

## PISADAS FÓSILES DE MAMÍFEROS EN EL MIOCENO SUPERIOR DE LA HOYA DE LA SIMA (JUMILLA, MURCIA. ESPAÑA)

FÉLIX PÉREZ-LORENTE<sup>1,2</sup>  
TOMÁS RODRÍGUEZ<sup>3</sup>  
MIGUEL ÁNGEL MANCHEÑO<sup>3</sup>  
FRANCISCO AERRANO<sup>4</sup>  
MARIELA ROMERO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de La Rioja. Obispo Bustamante, 3, E-26001 Logroño.

<sup>2</sup> Centro Paleontológico. E-26586 Enciso, La Rioja.

<sup>3</sup> Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, E-30100 Espinardo (Murcia).

<sup>4</sup> Departamento de Geología. Universidad de Málaga. Campus de Teatinos, s/n. E-29071 Málaga

**Palabras clave:** Pisadas fósiles, Mamíferos, Mioceno superior, Jumilla, Murcia.

**Resumen:** En la cuenca terciaria de Jumilla-Ontur (Murcia) se han encontrado huellas de mamífero fosilizadas en una cantera de yesos. El estudio de las mismas ha permitido distinguir icnitas de *Hippipeda* y *Megapecoripeda* dejadas por grupos de équidos y de pecorinos, de comportamiento gregario, además de pisadas aisladas de *Carnivoripeda* y de *Proboscipeda*. La microfauna encontrada en los niveles infrayacentes es de la base del Tortoniense superior, y de carácter marino. El paso de condiciones marinas a continentales en la zona pudo estar relacionado con la Crisis messiniense.

**Keywords:** Footprints, Mammals, Upper Miocene, Jumilla, Murcia.

**Summary:** In an old quarry of the Jumilla-Ontur tertiary basin located in Murcia province, there are mammal footprints in the upper sedimentary surfaces of gypsum deposits. From their study we can separate: parallel trackways of *Hippipeda* and *Megapecoripeda* made by gregarious equids and artiodactyls; a *Carnivoripeda* trail and an isolated footprint of *Proboscipeda*. The microfossils found in the levels immediately below the gypsum deposits have a marine character; their association found is present in the lowest Upper Tortonian. The change from marine to continental sedimentary conditions suggests a relation with the Messinian crisis.

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describen varias pisadas fósiles de mamíferos encontradas por Cayetano Herrero (HERRE-RO, 1997) en el paraje conocido con el nombre de la Hoya de la Sima (Jumilla). En España, hasta ahora, solamente se habían citado pisadas de vertebrados del Mioceno en La Rioja (LÓPEZ *et al.* 1992) y en Álava (ANTÓN *et al.* 1993), pero la edad de tales yacimientos es Mioceno inferior (BAROT *et al.* 1996), mientras que las que se describen aquí pertenecen al Mioceno superior, tratándose por tanto del único yacimiento español de huellas de vertebrados de esta edad. Las icnitas fósiles de mamíferos más próximas (équidos y úrsidos), se encuentran en la provincia de Alicante (Sierra del Colmenar), pero son posteriores, Plioceno y corresponden a pisadas de équidos y úrsidos (LANCIS y ESTÉVEZ, 1992).

Para la nomenclatura de las huellas se ha seguido la de Vialov (1966), dado que hay investigadores que afirman que es el sistema más apropiado para huellas de aves y mamíferos, que utiliza nombres de género y especie (SCRIVNER y BOTTJER, 1986).

La mayor parte de este estudio ha sido publicado en 1999 en la Revista Española de Paleontología, 14 (2), 257-267.

## LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

El yacimiento se encuentra en una antigua cantera de yeso situada dentro del término municipal de

Jumilla, junto a un camino que se toma entre los Km 8 y 9 de la carretera comarcal MU-403, a 13,3 Km de Jumilla (Fig. 1 y Lám. 1). Las coordenadas UTM del punto referidas al mapa 1:50.000 (Hoja nº 844 ONTUR) son 30SXH388702. De esta cantera se extrajeron también bloques aplanados rectangulares que sirvieron para enlosar varios edificios. Algunos de los bloques, que también contienen huellas, están depositados en el Museo Municipal y en el recinto del castillo de Jumilla.

Desde el punto de vista geológico, el sustrato de los materiales terciarios del yacimiento pertenece al Prebético interno, aunque esta localidad está muy cerca de afloramientos del Prebético externo. Los yesos ocupan una superficie de unos 42.000 m<sup>2</sup>, en la mitad meridional de la cuenca neógena marino-continental de Jumilla-Ontur. En el centro de esta cuenca hay un diapiro de rocas triásicas que limita por el Norte la mancha de yesos.

## ESTRATIGRAFÍA

Se han levantado tres series estratigráficas (Fig. 2) con el fin de situar los niveles de yesos mencionados. A continuación se describen estas series cuyas secuencias se dan de muro a techo. Los números asignados a cada tramo son los de la secuencia ideal más completa que se deduce de la correlación de todas las series. En algunas de ellas faltan tramos inferiores, intermedios o superiores, debido a erosión (a partir del tramo 3 en la

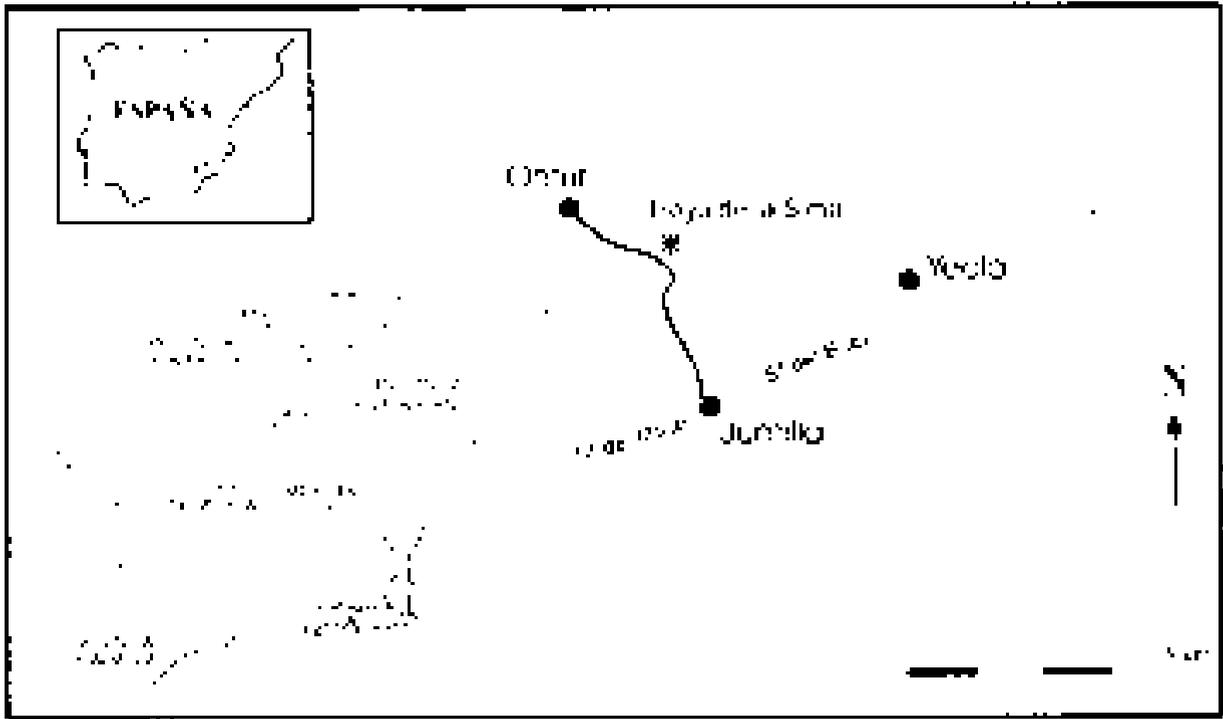


Figura 1. Situación geográfica del yacimiento.



