

NUEVAS HUELLAS TERÓPODAS EN EL YACIMIENTO 4AM EN AÏT MIMOUN (SINCLINAL DE IOUARIDÈNE, ALTO ATLAS, MARRUECOS)

New footprints in the 4Am site in Ait Mimoun (Iouaridène Syncline, High Atlas, Morocco)

Ignacio Díaz-Martínez^{1,2,3}, Latifa Ladel⁴, Daniel Martín⁵, Saida Saadani⁴, Jorge Buzzi⁶, Safia Ghabbane⁴, Angel H. Luján⁷, Driss Moussa⁴, Vanessa Martínez⁸, Yassin Elazzouzi⁴ & Esperanza García-Ortiz de Landaluce⁹

¹Edificio C.T.U. de la Universidad de La Rioja. Madre de Dios, 51. 26006, Logroño (La Rioja). E-mail: inaportu@hotmail.com

²Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja. Portillo, 3. 26586, Enciso (La Rioja).

³Grupo Aragosaurus, Universidad de Zaragoza, Departamento de Ciencias de la Tierra, Área de Paleontología, Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza (Zaragoza).

⁴Faculté des Sciences. Université Mohamed V. Avenue Ibn Batouta. Rabat-Agdal. Maroc.

⁵C/Madrid nº 96 Esc.4 4º C, 28902 Getafe, (Madrid).

⁶Instituto Geológico y Minero de España (IGME) Dpto. de Investigación y Prospectiva Geocientífica C/ La Calera, 1. 28760 Tres Cantos (Madrid).

⁷Edifici Cs. de la Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Barcelona).

⁸Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona. Martí i Franqués s/n, 08028 Barcelona (Barcelona).

⁹Universidad de León. Área de Paleontología. Departamento de Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana s/n. 24071 León (León).

RESUMEN

En el Sinclinal de Iouaridène (Alto Atlas, Marruecos) hay 28 yacimientos estudiados con 781 icnitas de dinosaurio inventariadas. Las huellas más abundantes son las terópodos. Los yacimientos se encuentran en las capas rojas de la Formación Iouaridène de edad Oxfordiense-Kimmeridgiense (Jurásico Superior).

En el yacimiento 4Am se han encontrado 1 par de icnitas y 2 rastros de icnitas terópodos junto a la rastrillada saurópoda con la que se definió *Breviparopus taghbaloutensis*.

El par 4Am6 está compuesto por dos huellas terópodos de más de 40 cm de longitud. 4Am7 está formado por 9 icnitas terópodos pequeñas (24 cm de longitud). 4Am8 es una rastrillada de unos 25 m de longitud con 17 huellas grandes (42 cm de longitud media) de un total de 24.

Todas las icnitas son huellas reales y son posteriores a las grietas de desecación. Ninguna de las icnitas puede considerarse un calco.

Palabras clave: Paleoicnología, icnitas terópodos, dinosaurio, Sinclinal Iouaridène, Marruecos

ABSTRACT

In the Iouaridène Syncline (High Atlas, Morocco) 28 sites have been studied, with 781 dinosaur footprints listed. The theropod tracks are the most abundant in the area. The sites are located in the red layers of the Iouaridène Formation of Oxfordian-Kimmeridgian age (Upper Jurassic).

Two trackways and a pair of theropod footprints have been found in the 4Am site next to the sauropod trackway where the ichnospecies *Breviparopus taghbaloutensis* was defined.

The pair 4Am6 consists of 2 theropod tracks of more than 40 cm long. The 4Am7 trackway consists of a sequence of 9 small theropod footprints (24 cm in length). 4Am8 is a trackway of about 25 m long with 17 large tracks (42 cm long on average) out of a total of 24.

All tracks are true footprints and were formed after the mud cracks. None of the tracks can be considered as an undertrack.

Keywords: Paeoichnolgy, theropod footprints, dinosaur, Iouaridène Syncline, Morocco

INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO ICNOLÓGICO EN EL SINCLINAL DE IOUARIDÈNE

El Sinclinal de Iouaridène es conocido desde hace mucho tiempo por los paleoicnólogos. Boutakiout et al. (en prensa) hacen una revisión bibliográfica detallada del estado de la investigación icnológica en la zona.

