada de Vélez (GIBERT *et al.*, 1998, 1999) (fig.4). También se ha utilizado para datar la dispersión de *Allophaiomys pliocaenicus* y definir los límites entre la biozona MN 17 y *Allophaiomys pliocaenicus* (AGUSTÍ *et al.*, 1997).

## YACIMIENTOS DEL CÁUCASO Y AREA CIRCUNMEDITERRANEA ORIENTAL.

Esta zona del arco mediterráneo es muy interesante, debido a que existen yacimientos con abundante fauna de origen eurasiático y etiópico junto con algunos taxones endémicos asociados a restos humanos e industria lítica, por lo que son muy citados en la bibliografía reciente sobre el Plio-Pleistoceno.

Dmanisi: Se encuentra en el vertiente sur del Cáucaso, en Georgia. En este yacimiento se ha descrito una fauna con 25 taxones, 22 de ellos macromamíferos y 3 micromamíferos del Plio-Pleistoceno (GABUNIA *et al.*, 2000) asociados a un evento paleomagnético inverso. Por debajo del nivel fosilífero y separados por una disconformidad, aparecen sedimentos que presentan polaridad normal y por debajo de éstos un nivel de basalto también con polaridad normal, datado por K/Ar en 2ma. Estos datos apuntan a que el yacimiento está próximo al límite superior de Olduvai, por lo que se le atribuye una edad 1,7 m.a. Los micromamíferos descritos son: *Mimomys ostramosensis*, *Mimomys tornensis* y *Kowalskia* sp. (DZAPARIDZE *et al.*, 1989, GABUNIA *et al.*, 1999).

Debemos hacer notar que se han encontrado escasos ejemplares de micromamíferos por lo que muy probablemente algunas determinaciones taxonómicas sean aún imprecisas.

Ubeidiya: Este yacimiento se localiza en el Valle del Jordán (Israel) y es uno de los más ricos en fauna; de los 59 taxones descritos, 34 son macromamíferos y 25 micromamíferos. La mayoría de los roedores son de origen etiópico, oriental o endémico, por lo que es muy difícil establecer correlaciones con yacimientos europeos.

Ubeidiya es anterior al Yarmou Basalt, datado por K/Ar en 0.79+- 0.17 millones de años, y se depositó después de la formación Erk-el-Ahmar (TCHERNOV, 1999). Se localiza dentro de una franja de polaridad inversa atribuida a Matuyama (OPDYKE *et al.*, 1983; BRAUN *et al.*, 1991, VEROSUB y TCHERNOV, 1991). Por criterios bioestratigráficos y tectónicos se le atribuye una edad aproximada de 1.4 m.a. (TCHERNOV 1999).

Erk-el-Ahmar: Este yacimiento está próximo a Ubeidiya, en el Valle del Jordán (Israel) dentro de la formación Erk-el-Ahmar. No se han encontrado vertebrados fósiles, aunque sí industrias líticas asociadas a Olduvai (Tchernov 1999, Ron y Levi, 2001), lo que indica muy probablemente la presencia de homínidos en edades anteriores a Ubeidiya.

