



Nuevo rastro saurópodo de la Formación Iouaridène (Kimmeridgiense, Jurásico Superior) en el Alto Atlas, Marruecos

New sauropod trackway from Iouaridène Formation (Kimmeridgian, Upper Jurassic) in the High Atlas, Morocco

Castanera, D.¹, Boutakiout, M.², Latifa, L.², Díaz-Martínez, I.^{1,3}, García Ortiz de Landaluce, E.⁴ y Pérez-Lorente, F.³

1: Grupo Aragosaurus-IUCA. Paleontología. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009 Zaragoza. dcastanera@unizar.es;

2: Dto. Sciences de la Terre. Université Mohamed V. Av. Ibn Batota. Rabat. Association pour la Protection du Patrimoine Géologique Marocaine PPGM.

3: Universidad de La Rioja, c/Madre de Dios 51-53. Logroño. Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja. Portillo, 2. Enciso

4: Universidad de León. Área de Paleontología. Dpto. Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana, s/n. C.P. 24071 – León.

Resumen

Una de las características del sinclinal de Iouaridène, situado en el Alto Atlas Central, en la provincia de Azilal (unos 100 km al este de Marrakech) es la gran cantidad de yacimientos con icnitas de dinosaurio. En el miembro inferior de la Formación de Iouaridène se han inventariado más de 40 yacimientos (Boutakiout *et al.*, 2009b) de edad Kimmeridgiense, Jurásico Superior (Charrière *et al.*, 2005).

En estos materiales de color rojizo y de origen lacustre, en los que abundan las rizaduras y las grietas de desecación, se han descrito icnitas de distintos grupos de dinosaurios: terópodos, saurópodos, ornitópodos y tireóforos. Dentro de esta diversa icnocenosis, las icnitas terópodas y saurópodas son las predominantes (Nouri, 2007; Belvedere, 2008; Boutakiout *et al.*, 2009a). El sinclinal de Iouaridène es un punto de referencia en el estudio de icnitas de saurópodo debido a la definición del icnotaxón *Breviparopus taghbaloutensis* y a la descripción de rastros de tipo “manus-only” y “manus dominated” (Ishigaki, 1989). Recientemente se han descrito un nuevo rastro de un saurópodo girando (Ishigaki and Matsumoto, 2009) y una manada de saurópodos pequeños (Belvedere, 2008).

En el yacimiento 7IGR (Boutakiout *et al.*, 2009b) se describe un nuevo rastro de saurópodo de vía estrecha (pies y manos pisan la línea media del rastro) formado por 25 icnitas (Fig.1) En ellas destaca la diferencia en la conservación de las huellas de manos y de pies, así como el tamaño de las primeras. Las marcas de manos son mayores que las de los pies (longitud y anchura medias 57 y 85 cm), algo más profundas, semilunares y son las únicas que se marcan a lo largo de toda la rastrillada. La forma de las icnitas de los pies es muy variable (Fig.1) como consecuencia probablemente de la mecánica de la impresión. El paso es de 181 cm para las manos y 164 cm para los pies; el ángulo de paso es de 111° y 130° para manos y pies respectivamente. Destaca la variación en la orientación de las manos respecto a la línea media, con valores que varían entre 4 y 40°. El valor de la relación de rastrillada o “Trackway Ratio” (Romano *et al.*, 2007) es de 46 % para las manos (MTR), y de 53 % para los pies (PTR). Este último valor no es representativo porque la pista proporciona muy pocos datos, pero está claro que se trata de una rastrillada de vía estrecha en la que las marcas de los pies pisan la línea media (Fig. 1).

En algunas de las icnitas se observan dos superficies, la superior, con grietas de desecación y que consideramos como superficie de marcha (aunque no se puede descartar que hubiera un pequeño nivel de barro arcilloso muy hidratado por encima); y la inferior que se observa exclusivamente debajo de las marcas, en la cual hay estructuras de escape de fluidos. Esto sugiere que el dinosaurio pisó en un nivel relativamente compactado pero que el contenido de agua en niveles infrayacentes era mayor.