El primer trabajo sobre huellas de dinosaurio publicado de esta zona es de Plateau et al. (1937). Hablan de dos yacimientos a 12 kilómetros de Demnat con icnitas terópodos de 50 cm de longitud. Las atribuyen a *Megalosaurus* y afirman que las rocas que las contienen son del Liásico. Lapparent (1945) estudia 40 huellas terópodos que asigna al icnogénero *Eubrontes* y sugiere el Liásico Superior como la edad del yacimiento donde se encontraban. Dutuit & Ouazzou (1980) estudian tres yacimientos con huellas saurópodos. En el más cercano al pueblo de Taghbalout definen el icnotaxón *Breviparopus taghbaloutensis* (yacimiento 4Am de Nouri, 2007). Jenny (1985) sitúa varios yacimientos en la cubeta de Iouaridène en la cartografía geológica de la hoja de Azilal 1:100.000. Posteriormente, Ishigaki (1989) interpreta tres rastros constituidos únicamente por icnitas de manos como la evidencia de dinosaurios saurópodos nadando. Charrière et al. (2005) a partir de estudios con ostrácodos y carofitas proponen que los yacimientos son de edad Kimmeridgiense. Nouri (2007) en su tesis estudia 340 icnitas del sinclinal y describe una nueva icnoespecie de huellas semiplantígradas "*Eutynichnium atlasipodus*". Boutakiout et al. (en prensa) estudian tres rastros con huellas gigantes. Proponen que son las huellas terópodos más grandes del mundo (90 cm de longitud) y que varias de ellas se encuentran en el rastro (discontinuo) de mayor longitud del registro mundial. Por último Boutakiout et al.

(2008) contabiliza en la mitad noroccidental del Sinclinal de Iouaridène 28 yacimientos con un total de 753 icnitas de dinosaurio (526 terópodos; 200 saurópodos; 18 ornitópodos y 9 no identificadas).

Todos los yacimientos del Sinclinal de Iouaridène se encuentran en el miembro inferior de la Formación Iouaridène de edad Oxfordiense-Kimmeridgiense (Charrière et al., 2005). Las huellas están sobre unas capas rojas duras centimétricas con rizaduras y grietas de desecación (Nouri, 2007). Estas capas, resaltan en el paisaje por su dureza y resistencia mayor a la erosión que los niveles lutíticos (también de color rojo y de mayor potencia) sobre los que se encuentran (Boutakiout et al., 2008).

Aït Mimoun es un aduar situado a 10 km al Este de Demnat (Azilal, Marruecos). Nouri (2007) estudia 6 yacimientos con huellas de dinosaurio en esta zona. En uno de ellos (4Am) se encontraron 28 icnitas terópodos nuevas dispuestas en 2 rastros y un par (4Am6, 4Am7 y 4Am8) durante los trabajos de rehabilitación y conservación del mismo. Este yacimiento se encuentra estratigráficamente por debajo del nivel guía regional de edad Kimmeridgiense propuesto por Charrière et al. (2005).

El objetivo de este trabajo es el análisis biomórfico y morfométrico de las nuevas huellas encontradas y su ubicación en el contexto del sinclinal.

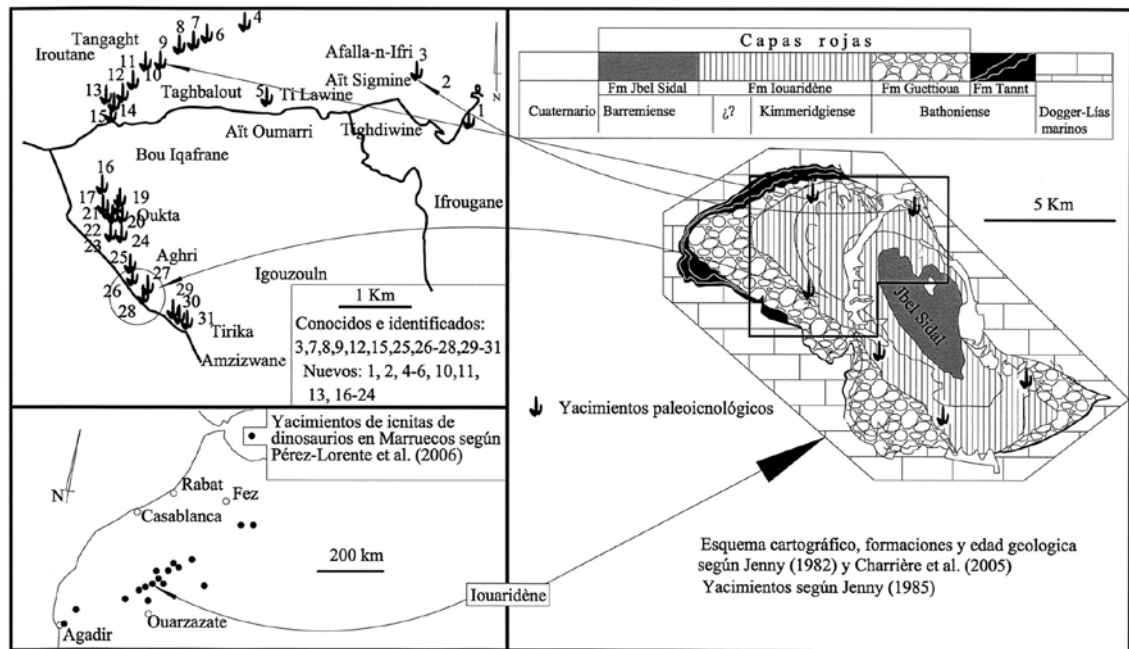


Figura 1. Situación geológica y geográfica del Sinclinal de Iouaridène. El yacimiento 4Am de Nouri (2007) corresponde al 9 de este mapa. Extraído de Boutakiout et al. (2008)