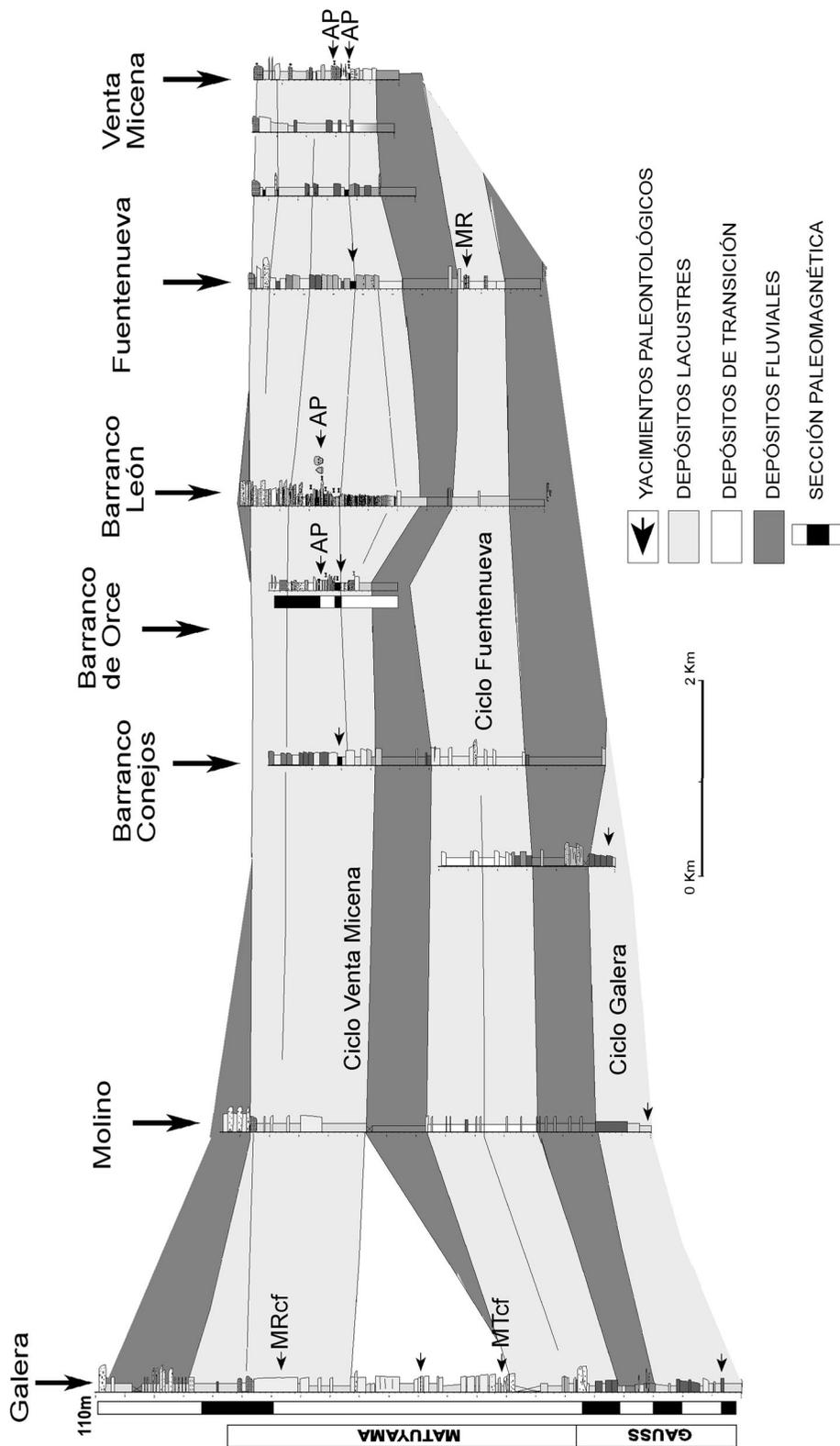


Figura 3 — Correlación estratigráfica a lo largo de la Cañada de Vélez y el valle del río Orce indicando la posición de los yacimientos de vertebrados y resultados paleomagnéticos publicados (Agusti et al., 1997). AP (*Allophaiomys ptiocaenicus*), MR (*Mimomys reidi*), MRcf (*Mimomys cf. reidi*), MTcf (*Mimomys cf. tornensis*).

Figure 3 — Stratigraphic correlation along the Cañada de Vélez and the Orce valley showing the position of the vertebrate sites and palaeomagnetic published results (Agusti et al., 1997). AP (*Allophaiomys ptiocaenicus*), MR (*Mimomys reidi*), MRcf (*Mimomys cf. reidi*), MTcf (*Mimomys cf. tornensis*).