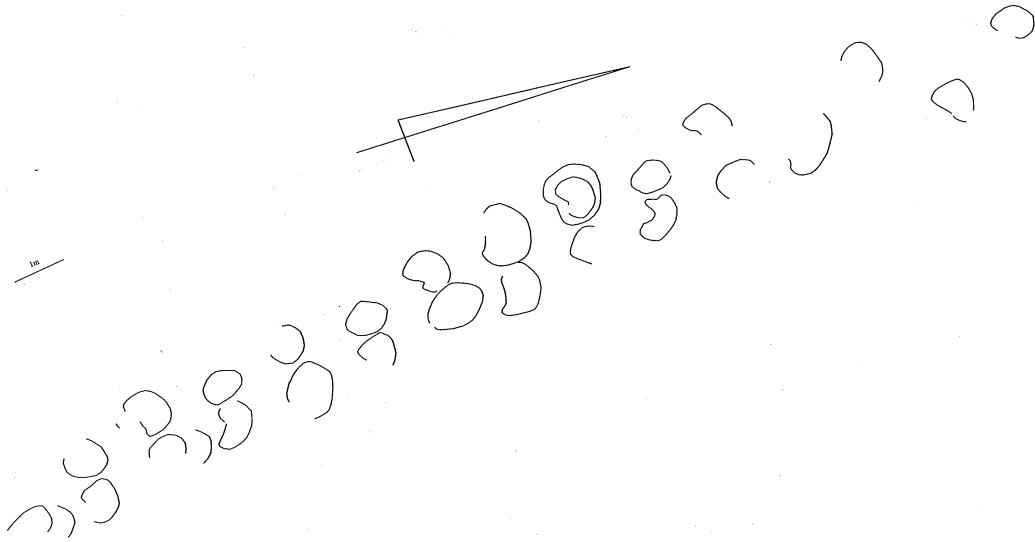


Figura 1.- Esquema del nuevo rastro saurópodo de vía estrecha, en el yacimiento 7IGR de la Formación Iouaridène (Jurásico Superior) de Marruecos.

Son de destacar algunas diferencias existentes entre el nuevo rastro del yacimiento 7IGR y los rastros saurópodos descritos en la Formación Iouaridène (Nouri, 2007; Belvedere, 2008; Ishigaki and Matsumoto, 2009), especialmente el tamaño de las manos y el MTR. Estas diferencias podrían ser debidas a un factor taxonómico (dinosaurios distintos) o bien como consecuencia de un modo de locomoción en semiflotación, en el que la impresión de las manos es mayor y más marcada que la de los pies.

Palabras clave: icnitas, saurópodo, vía estrecha, Formación Iouaridène, Jurásico, Marruecos.

Abstract

One of the characteristics of the Iouaridène syncline, located in central High Atlas is the large number of dinosaur tracksites. More than 40 tracksites have been counted in the lower member of the Iouaridène Formation (Boutakiout *et al.*, 2009b) which is Kimmeridgian, Late Jurassic in age (Charrière *et al.*, 2005).

Different dinosaur footprints types have been described in this reddish with ripples and mudcracks, lacustrine materials. There is a diverse ichnocoenosis, with theropod, sauropod, ornithopod and thyreophor dinosaurs. The first two ones are the dominant (Nouri, 2007; Belvedere, 2008; Boutakiout *et al.*, 2009a). The Iouaridène syncline is a referent point in the study of sauropod tracks due to the definition of the ichnotaxon *Breviparopus taghbaloutensis*, and the description of manus-only and manus dominated trackways (Ishigaki, 1989). Recently a turning sauropod trackway (Ishigaki and Matsumoto, 2009) and a small sauropod herd (Belvedere, 2008) have been described.