Lámina 1. Panorámica de la cantera. Delante se observa un nivel de yesos con icinitas.

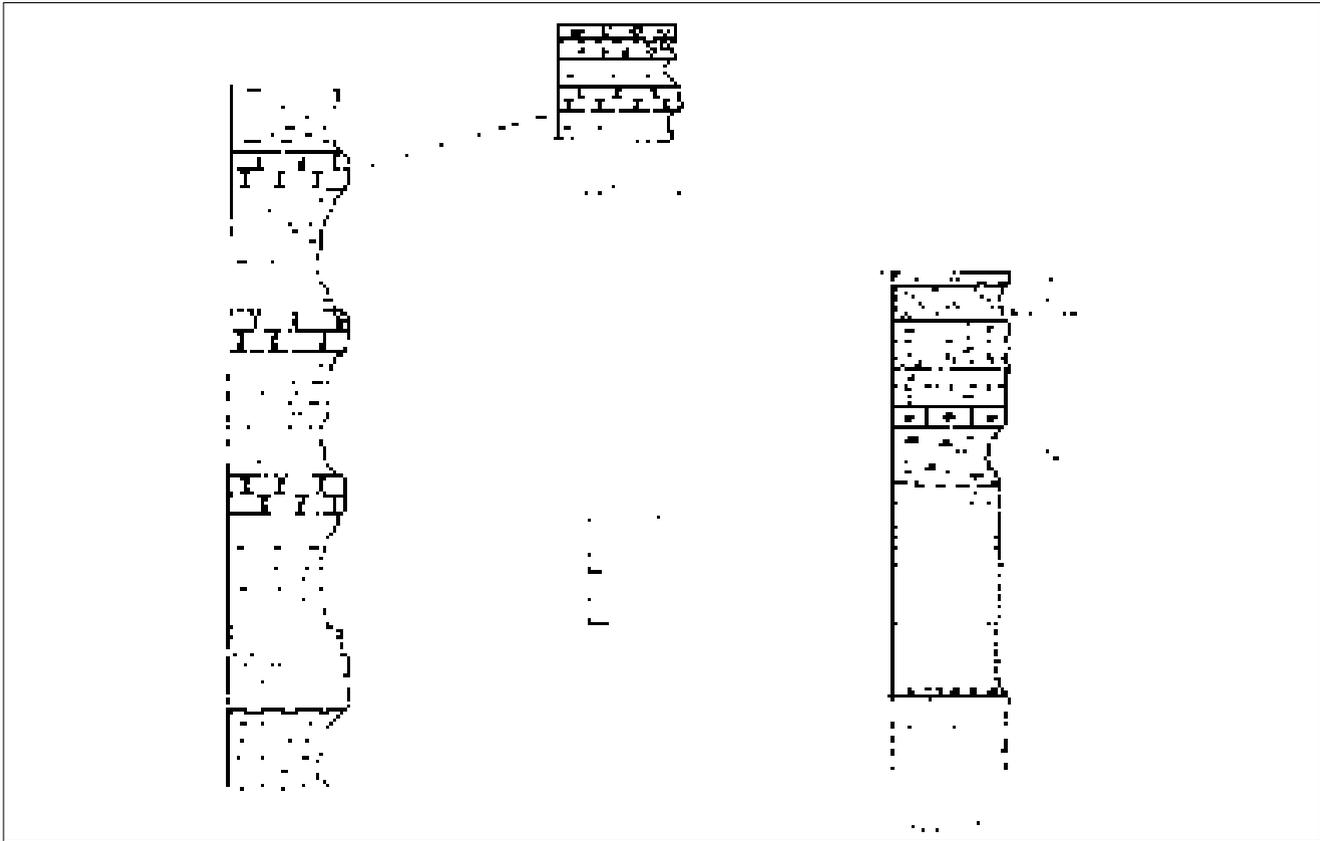


Figura 2. Columnas estratigráficas.

Leyenda: T: Triásico; M<sub>2</sub>: Mioceno Medio; M<sub>3</sub>: Mioceno Superior; P: Plioceno; Q: Cuaternario; T<sub>k</sub>: margas abigarradas con yeso; M<sub>2c</sub>: calcarenitas; M<sub>3g</sub>: conglomerados; M<sub>3s</sub>: areniscas; M<sub>3m</sub>: margas con bancos de caliza micrítica arenosa subnodulosa; M<sub>3p</sub>: margas bituminosas con sílex; M<sub>3c</sub>: Calizas con sílex e intercalaciones de lechos de yeso; M<sub>3y</sub>: yesos en bancos potentes - hacia la base icnitas de vertebrados; Q<sub>g</sub>: conglomerados de matriz arcillosa y niveles encostados.

primera serie, del tramo 3 al 8 en la segunda y el tramo 8 de la tercera) o a que no aflora en el terreno (tramos 1 y 2 de las series segunda y tercera).

**Serie de la Casilla del Yeclano.** En el contacto con el diapiro de Ontur.

Tramo 1.- 10 m de conglomerados poligénicos

Tramo 2.- 5 m de areniscas claras, poco cementadas, en bancos inferiores a 25 cm de espesor.

Tramo 3.- Margas blancas en las que hay intercalaciones de calizas blancas arenosas con cemento micrítico y con estructura subnodulosa. En la parte central de la cuenca, bajo los yesos, llega a tener 100 metros de potencia, deducidos a partir de perfiles geofísicos.

**Serie de las Casas del Portal.** Situada un Km al sur de la anterior, sería la continuación de la serie ya descrita.

Tramo 3.- Más de 15 m de margas blancas con intercalaciones de calizas blancas arenosas subnodulosas.

Tramo 8.- 3 m de areniscas, microconglomerados y margas, de color salmón, que reposan sobre el tramo anterior en aparente concordancia. Aunque no hay fósiles, se le atribuye una edad Plioceno en el mapa 1:50.000 del Plan Magna (GARCÍA *et al.*, 1984)

Tramo 9.- 1m de conglomerados de colores claros, que incluyen costras calcáreas, discordante sobre el tramo anterior. Se atribuye al Cuaternario en la misma fuente que la citada en el tramo 8.

**Serie de la Hoya de la Sima.** Levantada en el extremo oriental del afloramiento de yesos de la cantera. El tramo inferior se encuentra discordante sobre unas calcarenitas del Mioceno medio. En ellas se distinguen los siguientes materiales:

Tramo 3.- 40 m de areniscas blancas correlacionables con el tramo 3 de las series anteriores.

