

PRESENCIA DE ICNITAS DE DINOSAURIOS EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DEL MARGEN SUR DEL SINCLINAL DE TREMP (PROV. DE LLEIDA, CATALUÑA, ESPAÑA)

Carme LLOMPART

Departament de Geologia (Unitat de Paleontologia). Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

Llompart, C. 2006. Presencia de icnitas de dinosaurios en el Cretácico Superior del margen sur del sinclinal de Tremp (prov. de Lleida, Cataluña, España). [Dinosaur footprints on the Upper Cretaceous from the southern limb of the Tremp syncline (Prov. Lleida, Catalonia, Spain).] *Revista Española de Paleontología*, **21** (1), 1-14. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

Two outcrops of dinosaur footprints from the Upper Cretaceous of the Pyrenees (Garumnian facies), South of the village of Moror (Tremp Basin), are described for the first time. The footprints of the stratigraphically highest outcrop are preserved in marly limestone; their dimensions and morphology indicate theropods. This is the first reference of theropod footprints from the Upper Cretaceous Tremp Basin and the Pyrenees. The stratigraphically lowest outcrop is made of somewhat marly limestones that are very bioturbated, and are damage by mudcracks, and reveals larger and deeper footprints, assigned here to ornithopods and possible hadrosaurs. This is the first reference of hadrosaurs footprints from the Upper Cretaceous of the Tremp Basin.

Keywords: dinosaur footprints, theropods, ornithopods, Upper Cretaceous, Pyrenees, Catalanian, Spain.

RESUMEN

Se dan a conocer dos nuevos yacimientos de icnitas de dinosaurios en el Cretácico Superior prepirenaico (facies Garumniense) al sur del pueblo de Moror (Conca de Tremp). Las huellas se conservan en dos niveles diferentes. En el afloramiento estratigráficamente más alto se presentan en calizas margosas. Son huellas que por sus dimensiones y morfología se atribuyen a terópodos; esta es la primera referencia a icnitas de terópodos en la Conca de Tremp y en los Pirineos. El afloramiento estratigráficamente más bajo, asimismo en calizas algo margosas muy bioturbadas y afectadas por grietas de desecación, presenta icnitas de mayor tamaño que por sus dimensiones y morfología se atribuyen a ornitópodos, posiblemente hadrosaurídeos. Representan la primera cita de icnitas de hadrosaurídeos en el Cretácico Superior de la Conca de Tremp.

Palabras clave: icnitas de dinosaurios, terópodos, ornitópodos, Cretácico Superior, Prepireneo, Cataluña, España.

INTRODUCCIÓN

Las icnitas de dinosaurios del Prepireneo son conocidas desde el trabajo de Llompart en 1979. Fueron descubiertas en Millà (Vall d'Àger) en un afloramiento, hoy muy degradado, de sedimentos areniscosos del Cretácico Superior de facies garumniense, en el flanco sur de la Sierra del Montsec y atribuidas a ornitópodos.

En la Conca de Tremp la primera cita (Llompart *et al.*, 1984) corresponde a un yacimiento situado al este del pueblo de Orcau, en el antiguo camino que une dicho pueblo con el de Basturs; las icnitas se conservan en la superficie

de una capa de calizas de facies y edad similar a los de la Vall d'Àger. Fueron asignadas a ornitópodos (icnoespecies *Ornithopodichnites magna* Llompart, Casanovas & Santafé, 1984, y *Orcauichnites garumniensis* Llompart, Casanovas & Santafé, 1984) y, con reservas, a saurópodos.

Lockley & Meyer (1999) insinúan un posible origen terópodo para las dos icnoespecies de Orcau atribuidas a ornitópodos por Llompart *et al.* (1984) y apoyan la interpretación de dichos autores respecto a las icnitas de saurópodos.

Casanovas *et al.* (1987) citan la presencia de un gran número de bioturbaciones mal conservadas que atribuyen

a icnitas de dinosaurios, a unos 2 km de Isona cerca de la Ermita de la Posa. Dichas bioturbaciones han sido recientemente interpretadas (Martinell *et al.*, 2001) como posible resultado de la actividad alimentaria de rayas.

Ardévol *et al.* (1995), en una recopilación de los yacimientos de restos de dinosaurios de la Conca de Tremp, señalan asimismo, en el flanco norte de la Cuenca, tres yacimientos de pisadas hasta el momento inéditos: Basturs-1, Sant Antoni-1 y Abella-1. Estos autores, además, sitúan los yacimientos hasta entonces conocidos de esta parte del Prepirineo, en un panel de columnas estratigráficas correlacionadas, donde se pone de manifiesto la distribución de estas huellas dentro de la estratigrafía del Campaniense y Maastrichtiense prepirenaico.

Un nuevo yacimiento con pisadas atribuidas a un grupo de saurópodos fue descrito por López-Martínez *et al.* (1998a) del Campaniense terminal - Maastrichtiense inferior cerca de Camarasa (Sierras Marginales, al sur del Montsec).

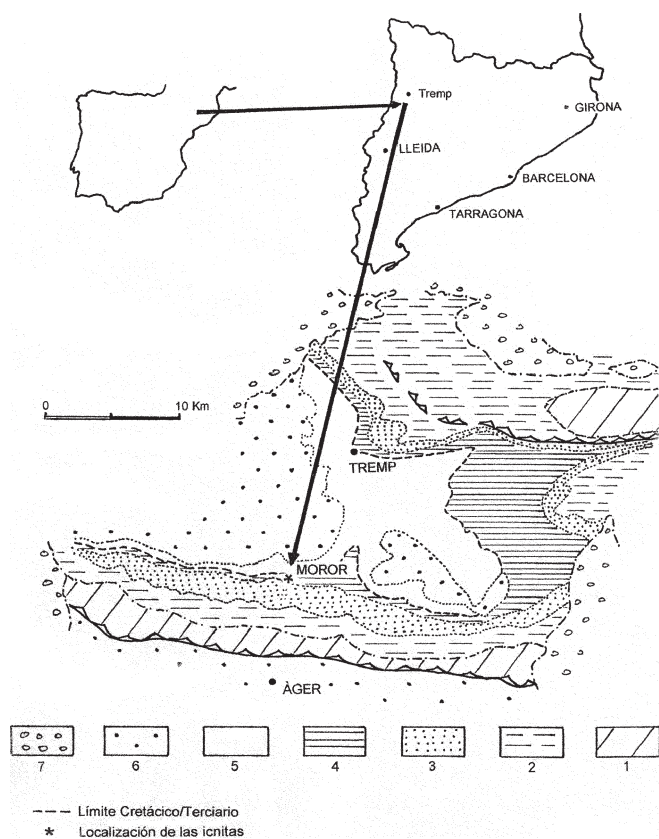


Figura 1. Situación geográfica y geológica de los yacimientos de icnitas. 1, Cretácico Inferior; 2, Cretácico Superior; 3, Arenisca de Areny (Cretácico Superior); 4, Facies Garumniense (Cretácico Superior); 5, Facies Garumniense (Paleoceno); 6, Eoceno inferior; 7, Oligoceno. *Geographical and geological setting of the footprints outcrops.* 1, Lower Cretaceous; 2, Upper Cretaceous; 3, Areny sandstone (Upper Cretaceous); 4, Garumnian facies (Upper Cretaceous); 5, Garumnian facies (Paleocene); 6, Lower Eocene; 7, Oligocene.

López-Martínez *et al.* (1998b) sitúan en un panel de columnas estratigráficas correlacionadas del garumniense (Fm. Tremp, de Galbrun *et al.*, 1993) al sur de la sierra del Montsec, cinco localidades con icnitas. Dos de ellas, la Massana (en la sección de Fontllonga) y Peralba, en la parte superior de la Unidad 1, contienen gran cantidad de icnitas. En la parte alta de la Unidad 2 sitúan Mas de Saurí (Mata del Viudà *sensu* Llompart, 1979) y, por encima (en el techo del nivel de areniscas fluviales que poseen en la base las icnitas de Mas de Saurí), dos nuevas localidades: Mas Morull y Sta. Maria de Meià (a este último lo califican de megayacimiento por la gran superficie expuesta con centenares de icnitas); en ambas localidades reconocen, entre otras, huellas que podrían corresponder a saurópodos.

Los primeros rastros atribuidos a hadrosaúridos fueron descritos por Barco *et al.* (2001) del Maastrichtiense inferior de la localidad de Areny.

En el Prepirineo oriental, en la zona de Fumanya (Berguedà, prov. de Barcelona), Le Loeuff & Martínez (1997), asimismo en sedimentos del tramo basal de facies garumniense, en la superficie de una capa de calizas, dan a conocer una gran cantidad de rastros de saurópodos. Dicho yacimiento fue estudiado con detalle por Schulp & Brox (1999); dichos autores resaltan su importancia por tratarse de uno de los mayores yacimientos de saurópodos y por ser el primero de titanosáuridos, descrito en detalle, del mundo. Recientemente, Vila *et al.* (2004) describen de dicho yacimiento un probable rastro de terópodo asociado a los de titanosáuridos.

En este trabajo se estudian dos nuevos yacimientos de icnitas en sedimentos del Campaniense terminal - Maastrichtiense inferior, en el flanco meridional de la Conca de Tremp, al sur del pueblo de Moror (Fig. 1). Es una nueva contribución al estudio de los dinosaurios que poblaron la cuenca prepirenaica y, por extensión, al conocimiento de los dinosaurios del final del Cretácico.