MATERIAL Y MÉTODO

En la zona de Ait Mimoun, mitad noroccidental del Sinclinal, se han estudiado 6 yacimientos con huellas de dinosaurio (Nouri, 2007):

- Yacimiento 1Am: 4 rastros de icnitas terópodos con un total de 45 pisadas. En este yacimiento Nouri (2007) define una nueva icnoespecie: "*Eutynichium atlasipodus*".
- Yacimiento 2Am: 1 rastro con 6 pares mano-pie saurópodos (*Breviparopus*).

- Yacimiento 3Am: 2 rastros saurópodos (35 icnitas), 2 terópodos (37 icnitas) y dos huellas ornitópodos. Las pistas saurópodos son las que estudia Ishigaki (1989) como modelo de las rastrilladas de "sólo manos".

- Yacimiento 4Am: 1 rastro saurópodo de 52 huellas, y 4 rastros terópodos de 25 huellas en total. En la pista saurópoda Dutuit & Ouazzou (1980) definen *Breviparopus taghbaloutensis*.

- Yacimiento 5Am: 1 rastro de icnitas

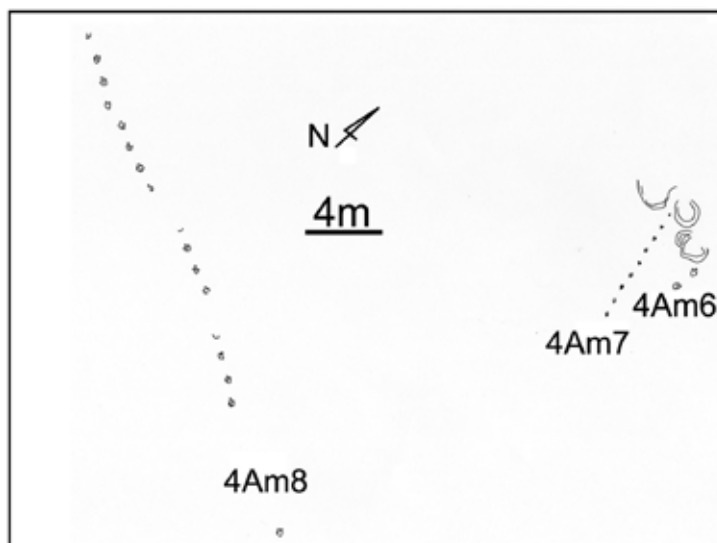


Figura 2. Situación general de par de icnitas y los 2 rastros y parte final del rastro 4Am1 de huellas saurópodos.

ornitópodos (8 huellas)

- Yacimiento 6Am: 3 rastros terópodos (10 huellas)

Los 2 rastros y el par nuevos (Figura 2), 4Am6, 4Am7 y 4Am8 (siguiendo la nomenclatura de Nouri, 2007), se encontraron durante los trabajos de rehabilitación y consolidación de la pista 4AmI durante los Cursos de Verano de la Universidad de La Rioja-Universidad de Rabat. La nomenclatura, los valores morfométricos y las relaciones métricas de rastrilladas e icnitas que se utilizan en este trabajo, se han extraído de varios autores (Haubold, 1971; Alexander, 1976, Casanovas *et al.*, 1989, Demathieu, 1986; Leonardi, 1987; Thulborn, 1990; Pérez-Lorente, 2001).

ESTUDIO ICNOLÓGICO

Las huellas son poco profundas y se encuentran a techo de un estrato con abundantes polígonos de desecación de barro. Cuando hay rebabas rodeando a las icnitas no están muy marcadas. Los polígonos están deformados, levantados en los bordes y rotos en el fondo del hueco. Todas las icnitas son huellas reales, ya que en varias de ellas se han conservado las marcas de las almohadillas (Leonardi, 1997). También, al menos una de las icnitas (4Am7.7, Figura 3) es una estampa (Requeta *et al.*, 2006-7), conservando la

forma del pie que pisó en el substrato (almohadillas, constricciones, uñas...).

Par 4Am6 (Tabla 1, Figura 4)

Está compuesto por dos icnitas grandes, más largas que anchas, tridáctilas y mesaxónicas. Los dedos son largos, separados y con terminación acuminada. La primera huella tiene una escotadura muy marcada en la parte proximal del dedo II y la impresión de una almohadilla en el dedo III. Ambas huellas tienen el talón redondeado. La media del ángulo entre los dedos es similar, tanto en II^III como en III^IV.