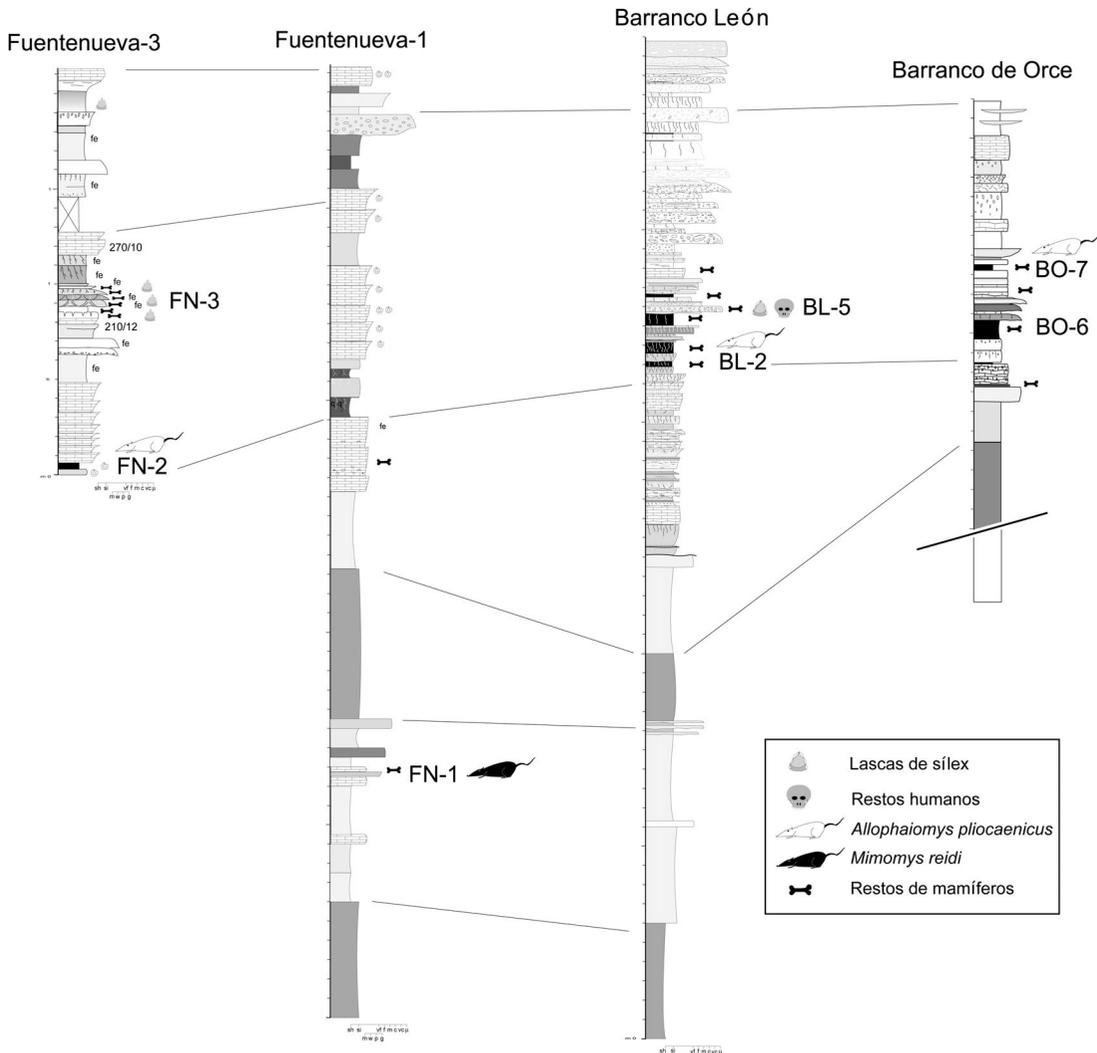


Figura 4: Correlación estratigráfica a lo largo de la Cañada de Vélez entre las secciones de Barranco de Orce, Barranco León, Fuentenueva-1 y Fuentenueva-3. En la figura se indican aquellos niveles que contienen *Allophaiomys pliocaenicus*, *Mimomys reidi*, restos humanos y industria lítica. La mitad superior de la sección de Barranco de Orce fue interpretada como Olduvai (Agustí et al., 1997), y reinterpretada como inversa por Scott y Gibert 1999 .

Figura 4: Stratigraphic correlation along the Cañada de Vélez between the Barranco de Orce, Barranco León, Fuentenueva-1 and Fuentenueva-3 sections. Levels with *Allophaiomys pliocaenicus*, *Mimomys reidi*, human remains and tools are shown. The upper part of the Barranco de Orce section was correlated with the Olduvai subchron (Agustí et al., 1997), and reinterpreted as inverted by Scott & Gibert 1999.