ENCUADRE GEOLÓGICO DE LOS NIVELES CON ICNITAS

La Sierra del Montsec, en el Prepirineo Central, está modelada en el flanco meridional del amplio y laxo sinclinal de Tremp que, a su vez, coincide con el frente de la lámina cabalgante del Montsec.

La parte más alta de la sierra está formada por una unidad predominantemente calcárea de edad Campaniense a la que se le superpone otra de areniscas, equivalentes, en el flanco norte del sinclinal de Tremp, a la Fm. Areniscas de Areny de Mey *et al.* (1968). Esta formación de areniscas bordea la Conca de Tremp limitándola por el norte, sur y, en afloramientos discontinuos, por el este ya que, parcialmente, se halla cubierta por conglomerados oligo-

cénicos. Sobre estas areniscas yace un tramo formado por arcillas con capas de lignitos, calizas y areniscas intercaladas que se ha calificado en la literatura como Garumniense gris (Fm. Posa, *sensu* Cuevas, 1992) y que aflora prácticamente en todo el sector sur y oriental de la Conca de Tremp. Coronan el Garumniense gris los sedimentos predominantemente arcillosos de colores rojizos de la típica facies garumniense. Esta serie de capas rojas está dividida por un nivel calizo muy constante en las series estratigráficas del Prepirineo oriental y central (Rosell *et al.*, 2001); en las mediaciones de la base de estas calizas se halla el límite superior del Cretácico, límite que ya Rosell (1967) situó en esta posición basado en la localización estratigráfica de los últimos yacimientos de dinosaurios y que después, salvo pequeñas variaciones, han constatado autores más recientes (Galbrun *et al.*, 1993; López-Martínez *et al.*, 1998b).

La serie garumniense de Moror es predominantemente arcillosa. Sobre las facies carbonosas grises de la base

existe una potente serie rojiza arcillosa en la que se intercalan esporádicos niveles de areniscas. Las arcillas incluyen, en la mitad superior, gran abundancia de nódulos de yeso. El límite Cretácico - Terciario es difícil en este caso de situar ya que falta el nivel de carbonatos de la base del Paleoceno, que divide la serie, ya sea porque no se depositaron ya porque fueron barridos por la erosión dejando un contacto erosivo poco o nada visible. El límite entre los sedimentos cretácicos y terciarios se ha situado en la base del nivel en que aparece *Microcodium* que coincide con la inclusión en la serie arcillosa roja de abundantes nódulos de yeso.

El tramo gris del Garumniense se ha depositado en un medio deltaico (de llanura deltaica) con influencia de corrientes de marea (facies supramareales en un sentido amplio) (Mimó *et al.*, 1995). En este Garumniense gris, de llanura deltaica con marismas de agua dulce y salobres, se han encontrado la mayor parte de los restos de dinosaurios y entre ellos los de icnitas de la Conca de Tremp.

En el barranco de Moror, inmediatamente al sur del pueblo del mismo nombre, el tramo gris del Garumniense está formado por arcillas grises con una mayor o menor proporción de restos carbonosos, a las que se intercalan delgadas capas, o reducidos grupos de ellas, de calizas y de margas (Fig. 2). Las calizas están formadas unas veces por lumaquelas de radiolítidos, corbículas, y más raramente ostras, y otras, micríticas, incluyen abundantes ostrácodos y/o a veces, restos de carofitas.

Los yacimientos de icnitas se localizan en la margen derecha del barranco de Moror cerca de su cauce. El yacimiento "Moror A", situado en una posición estratigráfica más alta, se halla justamente por encima del banco de *Biradiolites chaperi* Toucas, 1909 en el cauce de un pequeño emisario afluente del barranco principal inmediatamente después de una represa. El yacimiento "Moror B", de posición estratigráfica más baja (unos 7 m por debajo en la serie), se localiza entre las dos capas del techo de un nivel de calizas sobre las que se ha modelado, en el cauce del barranco principal, una pequeña cascada (Fig. 2). Atendiendo a la escala cronoestratigráfica utilizada por Gradstein *et al.* (1995) en qué parte del Maastrichtiense inferior se considera como Campaniense superior, las capas de Moror del Garumniense gris pertenecerían al Campaniense terminal - Maastrichtiense inferior, como Vicens *et al.* (2001) habían ya señalado.

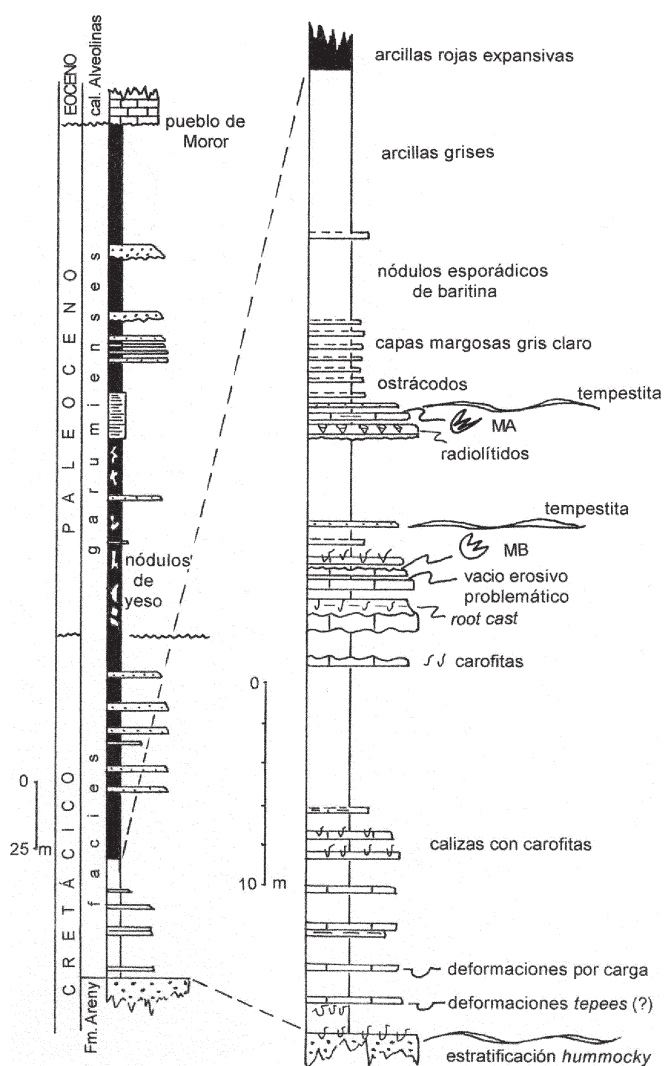


Figura 2. Situación estratigráfica de las icnitas de dinosaurios. Stratigraphical setting of the dinosaur footprints.

SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ICNITAS

YACIMIENTO "MOROR A"

En el yacimiento "Moror A" hay una docena de icnitas visibles (las mejor conservadas se han numerado con las siglas MA1, MA2, MA3, MA4, MA5 y MA6) que se han preservado