La altura calculada hasta el acetábulo es superior a dos metros. El índice (I-a)/a (Pérez-lorente, 2001) indica que el pie del icnopoyeta (Pérez-Lorente y Herrero-Gascón, 2007) era ancho.

Rastro 4Am7 (Tabla 2, Figura 4)

El rastro 4Am7 está formado por 9 icnitas pequeñas (24 cm de longitud media) con diferente grado de conservación. A la huella 4Am7.7 (Figura 3) se le marcan las almohadillas, las uñas, la escotadura y las constricciones laterales, mientras que 4Am7.1 y 4Am7.2 no tienen impreso el dedo II y el talón. La icnita 4Am7.8 está totalmente deformada.

Las pisadas son mesaxónicas, tridáctilas,

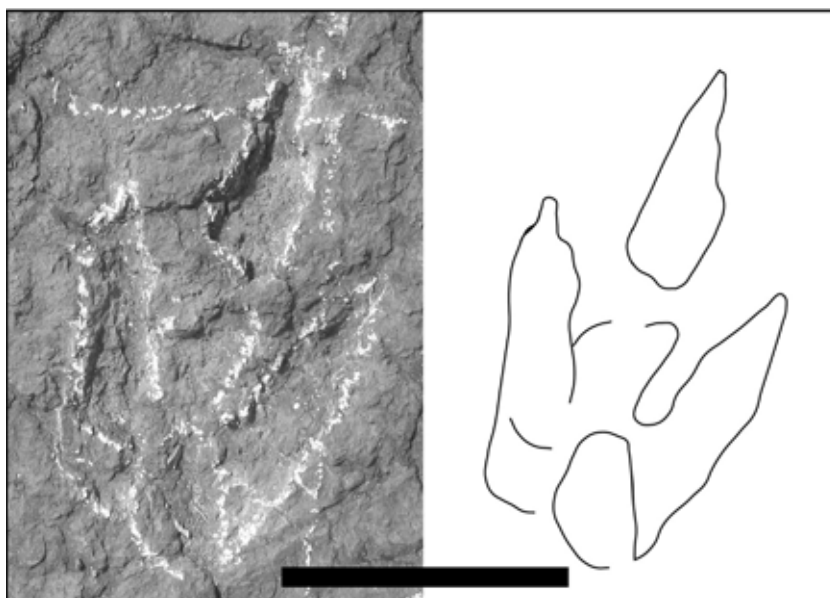


Figura 3. Fotografía y dibujo de 4Am7.7 Escala 15 cm.

Pie	I	a	II	III	IV	II^III	III^IV	P	h	(I-a)/a
4Am6.2	48	34	16	22	4	25°	26°	114	217	0,4
4Am6.1	-	-	-	-	26	28°	29°	-	-	-
Media	48	34	16	22	15	26°	27°	114	217	0,4

Tabla 1. Datos del par 4Am6. Longitud de la pisada (I), anchura de la huella (a), longitud del dedo II (II), longitud del dedo III (III), longitud del dedo IV (IV), ángulo entre los dedos II y III (II^III), ángulo entre los dedos III y IV (III^IV), paso (p) y altura (h). Las medidas en cm y grados.