Tramo 4.- 10 m de margas bituminosas oscuras con estructura laminada fina de tipo “*paper shale*” y sílex noduloso de color oscuro.

Tramo 5.- 3 m de calizas claras microcristalinas con abundante sílex.

Tramo 6.- 15 m de calizas blancas con sílex, margas y niveles de yesos rojos. En el techo hay calizas laminadas de algas.

Tramo 7.- 6 m de yesos blancos en bancos bien estratificados, cuya potencia oscila entre 6 y 60 cm, que contienen las huellas de vertebrados. En la base de este tramo la estructura es diferente porque las capas están formadas por fragmentos de yesos anastomosados. En todo el tramo hay sílex de color blanco-grisáceo a acaramelado que se encuentra formando tanto nódulos como capas cuyo espesor máximo es de 10 cm.

Tramo 9.- 1 m de conglomerados con niveles de costras calcáreas del Cuaternario.

## DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DEL YACIMIENTO Y ALREDEDORES

El yacimiento se encuentra en uno de los niveles inferiores de la parte bien estratificada del tramo 7, en el techo de un estrato de dirección N55E que buza entre 5 y 7 ° hacia el Norte. No es un tramo de gran continuidad lateral, y parece que se encuentra solamente en el centro de esta cuenca (esta afirmación está confirmada por campañas de geofísica realizadas por uno de nosotros: Rodríguez Estrella). No hay cambio de facies lateral, y el contacto inferior sobre las formaciones marinas es brusco y neto.

En general, el buzamiento de las capas miocenas es suave (inferior a 5°) excepto en el contacto con el diapiro de rocas triásicas de Ontur, en donde el arrastre debido a la halocinesis hace que el buzamiento sea de hasta 75°. Hay otras variaciones del valor del buzamiento, debidas a subsidencia diferencial de un surco periférico asociado al diapiro de Ontur, que no influyen en la disposición general presentada.

En conjunto, en el tramo 7 (yesos) de la Hoya de la Sima hay un sinclinal irregular, de dirección NE-SO, limitado al Norte por el diapiro de Ontur. En el afloramiento se observan también fracturas pequeñas y diaclasas, cuya dirección predominante es N-S.

Sobre el yeso se desarrolla una carstificación de poca relevancia, que se manifiesta por lapiares y dolinas co-

lescentes que llegan a formar una dolina estructural de dirección coincidente con la del sinclinal mencionado debido a plegamiento neotectónico. En el fondo de algunas dolinas hay ponor-simas, lo que justifica el toponímico de “Hoya de la Sima” para este lugar.

## CONTENIDO FOSILÍFERO

Con excepción de las pisadas de mamíferos, no se han encontrado otros restos fósiles en los yesos. Por el contrario, en los niveles margosos infrayacentes hay microfósiles, principalmente caparzones de foraminíferos bentónicos calcáreos, radiolas de equinodermos y, en algunas muestras, restos de peces. En menor proporción, también se detectan fósiles de ostrácodos y foraminíferos planctónicos. Esta microfauna pone de manifiesto que los niveles infrayesíferos se han depositado en un medio marino de plataforma abierta.

En las asociaciones de foraminíferos planctónicos se han identificado *Globigerina bulloides* (d,Orbigny), *G. praebulloides* (Blow), *Orbulina universa* (d,Orbigny), *Neogloboquadrina continua* (Blow), *N. acostaensis* (Blow), *Globorotalia scitula* (Grady), *Globigirenita juvenilis* (Bolli), y *Turborotalita quinqueloba* (Natland). La presencia de *N. acostaensis* indica que los sedimentos no son anteriores a la zona N.16 de Blow (1969), lo que condiciona edad tortoniense o más moderna. La falta de ejemplares típicos de *Neogloboquadrina humerosa* (Takayanagi y Saito) podría indicar que los sedimentos están limitados al Tortoniense inferior, pero la escasez de componentes planctónicos minusvalora los criterios de ausencia. Un evento bioestratigráfico de mayor interés es que los ejemplares de *Neogloboquadrina* se presentan indistintamente con crecimiento dextrorso o sinistrorso. Este evento se ha detectado en las cuencas béticas y, en general, en el Mediterráneo occidental en dos momentos del Mioceno Superior:

a) En las proximidades del límite entre las zonas N.16 y N.17 (BLOW, 1969), en relación con un cambio de dextrorso a sinistrorso en el enrollamiento predominante de *Neogloboquadrina* (Serrano *et al.*, 1995). El cambio de enrollamiento es ligeramente posterior a la aparición de las primeras formas asimilables a *N. humerosa* (formas primitivas de tipo *N. praehumerosa*, Natori). Si se utiliza la primera aparición de *N. humerosa* para marcar el comienzo del Tortoniense superior (SERRANO, 1979) este evento ocurriría al comienzo del Tortoniense superior.

b) En niveles relacionados con el comienzo de la crisis de salinidad messiniense, cuando se produce el

cambio de sinistrorso a dextrorso en el sentido de enrollamiento de *Neogloboquadrina*. Este cambio que sigue a la primera aparición de *G. elongatus* (d,Orbigny) puede ser utilizado para marcar la base del Messiniense superior (SERRANO, 1979, 1992). En este segundo caso, los niveles estudiados se habrían depositado al comienzo del Messiniense superior.

En principio, la presencia de yeso por encima de los niveles con microfauna, induce a correlacionarlos con los depósitos messinienses de las cuencas perimediterráneas. Sin embargo, la mayoría de los ejemplares de *Neogloboquadrina* corresponden a formas de *N. continuosa*, lo que parece más congruente con una edad Tortoniense. Por otra parte, no es rara la presencia de yeso en depósitos tortonienses de la Cordillera Bética (DRONKERT *et al.*, 1979). En el Sector central de dicha cordillera marcan el cierre de un ciclo sedimentario que termina con el régimen marino de las cuencas (v.g. Cuenca de Granada: GONZÁLEZ-DONOSO, 1967; DABRIO *et al.*, 1972; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1982). En consecuencia, aunque ahora no se dispone de criterios definitivos, parece más probable que los yesos de la cuenca de Jumilla-Ontur y su secuencia marina infrayacente se depositaron hacia el comienzo del Tortoniense superior.

## PALEOAMBIENTE

El contenido micropaleontológico mencionado en el apartado anterior pone de manifiesto que los niveles infrayesíferos (tramo 3 e inferiores) se han depositado en un medio marino de plataforma abierta en el Tortoniense superior. El tramo 4, con sus pizarras bituminosas indica falta de oxígeno y la consecuente muerte masiva de organismos, lo cual es congruente con una regresión. Sobre este tramo, los depósitos de calizas, calizas algales y yesos (todos con sílex) indican ambiente continental lacustre cada vez más restringido en el que se produce aumento de la salinidad y de la concentración de magnesio.

Tras una etapa regresiva al comienzo del Tortoniense superior se instala, sólo en esta cuenca de Jumilla-Ontur, un lago que pierde relación con el ambiente marino. La formación de este lago vendría ocasionada por dos fenómenos tectónicos: uno la halocinesis del Trías diapírico de Ontur, que habría ocasionado un surco periférico secundario a su alrededor, una subsidencia diferencial y una depresión geomorfológica; y otro, el propio plegamiento mioce-

no de la zona, que creó un sinclinal aprovechado por el lago, y un anticlinal inmediatamente al Norte de él, ambos con dirección NE-SO.