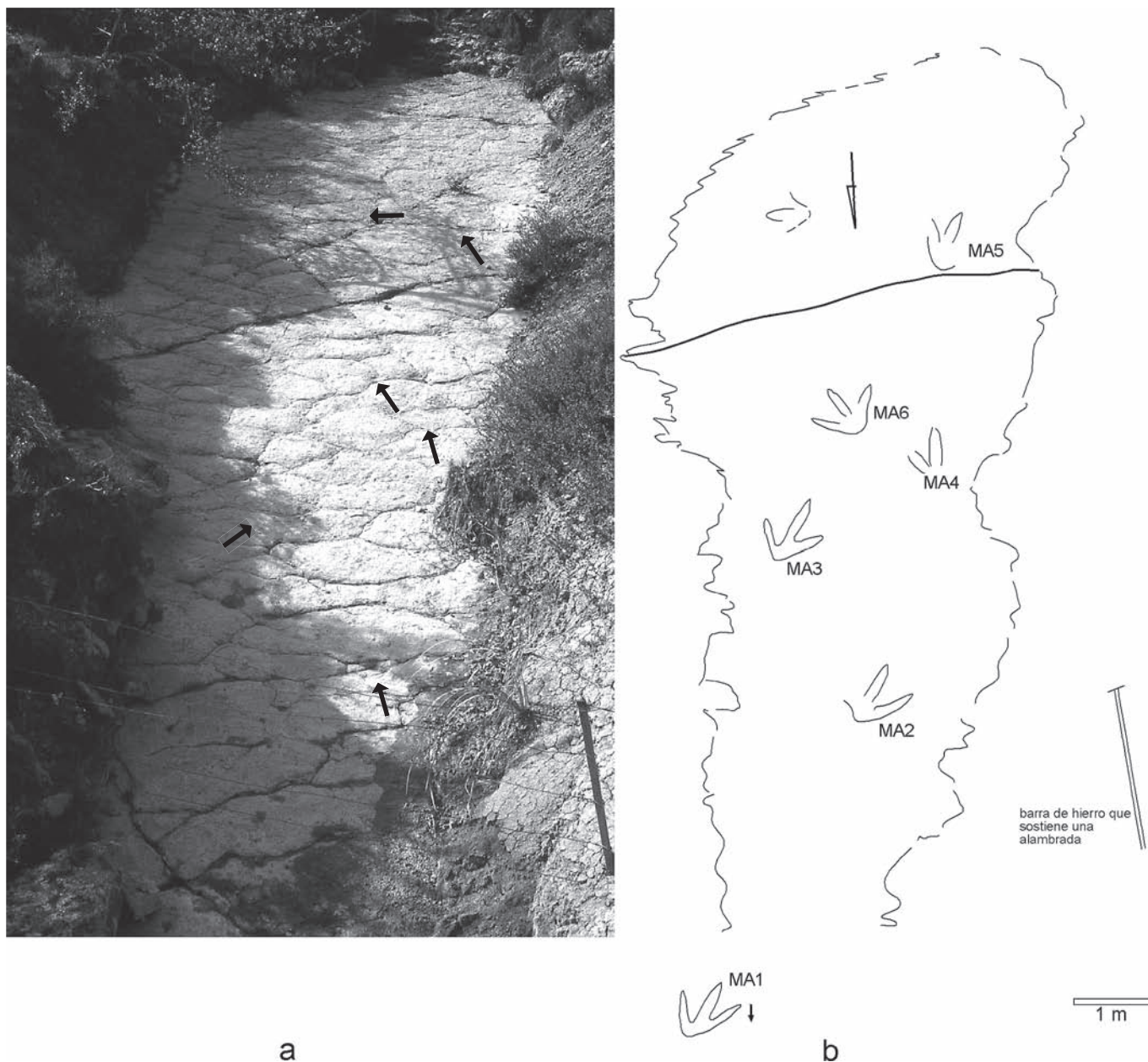


Figura 3. Yacimiento “Moror A”. **a**, vista general del yacimiento; **b**, esquema de la situación areal de las icnitas. La icnita MA1 se halla situada fuera del esquema y de la fotografía, aproximadamente a 1 metro del borde inferior. La escala de la foto y del esquema es la misma, pero se ha exagerado el tamaño de las icnitas. El trazo de escala equivale a 1 m.

Outcrop “Moror A”. a, general view of outcrop; b, sketch of the areal situation of the footprints. The footprint MA1 falls outside of both the sketch and the photo, approximately 1 meter away from the bottom edge. The scale of the sketch and photo are the same, but footprint size has been exaggerated. Scale bar corresponds to 1 m.

como epirrelieves cóncavos en el techo de una capa margo caliza, de color gris, bioturbada y bioclástica (contiene fragmentos de ostreidos, valvas de “*Cardita*” y de otros bivalvos así como una enorme cantidad de ostrácodos). Presenta roturas atribuidas a grietas de desecación convertidas en diaclasas. Tiene un buzamiento de N10° y una inclinación de 18°. Las icnitas se encuentran repartidas en una superficie de unos 35 m² aproximadamente de exposición (Fig. 3). El sentido de avance es hacia el S (MA1: N210°, MA2: N200°, MA3: N213°, MA4: N183°, MA5: N214°, MA6: N145°).

Son icnitas tridáctilas. Pocas conservan el perfil completo debido, en gran parte, a que el agua lava y erosiona en forma de pequeñas escamas el material margoso que las incluye. Las huellas son morfológica y dimensionalmente muy similares (salvo MA6 que es de menor tamaño) (Tabla 1; las medidas de las variables de las icnitas se han realizado según Sanz *et al.*, 1985). Son ligeramente más largas que anchas (índice L/A = 1,09 a 1,15, excepto MA6 con un valor del índice de 0,85), mesaxónicas (la longitud del dedo central representa aproximadamente 2/3 de la longitud de la icnita), con los dedos largos

Ícnitas	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6
Medidas						
L	23	ca.24	22	–	22,5	17
A	21	ca.21	19	–	–	20
L1	17	–	14	–	18	15,5
L3	21	20	15,5	–	–	15
BL1	ca.12	–	9	ca.13	ca.10	10,5
BL2	ca.18	ca.16	15	ca.16	ca.15	11
BL3	ca.15	ca.13	10	–	–	9
AB1	–	–	ca.3	–	–	–
AB2	–	–	ca.4,5	–	–	–
AB3	–	–	ca.3,5	–	–	–
AM1	3,5	–	2,5	4,5	4	1,3
AM2	4,5	4	4	4	4	2,5
AM3	4	5	3,5	–	–	2,3
AC	135,7	147,5	123,9	–	135,7	100,3

Tabla 1. Medidas de las variables de las ícnitas del yacimiento “Moror A”. L: longitud de la ícnita. A: anchura de la ícnita. L1, L3: longitud de los dígitos total. BL: longitud basal digital. AB: anchura basal digital. AM: anchura media digital. AC: altura hasta la cadera. (Medidas en centímetros.) (Los dígitos se han nombrado 1, 2, y 3.) *Measurements of footprint variables of outcrop “Moror A” (of site “Moror A” footprints). L: footprint length. A: footprint width. L1, L3: total digital lengths. BL: free digital lengths. AB: basal digital widths. AM: digital width considered at the digit middle part. AC: hip height. (Measurements in centimetres.) (Digits are named 1, 2 and 3.)*

y delgados, superficie plantar pequeña y el talón relativamente estrecho. El extremo distal de los dígitos, cuando se conserva, es acuminado (Fig. 4).

El hecho de no poder identificar claramente pistas unido al estado de preservación de las ícnitas dificulta diferenciar con seguridad autópodos derechos e izquierdos y dígitos II y IV, por lo cual se han numerado los dígitos como 1, 2, y 3. A pesar de ello, la observación de otras características morfológicas (forma del talón, escotadura postero medial,...) permite pensar que MA2, MA3 y MA6 podrían ser improntas de pies izquierdos.

Las ícnitas son poco profundas (rango 1–1,5 cm), dándose la máxima profundidad en la mitad distal de los dígitos (excepto la ícnita MA1 que tiene más hundido el extremo proximal del dígito central). Casi todas presentan un estrecho surco medio relleno de sedimento, a lo largo de los dedos, lo que sugiere que fue la parte del pie que se hundió más en el substrato. Sólo en la MA3 se observan impresiones de dos o tres almohadillas digitales.

Las ícnitas MA1 a MA5 están dispuestas espacialmente en dos hileras ligeramente paralelas (MA1, MA3 por un lado, y MA2, MA4, y MA5 por el otro) con una separación entre ambas que oscila entre 1 y 3 m, aproximadamente (Fig. 3). Todas ellas están orientadas hacia el SSO. Existen dudas de que formen parte únicamente de dos pistas, ya que, por un lado, las ícnitas MA1 y MA3 podrían pertenecer a dos rastros distintos, más o menos paralelos, mientras que las ícnitas MA2 y MA4, y quizás MA5, podrían formar parte de un mismo rastro (en tal caso sería incompleto, por erosión de alguna huella, diferencias en los fenómenos de preservación,...) La ícnita MA6 está situada entre ambas hileras y correspondería a un bípedo desplazándose hacia el SSE.

YACIMIENTO “MOROR B”

En el yacimiento “Moror B” hay una gran cantidad de ícnitas de diferentes tamaños distribuidas en una gran área; se

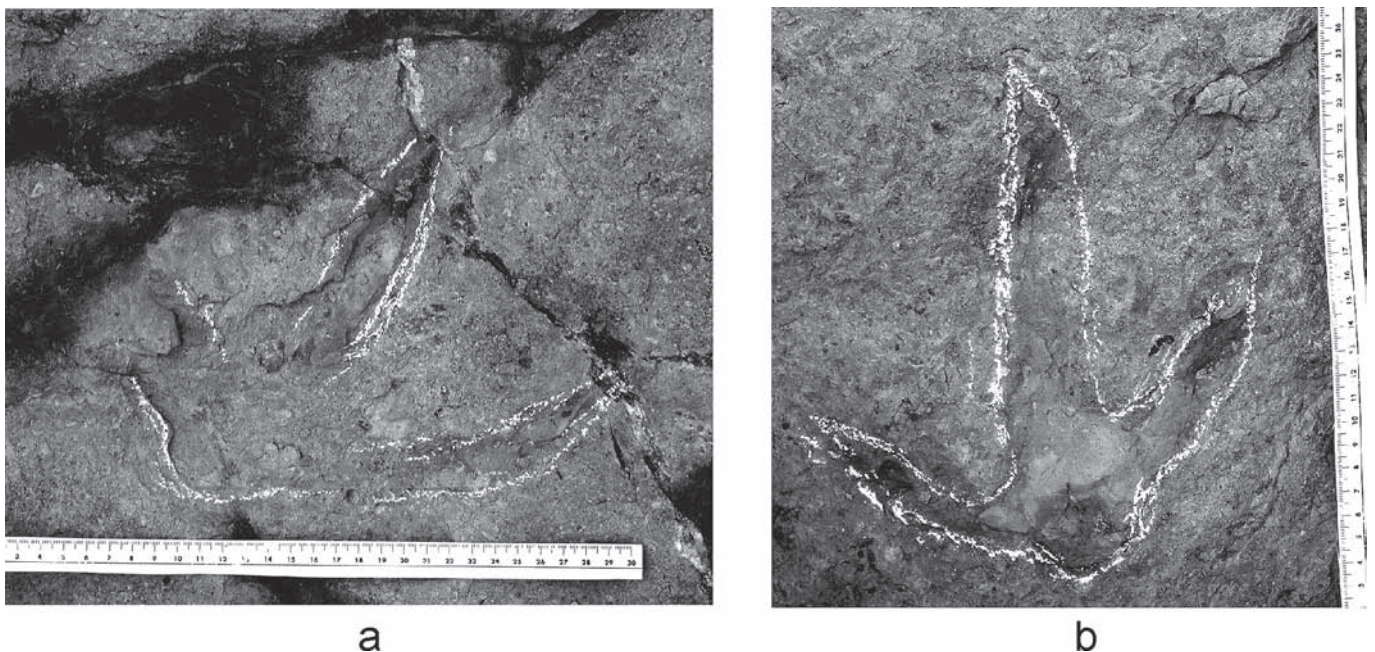


Figura 4. Ícnitas del yacimiento “Moror A”. a, ícnita MA2; b, ícnita MA3. *Footprints of outcrop “Moror A”. a, footprint MA2; b, footprint MA3.*



Figura 5. Vista general del yacimiento “Moror B”. La flecha señala la situación de la pista.
General overview of outcrop “Moror B”. The arrow marks the trackway situation.

conservan como epirrelieves cóncavos, en el techo de la capa de calizas micríticas grises algo margosas, muy bioturbadas y diaclasadas, con buzamiento de N10° y 20° de inclinación (Fig. 5). Afloran dos partes de esta misma superficie separadas por un área cubierta por restos de la capa suprayacente: el área más occidental posee una superficie aproximada de afloramiento de 50 m² y el área más oriental de unos 225 m².