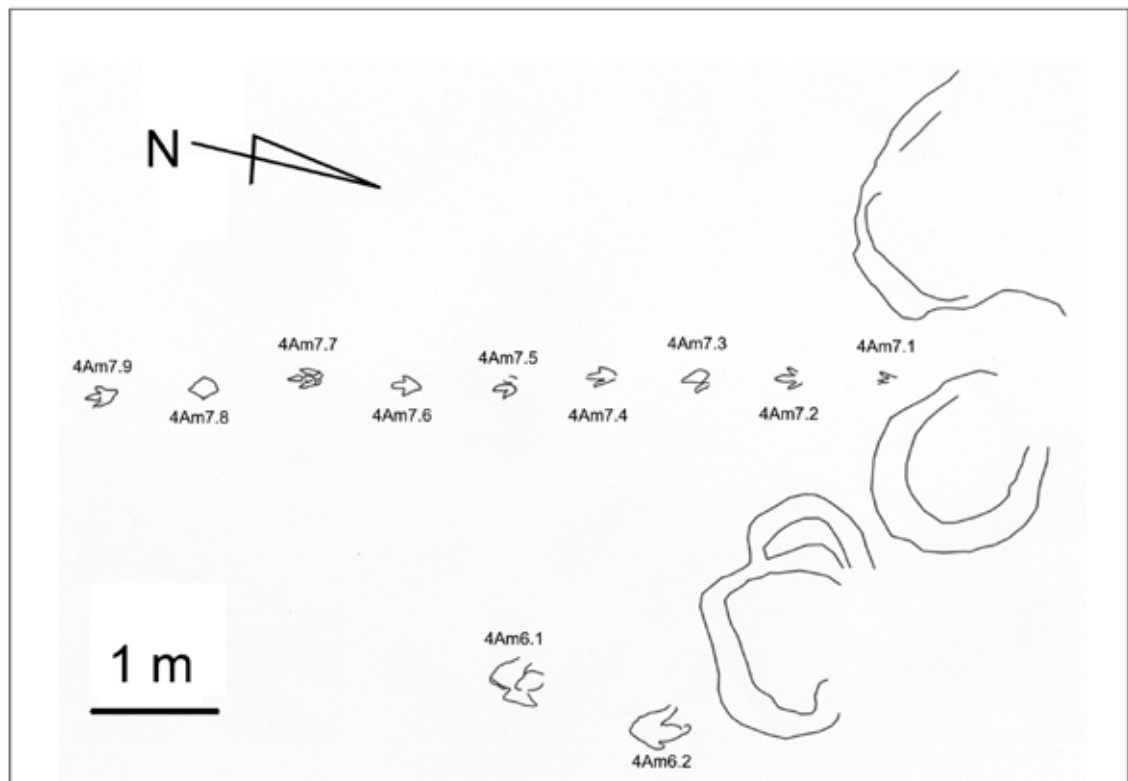


Figura 4. Par 4Am6 y rastro 4Am7. A la derecha parte final del rastro de huellas saurópodos 4Am1

y más largas que anchas. Los dedos son largos, delgados, y con terminación acuminada. El talón es estrecho y presenta una escotadura en la parte proximal del dedo II en las huellas 4Am7.7 y 4Am7.9. En estas mismas icnitas también se aprecian marcas de almohadillas. La media entre de los ángulos interdigitales II^III y III^IV es similar. Sin embargo en II^III hay valores que oscilan entre 15° y 40° y en III^IV entre 15° y 38°. El pie del dinosaurio era estrecho [(I-a)/a = 0,55] y sus extremidades según los datos de Haubold (1971) y Pérez-Lorente (2001) eran delgadas (z/l=6,5).

El valor medio de la orientación es positivo (3° aproximadamente) por lo que no tendría andar

valgo. El ángulo de paso es muy elevado (casi 180° de media) llegando incluso el icnopoyeta a cruzar sus extremidades (4Am7.4 y 4Am7.5 más de 180°). La relación Ar/a (0,1) indica que la rastrillada es muy estrecha y que las pisadas están sobre la línea media.

El paso, la zancada y por lo tanto la velocidad aumentan de magnitud desde la primera hasta la última huella. La VI pasa de 4,4 a 5,2 km/h y la V2 de 3,8 a 4,2 km/h. Según el índice z/h (Thulborn, 1990) con un valor de 1,3 el icnopoyeta se desplazaba andando. La altura calculada hasta el acetábulo es de 116 cm.

Pie	I	a	II	III	IV	II ^{III}	III ^{IV}	P	z	Ap	O	Ar	Lr	h	V ₁	V ₂	(I-a)/a	z/I	Ar/a	z/h
4Am7.9	25	15	-	-	6	16°	38°	-	-	-	-	-	-	121	-	-	0,6	-	-	-
4Am7.8	23	17	-	-	-	-	-	81	162	179°	-1°	0,79	17	109	5,2	4,2	0,3	7,1	0,05	1,4
4Am7.7	27	15	8	18	10	16°	15°	81	155	171°	1°	3,16	22	130	4,9	4,0	0,8	5,8	0,21	1,3
4Am7.6	22	15	4	10	4	45°	38°	74	152	176°	6°	0,79	19	106	4,7	3,9	0,5	6,7	0,05	1,3
4Am7.5	-	-	6	-	-	31°	-	77	153	189°	1°	3,16	12	-	4,8	4,0	-	-	-	1,3
4Am7.4	-	15	3	-	9	40°	16°	76	150	187°	-1°	2,37	-	-	4,6	3,9	-	-	0,16	1,3
4Am7.3	-	-	-	-	-	15°	-	74	148	178°	17°	0,79	-	-	4,5	3,8	-	-	-	1,3
4Am7.2	-	17	7	15	7	34°	26°	73	146	178°	1°	0,79	-	-	4,4	3,8	-	-	0,05	1,2
4Am7.1	-	-	-	-	7	-	30°	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Media	24	16	6	14	7	28°	27°	76	152	179,7°	3,43°	1,7	17,5	116	4,7	3,9	0,55	6,5	0,1	1,3
4Am8.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.23	43	35	16	21	14	24°	24°	122	242	177°	19°	2,4	-	200	5,7	4,9	0,2	5,5	0,07	1,2
4Am8.22	46	35	-	-	17	28°	25°	125	247	170°	-12,5°	4,6	37	209	5,9	5,0	0,3	5,4	0,13	1,3
4Am8.21	-	28	11	-	2	27°	20°	129	249	154°	0°	16,1	58	-	5,9	5,0	-	-	0,58	1,3
4Am8.20	-	32	8	-	-	29°	22°	118	240	165°	4°	9,2	48	-	5,6	4,8	-	-	0,29	1,2
4Am8.19	42	-	-	-	-	-	-	127	239	169°	-14,5°	4,6	42	191	5,6	4,8	-	5,8	-	1,2
4Am8.18	46	35	9	-	-	18°	26°	117	-	182°	0°	1	-	209	-	-	0,3	-	0,03	-
4Am8.17	39	-	-	-	-	34°	-	-	-	-	-9°	-	-	182	-	-	-	-	-	-
----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.14	-	35	13	-	-	29°	28°	122	236	-	-	-	-	-	5,4	4,7	-	-	-	1,2
4Am8.13	46	30	12	25	16	32°	26°	116	-	173°	13°	2,7	35	209	-	-	0,5	-	0,09	-
4Am8.12	35	32	10	-	-	32°	26°	-	-	-	-11°	-	-	164	-	-	0,1	-	-	-
----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.9	39	-	-	-	16	-	27°	130	242	-	10°	0,9	-	182	5,7	4,9	-	6,2	-	1,2
4Am8.8	39	30	16	-	-	33°	24°	119	-	172°	-11°	4,6	39	182	-	-	0,3	-	0,15	-
4Am8.7	43	28	11	-	-	25°	34°	-	-	-	-	-	-	196	-	-	0,6	-	-	-
----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4Am8.1	46	37	16	18	12	27°	17°	-	-	-	-	-	-	209	-	-	0,2	-	-	-
Media	42	32	12	21	13	28°	25°	122	242	170°	9,5°	5,1	43	194	5,7	4,9	0,3	5,7	0,19	1,2

