

# Primera evidencia de morfología del pie en saurópodos en el grupo Urbión de la Cuenca de Cameros (Cretácico Inferior, Soria, España)

## *First evidence on the sauropod pedal morphology in the Urbión Group from the Lower Cretaceous of the Cameros Basin (Soria, Spain)*

Diego Castanera<sup>1</sup>, Carlos Pascual<sup>2</sup> y José Ignacio Canudo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo Aragosaurus-IUCA, Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, España.

dcastanera@unizar.es; jiccanudo@unizar.es.

<sup>2</sup> C/ Real, 65, 42002 Soria, España. capascual-1@telefonica.net.

### ABSTRACT

A sauropod footprint showing novel anatomical characters was discovered within the Urbión Group (Barremian-Aptian) and it is here described. It is located in the El Majadal tracksite. The footprint is characterized by five digit marks oriented anteriorly (I), anterolaterally (II-III) and laterally (IV-V). The claw marks can only be recognized in digits I, II and III. As yet, the anterior orientation of digit I is a character that has not been described in any ichnotaxon from the Early Cretaceous. The footprint also shows a lateral indentation similar to that of *Brontopodus birdi* from the Aptian-Albian of the USA. Taking into account the age, the skeletal record and the similar features between the footprint and a sauropod trackway from the same tracksite, the Titanosauriformes could be the best candidates to have produced the sauropod footprints from this tracksite.

**Key-words:** Tracks, Sauropod, Titanosauriformes, Urbión Group, Spain.

### RESUMEN

Se describe una icnita de saurópodo que muestra caracteres anatómicos novedosos y que se encontró en el yacimiento de El Majadal (Soria), geológicamente situado en el grupo Urbión (Barremiense-Aptiense). La icnita conserva las marcas de cinco dedos, orientadas anteriormente (I), anterolateralmente (II-III) y lateralmente (IV-V). Únicamente los dedos I, II y III muestran marcas de uñas. La orientación anterior de la uña en el dedo I, es un carácter que no se ha descrito en ningún icnotaxón de saurópodo del Cretácico Inferior. La presencia de una escotadura lateral es similar a *Brontopodus birdi* del Aptiense-Albiense de EE.UU. Teniendo en cuenta la edad, el registro osteológico ibérico en el Cretácico Inferior y las características compartidas entre esta huella y el rastro de saurópodo ya descrito en el mismo yacimiento, se propone que algún miembro de los Titanosauriformes o formas afines de saurópodos serían los mejores candidatos para producir las icnitas de saurópodo de este yacimiento.

**Palabras clave:** Icnitas, Saurópodo, Titanosauriformes, Grupo Urbión, España.

*Geogaceta*, 53 (2013), 13-16.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 13 de julio de 2012  
Fecha de revisión: 25 de octubre de 2012  
Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2012

## Introducción

El relleno sedimentario de la Cuenca de Cameros se ha dividido tradicionalmente en 5 grupos litológicos (Tera, Oncala, Urbión, Enciso, Oliván) en los que se han conservado yacimientos con icnitas de dinosaurios y de otros reptiles, de los más importantes en número del Cretácico Inferior a nivel mundial. La gran mayoría de estos yacimientos se encuentran en dos unidades estratigráficas, la Fm. Huérteles (Grupo Oncala, Berriasiense) y el Grupo Enciso (Aptiense) siendo escasos los yacimientos en el resto de las unidades estratigráficas en

comparación con éstas. Dentro de la icnosenosis de la Cuenca de Cameros las icnitas atribuidas a saurópodos son relativamente escasas en comparación con las icnitas atribuidas a dinosaurios tridáctilos (terópodos, ornitópodos), especialmente en los grupos Urbión y Enciso (ver Pérez-Lorente, 2002; Hernández-Medrano *et al.*, 2008; Moratalla y Hernán, 2010).

Entre las icnitas atribuidas a saurópodos en la Cuenca de Cameros son pocos los yacimientos en los que se han conservado caracteres anatómicos de los pies. Sus icnitas suelen ser marcas subredondeadas donde apenas se distinguen detalles (Moratalla,

2009; Pascual-Arribas y Hernández-Medrano, 2011; Castanera *et al.*, 2010; 2012) siendo por tanto de gran interés, por su escasez, los yacimientos donde se puedan reconocer la morfología de los productores de las icnitas. Dentro del grupo Urbión únicamente se han descrito icnitas de saurópodos en los yacimientos de La Muga, La Cela, El Royo y El Majadal (Casanovas *et al.*, 1995; Pérez-Lorente, 2002; Moratalla 2009). Además de las publicadas, el yacimiento de El Majadal conserva una icnita aislada sin describir (EMajS2.1). Desde el punto de vista anatómico tiene gran importancia ya que conserva caracteres del pie

que la produjo. El objetivo de este trabajo es la descripción de esta icnita, comentar los caracteres que se observan en comparación con otras icnitas atribuidas a saurópodos y discutir su posible asignación entre los distintos grupos de saurópodos descritos en el Cretácico Inferior en la Cordillera Ibérica.