La secuencia de capas con yeso, y el hecho de que haya huellas de mamíferos en varias de ellas, indica que se trata de una depresión interior en la que en ocasiones se acumulaba agua en un lago que tendría periodos de sequía total. Muy probablemente, debido al tipo de animales que vivían en su entorno, el agua del lago sería dulce durante una parte de su permanencia.

## ESTUDIO ICNÍTICO

La Hoya de la Sima suministra huellas (huecos y rellenos) de mamíferos terciarios (Lám. 2). Existen actualmente dos sectores separados por 30 metros en los que afloran pisadas de mamíferos grandes en una cantera antigua situada en el paraje citado. También se encuentran improntas estampadas en bloques extraídos para solería, hoy en salas del Museo Municipal y en el recinto del castillo de Jumilla.

A los dos sectores los llamaremos Hoya de la Sima A y Hoya de la Sima B, el segundo al Suroeste del primero. En los dos se reconocen grupos de pisadas. El número de rastros es mayor en el primero (A) que en el segundo (B), más pequeño. Cada icnita se designa con una secuencia de guarismos y dígitos como en los ejemplos que se explican, HSA4.3 ó HSA52, y cuyo significado es:

HS: yacimiento de la Hoya de la Sima

A: sector A del yacimiento

4 ó 52: asociación de pisadas número 4 o huella aislada número 52

4.3: pisada tercera de la rastrillada 4.

Aunque en algunos casos no se conoce el sentido de marcha, se ha adoptado el que se indica en la Fig. 3, de manera que la primera huella impresa de cada pista tiene el número 1. Si falta alguna icnita se mantiene el orden y la secuencia en la nomenclatura de las pisadas restantes, como si estuviesen impresas absolutamente todas las del rastro. De esta manera, contabilizamos las rastrilladas HSA1 hasta la HSA11 (ambas incluidas) y las icnitas aisladas HSA12 hasta la HSA65, ambas incluidas.

*AFLORAMIENTO HSA (Fig. 3)*

Su extensión es de unos 45 m<sup>2</sup>. En él se encuentran varios rastros muy claros asociados en tres grupos.

- Siete rastrilladas paralelas que contienen 60 icnitas.



Lámina 2. Fotografía de algunas icnitas de la Hoya de la Sima.

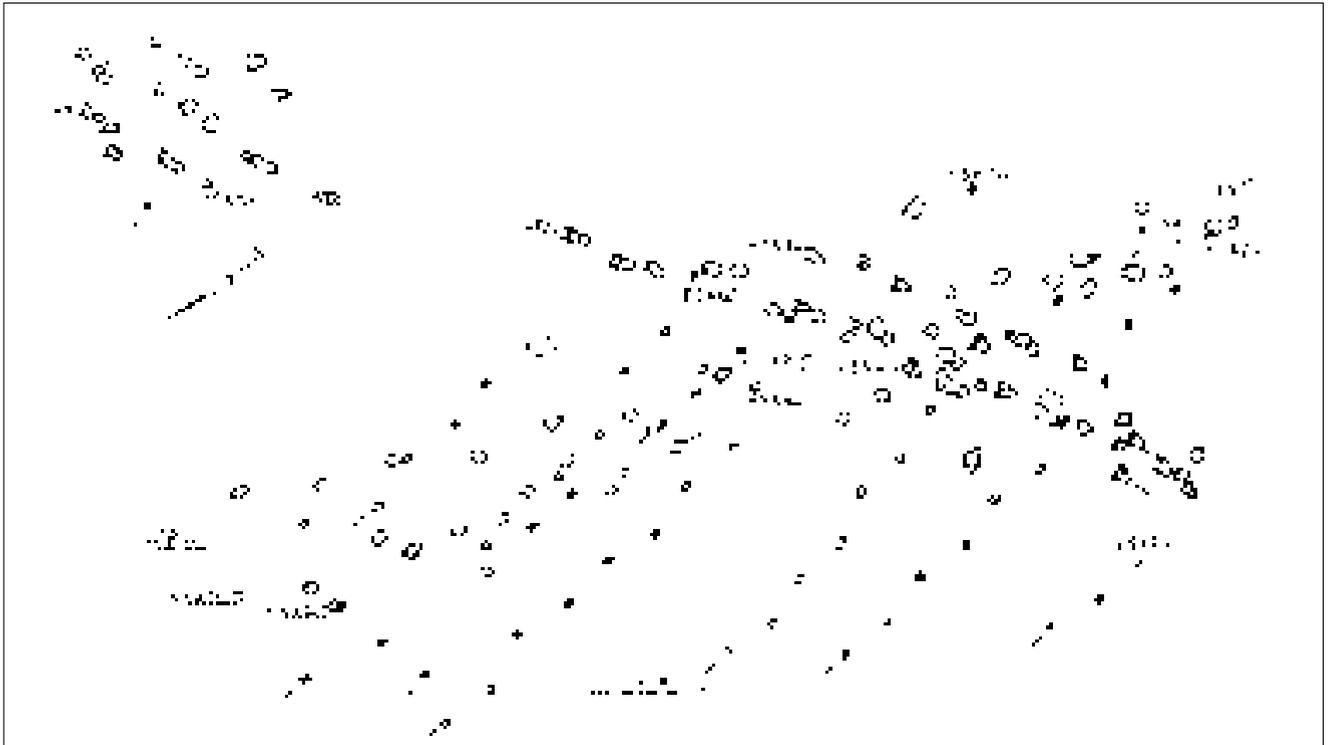


Figura 3. Cartografía de las pisadas del yacimiento HSA.

- Un rastro cuadrúpedo con 22 icnitas (11 de manos y 11 de pies).

- Tres rastros con 29 icnitas.

El número total de huellas reconocidas, las de los rastros mencionados y las icnitas aisladas no asociables a secuencia alguna, asciende a 163.

### Rastrilladas HSA1, HSA2, HSA3, HSA4, HSA5, HSA6, HSA7, HSA8

Cada pisada deja dos impresiones muy poco profundas en las que se aprecia la separación entre dos dedos. El septo interdígital que separa los dos lóbulos, es muy estrecho y a veces no se ve. La profundidad de las dos señales es similar en toda su extensión. No hay disimetría ni entre los dos lóbulos ni en un mismo lóbulo, tanto sagital (las dos pezuñas son iguales y están igualmente dispuestas) como transversalmente (no terminan en punta, ni son más estrechas por un lado que por otro), de manera que no se puede diferenciar ni parte anterior ni posterior del conjunto. Las terminaciones anteriores y posteriores de los lóbulos y del pie en su conjunto, son redondeadas. No se observa divergencia entre las extremidades de las pezuñas. Estas quizá tengan envuelta exterior, ya que también hay impresión sobre el suelo en la incisión que se encuentra en el inicio y terminación de las pezuñas. Casi todas las rastrilladas están completas; es decir, no faltan icnitas entre la primera y la última de la secuencia de improntas que las definen, a excepción de HSA5.4, HSA5.13, HSA5.14, HSA6.6, HSA6.7, HSA6.8 y HSA7.7.