## DISCUSIÓN

De los datos anteriormente expuestos se deduce que en Europa existen faunas de macro y micromamíferos abundantes y bien datadas por debajo de Olduvai (Senèze, Saint-Vallier, Tegelen?, Chilhac) y en torno a Jaramillo (Le Vallonet, Untermassfeld, Colle Curti) (fig.1, fig.2).

En contraste, son escasos en Europa los yacimientos datados directa o indirectamente y situados en torno al evento Olduvai. En Francia sólo se encuentra Blassac-la-Girondin, que es muy pobre en fauna (11 taxones de macromamíferos) por lo que es poco útil para establecer correlaciones biostratigráficas. Lo mismo ocurre en Italia donde se ha detectado el evento Olduvai en Matassino (TORRE et al., 1996).

No hay por lo tanto una datación directa sobre el conjunto de la fauna de macro y micromamíferos de este periodo en Europa occidental. Es de destacar que de estos yacimientos, sólo dos están directamente vinculados al subcrón Olduvai que tiene una duración de 200.000 años; sin embargo existen tres yacimientos que se relacionan con el subcrón Jaramillo, que es mucho más corto (70.000 años). Esta situación puede deberse a una casualidad o a un error en los datos paleomagnéticos atribuidos a Jaramillo.

En el entorno mediterráneo y caucásico hay yacimientos muy ricos en fauna (Dmanisi y Ubeidiya) situados por encima de Olduvai y otro (Erk-el-Ahmar) con industrias líticas y sin fauna asociado a Olduvai. La fauna euroasiática de Dmanisi permite correlaciones bioestratigráficas con yacimientos europeos.

## CONCLUSIONES

En Europa occidental, el evento Olduvai sólo se ha detectado en tres yacimientos de mamíferos, (Blassac-la-Girondin, Matassino y Orce-7), y en uno de ellos (Orce-7) ha sido reinterpretado como de polaridad inversa.

Los yacimientos de Blassac-la-Girondine y Matassino sólo presentan taxones de macromamíferos, por lo que no son una referencia directa en biozonaciones realizadas en base a micromamíferos durante este periodo de tiempo.

Para precisar con mayor rigor la sistemática de los taxones, debería disponerse de mayor número de ejemplares lo que implica un muestreo de las faunas de micromamíferos más exhaustivo desde el punto de vista cuantitativo (aumento del tamaño muestral por yacimiento) siguiendo los criterios aplicados en otras cuencas. Sin duda, la mejor definición taxonómica de los ejemplares, permitiría establecer una bioestratigrafía más correcta.

Por el momento, la edad de los yacimientos con industrias líticas y restos humanos de la región de Orce (Venta Micena, Barranco León 5, Fuentenueva 3) sólo puede ser determinada de forma relativa por criterios bioestratigráficos, pues todos se sitúan en el evento negativo comprendido entre 1,75 ma y 1,07 ma.