Tabla 2. Datos de los rastros 4Am7 y 4Am8. Longitud de la huella (l), anchura de la huella (a), longitud del dedo II (II), longitud del dedo III (III), longitud del dedo IV (IV), ángulo entre los dedos II y III (II^{III}), ángulo entre los dedos III y IV (III^{IV}), paso (p), zancada (z), ángulo de paso (Ap), orientación (O), amplitud de rastrillada (Ar), luz de rastrillada (Lr), altura (h), velocidad según Alexander (1976) (V1) y velocidad según Demathieu (1986) (V2). Las medidas están en cm, grados y km/h.

Rastro 4Am8 (Tabla 2, Figura 5)

Rastrillada de unos 25 m de longitud constituida por 17 icnitas de una secuencia de 24 pisadas. No aparecen las icnitas 4Am8.2, 4Am8.3, 4Am8.4, 4Am8.5, 4Am8.6, 4Am8.11 y 4Am8.16, unas, las 5 primeras, tapadas por material suprayacente y las otras erosionadas. En algunas icnitas se marcan las almohadillas.

Son icnitas grandes (42 cm de longitud media), más largas que anchas, mesaxónicas y tridáctilas. Los dedos largos, separados y con terminación acuminada. El talón es redondeado con una marcada escotadura que lo separa de la parte proximal del dedo II. La media de los ángulos interdigitales II^III es mayor que la de III^IV. El valor del índice (I-a)/a (0,33) apunta que el pie es estrecho y el de la relación z/l (5,71) según Thulborn (1990), que las extremidades del dinosaurio son normales.

La media de la orientación es positiva (aproximadamente 9°) por lo que el icnopoyeta tiene un andar valgo. El ángulo de paso, al igual que en el rastro 4Am7 es muy alto (170°) y la relación Ar/a (0,1) indica que el dinosaurio pisaba sobre la línea media. La altura del acetábulo es de 194 cm. El animal caminaba a velocidad moderada ($V_1 = 5,68$ y $V_2 = 4,87$) lo cual también viene reflejado en la medida del parámetro z/h (1,25).

DISCUSIÓN

Los datos biomórficos y morfométricos anteriormente expuestos indican que las huellas estudiadas en este trabajo son terópodos. El

icnopoyeta pisó sobre la capa en la que se encuentran las huellas. La penetración del pie en el barro y sus características físicas, hacen que las huellas presenten gran variedad de formas. Debido a que las icnitas se han producido con posterioridad a la formación de las grietas de desecación, se puede deducir que éstas son huellas reales ya que los animales pisaron sobre la capa observada.

En el Sinclinal de Iouaridène las huellas terópodos son las más abundantes (Nouri, 2007; Boutaquiout et al., 2008; Boutaquiout et al., en prensa). Existe una gran variedad de formas condicionadas por:

- La forma del pie del dinosaurio. Hay huellas tridáctilas y tetradáctilas (Nouri, 2007).

- El tamaño del pie del dinosaurio: Se han citado huellas terópodos cuyo tamaño oscila entre unos 17 y 90 cm de longitud (Nouri, 2007; Boutaquiout et al., en prensa).