Para conocer el sentido de marcha se ha adoptado la parte positiva (*sensu* LEONARDI, 1987) de la orientación del eje del pie con respecto a la línea media del rastro. Según esto, se deduce que iban hacia el Norte, como se indica en la Fig. 2, por la secuencia de pisadas de cada pista (la 1 es la primera que se marca).

En la Tabla 1 están los valores medios encontrados para estos rastros. Se observa la poca variación de las cifras y la correspondencia entre el valor grande y pequeño de  $l$  (longitud de la pisada) con el grande y pequeño de  $a$  (anchura de la pisada). La rastrillada HSA1, que proporciona un valor medio de 65 mm para la longitud del pie, no es fiable porque solamente tiene tres icnitas. La relación entre la longitud del pie y su anchura es relativamente baja;  $(l - a)/a$  oscila entre -0,080 y 0,246.

Son marcas típicas de artiodáctilos de pezuñas paralelas. Las que se observan parecen ser solamente las dejadas por el pie; no se ve ninguna señal de las manos. En este tipo de rastros es normal que no haya huellas de las manos. Se pueden barajar al menos tres hipótesis para que este hecho ocurra:

- Que la pisada de la mano, probablemente más larga que la del pie, produzca cierta perturbación en el suelo pero que no se hunda en él debido a las características del barro, y que después el pie penetre en el fango aprovechando la perturbación previa y así quedar marcado (ELLEMBERGER, 1980).

- Que se produzca la superposición total de la pisada del pie sobre la de la mano (BANG y DAHLSTRÖM, 1997).

- Que el tipo de marcha produzca gran separación entre las huellas de la mano y la del pie, como en el trote gorrinero ("*running walk*" cf. RENDERS 1984).

Si las marcas de las manos y las del pie son similares, es posible que el animal vaya al galope y que dos huellas consecutivas (izquierda y derecha o viceversa) sean las dejadas por el pie y las dos siguientes por la mano (página 58 de BANG y DAHLSTRÖM, 1997).

No creemos que se trate del primer caso porque donde se ha citado, una vez rota la parte superior del barro, las extremidades posteriores penetran mucho (hasta 10 cm; ELLEMBERGER, 1980) dejando huellas muy profundas. En nuestro caso, la parte perturbada de barro y atravesada sería menor de un centímetro de profundidad.

Con respecto a la tercera posibilidad, en las marcas se detecta bien la separación entre las pezuñas, y sin embargo, ni hay indicación de que resbalara al trotar, ni la disposición de las manos y pies se corresponde con tal tipo de marcha. Las icnitas las dejaron animales que apoyaban sus extremidades de manera que quedaba el contorno bien señalado (sin alargamiento, al contrario de las descritas por ASTIBIA *et al.*, 1994), sin estrías en el fondo ni acumulación de barro delante o detrás de la huella. Además de estos detalles, la amplitud de rastrillada ( $Ar$  o distancia del centro del pie a la línea media de la pista) es muy grande; la relación entre  $Ar$  y  $a$  indica que son rastros anchos (entre 0,55 y 0,76 si exceptuamos el valor de 0,31 encontrado para la pista HSA1; (ver BANG y DAHLSTRÖM, 1997; CASANOVAS *et al.*, 1995) más apropiados de andar lento que de un animal al galope.

Podría ocurrir, aunque este detalle no lo hemos podido comprobar en el afloramiento, que los anima-

les pisaran encima de una capita de barro muy fina (menor de 1 cm) de manera que la atravesaran para dejar la suela sobre la capa de yeso, aunque, quizá sólo una marca parcial de la mano. Probablemente la huella dejada por la mano, ahora sobrepisada, fuera del mismo tamaño que la del pie, que es la que ahora se ve.

Si consideramos que son pisadas de animales que van al paso y en los que la superposición del pie sobre la mano es completa, se puede continuar el análisis del rastro para deducir las dimensiones del animal. Suponemos que el tipo de marcha era caminando con paso alternante evolucionado (DEMATHIEU, 1987). Buscamos la distancia entre las cinturas escapular y pelviana (*g-a*, Tabla 1), según el método propuesto por este autor en la referencia citada. Tal dimensión (*g-a*) oscila entre 70 y 79 cm, lo cual implica que la alzada del animal sería del orden de un metro.

En los bloques sueltos hay alguna marca que tiene más información que las encontradas en el campo. En la HSM1, depositada en el Museo Municipal de Jumilla, a pesar de que se trabajó su superficie para dejarla más lisa, hay una impronta en la que la superposición de la mano sobre el pie no es total (congruente con un animal sin grandes cornamentas ni desarrollo mayor de los cuartos delanteros que de los traseros). En ella, la marca de la mano no es más grande que la del pie; en cada señal de dedo de los pies se

sugieren dos estructuras (una dejada por una almohadilla y otra por una pezuña o suela); la longitud de los dedos del pie es de 97 mm y su anchura 100 mm, medidas similares a las de las rastrilladas HSA2 a HSA8.

Las características descritas son las del icnoorden Artiodactipedia (VIALOV,1966), y por el tamaño, superior al de las icnitas representativas de *Pecoripeda*, se podrían incluir en el icnogénero *Megapecoripeda* (de KORDOS, 1983).

En España se han descrito icnitas de este icnoorden en Lérida (*Entelodontipus viai* CASANOVAS y SANTAFÉ, 1982, 1992; PRATS y LÓPEZ, 1995) de edad Oligoceno medio; en Navarra, *Entelodontipus*

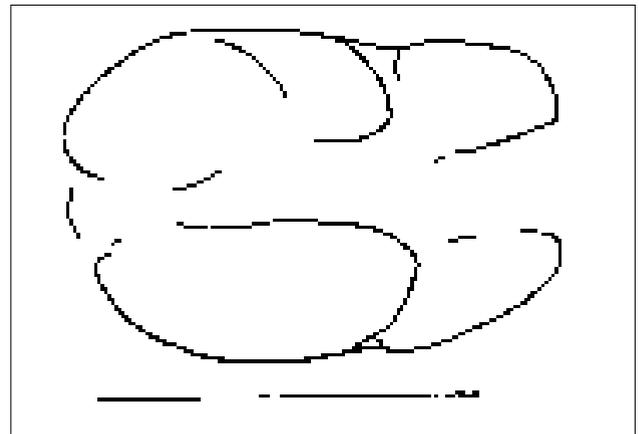


Figura 4. Dibujo a escala de HSM1.