El conjunto de la fauna de macro y micromamíferos localizado dentro de la unidad lacustre de Venta Micena (Gibert *et al.*, 1999), con 35 taxones, presenta una asociación parecida a la de Dmanisi, por lo que se podría relacionar con un Pleistoceno inicial.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por Earthwatch Institute y por el Ayuntamiento de Orce.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, J., OMS, O., GARCÉS, M. & PARES, J.M. 1997. Calibration of the late Pliocene-early Pleistocene transition in the continental beds of the Guadix-Baza basin (Southeast Spain). *Quaternary International*, **40**: 93-100.
- AZZAROLI, A., DE GIULI, C., FICCARELLI, G. & TORRE, D. 1986. Mammal succession of the Plio-Pleistocene of Italy. *Mem. Soc. Geol. Ital.* **31**: 213-218.
- BOEUF, O. 1997. À propos de Chilhac, Sèze, Blassac-la-Girondin (Haute-Loire, France) gisements du Pliocène terminal, leur intérêt biochronologique. *Biochrom' 97, Mem. Ecole Pratique d'Hautes Etudes, Montpellier*: 661-669.
- BRAUN, D., RON, H. & MARCO, S. 1991. Magnetostratigraphy of the hominid tool bearing Erk el Hamar formation in northern Dead Sea rift. *Israel Journal of Earth Sciences*, **40**: 1-9.
- DEBARD, E., FAURE, M. & GUÉRIN, C. 1994. Estratigraphie du gisement villafranchien moyen de Saint-Vallier (Drôme). *C.R. Acad. Sci. Paris*, **318**, II: 1283-1286.
- DZAPARIDZE, V., BISINSKI, G., BURGIANISVILI, T., GABUNIA, L., JUSTUS, A., KLOPOTOVSKAJA, N., KVAVADZE, E., LORKIPANIDZE, D., MAGSURADZE, G., MGELADZE, M., MIORADZE, M., PAVLENISVILI, E., SCHMINCKE, H., SOLOGASVILI, D., TUSABRAMISVILI, D., TVALKRELIDZE, M. & VEKUA, A. 1989. Der altpaläolithische Fundplatz Dmanisi in Georgien (Kaukasus). *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*. 36. Jahrgang 1989: 67-115.
- GABUNIA, L., VEKUA, A., LORDKIPANIDZE, D., JUSTUS, A., NIORADZE, M. & BOSINSKI, G. 1999. Neue urmenschenfunde von Dmanisi (Ost-Georgien). *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz*. 46. Jahrgang 1999: 23-38.
- GABUNIA, L., VEKUA, A., LORDKIPANIDZE, D., SWISHER III, C., FERLING, R., JUSTUS, A., NIORADZE, M., TVALCHRELIDZE, ANTON, S., BOSINSKI, G., JÖRIS, O., LUMLEY DE, M.A., MAGSURADZE, G. & MOUSKHELISHVILI, A. 2000. Earliest Pleistocene hominid cranial remains from Dmanisi, Republic of Georgia: taxonomy, geological setting, and age. *Science*, **288**: 1019-1025.
- GARCÉS, M., AGUSTÍ, J., PARES, J.M. 1997. Late Pliocene continental magnetocronology in the Guadix-Baza basin (Betic Ranges, Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, **146**: 677-687.
- GIBERT, L., MAESTRO, E., GIBERT, J. & ALBALADEJO, S. 1999. Plio-Pleistocene deposits of the Orce region (SE Spain): Geology and Age. In: *The hominids and their environment in the middle and lower Pleistocene of Eurasia*. GIBERT, J., RIBOT, F., SÁNCHEZ, F., GIBERT, L. Eds., pp: 127-144. Museo de Prehistoria y Paleontología «J.Gibert», Orce, Granada.
- KAHLKE, D. 1997. Das Pleistozän von Untermassfeld bei meinigen (Thüringen). *Bereich Quartärpaläontologie Weimar*.

