

Primeras icnitas de dinosaurio en sur del Alto Atlas Central. Carixiense (Formación de Arhbalou. Goulmima. Marruecos)

First dinosaur footprints in the southern of Central High Atlas Mountains. Carixien (Arhbalou Formation. Goulmima. Morocco)

F. Pérez-Lorente ⁽¹⁾, M. Hadri ⁽²⁾ y M. Boutakiout ⁽²⁾

⁽¹⁾ Edificio C-T, Universidad de La Rioja. C/ Madre de Dios, 53. 26006-Logroño. (España) felix.perez@dq.unirioja.es

⁽²⁾ Faculté des Sciences. Université Mohamed V. Avenue Ibn Batota. Rabat-Agadal (Marruecos). hadri@fsr.ac.ma; boutak@fsr.ac.ma

ABSTRACT

The first found tracks of dinosaur in the North of the Goulmima-Tinerhir line (Inner Haut Atlas Central, Morocco) are described. They are located in the Arhbalou Formation and come from isolated and grouped prints mainly of theropod dinosaur. They have importance by the enlargement of the geographical area with dinosaur paleoichnological sites and by they constitute the first dated Carixian dinosaur footprints founds in Morocco.

Key words: Dinosaur, footprints, Carixien, Haut Atlas, Morocco

Geogaceta, 40 (2006), 159-162

ISSN: 0213683X

Introducción

Los yacimientos con icnitas de dinosaurio en Marruecos se extienden por las zonas del Atlas desde los afloramientos de El Mers hasta las proximidades de Agadir (Tabla I, Fig. 1). El primer hallazgo de icnitas fósiles es de 1937 (Plateau *et al.*, 1937) en las proximidades de Demnat (Iouaridene). Actualmente se conocen unos cincuenta yacimientos repartidos por todo el país.

Uno de nosotros (M. Hadri, 1977) en la campaña de cartografía geológica para

el Mapa Geológico de Marruecos a escala 1:100.000 (Tinejda) descubrió el afloramiento de la localidad de Taouddat 3TAO3 mostrado en este trabajo. En 2005, durante la primera campaña de toma de datos para el estudio de 3TAO3 se hicieron prospecciones que condujeron al hallazgo de varios puntos nuevos con icnitas, todos en las proximidades de la localidad Arhbalou-n-Kerdous. Los yacimientos se han denominado con dos siglas, agrupados en relación a su proximidad a dos localidades: ARB son las siglas de uno de ellos, relativamente

próximo y al Sur de Arhbalou N' Kerdous; y TAO, próximo a Taouddat y constituido por tres puntos. La distancia entre ARB y TAO es de unos cinco kilómetros.

Situación geológica

Todas las icnitas encontradas, tanto en ARB como en TAO, se encuentran en la Formación de Arhbalou (Hadri, 1993) - correlacionable con las formaciones Aganane y Azrif - sobre capas de dolomías con estructuras algales, grietas de desecación y "birdseyes" (Fig. 2). Los

	Yacimiento	Edad	Formación	Tipo de huellas	Año	Autores	Observaciones
1	Tagannt n'ait Salah	Maestrichtiense		tri y tetradáctilas	1954	Ambroggi y Lapparent	digitigradas y semiplantigradas pterodáctilas
12	Taguelf	Jurásico medio		saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	2 yacimientos
14	El Mers	Jurásico medio	Fm El Mers	terópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	
15	Oulad Ali	Jurásico medio	Fm El Mers	terópodos y saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	marcas de cola
2	Corredor de Argana (N)	Jurásico medio		saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	
4	Jbel Igouldane	Jurásico medio	Fm Iouaridène	terópodos y saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	3 yacimientos
7	Aït Iouaridène	Batoniense	Fm Iouaridène	terópodos, saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	6 yacimientos, pistas de natación
8	Aït Attab	Bathoniense	Areniscas de Guettioua	terópodos y saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	2 yacimientos
13	Tizi-n-Isli	Bathoniense	Areniscas de Guettioua	terópodos y saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	
5	Wanecki	Pliensbaquiense	Fm Aganane	terópodos y saurópodos	1988	Ishigaki	77 huellas
9	Tigharguénine	Pliensbaquiense	Fm Aganane	saurópodos	1982	Jenny <i>et al.</i>	1 yacimiento
10	Oued Lakhdar, Aït Bou Guemez Waougoulzat	Pliensbaquiense	Fm Arganane	terópodos y saurópodos	1988	Ishigaki	20 yacimientos
11	Aït Ammou	Pliensbaquiense	Fm Tlougguait	terópodos y saurópodos	1981	Jenny <i>et al.</i>	terópodo de 6 cm
16	Arhbalou-n-Kherdous	Carixiense	Fm Arghbalou	terópodos		este trabajo	también semiplantigradas
6	Adrar-n-Ougladal	Sinemuriense	Fm Imi-n-Ifri	terópodos	1985	Monbaron <i>et al.</i>	155 huellas (80 semiplantigradas)
3	Ourika	Trias superior	Arenisca de Oukaïmeden	tri, tetra y pentadáctilas	1981	Biron <i>et al.</i>	3 yacimientos; cuadrúpedas
2	Tizi N'Machou	Trias superior	Fm de Argana	tri y tetradáctilas	1981	Biron <i>et al.</i>	digitigradas, semiplantigradas, cuadrúpedas

