

Ícnitas tireóforas y terópodas en Ansous (Pliensbachense, Alto Atlas Central, Marruecos)

Thyreophoran and theropod prints from Ansous (Pliensbachien, High Atlas Central, Morocco)

Mohamed Boutakiout¹, Moussa Masrour² y Félix Pérez-Lorente³

¹ Faculté des Sciences Université Mohamed V. Avda Ibn Batota s/n. Rabat, Marruecos. boutakiout@fsr.ac.ma

² Faculté des Sciences. Université Ibn Zohr. B.P.8106 Cité Dakhla - Agadir, Marruecos. rv3p3@yahoo.fr

³ Edificio CT, Universidad de La Rioja. c/ Madre de Dios 51-53. 26006 Logroño, España. felix.perez@unirioja.es

ABSTRACT

In this paper thyreophoran and theropod footprints contained in two of four new sites found in Ansous are described. In one of the sites there are also preserved sauropod tracks. Although there have been cited three other references to thyreophoran footprints in Morocco, this is the first of such quadrupedal footprints from the Lower Jurassic age (Pliensbachian) in the country. We provide biomorphic and morphometric data of booth footprint types (theropod and thyreophoran). The assignation is made by the biomorphic characters of the ichnites and the age of the rocks on which the sites are placed. We recommend continuing to explore in this area due to its exceptional potential of dinosaur palaeoichnology.

Key-words: Thyreophoran, theropod, footprints, Pliensbachian, Morocco.

RESUMEN

Se citan cuatro yacimientos en Ansous con ícnitas terópodas, saurópodas y tireóforas de los que se describen una parte de las huellas terópodas y las tireóforas. Aunque se han publicado otras tres referencias de huellas cuadrúpedas de este tipo y de edad Jurásico Inferior (Pliensbachense) en el país. Se proporcionan los datos biomórficos y morfométricos de las improntas terópodas y de las tireóforas. La atribución se hace por los caracteres biomórficos de las ícnitas y por la edad de las rocas en las que están los yacimientos. Es recomendable continuar con la prospección en esta zona debido al excepcional potencial paleoicnológico.

Palabras clave: Ícnitas, tireóforas, terópodas, Pliensbachense, Marruecos.

Geogaceta, 55 (2014), 75-78.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 21 de junio de 2013
Fecha de revisión: 22 de octubre de 2013
Fecha de aceptación: 29 de noviembre de 2013

Introducción

Jossen (1990) y Jenny y Jossen (1982) citaron yacimientos con huellas de dinosaurio en la zona de Bou-Guemez (Ishigaki, 1989; Nouri, 2007; Boutakiout *et al.*, 2010) y alrededores. Por esa razón, en una de las campañas de prospección sobre ícnitas se rastrearon los techos relativamente limpios y amplios (más de 2 m²) en la cabecera del oued de Ansous en donde se encontraron 4 yacimientos. Es posible que Ishigaki (1989) se refiera a alguno de ellos cuando cita huellas tridáctilas en la zona de Iskhatafene-Ansous.

Jossen (1990) señala huellas de dinosaurio en la Formación de Ait Bazzi y en la Formación Arganane. Hasta ahora hemos encontrado huellas en la segunda, que está constituida por sedimentos marinos de muy

poca profundidad, incluso emergidos, en ocasiones con influencia de sedimentación continental.

Los yacimientos se han llamado 1ANS, 2ANS, 3ANS y 4ANS. Se presenta el estudio de dos de ellos (2ANS y 3ANS) que contienen las ícnitas mejor conservadas.

Hay que destacar que es muy probable que si se amplía la zona de prospección, aumentará el número de descubrimientos.

Localización geográfica y geológica

Ansous está en el Alto Atlas Central (Fig. 1) lejos de núcleos urbanos grandes. Las coordenadas UTM de los yacimientos, obtenidas en la cartografía global de Google, cuadrícula 29R, son las que se indican en la Tabla I.

Yacimiento	X	Y
1ANS	744369	3509422
2ANS	744413	3509481
3ANS	744722	3510222
4ANS	744693	3510222

Tabla I. Coordenadas UTM de los yacimientos.