- Las propiedades físicas del barro: En el Sinclinal hay huellas cuya forma es la reproducción fiel del pie del icnopoyeta (estampas) y otras huellas deformadas, en mayor o menor medida, por el comportamiento del barro (Nouri et al., 2001; Boutaquiout et al., 2008).

Las icnitas estudiadas en este trabajo son tridáctilas. El rastro 4Am7 está compuesto por huellas pequeñas (Thulborn, 1990) de 24 cm de longitud media, mientras que las icnitas del par 4Am6 y del rastro 4Am8 miden más de 40 cm (huellas grandes según Thulborn, 1990). Únicamente 4Am7.7 es considerada como estampa ya que conserva

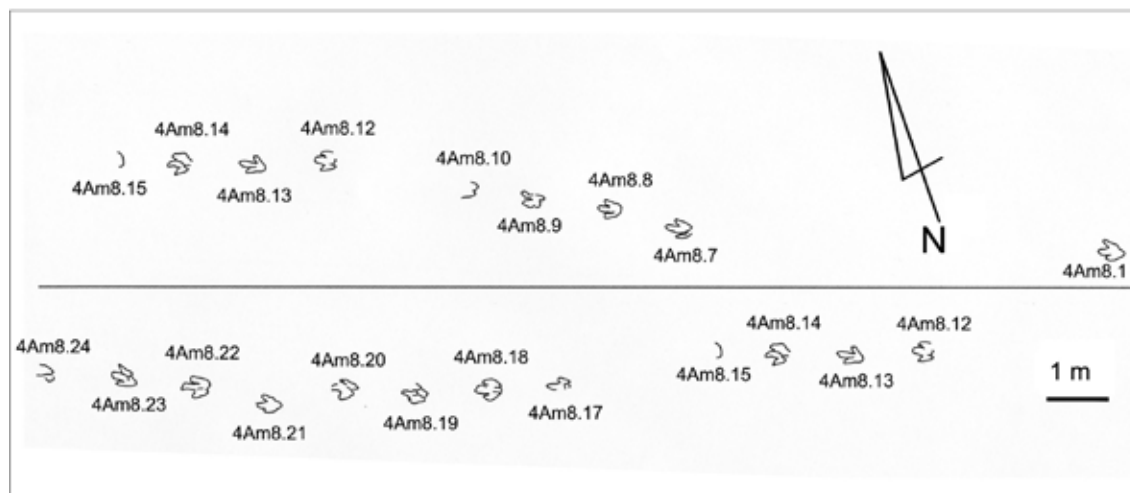


Figura 5. Rastro 4Am8. Se repiten varias huellas (4Am8.12, 4Am8.13, 4Am8.14 y 4Am8.15) para una visión global del rastro.

características (marcas de almohadillas, uñas...) que indican que es posiblemente la reproducción fiel del pie del icnopoyeta.

La forma de las huellas terópodos del yacimiento 4Am es parecida a las de los demás yacimientos del área de Aït Mimoun. En la mayoría de los casos esta forma está condicionada por caracteres extramorfológicos (ajenos a la forma del pie) por lo que hasta que no se avance en su investigación no es aconsejable agrupar estas icnitas en morfotipos.

CONCLUSIONES

Se describen 2 rastros y un par de huellas terópodos nuevos en el yacimiento de 4Am del Sinclinal de Iouaridène (Alto Atlas, Marruecos).

El número de icnitas terópodos en el Sinclinal de Iouaridène (Alto Atlas, Marruecos) sigue creciendo. Se añaden 28 huellas terópodos a las 526 ya citadas y hacen un total de 781 icnitas de dinosaurio en general para el sinclinal.