**Situación geográfica y geológica**

El yacimiento de El Majadal se encuentra en las cercanías de la localidad de Yanguas (Soria) (Fig. 1) a pie de carretera (KM. 45.6) de la carretera comarcal (LR115-SO615) que une la localidad de Arnedo (La Rioja) con Soria. Las coordenadas UTM (*datum* ETRS89) son  $x = 557.902$  e  $y = 4.662.966$ . Geológicamente, se sitúa dentro del Grupo Urbión. Moratalla (2009) sitúa el yacimiento dentro de la secuencia de depósito 7 (Urbión D) de Mas *et al.* (2004) de edad Barremiense-Aptiense. El yacimiento principal (en realidad hay varias capas con icnitas) se encuentra sobre una capa de arenisca de grano fino cuya superficie presenta un grado de dinoturbación medio (Lockley, 1991). La icnita descrita en este trabajo (EMajS2.1) está conservada como huella real rellena por el contramolde.

**Descripción de la icnita**

Interpretamos que EMajS2.1 es una icnita izquierda debido a la morfología y disposición de los dedos. Esta interpretación tiene un cierto grado de incertidumbre, al no observarse continuidad con otras icnitas formando parte de algún rastro (Fig. 2). Sin embargo la erosión de la parte situada a la derecha de la icnita en el afloramiento, así como la ausencia de otras icnitas similares en la parte izquierda sustentan esta interpretación. EMajS2.1 (Fig. 3) tiene forma subtriangular, es ligeramente más larga que ancha ( $54 \times 50$ ;  $L/A = 1,08$ ). La anchura máxima se da en la zona anterior de la icnita, donde se sitúan las marcas de los dedos. La anchura disminuye hacia la zona del talón, donde es de unos 20 cm aproximadamente. De este modo la icnita se caracteriza por una escotadura lateral bastante marcada localizada en la parte situada detrás del dedo V (flecha en Fig. 3). El talón tiene una forma subtriangular. Se observan marcas de tres uñas correspondientes a los dedos I, II y III, y dos marcas redondeadas correspondientes a los dedos IV y V. Esta disposición de los dedos de los pies

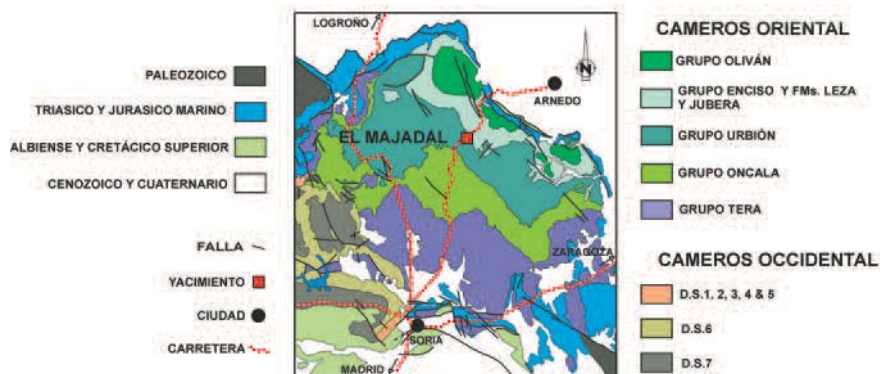


Fig. 1.- Situación geográfica y geológica del yacimiento de El Majadal.  
 Fig. 1.- Geographical and geological setting of the El Majadal tracksite.