Table I. UTM coordinates of the sites.

Las ícnitas están en el techo de estratos carbonatados con láminas de la Formación Arganane. La dirección de todos los estratos es más o menos paralela porque se encuentran a pocos metros unos de otros, en el mismo flanco de un pliegue anticlinal cuyo núcleo, ocupado por calizas del Sinemuriense (Formación de Imi-n-Ifri), forma la cresta topográfica (Fig. 1). La edad que se les atribuye es Pliensba-

chiense, quizá Domeriense porque se encuentran por encima de la Formación de Aït Bazzi (también Pliensbachense) y muy próximas a la Formación Azilal datada en el Toarciense (El Bchari y Souel, 2008). Estos autores señalan los yacimientos con huellas de dinosaurio en la columna estratigráfica de Rbat, muy cerca de Ibaquallwñ (Fig. 1), en la parte media del Domeriense superior.

Contenido icnítico

El contenido icnítico de los yacimientos es diverso, y en parte similar al mencionado en los lugares próximos.

El yacimiento 1ANS contiene unas 50 icnitas tridáctilas con dedos acuminados y separados de huellas terópodos de las que no se ha levantado cartografía ni se han tomado medidas. Está en el fondo del barranco en un nivel de calizas tableadas con laminación algal, de dirección N055°E y buzamiento 50° al SO. Alguno de los niveles del entorno tiene grietas de desecación.

El yacimiento 2ANS tiene una pista cuadrúpeda, erosionada en la parte central, y varias icnitas del mismo morfotipo separadas de ella (Fig. 2A). 1ANS y 2ANS están en el mismo barranco y en la misma ladera Norte. La dirección de la capa (N065°E) y su buzamiento (52°SO) difieren muy poco. Son también calizas tableadas.

En el yacimiento 3ANS se han contabilizado 20 huellas terópodos similares a las de 1ANS. Las lajas de la capa superior tapan parcial o totalmente las icnitas, aunque se ha podido separar una rastrillada. La dirección (N060°E) y el buzamiento (37°SE) son similares a los anteriores.

Finalmente, 4ANS contiene 40 huellas subredondeadas atribuibles a dinosaurios saurópodos y dos huellas terópodos de unos 35 cm de largo. La dirección (N060°E), el buzamiento (40°SO) y la composición litológica de las capas son similares a las anteriores.

Iconotipos de 2ANS y 3ANS

2ANS1 es una rastrillada que si estuviese completa tendría 8 marcas de mano y 8 de pie. De ellas se conservan bien (Fig. 2A) dos marcas de pie y una de mano, además de 10 huellas de mano y pie deformadas o con la línea de contorno no cerrada. En casi todas las icnitas hay una rebaba relativamente estrecha y poco pronunciada.