Tabla I.- Yacimientos icníticos de Marruecos. Primeros trabajos con descripciones de sus icnitas.

Table I.- Paleoichnological sites of Morocco. First footprint descriptive works.

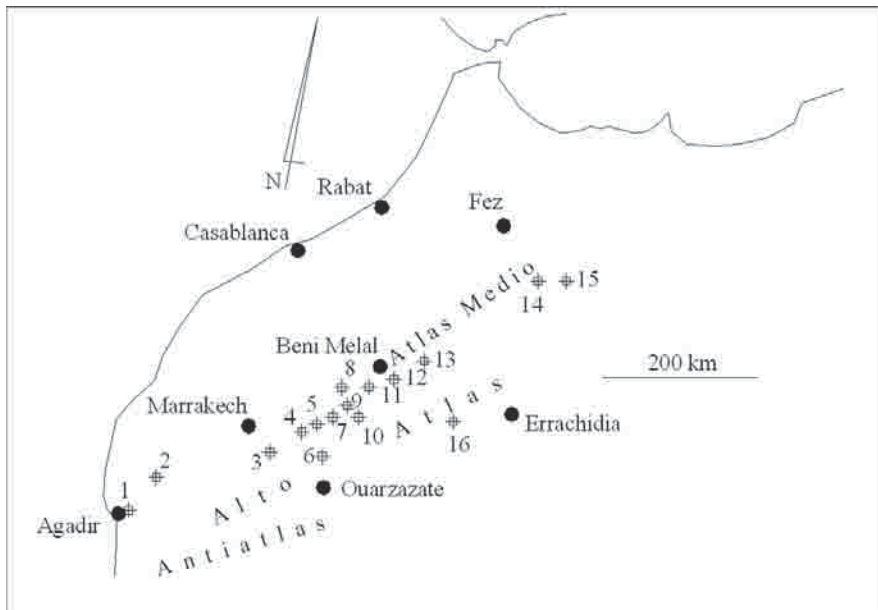


Fig. 1.- Situación de los yacimientos de huellas de dinosaurio de Marruecos. Véase la tabla I.

Fig. 1.- Location of the Morocco dinosaur footprint sites. See table I for explanation.

niveles con icnitas están en la parte más alta de secuencias que comienzan con depósitos margosos los cuales se van haciendo dolomíticos hacia el techo. Los depósitos margosos, en general de color rojo pardo, son muy arcillosos. A veces el techo de las dolomías está erosionado e incluso microcarstificado.

Las capas con icnitas se incluyen en una formación con yesos de edad Carixiense datada con foraminíferos (*Pseudoofendrina* y *Orbitopselle* sp). Las citadas capas estarían entre las dataciones con foraminíferos y las calizas del

Sinemuriense, lo que permite considerar que la edad de las pisadas de dinosaurio podría llegar a ser Carixiense inferior.

La tabla I es un esquema de los yacimientos icníticos marroquíes conocidos y de la edad que se les atribuye, que va desde el Triásico superior (Biron y Dutuit, 1961) al Maestrichtiense (Ambroggi y Lapparent, 1954). La mayor parte son del Jurásico e incluidos en las facies continentales del Domeriense y del Bathoniense (Jenny *et al.*, 1981; Jenny y Jossen, 1982; Ishigaki, 1988). En el Jurásico Inferior, además de hallarse en

áreas con intercalaciones marinas del Domeriense (Jenny y Jossen, 1982), se conocen también en dolomías del Sinemuriense (Mombaron *et al.*, 1985).