Las icnitas de 4Am6 y 4Am8 miden más de 40 cm y las de 4Am7 24cm. El rastro 4Am7 y el 4Am8 tienen valores muy bajos en el índice Ar/a, por lo que las huellas se colocan sobre la línea media de la rastrillada. Todas las icnitas son huellas reales y posteriores a la formación de las grietas de desecación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Doctores Mohamed Boutakiout y Félix Pérez-Lorente su ayuda y correcciones en el manuscrito original. También a B. Vila y J. Moratalla sus comentarios con los que se ha mejorado el trabajo. Ignacio Díaz-Martínez agradece a la Fundación Patrimonio Paleontológico la beca Maderas Garnica. Esperanza García-Ortiz de Landaluze quiere agradecer a la Universidad de León la beca predoctoral ULE. El curso de verano se ha hecho gracias al proyecto A/721/06 de la Agencia Española de Cooperación Internacional, integrado en el proyecto de Cooperación Interuniversitaria Rabat-La Rioja; a la Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja; y a M. Youssef Ennadiffi de la Asociación para la Protección del Patrimonio Geológico Marroquí que gestionó ayuda en material y alojamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, R. M. (1976)- Estimates of speeds of dinosaurs. *Nature*, **261**: 129-130.
- Boutakiout, M., Hadri, M., Nouri, J., Díaz-Martínez, I. & Pérez-Lorente, F. (2008)- Prospecciones paleoicnológicas en el sinclinal de Iouaridène (Alto Atlas, Marruecos). Cuantificación de yacimientos y de icnitas. *Geogaceta*, **45**: 51-54.
- Boutakiout, M., Hadri, M., Nouri, J., Díaz-Martínez, I. & Pérez-Lorente, F. (en prensa)- Largas rastrilladas (?) con icnitas terópodos gigantes. Sinclinal de Iouaridène. Jurásico Superior. Marruecos. *Revista española de paleontología*.
- Casanovas Cladellas, M. L., Fernández Ortega, A., Pérez-Lorente, F. & Santafé Llopis, J.V. (1989)- Huellas de dinosaurio de La Rioja. Yacimientos de Valdecevillo, La Senoba y de la Virgen del Campo. *Instituto de Estudios Riojanos. Ciencias de la Tierra*, **12**: 190 pp.
- Charrière, A., Haddoumi, H. & Mojon, P.O. (2005)- Découverte de Jurassique supérieur et d'un niveau marin du Barrémien dans les «couches rouges» continentales du Haut Atlas central marocain: implications paléogéographiques et structurales. *Comptes Rendues Palevol*, **4**: 385-394.
- Demathieu, G. R. (1986)- Nouvelles recherches sur la vitesse des vertébrés, auteurs de traces fossiles. *Geobios*, **19**: 327-333.
- Dutuit, J. M. & Ouazzou, A. (1980)- Découverte d'une piste de Dinosaur sauropode sur le site d'empreintes de Demnat (Haut-Atlas marocain). *Mémoires de la Société géologique de France, N.S.*, **139**: 95-102.
- Haubold, H. 1971- *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium*. in: Gustav Fischer Verlag (Ed.), *Handbuch der Paläoherpétologie*, Stuttgart, Portland, 1-121.
- Ishigaki, S. (1989)- Footprints of swimming sauropods from Morocco. in D.D. Gillette & G.M. Lockley, (Eds.), *Dinosaur Tracks and Traces*. Cambridge University Press, Cambridge, 83-86.
- Jenny, J. (1982)- Maquette Carte Géologique du Maroc du Maroc, 399, feuille Azilal. *Carte Géologique du Maroc* 1:100.000.
- Jenny, J. (1985)- Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, 399, feuille Azilal. *Carte Géologique du Maroc* 1:100.000.
- Lapparent, A. F. (1945)- Empreintes de pas de Dinosaurien du Maroc, exposées dans la Galerie de Paléobiologie. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, **2**: 268-271.
- Leonardi, G. (1987)- Glossary and Manual of Tetrapod footprint palaeoichnology. Ministerio das Minas e Energia, Departamento nacional de Producao Mineral, Brasília, 75 pp.
- Leonardi, G. (1997)- Problemática actual de las icnitas de los dinosaurios. *Revista Sociedad Geológica de España*, **10(3-4)**: 341-353.
- Nouri, J. (2007)- La paléoichnologie des empreintes de pas des dinosauriens imprimées dans les couches du Jurassique du Haut-Atlas Central. Tesis Doctoral, *Facultad de Ciencias, Universidad Mohamed V de Rabat*. 240 pp (inédito).
- Nouri, J., Pérez-Lorente, F. & Boutakiout, M. (2001)- Descubrimiento de una pista semiplantigrada de

dinosaurio en el yacimiento de Tirika (Demnat. Alto Atlas central marroquí). *Geogaceta*, **29**: 83-86.

Pérez-Lorente, F. (2001)- Paleocnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja. Fundación Patrimonio Paleontológico de la Rioja, La Rioja, 227pp.

Pérez-Lorente, F. & Herrero Gascón, J. (2007)- El movimiento de un dinosaurio deducido de una rastrillada terópoda con estructuras de inmersión en los pies en barro y de arrastre de cola (Formación Villar del Arzobispo. Galve, Teruel, España). *Revista Española de Paleontología*, **22(2)**, 157-174.

Plateau, H., Giboulet, G. & Roch, E. (1937)- Sur la présence d'empreintes de pas de Dinosauriens dans la région de Demnat (Maroc). *Comptes Rendus sommaires de la Société géologique de France*, **1937**: 241-242.

Requeta, L.E., Hernández-Medrano, N., Pérez-Lorente, F. (2006-7)- La Pellejera: Descripción y aportaciones. Heterocronía y variabilidad de un yacimiento con huellas de dinosaurio de La Rioja (España). *Zubía monográfico*, **18-19**: 21-114.

Thulborn, T. (1990)- Dinosaur tracks. Chapman and Hall (Eds.), 410 pp.