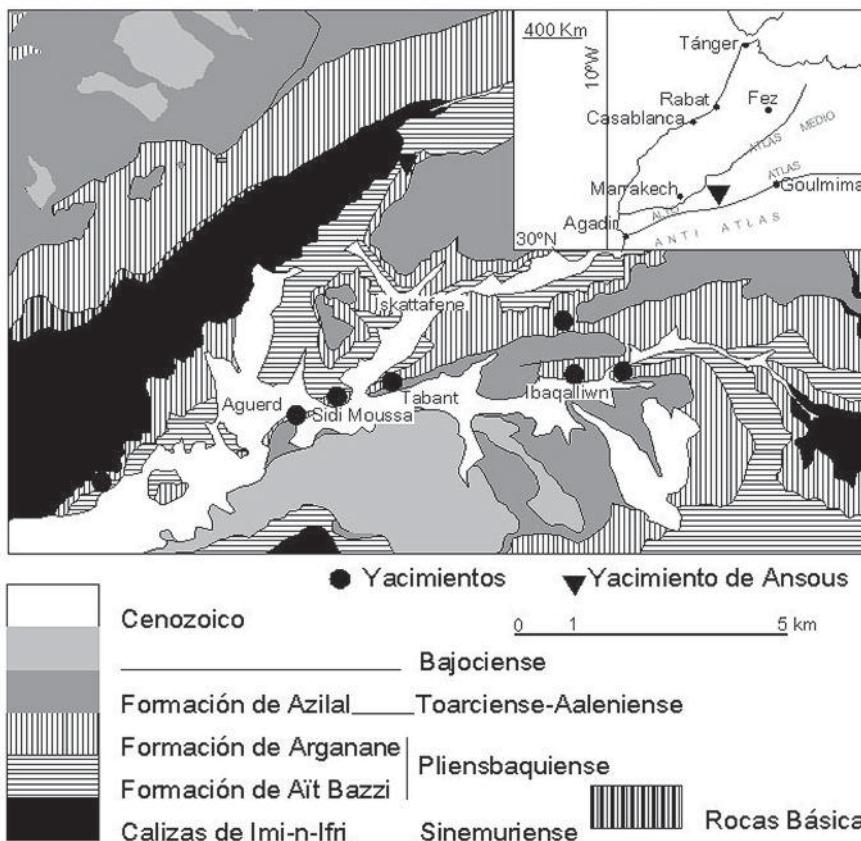


Fig. 1.- Localización de los yacimientos de Ansous. Esquema geológico de Jossen (1990).

Fig. 1.- Situation of the Ansous sites. Geological data from Jossen (1990).

Los pies son grandes y masivos. La longitud media (Tabla II) es de 58 cm y la anchura de 50 cm. Aparentemente tienen tres (quizá cuatro) dedos colocados distal y simétricamente respecto al eje del pie. Los dedos dejan marca de una almohadilla algo más larga que ancha que puede contactar o no con las vecinas. La parte medial del dedo interno tiene una constricción que se aprecia en 2ANS1.1p y en 2ANS1.6p. La terminación de los dedos es redondeada. La marca del "talón" es amplia y recta o levemente apuntada hacia la parte medial.

En la parte media interna del pie destaca una elevación adyacente a las almohadillas dactilares que lo cruza perpendicularmente. El apoyo del pie se hace en dos zonas constituidas por una almohadilla trasera grande y por la mencionada adyacente a las almohadillas dactilares.

Las manos son más anchas que largas. Solamente parece completa 2ANS1.6m. De ellas se deduce que tienen dedos salientes, probablemente 3 y que son biconvexas, al contrario que muchas otras marcas de mano (cóncavo-convexas) de dinosaurios

cuadrúpedos no ornitópodos. 2ANS1 es una rastrillada cuadrúpeda, relativamente estrecha ($Ar/a \approx 0.5$), con las huellas de las manos más internas que las de los pies.

La distancia mano pie es pequeña. El ángulo de paso es cerrado. No se puede deducir el tipo de marcha, ni la velocidad de desplazamiento porque no hay fiabilidad para calcular la altura de las extremidades. La relación Z/l es muy baja y propia de animales de extremidades muy gruesas.

3ANS1 (Fig. 2B) es la rastrillada terópoda más completa de Ansous. El rastro es de seis icnitas consecutivas, pero ninguna tiene la línea de contorno cerrada. La sexta pisada está deformada por otra icnita.

Las huellas (Tabla II) son de 30 cm de longitud y 27 cm de anchura medias. La longitud en función de la anchura $[(l-a)/a = 0, 1]$ indica pie estrecho. Las marcas son de dedos fuertes, relativamente largos y separados. En algunas de ellas se aprecian las líneas de separación o las constricciones laterales debidas a almohadillas. La terminación es acuminada. El ángulo interdigital $II \wedge III$ es menor que el $III \wedge IV$. El talón es saliente y coincide con la parte proximal del