Rastros	l	a	P	z	Ar	Lr	Ap	O	Long	Ar/a	g-a	Direc	Nº hll
HSA1	6,5	6,4	48,5	96	2	10,5	170	10	102	0,31	75	N357E	3
HSA2	8,3	6,8	49	96	5	17	152	10	490	0,73	71	N343E	11
HSA3	8,4	7,1	48	94	5	18,5	154	7	525	0,70	72	N346E	12
HSA4	8,1	6,6	51	100	5	17	156	10	407	0,76	76	N349E	9
HSA5	8,9	7,2	47,5	94	4	14	162	8	530	0,55	74	N338E	10
HSA6	8	6,5	53	105	5	17	163	5	425	0,76	79	N356E	7
HSA7	8,6	6,9	50	95	5	16	156	4	294	0,72	70	N347E	6
HSA8	8	8,7	57	-	-	-	-	-	65	-	-	-	2
HSA9	14,5	11	70,8	137	7	25,1	157	-	950	0,64	102	N200E	15
HSA10	12,9	10,8	69,8	137	9,2	29,2	150	-	550	0,72	102	N194E	8
HSA11	15,1	12,3	78,7	152	6,2	24,7	161	-	406	0,41	114	N184E	6
HSA12 p	14,5	14,0	75,4	149	7,5	29,2	155	-	960	0,52	125	N227E	21
HSA12m	9,3	11,6	76,8	144,7	7,6	26,4	153	-	-	0,65	-	N240E	-
HSA13	14,9	13,7	82,8	162,9	9,6	34,2	153	-	330	0,70	121	N240E	5
HSA14	14,4	12,6	77,1	154,4	2,1	20	174	-	250	0,17	112	N232E	4

Tabla 1. Datos medios de las medidas tomadas de las icnitas de los catorce rastros de yacimiento de la Hoya de la Sima.

l - longitud de la huella; a - anchura; P - longitud del paso; z - longitud de la zancada; Ar - amplitud de rastrillada; Lr - luz de rastrillada; Ap - ángulo de paso; O - orientación; Long - longitud de la rastrillada; g-a - distancia glenoacetabular; Direc - dirección de la rastrillada y sentido de marcha; Nº hll - número de huellas de la rastrillada. Medidas en centímetros y en grados.

(ASTIBIA *et al.*, 1994) de edad Oligoceno inferior; y, finalmente, en Álava, Artiodáctilo grande y Artiodáctilo pequeño (ANTÓN *et al.*, 1993), de edad Mioceno inferior.

### Rastrilladas HSA9, HSA10, HSA11

Son tres secuencias de marcas redondeadas, más profundas por una parte que por otra. En algunas se aprecia que son algo más abiertas por la parte menos profunda.

Entre estos tres rastros se observan algunas diferencias:

- HSA9 y HSA10 son paralelos, mientras que HSA11 los atraviesa.

- La magnitud de *l*, *a*, *P* (paso), *z* (zancada) y *Ar/a* son similares en HSA9 y HSA10 y distintas a HSA11; la amplitud de rastrillada (*Ar*) es mayor en HSA9 y HSA10 que en HSA11.

En la identificación de estas trazas hay que proceder por eliminación, ya que no hay señales suficientes que permitan encontrar caminos para realizarla. Debe tratarse de animales cuadrúpedos que superponen las pisadas de los pies a las de las manos, como en las huellas de las rastrilladas anteriores. El sentido de la marcha, deducido por la orientación positiva de las improntas es N200E para HSA9, N194E para HSA10, y N184E para HSA11. Para la identificación de los animales que las produjeron véanse las consideraciones hechas en la descripción de las rastrilladas siguientes.

### Rastrillada HSA12, HSA13, HSA14

Son rastrilladas en las que se encuentran series separadas de las huellas de dos elementos que se repiten y superponen. Donde se ven las dos pisadas, la avanzada (mano) no muestra ningún carácter especial (es redondeada y más profunda en su parte anterior que en la posterior). La marca retrasada (pie) tiene también su parte delantera más profunda; hacia atrás, se levanta suavemente hasta llegar a un escalón en cuya meseta superior quedan señalados dos huecos laterales. Muchas veces la impresión delantera del pie tiene forma de uve abierta hacia atrás.

Las marcas son más anchas (en la parte posterior) que largas. Se ha hecho la media con 19 pisadas y el resultado es de 135 x 125 mm. Los dos huecos laterales son subcirculares u ovalados con el eje mayor coincidente con el del pie, y su diámetro medio es de

41 mm. La profundidad máxima media de las 19 pisadas citadas es de 36 mm. Estos caracteres permiten identificar las huellas como las dejadas por équidos que imprimían el dedo central (III) y dos dedos laterales más cortos (II y IV).

En el estudio de estas pisadas se encuentran dos casos: a) uno en el que la superposición de mano y pie es casi total; y b) otro, en el que las marcas de la mano (*m*, Fig. 5) y las del pie están bien separadas. En las huellas que están bien marcadas hay una parte anterior (*d*, Fig. 5), ancha y hundida, producida por la pezuña del dedo central (III); detrás de ella, una zona elevada (*e*, Fig. 5) que no llega al nivel del suelo; finalmente, en la parte más posterior, dos hendiduras (*f*, Fig. 5) alargadas o subredondeadas, que materializan los huecos dejados por los dos dedos II y IV. Estas huellas las atribuimos a *Hipparion*, perisodáctilo équido del Mioceno Superior. La distancia entre la cintura escapular y la pelviana de los animales que produjeron estas rastrilladas -calculada a partir de la hipótesis de que fueron al paso y con andar alternante evolucionado (DEMA-THIEU, 1987)- oscila entre 102 cm (rastrilladas HSA8, HSA9) y 125 cm (rastrillada HSA12).

En el conjunto del sector HSA hay tres series de icnitas que responderían a las mismas características biomórficas:

1ª) Las rastrilladas HSA9, HSA10 y HSA11, cuyo sentido de marcha está entre N184E y N200E y en las que la superposición del pie sobre la mano es total.

2ª) Las rastrilladas HSA12, HSA13 y HSA14, cuyo sentido de marcha oscila entre N232E y N240E, en las que son abundantes las icnitas separadas de mano y pie.

3ª) El conjunto de huellas aisladas, probablemente todas dejadas por el mismo tipo de animales (de HSA15 a HSA47).

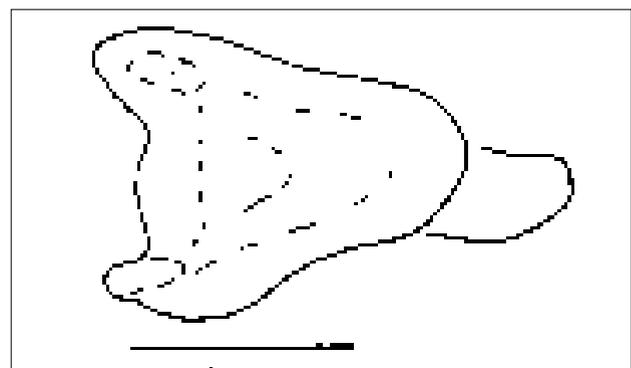


Figura 5. Dibujo a escala de HSM2. (*m*, *d*, *e*, *f*: explicación en el texto).

*AFLORAMIENTO HSB*

Se han limpiado en él dos capas con huellas. La inferior contiene cuatro marcas sin ornamentación (de HSB1, HSB2, HSB3 a HSB4) similares a algunas de las de HSA9 a HSA14.

**Rastrillada HSB5 (Fig. 6)**

En la capa superior se ha encontrado una secuencia de tres icnitas cuyas características están en la Tabla 2.