Una de las características que hacen notables a estos yacimientos es que no se habían citado hasta ahora icnitas de dinosaurios de esta edad en Marruecos, puesto que las dataciones anteriores o son del Domeriense o no precisan su posición en el Pliensbaquiense.

Yacimiento de Arhbalou (Fig. 3)

En el lateral del un barranco que atraviesa la pista de Igoudmane a Arhbalou se localiza el afloramiento de 1ARB que ocupa unos 10 m². En él se hallan nueve icnitas tridáctilas y varias subcirculares - no señaladas en la figura - en el techo de una de las capas dolomíticas. La superficie está erosionada de manera que no es fácil distinguir las icnitas. Pese a ello se reconocen los caracteres generales de todas aunque, en algunas, la línea que delimita sus contornos no sea completa.

Hay cinco icnitas tridáctilas aisladas (1ARB1, 1ARB4, 1ARB5, 1ARB6, 1ARB7) y cuatro asociadas en dos pares (1ARB2.1 y 1ARB2.2; 1ARB3.1 y 1ARB3.2) que deben pertenecer a dos rastros diferentes. Las improntas tienen marcas de tres dedos relativamente largos, fuertes y separados. Algunas muestran constricciones laterales y terminación acuminada. Estos caracteres son propios de pies con dedos almohadillados y uñas afiladas. En el talón se ven cierres bilobulados o escotaduras. La longitud de

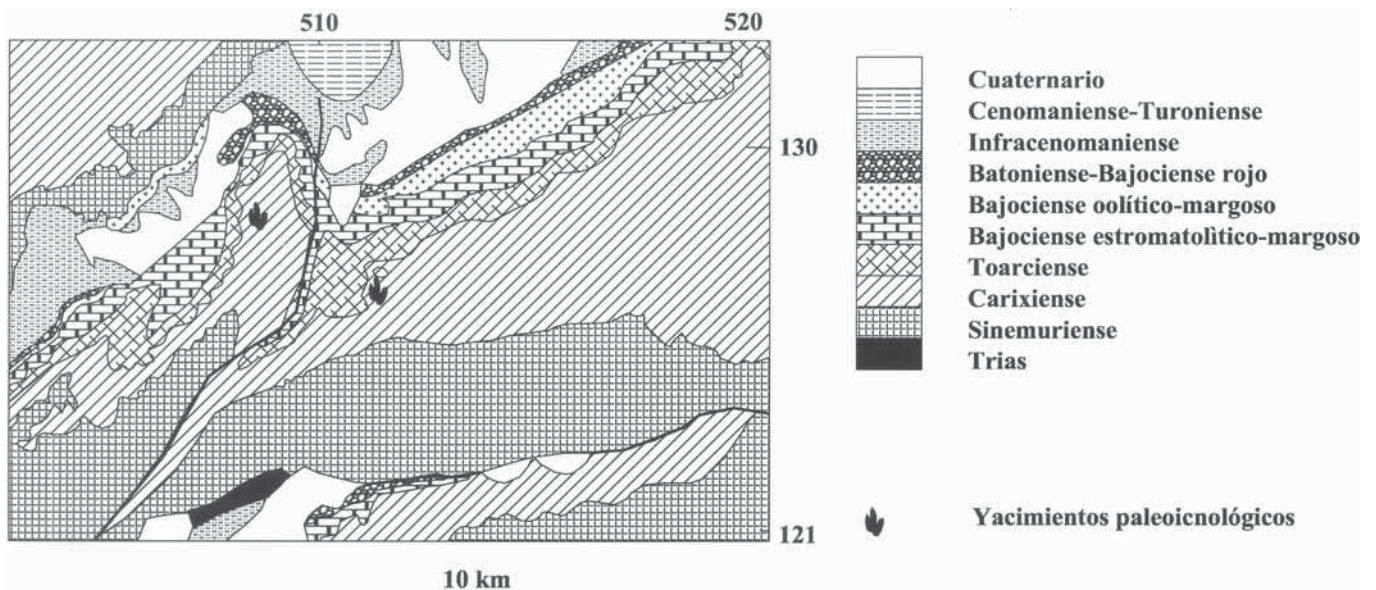


Fig. 2.- Mapa geológico y situación de los yacimientos de Arhbalou y Taouddaat.