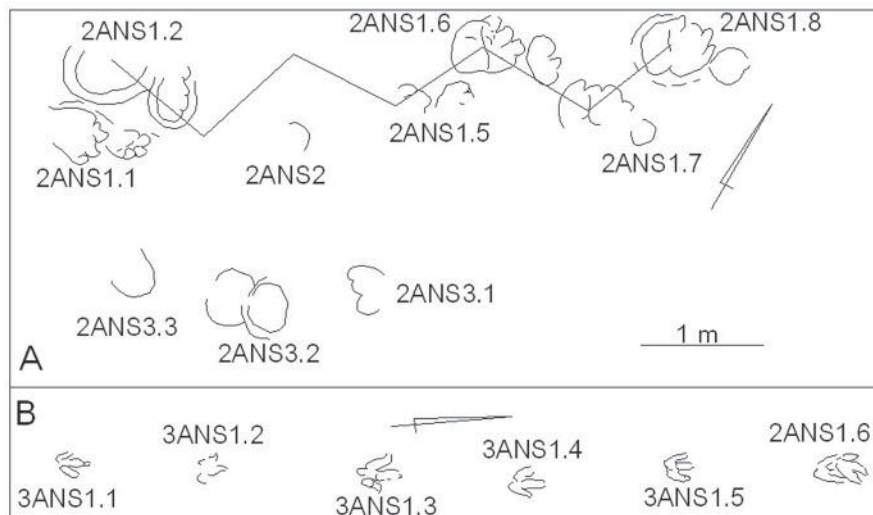


Fig. 2.- A) Rastrillada e icnitas sueltas de 2ANS. B) Rastrillada terópoda de 3ANS.
 Fig. 2.- A) Trackways and isolated tracks of 2ANS site. B) A theropod trackway of 3ANS site.

dedo IV. El dedo II tiene también un lóbulo trasero separado de la unión III-IV.

El ángulo de paso de la rastrillada es muy abierto (174° de media) y la orientación de las icnitas debe ser francamente negativa (la anomalía de la segunda huella altera la media). La anchura relativa de la rastrillada es muy baja ($Ar/a = 0,1$).

La zancada relativa (z/h) indica que el animal marchaba al paso, aunque la veloci-

dad sale relativamente alta. El valor medio de los cálculos es de unos 6.5 Km/h.

Son icnitas terópodos grandes, de un dinosaurio de extremidades largas y delgadas ($z/l = 8$).

Los icnotipos y los icnopoyetas

Las icnitas de 3ANS tienen caracteres biomórficos típicos terópodos, y por su ta-

maño se clasifican en icnitas terópodos grandes. Para buscar el autor de las icnitas de 2ANS se van eliminando los grupos de dinosaurios no compatibles. Las icnitas de 2ANS son particulares por varias razones. No son dinosaurios terópodos por ser cuadrúpedos y por el número y la forma redondeada de la terminación de los dedos.

Tampoco se pueden asignar a saurópodos por la simetría y posición de los dedos de los pies, por el número de dedos del mismo autopodio, por la forma biconvexa de la marca de la mano y por la forma de los dedos de la mano. Lockley *et al.* (1994) consideran que la simetría de los pies no es de marcas saurópodos, mientras que Wright (2005) muestra imágenes de huellas de manos saurópodos en las que un de sus caracteres identificativos se basa en el grado de cóncavo-convexidad. Otro carácter que los distingue de las rastrilladas saurópodos es que la amplitud de rastrillada es menor para las manos que para los pies.

El carácter cóncavo-convexo es también propio de los tireóforos y ceratopsios del Cretácico.

La forma de la mano y el número de dedos delanteros del pie no sirve para asignarla a la de los ornitópodos cuadrúpedos sino para distinguirlos.