La mayoría de las icnitas tienen un contorno poco definido, lo que dificulta su estudio detallado. Configuran algunos rastros dirigidos preferentemente hacia el N y hacia el S.

Área oriental del yacimiento “Moror B”

Entre una gran cantidad de icnitas aisladas con un estado de preservación precario, se puede observar una pista bípeda formada al menos por cinco icnitas relativamente bien conservadas, a las que nos referiremos con las siglas MB1, MB2, MB3, MB4 y MB5 ordenadas según el sentido de avance. La pista continúa con otras seis icnitas de contorno incompleto con, a veces, sólo

Tabla 2. Medidas de las variables de las icnitas del yacimiento “Moror B”. PII, PIII, PIV: profundidad de los dígitos. PT: profundidad del talón. (Medidas en cm.)
Measurements of footprint variables of outcrop “Moror B”. PII, PIII, PIV: digital depth. PT: heel depth. M: mean. (Measurements in cm.)

Icnitas	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	M
Medidas						
L	35	38	38	37	ca.41	37,8
A	43	42	43	41	ca.45	43,2
LII	34	32	35	36	–	34,26
LIV	30	37,5	38	–	38	35,8
BLII	10,5	6,5	6	9	–	8
BLIII	11	12	10	10	–	10,75
BLIV	9,5	11	10	–	–	10,16
ABII	16,5	13,5	–	16	–	15,3
ABIII	17	13,5	15	14	–	14,8
ABIV	14	16,5	15	–	–	15,1
AMII	13	11	ca.9	13,5	–	11,6
AMIII	15	16	14	–	–	15
AMIV	13	16	14	–	–	14,3
II^IV	63°	65°	60°	64°	–	63°
PII	10	ca.5	8	–	–	7,3
PIII	10	10	9	7	–	9
PIV	–	ca.4	8	–	–	6
PT	ca.2	ca.2	4	3	13	4,8
AC	206,5	224,2	224,2	218,3	247,8	224,2

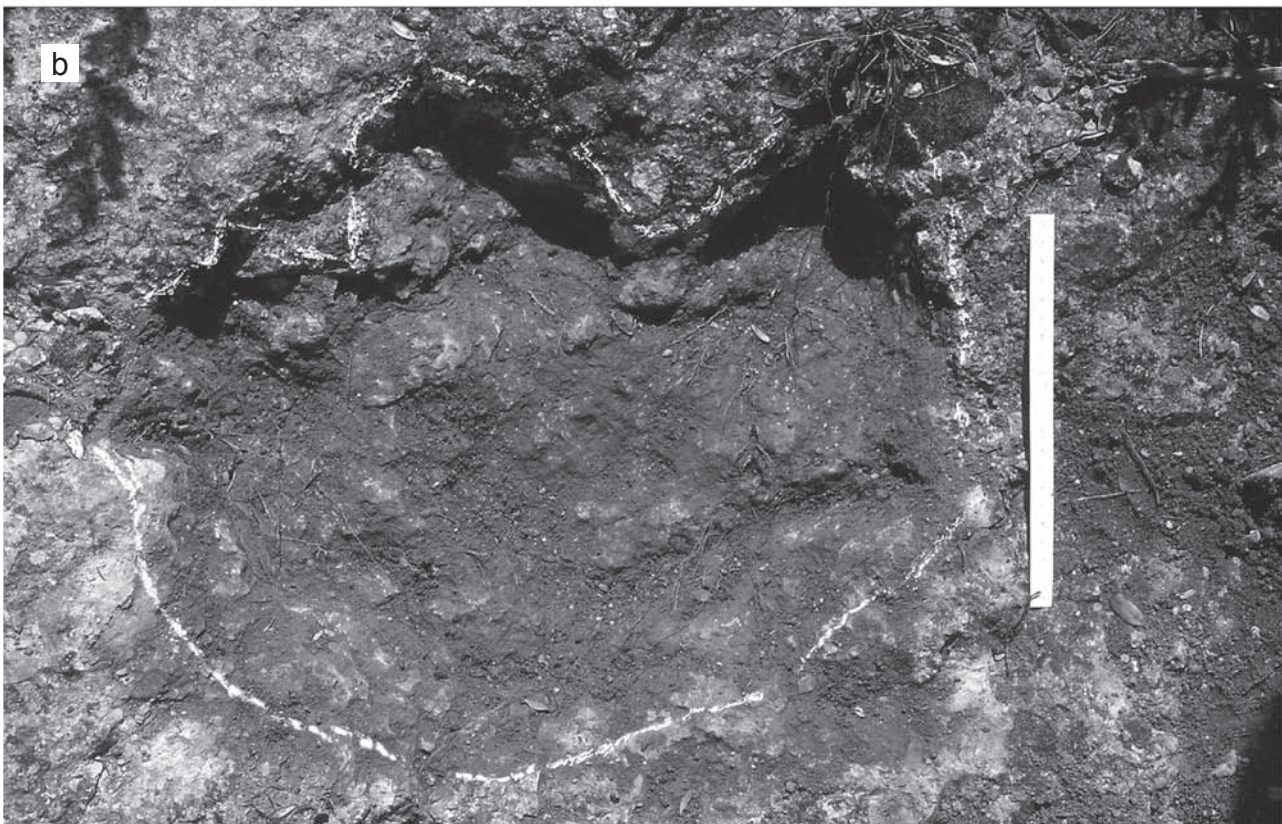
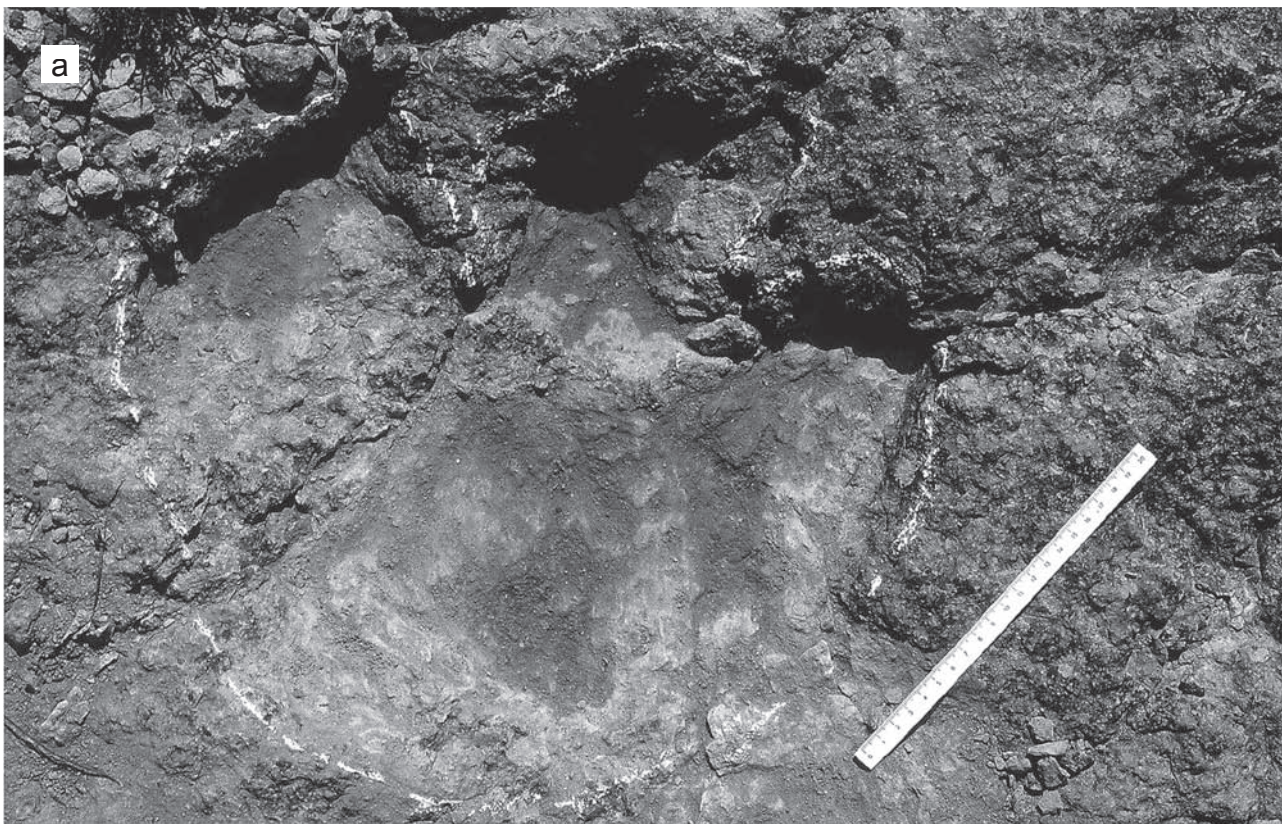


Figura 6. *ICNITAS DEL YACIMIENTO "MOROR B". a, ICNITA MB2; b, ICNITA MB3.*
Some footprint of outcrop "Moror B". a, footprint MB2; b, footprint MB3.