Fig. 2.- Geological map and location of Arhbalou and Taouddaat sites.

las marcas oscila entre 23 cm para 1ARB7 y más de 30 cm para 1ARB3.2, siendo la mayor parte de las icnitas de longitud mayor de 25 cm. Todas las icnitas son más largas que anchas. Se clasificarían como icnitas terópodos grandes no asignables a ningún icnogénero (cf. Romero *et al.*, 2003) y mayores de 25 cm de longitud.

En el mismo afloramiento hay icnitas subredondeadas incompletas que tienen rebabas de unos 5 cm de altura sobre el techo del estrato que las contiene. No hay criterios para poderlas asignar a ninguno de los grupos de icnitas dado que la imprecisión morfológica es grande.

Conjunto de Taouddaat (Fig. 4)

Está al Sudeste de 1ARB y a unos cinco kilómetros de distancia y en el mismo grupo de capas. El conjunto lo forman tres yacimientos que están en el fondo de un barranco de extensión y características diferentes.

Yacimiento 1TAO

Constituido por una sola icnita (Fig. 4) rodeada de una rebaba, o envoltorio de barro extruido, compleja. La icnita es alargada, más ancha por la parte delantera que por la trasera. La longitud, incluyendo la parte más externa de la rebaba, es de 90 cm, mientras que si se mide el interior del hueco es de 45 cm. La anchura máxima es de 25 cm.

La icnita está impresa en una capa formada por láminas estromatolíticas planas de color amarillo-verdoso y crema

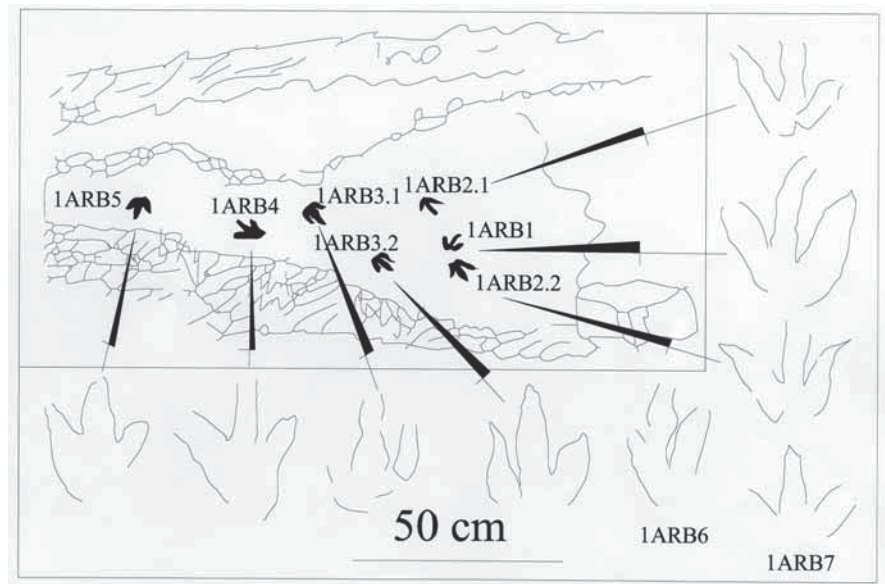


Fig. 3.- Yacimiento de Arhbalou y detalle de sus huellas.

Fig. 3.- Arhbalou site and footprint details.

claros. El espesor de la capa es del orden del decímetro, pero en el fondo de la pisada se ha reducido a un centímetro o incluso menos, debido al desplazamiento del barro producido por la presión del pie.

La rebaba indica que la deformación no se produjo por la entrada sucesiva de dos elementos en el suelo, sino que se produjo en un solo acto. De ello se deduce que es la marca de un solo autopodio. La parte externa de la rebaba es más ancha en la parte delantera (la más ancha) que en la trasera. No hay marcas de caída hacia el interior o de colapso del barro en

ninguna parte de la icnita. Estas observaciones son congruentes con un autopodio más estrecho en su mitad trasera que en la delantera, es decir con una icnita semiplantigrada en la que han quedado impresos el pie digitigrado y el metapodio.

Yacimiento 2TAO

Unos metros aguas arriba, también en el fondo del barranco, se encuentra el siguiente yacimiento en una alternancia de capas arcilloso-margosas pardas y dolomíticas amarillentas o crema, con estructuras "birdseyes" en la parte superior y grietas de desecación a techo. El espesor de los niveles arcillosos es de unos 10 cm y el de los dolomíticos de unos 25 cm.