pie	l	a	Ar	Lr	P	z	Ap	O	(l-a)/a	Ar/a	z/l	p-m				
2ANS1.8p	60	50			87				0,2			50				
2ANS1.7p			27		101	154				0,54	2.6					
2AN21.6p	57	50					110	27	0,14			46				
media	58	50	27		94	154		27	0,17			48				
2ANS1.6m	27	42														
pie	l	a	Ar	Lr	P	z	Ap	O	(l-a)/a	Ar/a	z/l	II^III^IV	h	z/h	v ₁	v ₂
3ANS1.6					124											
3ANS1.5	29	25	3	32	128	251	174	-4	0,16	0,12	8,4	14 – 21	150	1,6	7,6	5,6
3ANS1.4	34	28	5	39	123	251	171	-4	0,21	0,18	8,4	13 – 32	172	1,6	7,6	5,6
3ANS1.3	36	32	2	36	131	258	177	-3	0,12	0,06	8,6	17 – 24	181	1,6	8,0	5,7
3ANS1.2	28	26	2	29	119	235	176	13	0,08	0,08	7,8	8 – –	146	1,5	6,8	5,5
3ANS1.1	28	24							0,17			25 – 25	146			
media	30	27	3	31	125	249	174	0	0,15	0,11	8,3	15 – 25	159	1,6	7,5	5,6
Abreviaturas y símbolos																
l,	longitud de la pisada				Ap,	ángulo de paso				p-m,	distancia pie-mano					
a,	anchura				O,	orientación de la huella				h,	altura del acetábulo según Thulborn (1990)					
Ar,	amplitud de rastrillada				(l-a)/a,	longitud relativa de la huella				z/h,	zancada relativa					
Lr,	luz de rastrillada				Ar/a,	anchura relativa de la pista				v ₁ , v ₂ ,	velocidad según Alexander (1976) y Demathieu (1986)					
P,	longitud del paso				z/l,	grosor extremidades										
z,	longitud de la zancada				II^III^IV,	ángulo entre los ejes de la marca de los dedos										
Las medidas de longitud están expresadas en cm; las angulares en grados sexagesimales; la velocidad en Km/h																

Tabla II.- Datos numéricos de icnitas y rastrilladas.
 Table II.- Numerical data of tracks and trackways.

La edad (Pliensbachiense) no es compatible con ornitópodos grandes ni con ciertos dinosaurios cuadrúpedos (ceratopsios, estegosaurios, o anquilosaurios).

Le Loeuff *et al.* (1999) estudiaron una rastrillada cuadrúpeda del Hettangiense de Francia con icnitas de pies con tres dedos delanteros romos y marca de *hallux* muy pequeña y separada del resto de la pisada. Los dedos de los pies tienen más de una almohadilla. Estas huellas se asignaron a dinosaurios tireóforos por los mismos caracteres que se emplean en este trabajo (forma redondeada de los dedos de los pies, el número de dedos y la simetría de la huella).

En resumen: la edad, la marcha cuadrúpeda, la forma de las icnitas y de sus dedos condicionan su asignación a un tireóforo basal (Norman *et al.*, 2004). El problema de asignación es doble, ya que ni hay icnitas descritas como estas, ni abundan los yacimientos con restos tireóforos de esta época, solo descritos en Lesoto, Argentina y Estados Unidos (Weishampel *et al.*, 2004).

Otras icnitas tireóforas de Marruecos

Además de las de Ansous, se habían citado icnitas tireóforas de esta edad en Marruecos en Assif-n-Srent, en Iouaridène y cerca de Goulmima.

Jenny y Jossen (1982) dijeron que las icnitas de Assif-n-Srent (a unos diez kilómetros de Ansous) deberían ser de estegosaurios o de saurópodos debido a que solo se marcan cuatro dedos en las icnitas de los pies. No obstante ellos mismos dicen en la descripción que tienen los dedos "dirigidos hacia atrás", lo cual solo puede ser un carácter inducida por la colocación de las uñas en los pies de saurópodos. Respecto al número de dedos de las marcas de los pies saurópodos hay que decir que en muchas de sus huellas no se distinguen los dedos, o no se distinguen algunos de ellos (Wright, 2005).

Cerca de Goulmima Hadri *et al.* (2007) describen icnitas bípedas graviportales con caracteres ornitópodos de esta misma edad Pliensbachiense. La imposibilidad de asociación con ornitópodos bípedos por su

edad y con dinosaurios saurisquios (terópodos y saurópodos) e incluso con prosaurópodos, condujo a los autores a atribuir las a dinosaurios tireóforos. La tridactilia de las marcas de los pies y el carácter graviportal ya se había empleado para la asociación de este tipo de huellas a tireóforos.

Gierlinski *et al.* (2009) describieron icnitas con caracteres similares a las de Goulmima, en el Jurásico Medio de Imilchil que asignaron a *Stegopodus*.