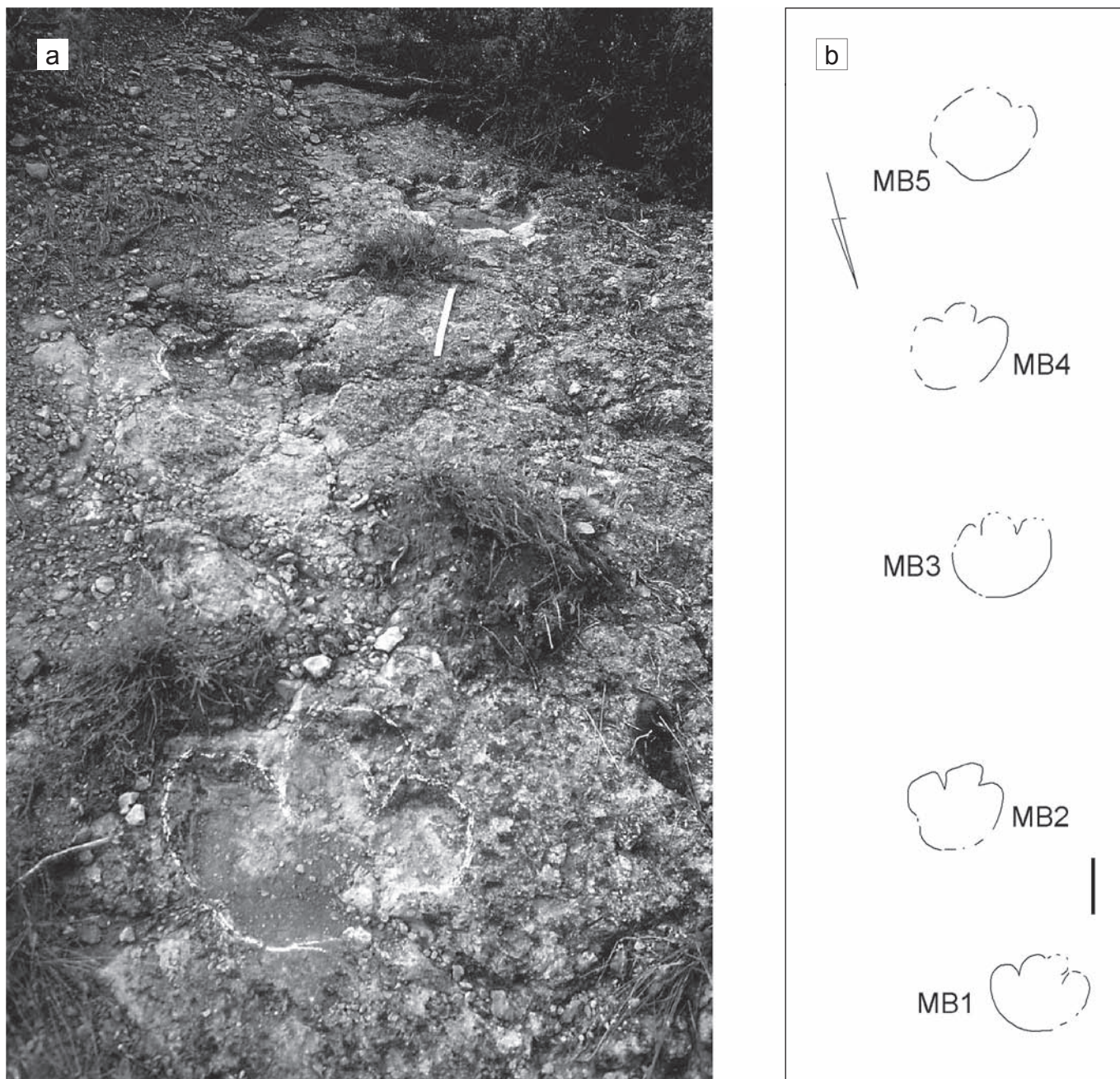


Figura 7. Rastro del yacimiento “Moror B”. **a**, visión parcial de la pista con las icnitas MB1, MB2 y MB3; **b**, esquema de la pista con las icnitas MB1 a MB5. (El trazo de escala equivale a 25 cm.)

Trackway of the outcrop “Moror B”. a, partial view of trackway with MB1, MB2 and MB3 footprints; b, sketch of trackway with MB1 to MB5 footprints. (Scale bar corresponds to 25 cm.)

uno o dos dígitos diferenciados y/o el talón. Casi todas están afectadas por diaclasas que las deforman. El perfil de las icnitas MB1, MB2 y MB3 está bien definido, si bien la MB1 tiene una doble impresión del dedo III (¿posible giro lateral durante la fase W del *step-cycle*?, según Thulborn & Wade, 1989), la MB4 tiene parcialmente marcado el dígito IV y en la MB5 destacan poco los dedos laterales sobre todo el II.

Las huellas son tridáctilas, algo más anchas que largas (índice $L/A = 0,85$) y ligeramente mesaxónicas, con los dígitos robustos, cortos, anchos y romos en su extremo distal. El talón es ancho y de

contorno redondeado. La profundidad varía sensiblemente de unas icnitas a otras. La zona más hundida corresponde a los dígitos y preferentemente al III (alrededor de 10 cm), excepto en la icnita MB5 que recae en el talón (alrededor de 13 cm) (Tabla 2, Fig. 6).

Las almohadillas digitales y plantar se observan bien en MB1, MB2, MB3 y MB4.

La pista (Fig. 7), con una longitud de aproximadamente 4,40 m (icnitas MB1 a MB5), es muy uniforme, prácticamente rectilínea con un sentido de avance $N195^\circ$. Las icnitas están ligeramente orientadas hacia el interior de la misma. Los valores de las varia-

ICnitas	<u>MB1-MB3</u>	<u>MB2-MB4</u>	<u>MB3-MB5</u>		M
Z	195	202	188		195
ICnitas	<u>MB1-MB2</u>	<u>MB2-MB3</u>	<u>MB3-MB4</u>	<u>MB4-MB5</u>	
Pa	105	110	110	95	105
Pb	85	107	95	93	95
AP	75	65	70	54	66
ICnitas	<u>MB1-MB2-MB3</u>	<u>MB2-MB3-MB4</u>	<u>MB3-MB4-MB5</u>		
A	150°	160°	165°		158,3°
Z/AC					0,87

Tabla 3. Medidas de las variables de la pista estudiada del yacimiento “Moror B”. AP: anchura de la pista; Pa: paso directo; Pb: paso en proyección; A: ángulo de paso; Z: zancada. (Medidas en cm.)
Measurements of the outcrop “Moror B” trackway. AP: external trackway width; Pa: oblique pace; Pb: pace; A: pace angulation; Z: stride; M: mean. (Measurements in cm.)

bles medidas: Z, Pa, Pb, AP y A, son bastante regulares a lo largo de la pista (Tabla 3; las medidas de las variables del rastro se han realizado según Sanz *et al.*, 1985). Las huellas, excepto MB1, están parcialmente sobrepuestas a la línea media, (el ancho interior del rastro tiene valores negativos) por lo que resulta una pista estrecha y de elevado ángulo de paso. La longitud de la zancada es ligeramente superior a cinco veces la longitud de la icnita, y la altura hasta la cadera se calcula en aproximadamente unos 224 cm (AC = 5,9 L; en Thulborn, 1990). El modo de progresión del individuo era de marcha (Z/AC < 2,0; Thulborn, 1990).

Área occidental del yacimiento “Moror B”

En la parte occidental del yacimiento “Moror B” la superficie expuesta conserva también gran cantidad de icnitas. Esta área está actualmente en una primera fase de exploración y estudio, por ello los datos que se exponen a continuación son muy generales y preliminares.

La mayoría de las icnitas recuerdan por su morfología las de la parte oriental del afloramiento y al igual que éstas su estado de preservación es variable. Son, en general, grandes, algunas con perfiles definidos y con distintas orientaciones aunque parecen

ICnitas	MA1	MA2	MA3	MA4	MA5	MA6
Indices						
L/A	1,09	ca.1,14	1,15	–	–	0,85
BL1/AM1	ca.3,42	–	3,6	ca.2,88	ca.2,5	8,07
BL2/AM2	4	4	3,75	4	3,75	4,4
BL3/AM3	3,75	2,6	2,85	–	–	3,9
L1/AB1	–	–	4,66	–	–	–
L2/AB2	–	–	4,88	–	–	–
L3/AB3	–	–	4,42	–	–	–
FSI	21,97	22,44	19,9	–	–	18,43

Tabla 4. Índices morfométricos obtenidos para las icnitas del yacimiento “Moror A”.
Footprint morphological indices of outcrop “Moror A”.

dominar las que se dirigen hacia el noroeste y el noreste. En una primera exploración no se han reconocido pistas. Tres icnitas (MB’1, MB’2 y MB’3), que están relativamente próximas unas de otras pero sin interrelación, son tridáctilas, con contorno subcircular, algo más anchas que largas, ligeramente mesaxónicas con dígitos anchos, cortos y extremos distales redondeados. Son similares a las icnitas del rastro estudiado y también atribuibles a ornitópodos. El sentido de avance de MB’1 y MB’2 es N20° y N30° respectivamente (dirección opuesta a la de las icnitas MB1 a MB5), y de N270° la MB’3.