Deformando las grietas de desecación se han visto icnitas en dos de las capas: en la superior, 2TAO1, que es una pisada relativamente ancha a la que le falta la marca de uno de los dedos; en la inferior 2TAO2, irregular y también incompleta. La longitud de ambas icnitas es de 20-22 cm y la anchura de 20 cm en ambos casos. Dado que son dos icnitas aisladas e irregulares, no se disponen de criterios identificativos para asignarlas a uno u otro grupo de dinosaurios.

Yacimiento 3TAO

Contiene once icnitas tridáctilas de las cuales ocho se encuentran en tres secuencias (3TAO1, 3TAO2, 3TAO5) y tres icnitas están aisladas (3TAO3, 3TAO4, 3TAO6)

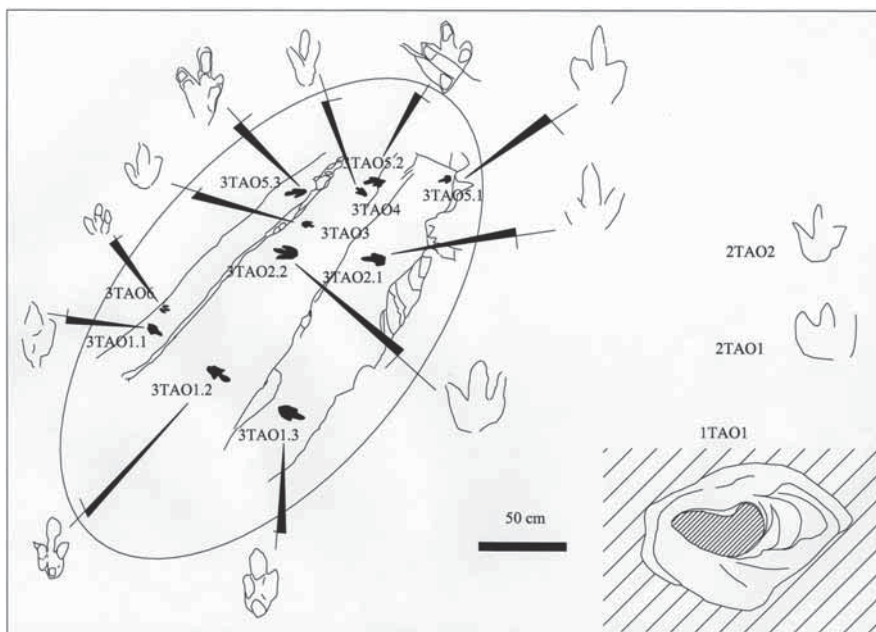


Fig. 4.- Yacimiento de 3TAO y detalle de las huellas de Taouddaat.

Fig. 4.- 3TAO site and detailed Taouddaat footprints

Rastrillada 3TAO1

Está formada por tres icnitas de las cuales las dos de la izquierda no tienen impresión del dedo externo (IV). Los dedos, aunque individualizados, son casi paralelos y aparentemente gruesos. En las tres pisadas, el dedo central sobresale mucho con respecto a los laterales. Se distinguen bien varias almohadillas por dedo, solo en 3TAO1.1 no se aprecian bien debido a que es la icnita más externa de la capa y está más erosionada. Los dedos laterales de 3TAO1.2 tienen terminación acuminada. El dedo II es más paralelo al central (III) como se aprecia en 3TAO1.2, y además queda perfectamente separado por una escotadura trasera.

La longitud media de las icnitas del rastro es de 29 cm y la anchura de la icnita central de 15 cm. Otras medidas deducibles del rastro son el paso (94 cm) y la zancada (190 cm). La relación z/l (6,5) es propia de dinosaurios de extremidades relativamente largas (1'50 cm) que caminaba a unos 5 km por hora (Alexander, 1976; Demathieu, 1986).

Las características biomórficas y morfométricas de las icnitas y de la pista son normales en icnitas terópodos descritas (Romero Molina *et al.*, 2003; Pérez-Lorente, 1996, 2001). No se puede desear que la falta de impresión del dedo IV en las pisadas 3TAO1.1 y 3TAO1.3 se debiera a que este dinosaurio tuviese una lesión en el pie izquierdo.