In 7IGR tracksite (Boutakiout *et al.*, 2009b) it is described a new narrow-gauge sauropod trackway (pes and manus closer to the midline) wich has 25 footprints (Fig.1). It is necessary to emphasize the preservation difference between the manus and the pes, and the manus size also. The manus are bigger and deeper than the pes. They are impressed along all the trackway but the last pes

footprints are not. They are crescent shape with an average length and width of 57 and 85 cm. The pes shape is so changeable (Fig.1) probably due to the mechanic printing. The manus length pace is 181 cm and the pes length pace is 164 cm, in average. The pace angulation is 111° to the manus and 130° to the pes. It is remarkable the manus rotation difference, with values that variate from 4 to 40°. The Trackway Ratio (Romano *et al.*, 2007) is 46% (MTR) and 53% (PTR). The last value is not representative because we cannot measure more data in the trackway, but it is clear that it belongs to a narrow-gauge trackway type (Fig. 1).

In some of the tracks two levels have been described. The upper one has mudcracks and we consider that is the tracking surface (although we cannot rule out the presence of a mud layer above). The lower surface, observed only below the tracks, has fluid escape structures. This suggests that the dinosaur tread on a compact layer with some moisture levels below.

There are some remarkable differences between the 7IGR trackway and the other sauropod trackways described in Iouaridène Formation (Nouri, 2007; Belvedere, 2008; Ishigaki and Matsumoto, 2009), especially in the manus size and the MTR. These differences could be due to taxonomic factors (different dinosaurs) or as a consequence of different locomotion mode (semi-floating) in which the manus marks are bigger and deeper than the pes ones.

Keywords: footprints, sauropod, narrow-gauge trackway, Iouaridène Formation, Jurassic, Morocco.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer al AME y a la Asociación Guías de Galve por la ayuda prestada en la campaña de campo y a la Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja que han cedido el material. D. Castanera es beneficiario de una Beca de Formación de Profesorado Universitario del Ministerio de Educación (Ref. AP2008-01340). I. Díaz-Martínez agradece a la Fundación Patrimonio Paleontológico la beca Maderas Garnica. E. García Ortiz de Landaluze quiere agradecer a la Universidad de León la beca ULE gracias a la cual lleva a cabo su investigación conducente al título de Doctora.

Referencias

- Belvedere, (2008): *Ichnological researches on the Upper Jurassic dinosaur tracks in Iouaridène area (Demnat, central High-Atlas, Morocco)*. Tesis Doctoral de la Università degli Studi di Padova, 121 pp.
- Boutakiout, M., Hadri, M., Nouri, J., Díaz-Martínez, I., Pérez-Lorente, F. (2009a): Rastrilladas de icnitas terópodos gigantes del Jurásico Superior (Sinclinal de Iouridène, Marruecos). *Revista Española de Paleontología*, 24, 1, 31-46.
- Boutakiout, M., Ladel, L., Díaz-Martínez, I., Pérez-Lorente, F. (2009b, en prensa): Prospecciones paleoicnológicas en el sinclinal de Iouaridène (Alto Atlas, Marruecos). 2: Parte oriental, *Geogaceta*, 47.
- 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.
- Ishigaki, S. (1989): Foot prints of swimming sauropods from Morocco. En: *Dinosaur Tracks and Traces* (eds. D. D. Gillette and M. G. Lockley): 83–86. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Ishigaki, S.; Matsumoto, Y. (2009): "Off-tracking" like phenomenon observed in the turning sauropod trackway from the Upper Jurassic of Morocco. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, 8, 1-10.
- Nouri, J. (2007): *La paleoichnologie des empreintes de pas des dinosauriens, imprimées dans les couches du Jurassique, du Haut-Atlas Central du Maroc*. Tesis Doctoral de la Mohammed V University. Rabat. 250pp.
- Romano, M., Whyte, M.A. Jackson, S.J. (2007): Trackway Ratio: a new look at trackway gauge in the analysis of quadrupedal dinosaur trackways and its implications for icnotaxonomy. *Ichnos*, 14, 257-270.