En la capa inferior del afloramiento “Moror B” junto al cauce del barranco, existen unas macro estructuras en forma de grandes oquedades que podrían interpretarse como posibles impresiones de carga producidas por el cuerpo de dinosaurios en el sedimento.

DISCUSIÓN

La diferenciación entre pisadas tridáctilas de ornitópodos y terópodos de acuerdo con los caracteres icnológicos que clásicamente se han venido considerando, cualitativos o anatómicos y cuantitativos o métricos, pone de manifiesto que unos pueden ser válidos pero los otros cuestionables. Así por ejemplo, la separación de los dedos de un mismo individuo al pisar es mayor o menor según el grado de humedad del substrato (Demathieu, 1990); de ahí que la angulación interdigital, a menudo considerada criterio de discriminación entre ornitópodos y terópodos, parece ser un carácter poco o nada significativo (Moratalla *et al.*, 1988). En sedimento muy húmedo, blando, la longitud de la pisada se ve poco afectada mientras que la anchura cambia notablemente. Factores de diversa índole: ontogenéticos, características de marcha del animal, condiciones del substrato original (tamaño de grano del sedimento, grado de humedad), diagenéticos, de meteorización, etc, pueden influir en la morfología de las icnitas (Sarjeant & Leonardi, 1987; Thulborn, 1990).

Los criterios que consideramos para atribuir las icnitas de Moror a uno u otro grupo de dinosaurios son: 1) las características morfológicas generales, tanto de las huellas como del rastro y los índices morfométricos; 2) los restos óseos, de huevos y de dentición, de dinosaurios, hallados en la región; y, 3) el momento en que vivieron los autores de las icnitas.

Las icnitas del yacimiento “Moror A” son esbeltas, tienen los dígitos largos, estrechos y con extremos distales acuminados, y mesaxonia acentuada. La superficie plantar y el talón son reducidos. El valor relativo de los índices morfométricos (ver Moratalla *et al.*, 1988), (excepto el índice L/A), que hacen referencia a la morfología de los dígitos, está por encima del umbral establecido por dichos autores y permite atribuirles, con una estimación de probabilidad de entre el 70,6 y el 84,6 %, a dinosaurios terópodos. El valor del índice L/A sobrepasa ligeramente 1 (excepto para la icnita MA6 que es algo inferior) (Tabla 4). En cuanto al valor de este índice hay que tener presente que, aunque a menudo la longitud de la icnita tiende a sobrepasar la anchura en terópodos y viceversa en ornitópodos, no siempre es así (Thulborn, 1990).

Las icnitas de la pista del yacimiento “Moror B” son más anchas que largas, con dígitos cortos, anchos y extremos distales romos, superficie plantar ancha y talón redondeado; con una almohadilla digital y plantar. Se aprecia una muy ligera mesaxonia. Los valores relativos de los diferentes índices morfométricos están por debajo del umbral que permite atribuirles, con una estimación de probabilidad de entre el 90,2 y el 97,7 %, a dinosaurios ornitópodos (Tabla 5).

A pesar de tener pocas icnitas se ha intentado, mediante análisis bivariente entre los índices morfométricos (BL2/AMII y BL3/AMIII, BL4/AMIV y BL3/AMIII,

LII/ABII y LIII/ABIII, LIV/ABIV y LIII/ABIII) ver su distribución (según modelo de Moratalla *et al.*, 1988). Las icnitas del yacimiento “Moror A” se sitúan en los valores de índices altos y las icnitas de la pista del afloramiento “Moror B” se sitúan en los valores de índices bajos, ocupando áreas completamente separadas y sin solapamientos. Conscientes de que la estimación de la probabilidad de estos índices debemos considerarla sólo orientativa, de que el número de icnitas es muy reducido, y de la incompleta preservación de algunas de ellas, creemos, sin embargo, que los resultados obtenidos contribuyen a reforzar la atribución de las icnitas del yacimiento “Moror A” a dinosaurios terópodos (carnívoros) y las del yacimiento “Moror B” a ornitópodos (fitófagos).

La atribución de las icnitas de “Moror A” a terópodos representaría una evidencia de la presencia de carnívoros, por otro lado lógica y previsible, en las comunidades de dinosaurios de la Conca de Tremp durante el Cretácico Superior. Anteriormente al hallazgo de estas icnitas, Casanovas *et al.* (1988) dieron a conocer del yacimiento de Els Nerets (Vilamitjana) un radio que identificaron como Megalosauridae indet. y considerado como Theropoda indet. por Pereda-Suberbiola (1999).

Asimismo, una de las dos ooespecies que se conocen de Moror (del nivel más alto de la Fm. Areny, por debajo de las margas grises con rudistas de la Fm. Tremp; Pons, 1977), *Ageroolithus fontllongensis*, pertenece al morfotipo estructural Ratite (Vianey-Liaud & López-Martínez, 1997). Los huevos de dinosaurio con dicho morfotipo estructural se atribuyen a terópodos (Hirsch & Zelenitsky, 1999). La presencia en Moror de fragmentos de cáscaras de huevos del morfotipo Ratite, podría ser indicio de la presencia de terópodos en esta zona.

Recientemente se han citado treinta y dos dientes de terópodos en ocho localidades del Prepirineo Central (Lleida y Huesca) en sedimentos del Cretácico Superior (Campaniense superior - Maastrichtiense superior) pertenecientes a las Fms. Areny y Tremp. Dos de los ocho yacimientos, Figuerola 2 (del Campaniense superior) y Fontllonga 6 (del Maastrichtiense inferior), se localizan en el sinclinal de Àger. Otros tres, L'Abeller, Vicari 4 y Montrebei estan datados del Campaniense superior del sinclinal de Tremp, situándose el yacimiento de Montrebei prácticamente en el límite con el Maastrichtiense inferior (Torices *et al.*, 2004). Los dientes son mayoritariamente de Maniraptoriformes. Se han reconocido doce morfotipos atribuidos a Theropoda indet., Coelurosauria indet., cf. *Euronychodon* sp., *Richardoestesia*-like, cf. Dromaeosauridae indet. (Prieto-Márquez *et al.*, 2000; López-Martínez *et al.*, 2001; Torices-Hernández, 2002, 2003; Torices *et al.*, 2004). *Richardoestesia*-like y cf. *Euronychodon* sp. son considerados Theropoda *incertae sedis* en Canudo & Ruiz-Omeñaca (2003). Torices *et al.* (2004) indican que el diente atribuido a *Richardoestesia*-like podría también asignarse a Dromaeosauridae indet.

Icnitas	MB1	MB2	MB3	MB4	MB5	
Indíces						M
L/A	0,81	0,90	0,88	0,90	0,91	0,88
BLII/AMII	0,80	0,59	0,66	—	—	0,68
BLIII/AMIII	0,84	0,75	0,8	0,74	—	0,78
BLIV/AMIV	0,73	0,73	0,71	—	—	0,72
LII/ABII	2,06	2,37	—	2,25	—	2,22
LIII/ABIII	2,05	2,92	2,53	ca.2,64	—	ca.2,53
LIV/ABIV	2,14	2,27	2,53	—	—	2,4
FSI	38,79	39,94	40,42	38,9	42,9	40,50

Tabla 5. Índices morfométricos obtenidos para las icnitas del yacimiento “Moror B”. FSI: *footprint size index* (sensu Thulborn & Wade, 1989).

Footprint morphological indices of outcrop “Moror B”. M: mean. FSI: *footprint side index* (sensu Thulborn & Wade, 1989).

Ocho dientes (de Blasi 1, Blasi 2, Blasi 3 y Montrebei), del total registrado en el Prepirineo Central, son grandes y han sido asignados al mismo morfotipo de Theropoda indet. (Torices *et al.*, 2004). Dichos autores apuntan la posibilidad de que pertenezcan a los neoceratosaurios, los únicos terópodos de tamaño grande conocidos hasta el momento en España y Europa.

Atribuimos las icnitas del yacimiento “Moror A” a terópodos de tamaño grande – mediano y las asignamos a Theropoda indet.

Las icnitas del yacimiento “Moror A” no se pueden asimilar a las descritas de Millà y de Orcau. La icnoespecie *Orcauichnites garumniensis* de Orcau (Llompart *et al.*, 1984), de la que Lockley & Meyer (1999) intuyen un posible origen terópodo, es una pisada relativamente pequeña y esbelta pero no tanto como las de Moror y con valores de los ángulos interdigitales más bajos y el talón y los dedos más anchos.