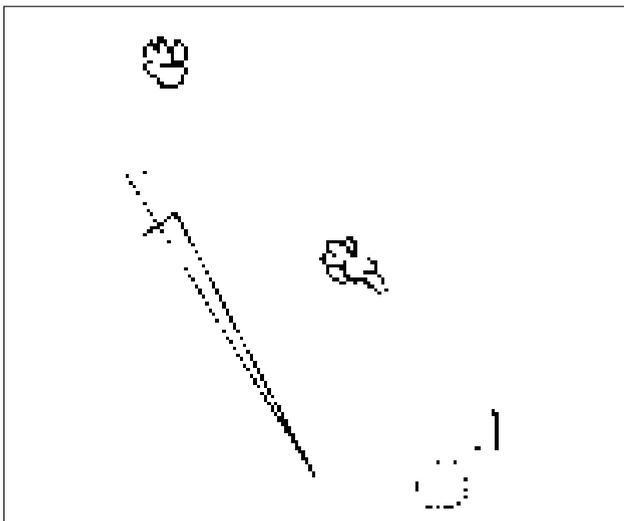


Figura 6. Rastrillada HSB5

De estas marcas:

- HSB5.1 es redondeada;
- en HSB5.2 se distinguen bien los dedos pero la almohadilla plantar y el talón no son claros (en la parte posterior hay una señal posiblemente dejada al pisar);
- en HSB5.3 se distinguen muy bien los dedos puntiagudos, y la almohadilla plantar.

Se reconocen cuatro dedos, los dos centrales igualmente adelantados. El dedo más pequeño de las huellas parece que es el externo. Se ha calculado la media de la longitud y anchura de los dedos en las dos huellas en las que se pueden medir (Tabla 2).

Se trata, sin duda, de la pista dejada por un mamífero carnívoro que al andar sobrepone totalmente la pisada del pie a la de la mano. No es fácil distinguir qué tipo de pisada de carnívoro es, si de félido o de cánido (PANIN y AVRAM, 1962), ya que, aunque la terminación de las marcas de los dedos en HSB5.3 es redondeada, esto no es un criterio definitivo de pisadas de félidos, pues en las pisadas de perros actuales a veces tampoco queda la impresión de las uñas.

No se puede comparar con el resto de las pisadas carnívoras encontradas hasta ahora en el Mioceno peninsular. Con respecto a las citadas por ANTÓN *et al.* (1993) presentan:

- 1- Los dedos más unidos entre ellos y con la almohadilla plantar
- 2- La longitud y anchura es más del doble (119 x 1908 mm en la Hoya de la Sima)
- 3- Los dedos exteriores (II y V) no están tan redondeados

Con respecto a *Carnotipus* (LÓPEZ *et al.*, 1992), tienen también caracteres diferentes como son:

- 1- *Carnotipus* tiene los dedos separados tanto entre ellos como de la almohadilla plantar
- 2- *Carnotipus* tiene los dedos más alargados y puntiagudos

**ICNITA HSM3 (Fig. 7)**

En uno de los bloques depositados en el Museo hay una pisada constituida por una almohadilla plantar rodeada en su parte anterior por cinco huecos, de terminación redondeada, dejados por los dedos. Las dimensiones de la pisada son de 19,7 x 18,3 cm. La

Huella	I	a	P	z	Ar	Lr	Ap	II	III	IV	V(i)	II	III	IV	V(ii)
3	115	105						50	47	46	33	28	26	32	30
2	123	111	590	1210	65	235	159	54	56	62	36	34	31	28	18
1			650												
media	119	108	620	1210	65	235	159	52	51	54	34	31	28	30	24

Tabla 2. Datos medios de las medidas tomadas en las icnitas de las rastrillads HSB5. II III IV V (i) longitud de los dedos; II III IV V (ii) anchura de los dedos. El resto de símbolos es igual que el usado en la tabla 1. Medidas en milímetros y en grados.

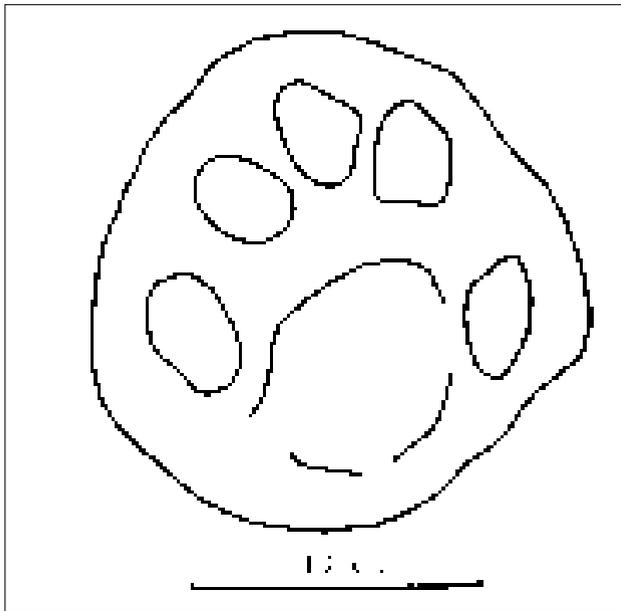


Figura 7. Dibujo a escala de HSM3.

parte más profunda está hacia el centro de la almohadilla plantar. Es posible que haya cierta simetría en la disposición de los dedos relativa a un eje que pasa por el centro de la huella y a lo largo del dedo central (III). Teniendo en cuenta el número, forma (PANIN y AVRAM, 1962) y disposición de los dedos, y el tamaño de la marca, atribuimos esta señal a la dejada por un autopodio de un proboscídeo.

### CONSIDERACIONES PALEOETOLÓGICAS

En este yacimiento se encuentran asociadas varias pistas y huellas aisladas, de al menos tres grupos de animales, un grupo de artiodáctilos y dos de équidos:

- *Megapecoripeda*, de artiodáctilos, de las que han quedado impresas 8 rastrilladas relativamente bien marcadas, paralelas en dirección y de igual sentido de marcha, separadas entre 30 cm y 1,2 metros, que atraviesan todo el afloramiento, recorriendo sobre él una distancia del orden de 5 metros. Parecen componentes de un grupo, no sabemos si muy numeroso, porque el afloramiento queda tapado en sus extremos, que andaban de paso y no se encontraban pastando o establecidos en un lugar. Por la distancia entre los rastros en relación al tamaño de los animales (de sus pisadas), parece más probable que se tratara de un grupo poco numeroso, ya que no se ven rastros super-

puestos. Al menos hay tres bloques con icnitas de este tipo depositados en el Museo de Jumilla.

- *Hippipeda*, de *Hipparion*, de las que se han separado 6 rastros y unas 30 icnitas aisladas. No hay un solo sentido de marcha como en las pistas anteriores. Es probable que en este caso los animales se encontraran en el borde del lago, entre otras cosas porque la profundidad de sus huellas es mayor que en el caso anterior y por lo tanto el barro más blando. A las icnitas de *Megapecoripeda* HSA2.4, HSA3.2, HSA7.4 se superponen las HSA12.13m, HSA9.13, HSA9.4. Pensamos que se trata de un grupo de équidos que deambulaban por el lugar, de los que al menos hay rastros de 6 animales. Hay un número no determinado de bloques con pisadas de équidos en el Museo de Jumilla.