Rastrillada 3TAO2

La forman dos icnitas algo mayores que las anteriores ya que su longitud es de 32 cm y su anchura de 25 cm. Las marcas de los dedos son más anchas y están más separadas. No se aprecian en ellas señales de almohadillas, y en las que se imprime su terminación, ésta es acuminada. La divaricación total y los ángulos interdigitales son mayores que en la rastrillada anterior. Se consideran icnitas terópodos no pertenecientes al mismo icnotaxon que 3TAO1.

Rastrillada 3TAO5

Formada por tres icnitas de características similares a 3TAO1. Tienen marcas de dedos independientes aunque poco separados. La del dedo III sobresale bastante con respecto a la de los laterales y muestran marcas claras de almohadillas dactilares. La longitud (35 cm) y anchura (22 cm) de las pisadas, así como el paso (108 cm) y la zancada (215 cm) son sensiblemente mayores. Las medidas encajan bien dentro de las icnitas terópodos producidas por un dinosaurio de extremidades delgadas (zancada/longitud del pie=6'1) no muy grande (altura del acetábulo=1'61 cm, Thulborn, 1990). Es probable que sea del mismo taxón que 3TAO1.

Las icnitas aisladas 3TAO3, 3TAO4 y 3TAO6 tienen las mismas características (dedos individualizados pero poco separados, indicios de almohadillas dactilares, dedo III sobresaliente) que 3TAO1, y 3TAO5, por lo que probablemente pertenezcan al mismo icnotaxon.

Conclusiones

En este trabajo se describen por primera vez nuevos yacimientos de icnitas de dinosaurio en las zonas internas del Alto Atlas marroquí. Es también la primera vez que se citan icnitas de dinosaurio de edad Carixiense en Marruecos y en todo el África.

Las icnitas determinadas son todas de dinosaurios terópodos grandes. El resto de icnitas encontradas, tanto las de contorno redondeado (Arhbalou) como la posible pisada semiplantígrada (1TAO) no muestran caracteres identificativos suficientes.

Agradecimientos

Este trabajo se ha hecho dentro de un proyecto conjunto de las universidades de Rabat y de La Rioja subvencionado por la Agencia Española de Cooperación Internacional. Agradecemos también a la Fundación Patrimonio Paleontológico de La

Rioja la ayuda y colaboración prestada en material e instalaciones.

Referencias

- Alexander, N. (1976). *Nature*, 261, 129-130.
- Ambroggi, R. y Lapparent, A. E. de (1954). *Notes du Service Géologique du Maroc*, 10, 43-57.
- Biron, P. E. y Dutuit, J.-M. (1981). *Bulletin du Musée national d'Histoire Naturelle*, 4,399-427.
- Demathieu, G. R. (1986). *Geobios*, 19,327-333.
- Hadri, M. (1993). *Un modèle de plate-forme carbonatée au Lias-Dogger dans le Haut Atlas Central au Nord-ouest de Goulmima. Maroc. Thèse de Doctorat. Univ. de Paris Sud. Orsay*, 272 p.
- Hadri, M. (1997). *Carte Géologique du Maroc 1:100.000. TINEJDAD. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 385 p.
- Ishigaki, S. (1988). *Notes du Service Géologique du Maroc*, 334, 79-86.
- Jenny, J., Le Marrec, A. y Monbaron, M. (1981). *Geobios*, 14, 427-431.
- Jenny, J. y Jossen, J.-A. 1982. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 294,223-226.
- Monbaron, M., Dejaj, J. y Demathieu, G. (1985). *Bulletin du Musée National d'Histoire Naturelle*, 7, 229-242.
- Pérez-Lorente, F. (1996). *Zubía*. 14, 37-55.
- Pérez-Lorente, F. (2001). *Paleoicnología. Los dinosaurios y sus huellas en La Rioja*. Gobierno de La Rioja y Fundación Cajarioja. 277 p.
- Plateau, H., Giboulet, G. y Roch, E. (1937). *Comptes Rendus Sommaieres de la Societé Géologique de France*, 1937,241-242.
- Romero Molina, M. M., Pérez-Lorente, F., Rivas Carrera, P. (2003). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*. (F. Pérez-Lorente, Ed.). *Ciencias de la Tierra*, 26, 13-32.
- Thulborn, A., (1990). *Dinosaur tracks*. Chapman and Hall. 410 p.