En cuanto a icnitas de terópodos, de la bibliografía consultada, que muestran un parecido morfológico general con las de “Moror A”, cabe señalar tres icnoespecies de *Irenosauripus* Stenberg, 1932 del Cretácico Inferior del oeste de Canadá atribuidas a carnosaurios, pero de mayor tamaño (en Haubold, 1971: Lám. 48.2 – 48.4; en Currie, 1989: Fig. 31.2), y *Columbosauripus ungulatus* Stenberg, 1932 del Cretácico Inferior del Canadá asignada a un colurosaúrido (en Haubold, 1971: Lám. 47.9); también del Cretácico inferior de Canadá dos icnitas identificadas como *Irenosauripus* cf. *I. acutus* Stenberg, 1932 y *Columbosauripus ungulatus* (en Glangloff *et al.*, 2004: 303, figs. 4, G y H). Thulborn (1990), a parte de reproducir las formas anteriormente citadas y otras (figs. 6.3,b y 6.9,k,m), figura una icnita grande parecida (fig. 6.4,b), de un supuesto carnosaurio del Cretácico inferior de Inglaterra. Del Cretácico de Brasil, Leonardi (1994: lám. XXIX, figs. 2, 4, y 6) reproduce diversas formas de icnitas de carnosaurios que se les asemejan, tanto en la forma como en el tamaño. Del Cretácico Superior de Wyoming son las icnitas de terópodos *Exallopus loveli* (Harris *et al.*, 1996: 390, figs. 5 y 6; considerada *Saurexallopus* por Lockley *et al.*, 2003) y *Saurexallopus zerbsti* (Lockley *et al.*, 2003: 233, figs. 5A, 6 y 7); se diferencian, sobre todo, de las icnitas de “Moror A” por ser tetradáctilas y substancialmente más anchas que largas.

La atribución de las icnitas estudiadas del yacimiento “Moror B” a ornitópodos viene respaldada claramente por los caracteres morfológicos y por los valores de los índices morfométricos. La asignación a iguanodóntidos o a hadrosaúridos es difícil por el gran parecido de las manos y los pies de ambos grupos.

Las características del rastro estudiado y de sus correspondientes icnitas, sugieren su atribución a ornitópodos del grupo de los hadrosaúridos (ver Thulborn, 1990).

Los abundantes restos óseos y dentarios de Ornithischia estudiados del Cretácico Superior del margen N y

margen S del Montsec (Conca de Tremp y Vall d’Àger) (Llapparent & Aguirre, 1956a, 1956b, 1957; Llompart & Krauss, 1982; Brinkmann, 1984; Casanovas *et al.*, 1985, 1987, 1993, 1995, 1999a,b) pertenecen casi exclusivamente a ornitópodos (iguanodóntidos y hadrosaúridos). Uno de los cinco yacimientos de la Conca de Tremp, que han proporcionado restos óseos de hadrosaúridos es Moror (Brinkmann, 1984).

En cuanto a la otra ooespecie citada de Moror, *Megaloolithus petralta* Vianey-Liadud, Mallan, Buscail & Mogelard, 1994, es del tipo dinosauroide tubo esferulítico (Vianey-Liaud & López-Martínez, 1997). Los huevos que presentan este morfotipo estructural se atribuyen a saurópodos y a ornitópodos.

Por todo ello y teniendo en cuenta que los hadrosaúridos son los ornitópodos típicos más abundantes en el Cretácico Superior y que sus restos abundan en sedimentos de esta edad del Pirineo (Laurent *et al.*, 1997), atribuimos la pista estudiada del afloramiento “Moror B” al desplazamiento de un ornitópodo, posiblemente un hadrosaúrido de talla media. Con los datos que actualmente se dispone es imposible hacer deducciones de tipo taxonómico más concretas.

Las icnitas descritas de “Moror B” muestran una cierta similitud, sobre todo por sus caracteres anatómicos, con los morfotipos A y B de Millà (Vall d’Àger) (Llompart, 1979). En este caso, las pisadas de la Vall d’Àger, que fueron atribuidas a ornitópodos sin precisar más, podrían haber sido originadas por hadrosaúridos. En cambio, con las icnitas de Orcau (Llompart *et al.*, 1984) asignadas a ornitópodos la diferencia morfológica es muy aparente.

Algunas icnitas del Cretácico de Argentina atribuidas a hadrosaúridos (Leonardi, 1994: lám. V fig. 2, lám. XXXII figs. 1, 3) son comparables morfológicamente con las de “Moror B”, pero son de mayor tamaño. Otras icnitas de hadrosaúridos del Cretácico que tienen un parecido general con las de “Moror B” son: *Amblydactylus kortmeyeri* Currie & Sarjeant, 1979 de la Columbia Británica, Canadá (Currie, 1989: fig. 31.2; Thulborn, 1990: fig. 6.37 h, l). reproducen algunas de las figuras originales de dicha icnoespecie); una icnita del Cretácico Superior de Alberta que figuran Haubold (1971: Lám. 54, Fig. 9) y Thulborn (1990: Fig. 6.37,b); varias icnitas de una mina de carbón del Cretácico superior de Utah (Parker & Rowley, 1989: Figs. 40.1, 40.12 y, especialmente, la 40.20). De los dos morfotipos de icnitas de hadrosaúridos del Maastrichtiense de Areny (Huesca) descritos por Barco *et al.* (2001) el correspondiente a las de los rastros 1 y 2 muestra cierta semejanza con las de “Moror B” pero éstas son relativamente más anchas; los valores de las variables del rastro 1 de Areny coinciden prácticamente con los del rastro de “Moror B”.

CONCLUSIONES

El hallazgo en Moror de estos yacimientos con icnitas representa una nueva aportación al conocimiento del registro icnológico del Cretácico Superior de la Conca de Tremp.

De los dos yacimientos descritos, el estratigráficamente más alto, "Moror A", contiene icnitas que atribuimos a dinosaurios terópodos, de tamaño grande - mediano. Las icnitas y el rastro del yacimiento "Moror B" se interpretan como el resultado del desplazamiento de ornitópodos hadrosaurídeos.

Es ésta la primera cita de icnitas de terópodos y de hadrosaurídeos en los sedimentos de facies garumniense del Cretácico Superior de la Conca de Tremp, así como las primeras icnitas atribuidas con seguridad a terópodos en el Cretácico Superior de los Pirineos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco muy sinceramente a los revisores del artículo J. J. Moratalla y J. J. Canudo el interés por su lectura crítica y ayuda bibliográfica. Gracias a sus sugerencias el artículo se ha enriquecido considerablemente.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardévol, L., Casanovas, M. L. & Santafé, J. V. 1995. Restos de dinosaurios del Maastrichtiense de la Conca de Tremp, Lleida (cuenca de antepaís Pirenaica Meridional). *Comunicaciones de las XI Jornadas de Paleontología*, Tremp (Lleida), 25-29.
- Barco, J. L., Ardévol, L. & Canudo, J. J. 2001. Descripción de los primeros rastros asignados a Hadrosauridae (Ornithopoda, Dinosauria) del Maastrichtiense de la Península Ibérica (Areny, Huesca). *Geogaceta*, **30**, 235-238.
- Brinkmann, W. 1984. Erster Nachweis eines Hadrosauriers (Ornithischia) aus dem unteren Garumnium (Maastrichtium) des Beckens von Tremp (Provinz Lérida, Spanien). *Paläontologische Zeitschrift*, **58**, 295-305.
- Canudo, J. I. & Ruiz-Omeñaca, J. I. 2003. Los restos de dinosaurios terópodos (Excluyendo Aves) en España. *Instituto de Estudios Riojanos*, **26**, 347-374.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., Sanz, J. L. & Buscalioni, A. 1985. *Orthomerus* (Hadrosaurinae, Ornithopoda) del Cretácico superior del yacimiento de "Els Nerets" (Tremp, España). *Paleontologia i Evolució*, **19**, 155-162.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., Sanz, J. L. & Buscalioni, A. 1987. Arcosaurios (Crocodylia, Dinosauria) del Cretácico superior de la Conca de Tremp (Lleida, España). *Estudios geológicos*, vol. extr. **Galve-Tremp**, 95-110.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V. & Sanz, J. L. 1988. La primera resta fòssil d'un Teròpode (Saurischia, Dinosauria) en el Cretaci superior de la Conca de Tremp (Lleida, Espanya). *Paleontologia i Evolució*, **22**, 77-81.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V. & Isidro, A. 1993. *Pararhabdodon isonense* n. gen. n. sp. (Dinosauria). Estudio morfológico, radiotomográfico y consideraciones biomecánicas. *Paleontologia i Evolució*, **26**, 121-131.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., Sanz, J. L. & Powell, J. E. 1995. Nuevos restos de Dinosaurios (Titanosauria y Ornithopoda) en el Cretácico superior de las cuencas de Tremp y Dellà (Lleida, España). *Estudios geológicos*, **51**, 277-283.
- Casanovas, M. L., Pereda Suberbiola, X., Santafé, J. V. & Weishampel, D. B. 1999a. First lambeosaurinae hadrosaurid from Europa: palaeobiogeographical implications. *Geological Magazine*, **136**, 205-211.
- Casanovas, M. L., Pereda Suberbiola, X., Santafé, J. V. & Weishampel, D. B. 1999b. A primitive euhadrosaurian dinosaur from the uppermost Cretaceous of the Ager syncline (southern Pyrenees, Catalonia). *Geologie en Mijnbouw*, **78**, 345-356.
- Cuevas, J. L. 1992. Estratigrafía del "Garumniense" de la Conca de Tremp. Prepirineo de Lérida. *Acta Geológica Hispánica*, **27**, 95-108.
- Currie, P.J. 1989. Dinosaur Footprints of Western Canada. In: *Dinosaur Tracks and Traces* (Eds. D. D. Gillette & M. G. Lockley). Cambridge University Press, Cambridge, 293-300.
- Demathieu, G. R. 1990. Problemes in discrimination of tridactyl dinosaur footprints, exemplified by the Hettangian trackways, the Causses, France. *Ichnos*, **1**, 97-110.
- Galbrun, B., Feist, M., Colombo, F., Rocchia, R. & Tambareau, Y. 1993. Magnetostratigraphy and biostratigraphy of Cretaceous-Tertiary continental deposits, Áger basin, province of Lérida, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **102**, 41-52.
- Glangloff, R. A., May, K. C. & Storer, J. E. 2004. An Early Late Cretaceous Dinosaur Tracksite in Central Yukon Territory, Canada. *Ichnos*, **11**, 299-309.
- Harris, J. D., Johnson, K. R., Hicks, J. & Tauxe, L. 1996. Four-toed theropod footprints and a paleomagnetic age from the Whetstone Falls member of the Harebell Formation (Upper cretaceous: Maastrichtian), northwestern Wyoming. *Cretaceous Research*, **17**, 381-401.
- Haubold, H. 1971. Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. In: *Handbuch der Paläoherpetologie* (Ed. O. Khun). Gustaf Fischer Verlag, Stuttgart, **18**, 1-124.
- Hirsch, K. F. & Zelenitsky, D. K. 1999. Dinosaur Eggs. In: *The Complete Dinosaur* (Ed. J. O. Farlow & M. K. Brett-Surman). Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis, 394-402.
- Lapparent, A. F. & Aguirre, E. 1956a. Algunos yacimientos de Dinosaurios del Cretácico superior de la Conca de Tremp. *Estudios geológicos*, **31-32**, 377-382.
- Lapparent, A. F. & Aguirre, E. 1956b. Présence de Dinosauriens dans le Crétacé supérieur du bassin de Tremp (province de Lérida, Espagne). *Comptes Rendues de la Société Géologique de France*, **14**, 261-262.
- Lapparent, A. F. & Aguirre, E. 1957. Presencia de dinosaurios en el Cretácico Superior de la Cuenca de Tremp (Prov. Lérida, España). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, **47**, 3-6.