### CONCLUSIONES

Se han encontrado nuevos afloramientos con huellas fósiles de mamíferos del Terciario. Estas huellas de mamíferos terrestres en sedimentos continentales, que se colocan directamente encima de otros con foraminíferos marinos de edad Tortoniense superior, hacen suponer que la edad del yacimiento es Tortoniense o bien Messiniense, coincidiendo en este caso, en el tiempo, con la llamada Crisis messiniense.

En este yacimiento se encuentran pisadas de *Hipparion*, de un pecorino, de un carnívoro y, probablemente, de un proboscídeo. Las de pecorino y las de équido se encuentran asociadas como si el comportamiento de estos dos tipos de animales fuera gregario. De los otros dos animales sólo se encuentran un rastro y huellas aisladas.

En este trabajo se describen por primera vez pisadas de *Hipparion* en España.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Emiliano Hernández Carrión y D. Cayetano Herrero González, director y subdirector de Museo de Jumilla, sus gestiones con el Ayuntamiento de dicha localidad para que sufragara una parte importante de los gastos derivados de la cartografía y reproducción a escala del afloramiento. Ellos, con su iniciativa, son los auténticos valedores de este yacimiento.

También agradecemos a los Dres. Casanovas, investigadora del Instituto de Paleontología "M. Crusafont"

de Sabadell, H. Astibia y E. Mayoral la corrección y sugerencias al trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN, M., LÓPEZ, G. y SANTAMARÍA, R. (1993): Estudio preliminar de la icnofauna miocena del yacimiento de Salinas de Araña (Provincia de Álava). *Comunicaciones de las IX Jornadas de Paleontología. Málaga*. 23-28.
- ASTIBIA, H., DEL VALLE, J. y MURELAGA, X. (1994): Icnitas de artiodáctilos (Mammalia) del Paleógeno de Olcoz (Depresión del Ebro, Navarra). *Estudios Geológicos*, 50, 119-126.
- BANG, P. y DAHLSTRÖM, P. (1997): *Huellas y señales de los animales de Europa*. Omega, 1-243.
- BAROT, G., SOLER, M., AGUILAR, M., FERNÁNDEZ, J. y QUINTANA, J. (1996): *Recopilación de las icnitas de mamíferos de la Península Ibérica*. Universidad Autónoma de Barcelona. Memoria inédita, 1-27.
- BLOW, W.H. (1969): Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proceedings First International Conference On Planktonic Microfossils*. Ginebra. 1, 199-422.
- CASANOVAS, M. L., EZQUERRA, R., FERNÁNDEZ, A., PÉREZ-LORENTE, F., SANTAFÉ, J. V. y TORCIDA, F. (1995): Huellas de dinosaurio en la Era del Peladillo 3 (La Rioja. España). Primera nota. *Zubia*, 13, 83-101.
- CASANOVAS, M.L. Y SANTAFÉ, J.V. (1982): Icnofauna oligocena de Agramunt (Lérida, España). *Acta Geológica Hispánica*. 17, 113-119.
- CHALINE, J. (1990): *Paleontology of vertebrates*. Springer Verlag, 1-186.
- DABRIO, C., GARCÍA-YEBRA, R., GONZÁLEZ-DONOSO, J.M. y VERA, J.A. (1972): Turbiditas asociadas a evaporitas (Mioceno, La Malá, Depresión de Granada). *Cuadernos de Geología*. 3, 139-164.
- DEMATHIEU, G.R., (1987): Plate VIII. En *Glossary an manual of tetrapod footprint palaeoichnology*. (G. Leonardi ed.).
- DRONKERT, H., VAN DER POEL, H. y GERLINGS, L. P. A. (1979): Gypsum deposits in the province of Almería. Consequences for the western Mediterranean. *Annales de Geologie des Pays Helleniques*, 1, 345-354.
- ELLEMBERGER, P. (1980): Sur les empreintes de pas des gros mammifères de l'Eocene supérieur de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard). *Palaeovertebrata*, 14, 37-78.
- GARCÍA, A., LÓPEZ, F y BAENA, J. (1984): *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja nº 844 (ONTUR)*. IGME. Hoja y memoria.
- GONZÁLEZ-DONOSO, J. M. (1967): *Estudio geológico de la Depresión de Granada*. Tesis Universidad de Granada. Memoria inédita.
- HERRERO, C., (1997): Las huellas fósiles de la Hoya de la Sima. *El Picach*. 93, 21-22
- KORDOS, L., (1983): Lábnymok az Ipolytarnóci alsó-Miocén korú Homokköben. *Geologica Hungarica, ser Palaeont*, 44-46, 260-415.
- LANCIS, C. y ESTÉVEZ, A. (1992): Las icnitas de mamíferos del Sur de Alicante (España). *Geogaceta*, 12, 20-64.
- LEONARDI, G., (1987): *Glossary and manual of tetrapod footprint palaeoichnology*. Departamento Nacional do Produção Mineral Brasil, 1-118.
- LÓPEZ, G., MAYORAL, E., MUÑOZ, A., PÉREZ, A. y SANTAMARÍA, R. (1992): Nuevas icnitas de mamíferos carnívoros en el Mioceno inferior del sector occidental de la Depresión del Ebro (Logroño, La Rioja). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 5, 39-51.
- PANIN, N. SI AVRAM, E., (1962): Noi urme de vertebrate în miocenul Sudcarpatilor Romînesti. Studii si cercetari. *Geologie*, 7, 455-487.
- PRATS, M. Y LÓPEZ, E., 1995: *Síntesi de la icnofauna del sinclinal d'Agramunt entre el meridià d'Agramunti el riu Segre* (Prov. de Lleida) *Paleontologia i Evolucio*, 28-29, 247-267.
- RENDERS, E., (1984): The gait of *Hipparion* sp. from fossil footprints in Laetoli, Tanzania. *Nature*, 308, 179-181.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J. (1982): *El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas*. Tesis Universidad Granada, 379, 1-224.
- SANTAMARÍA, R., LÓPEZ, G., y CASANOVAS-CLADELLAS, M.L. 1989-90: Nuevos yacimientos con icnitas de mamíferos del Oligoceno de los alrededores de Agramunt (Lleida, España). *Paleontologia i evolució*, 23, 141-152.
- SCRIVNER, P.J. y BOTTJER, D.J. (1986): Neogenen avian and mammalian tracks from Death Valley National Monument, California: their context,

classification and preservation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 57, 285-331.

SERRANO, F. (1979): *Los foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas*. Serv. Publ. Universidad de Málaga, 272 pp.

SERRANO, F. (1992): Biostratigraphic control of Neogene volcanism in the Cabo de Gata (south-east Spain). *Geologie en Mijnbouw*, 71, 3-14.

SERRANO, F., PALMQVIST, P., GUERRA-MERCHÁN, A. y ROMERO, A. (1995): Análisis multivariante de las asociaciones de foraminíferos

planctónicos de los sedimentos tortonienses de la cuenca de la Atalaya (Cordillera Bética, España). *Revista Española de Paleontología*. Número homenaje al Dr. G. Colom, 119-128.

VIALOV, O.S. (1966): *Szledü zsziznedeljeltnosztü organizmov ih paleontologicseszkoé znacsénie*. Naukova Dumka. Kiev. (Huellas de actividad vital de organismos y su significación paleontológica). Academia Ciencias. Kiev, 1-219.