- LUMLEY, E., LUMLEY, M.A., MISKOVKY, J.C., RENAUL-MISKOVSKY, J. 1980. La grotte du Vallonnet, Roquebrune-cap Martin, Alpes-Maritimes. *26 Cong. Geol. Inter. Livret-Guide*: 22-28.
- OMS, O. 1998. *Magnetostratigrafia i litostratigrafia a la conca de Guadix-Baza i altres punts del Neogen continental de les serralades Bètiques*. Tesis Doctoral, 210p. Universidad Autónoma de Barcelona.
- OMS, O., GARCÉS, M., PARES, J.M., AGUSTI, J., ANADON, P., JULIA, R. 1994. Magneto stratigraphic characterization of a thick lower Pleistocene Lacustrine sequence from the Baza basin (Betic Chain, Southern Spain). *Phys. Earth Planet. Inter.* **85**: 173-180.
- OMS, O., DINARES-TUREL, J., PARES, J.M. 1996. Resultados paleomagnéticos preliminares de la sección Plio-Pleistocena de Fuente Nueva (cuenca de Guadix-Baza, Cordilleras Béticas). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **9** (1-2): 89-95.
- OMS, O., PARÉS, J.M., MARTINEZ-NAVARRO, B., AGUSTI, J., TORO, I., MARTINEZ-FERNANDEZ, G., TURQ, A. 2000. Early human occupation of Western Europe: Paleomagnetic dates for two paleolithic sites in Spain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington D.C. **97**: 10666-10670.
- OPDYKE, N., MEIN, P., LINDSAY, E., PEREZ-GONZÁLEZ, A., MOISSENET, E. & NORTON, V.L. 1997. Continental deposits, magnetostratigraphy and vertebrate paleontology, late Neogene of Eastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **133**: 129-148.
- OPDYKE, N., LINDSAY, E. & KULCA, G. 1983. Evidence for earlier date of Ubeidiya, Israel hominid site. *Nature*, **304**: 375.
- PARTRIDGE, T.C. (Ed). 1997. The Plio-Pleistocene boundary. *Quaternary International*, **40**.
- RON H, LEVI S. 2001. When did hominids first leave Africa?: New high-resolution magnetostratigraphy from the Erk-el-Ahmad Formation, Israel. *Geology*. **29** (10): 873-968.
- RUIZ BUSTOS, A. 1999. Biostratigraphy of the Continental deposits in the Granada, Guadix and Baza basins (Betic Cordillera). In: *The Hominids and their environment during the Lower and middle Pleistocene of Eurasia*. GIBERT J, SÁNCHEZ, GIBERT L, & RIBOT, F. Eds., pp: 153-174. Museo de Prehistoria y Paleontología de Orce, Granada.
- 1999. Biostratigraphic and Paleoecological synthesis of the plio-Quaternary mammal data in the Betic Cordillera. In *The Guadix-Baza basin (Andalucía, Spain) and the chronostratigraphy of the terrestrial Plio-Pleistocene in Europe*. Abstracts Euromam. Workshop, Orce 1999: 17.
- SCOTT, G., GIBERT, L.L. 1999. Evaluation of the Olduvai subcrón in the Orce region. In: *The Guadix-Baza basin (Andalucía, Spain) and the chronostratigraphy of the terrestrial Plio-Pleistocene in Europe*. Abstracts Euromam Workshop, Orce 1999: 11-12.
- SCHAUB S. 1943. Die overpliocene Säugetierfauna von Senez (Haute-Loire) Und ihre verbreitungsgeschichtliche Stellung. *Eclogae Geologicae Helveticae*, **36** (2): 270-289.
- TCHERNOV E. 1999. The Earliest Hominids in the Southern Levant. In: *The Hominids and their environment during the Lower and middle Pleistocene of Eurasia*. GIBERT J, SÁNCHEZ, GIBERT L, & RIBOT F. Eds., pp. 383-406. Museo de Prehistoria y Paleontología de Orce, Granada.
- TESAKOV A.S. 1998. Voles of the Tgelen fauna. *Proceedings of the SEQS-EuroMam symposium 1996*: 71-134.
- THOUVENY, N. & BONIFAY E. 1984. New chronological data on the European Plio-Pleistocene faunas and hominid occupation sites. *Nature*. 355-358
- TORRE, D., ALBIANELLI, A., BERTINI, A., FICCARELLI, G., MASINI, F. & NAPOLEONE, G. 1996. Paleomagnetic calibration of Plio-Pleistocene mammal local faunas in Central Italy. *Acta Zool. Cracov.*, **39**: 559-570.
- TORRE, D., ALBIANELLI, A., AZZAROLI A, BERTINI, A., FICCARELLI, G., MAGI, M., NAPOLEONE, G. & SAGRI, M. 1993. Paleomagnetic calibration of late Villafranchian mammalian faunas from the Upper Valdarno, Central Italy. *Mem. Soc. Geol. Ital.* **49**: 335-344.
- VEROSUB, K. & TCHERNOV, E., 1991. Resultats preliminares de l'étude magnetostratigraphique d'une séquence sédimentaire à industrie humaine en Israël. In: *Les Premiers Européens*. BONIFAY & VANDERMEERSCH Eds. p. 237-242. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques.
- ZAGWIJN, W.H. 1998. Borders and boundaries: a century of stratigraphical research in the Tegelen-Rauver area of Limburg (The Netherlands). *Proceedings of the SEQS-EuroMam symposium 1996*: 71-134.