- Laurent, Y., Le Loeuff, J. & Buffetaut, E. 1997. Les Hadrosauridae (Dinosauria, Ornithopoda) du Maastrichtien supérieur des Corbières orientales (Aude, France). *Révue Paléobiologie*, **16**, 411-423.
- Le Loeuff, J. & Martínez, A. 1997. Afloramiento de icnitas de Titanosauridae en la zona de Fumanya (Maastrichtiense, Pirineo oriental): estudio preliminar. *Geogaceta*, **21**, 151-153.
- Leonardi, G. 1994. *Annotated atlas of South America tetrapod footprints (Devonian to Holocene)*. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Brasília, 247 pp.
- Llompart, C. 1979. Yacimiento de huellas de pisadas de reptil en el Cretácico superior prepirenaico. *Acta Geológica Hispánica. Tomo homenaje al Prof. Ll. Solé Sabarís*, **14**, 333-336.
- Llompart, C. & Krauss, S. 1982. Restos de moluscos y dinosaurios en formaciones estromatolíticas garumnienses al S del Montsec (prov. de Lérida). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, **93**, 371-378.
- Llompart, C., Casanovas, M. L. & Santafé, J. V. 1984. Pisadas de dinosaurios en las facies garumnienses de la Conca de Tremp (Prov. de Lérida). *Acta Geológica Hispánica*, **19**, 143-147.
- Lockley, M. G. & Meyer, C. 1999. *Dinosaur tracks and Other Fossil Footprints of Europe*. Columbia University Press, New York, 323 pp.
- Lockley, M. G., Nadon, G. & Currie, P. J. 2003. A Diverse Dinosaur – Bird Footprint Assemblage from the Lance Formation, Upper Cretaceous, Eastern Wyoming: Implications for Ichnotaxonomy. *Ichnos*, **11**, 229-249.
- López-Martínez, N., Lacasa Ruiz, A. & Martínez Delclós, X. 1998a. Icnitas de dinosaurios saurópodos en el Cretácico superior de Camarasa (la Noguera, Lleida). *Iberda "Ciències"*, **52**, 35-46.
- López-Martínez, N., Ardévol, L., Arribas, M. E., Civís, J. & González-Delgado, A. 1998b. The geological record in non-marine environments around the K/T boundary (Tremp Formation, Spain). *Bulletin de la Société Géologique de France*, **169**, 11-20.
- López-Martínez, N., Canudo, J. I., Ardévol, L., Pereda-Suberbiola, X., Orue-Etxebarria, X., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J. I., Murelaga, X. & Feist, M. 2001. New dinosaur sites correlated with Upper Maastrichtian pelagic deposits in the Spanish Pyrenees: implications for the dinosaur extinction pattern in Europe. *Cretaceous Research*, **22**, 21-61.
- Martinell, J., De Gibert, J., Doménech, R., Ekdale, A. A. & Steen, P. P. 2001. Cretaceous Ray Tracks?: An Alternative Interpretation for the Alleged Dinosaur Tracks of la Posa, Isona, NE Spain. *Palaïos*, **16**, 409-416.
- Mey, P. W. H., Nagtegaal, P. J. C., Roberti, K. J. & Hartvelt, J. J. A. 1968. Lithostratigraphic sub-division of post-hercinian deposits in the south central Pyrenees, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, **4**, 221-228.
- Mimó, M., Llompart, C. & Padrós, M. 1995. Ciclos intra y supramareales en el Garumniense gris de la Conca de Tremp: Maastrichtiense. *XIII Congreso Español de Sedimentología, 28-30 junio de 1995. Teruel, Comunicaciones*, 81-82.
- Moratalla, J. J., Sanz, J. L. & Jiménez, S. 1988. Multivariate Analysis on Lower Cretaceous Dinosaur Footprints: Discrimination Between Ornithopods and Theropods. *Geobios*, **21**, 395-408.
- Parker, L. R. & Rowley, R. L. Jr. 1989. Dinosaur Footprints from a Coal Mine in east-Central UTAH. In: *Dinosaur Tracks and Traces* (Eds. D. D. Gillette & M. G. Lockley). Cambridge University Press, 361-366.
- Pereda-Suberbiola, X. 1999. Las faunas fincretácicas de dinosaurios ibéricos. *Zubia*, **17**, 259-279.
- Pons, J. M. 1977. *Estudio estratigráfico y paleontológico de los yacimientos de rudístidos del Cretácico superior del Prepireneo de la provincia de Lérida*. Tesis Doctoral, Publicaciones de Geología de la Universidad Autónoma de Barcelona, **3**, 105 pp.
- Prieto-Márquez, A., Gaete, R., Galobart, A. & Ardévol, Ll. 2000. A *Richardoestesia*-like theropod tooth from the Late Cretaceous foredeep, south-central Pyrenees, Spain. *Eclogae geologicae Helvetiae*, **93**, 497-501.
- Rosell, J. 1967. Estudio geológico del sector del Prepireneo comprendido entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana (Prov. de Lérida). *Pirineos*, **21** (75-78), 9-214.
- Rosell, J., Linares, R. & Llompart, C. 2001. El "Garumniense" Prepirenaico. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **14**, 47-56.
- Sanz, J. L., Moratalla, J. J. & Casanovas, M. L. 1985. Traza icnológica de un Dinosaurio Iguanodóntido en el Cretácico inferior de Cornago (La Rioja, España). *Estudios geológicos*, **41**, 85-91.
- Sarjeant, W. A. S. & Leonardi, G. 1987. Substrate and Footprints. In: *Glossary and Manual of Tetrapod Footprint Palaeoichnology* (Ed. G. Leonardi). Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília, 53.
- Schulp, A. S. & Brokx, A. W. 1999. Maastrichtian sauripod footprints from the Fumanya site, Berguedà, Spain. *Ichnos*, **6**, 239-250.
- Thulborn, R. A. 1990. *Dinosaur Tracks*. Chapman and Hall, London, 410 pp.
- Thulborn, R. A. & Wade, M. 1989. A Footprint as a History of Movement. In: *Dinosaur Tracks and Traces*. (Eds. D. D. Gillette & M. G. Lockley). Cambridge University Press, 51-56.
- Torices-Hernández, A. 2002. Los dinosaurios terópodos del Cretácico Superior de la Cuenca de Tremp (Pirineos Sur-Centrales, Lleida). *Coloquios de Paleontología*, **53**, 139-146.
- Torices-Hernández, A. 2003. Estudio preliminar de dientes aislados de terópodos del Cretácico Superior de la Cuenca de Tremp (Pirineos sur-centrales, Lleida). *II Jornadas de Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes (Burgos, España), Sep. 2001*, 213-220.
- Torices, A., Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I. & López-Martínez, N. 2004. Nuevos datos sobre los dinosaurios terópodos (Saurischia: Theropoda) del Cretácico superior de los Pirineos Sur-Centrales (Huesca y Lleida). *Geo-Temas*, **6** (5), 71-74.
- Vianey-Liaud, M. & López-Martínez, N. 1997. Late Cretaceous dinosaur eggshells from the Tremp Basin, Southern

- Pyrenees, Lleida, Spain. *Journal of Paleontology*, **71**, 1157-1171.
- Vicens, E., Ardévol, L., López-Martínez, N. & Arribas, M. E. 2001. Correlación de alta resolución del Campaniense-Maastrichtiense, Pirineos sud-centrales. *Geo-Temas*, **3** (2), 261-264.
- Vila, B., Oms, O. & Galobart, À. 2004. Probable rastro de terópodo asociado a las huellas de titanosáuridos de Fumanya (Maastrichtiense, Pirineos Surorientales). *Geo-Temas*, **6** (5), 75-78.

Manuscrito recibido: 13 de Diciembre, 2004

Manuscrito aceptado: 1 de Noviembre, 2005