En Iouaridène se han citado dos icnitas aisladas del Jurásico Superior que Belvedere y Mietto (2010) atribuyen a *Deltapodus*. Una de las huellas está limitada por las rebabas de dos enormes huellas saurópodos y la otra es poco profunda y similar a una huella tridáctila con marca de metatarso. Ni están asociadas con rastrilladas ni con marcas de mano. Para nosotros tal atribución es tan arriesgada que tenemos serias dudas en esa asignación.

Conclusiones

Es la primera cita de rastros cuadrúpedos tireóforos en Marruecos.

Este tipo de pisadas, no descritas en ninguna parte del mundo, indican la existencia de dinosaurios tireóforos primitivos en esta región. En el Este del Atlas (zona de Goulmima) se han descrito también huellas tireóforas de esta edad, pero de morfotipo diferente.

Se confirma la gran potencialidad de la zona en yacimientos de huellas de dinosaurio. El descubrimiento de nuevos yacimientos y tipos de huellas de dinosaurio en Marruecos es un hecho que depende de la cantidad de trabajo que se le dedique.

Este trabajo sirve también para confirmar el valor paleobiológico del estudio de las pisadas, ya que, en ocasiones, las icnitas son las únicas pruebas para determinar la existencia de algunos de ellos.

Agradecimientos

La financiación a la Fundación Patrimonio Paleontológico de La Rioja y a las universidades de Rabat, Agadir y La Rioja por su apoyo. Agradecemos a Díaz-Martínez las

revisión al primer manuscrito y a D. Castañera, J. I. Ruiz Omeñaca y al editor la revisión y comentarios al texto final.

Referencias

- Alexander, N. (1976). *Nature* 261, 129-136.
- Belvedere, M. y Mietto, P. (2010). *Palaeontology* 53, 233-240.
- Boutakiout, M., Masrour, M., Ladel, L., Díaz-Martínez, I. y Pérez-Lorente, F. (2010). *Geogaceta* 46, 91-94.
- Demathieu, G. (1986). *Geobios* 19, 327-333
- El Bchari, F. y Souhel, A. (2008). *Estudios Geológicos* 64, 151-160.
- Hadri, M., Pereda, X., Boutakiout, M. y Pérez-Lorente, F. (2007). *Revista Española de Paleontología* 22, 147-156.
- Gierlinski, G.D., Menducki, P., Janiszewska, K., Wicik, I.Y. y Boczarowski, A. (2009). *Geological Quarterly* 53, 477-482.
- Ishigaki, S. (1989). *Notes du Service géologique du Maroc* 44, 79-86.
- Jenny, J. y Jossen, J.A. (1982). *Comptes Rendues de l'Academie des Sciences Paris* 294 (Ser. II), 223-226.
- Jossen, J.A. (1990). *Carte géologique du Maroc 1:100.000, feuille Zawiat Ahançal*, SGM.
- Le Loeuff, J., Lockley, M., Meyer, C. y Petit, J.P. (1999). *Comptes Rendues Academie des Sciences Paris* 328, 215-219.
- Lockley, M.G., Meyer, C., Hunt, A.P. y Lucas, S.G., (1994). *Gaia* 10, 223-248.
- Norman, D.B., Witmer, L.M. y Weishampel, D.B. (2004). En: *The Dinosauria* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds). California University Press, Second edition. 335-342.
- Nouri, J. (2007). *La paléochnologie des empreintes de pas de dinosauriens imprimées dans les couches du Jurassique du Haut-Atlas Central*. Tesis Doctoral, Univ. de Rabat, 240 p.
- Thulborn, A. (1990). *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 p.
- Weishampel, D.B., Barret, P.M., Coria, R.A., Le Loeuff, J., Xing, X., Xinin, Z., Sahni, A., Goman, E.M.P. y Noto, C.R. (2004). En: *The Dinosauria* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds). California University Press, Second edition. 517-606.
- Wright, J. L. (2005). En: *The Sauropods, evolution and paleobiology* (K.A. Curry y J.A. Wilson, Eds). California University Press. 252-284.