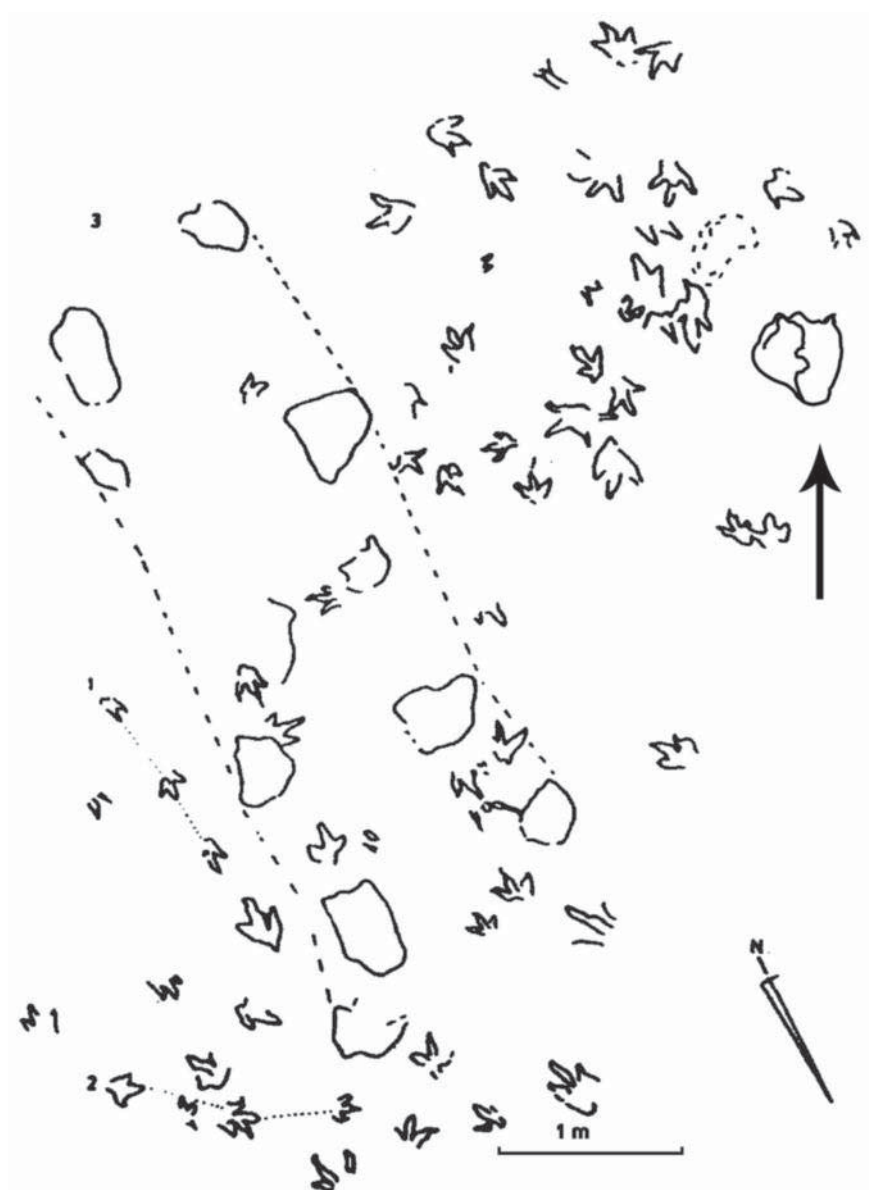


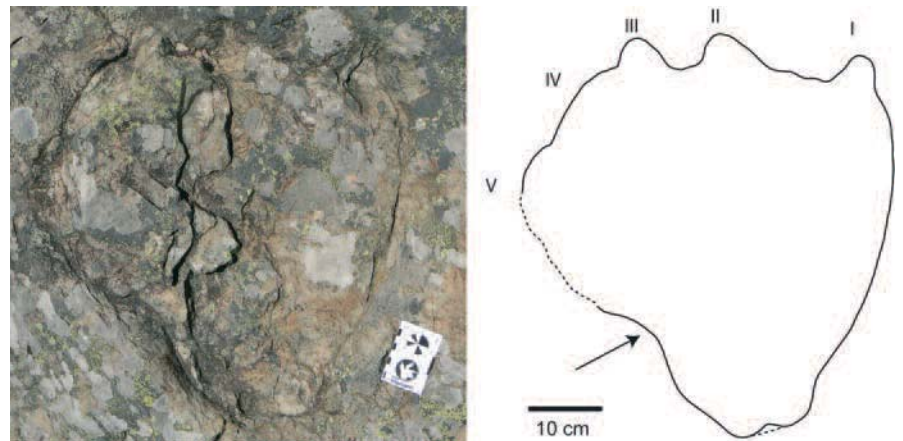
Fig. 2.- Esquema del yacimiento de El Majadal (redibujado y modificado de Casanovas *et al.*, 1995). La flecha señala la icnita EMajS2.1.  
 Fig. 2.- Sketch of the El Majadal tracksite (redrawn and modified from Casanovas *et al.*, 1995). The arrow indicates the track EMajS2.1.

es típica de las icnitas de saurópodos (Lockley, 1991) y refuerza el hecho de que se trate de una icnita izquierda. Las marcas de las uñas disminuyen ligeramente de longitud desde el dedo I hasta el III, siendo la anchura aproximadamente similar. La marca de la uña del dedo I (5 x 3,5 cm) está orientada anteriormente, mientras que las de los dedos II (4 x 3,5) y III (3,5 x 4?) lo están antero-lateralmente. Las marcas de los dedos IV y V tienen una orientación lateral.

## Discusión

La marca de las uñas en los pies de saurópodos es un carácter que generalmente no se conserva en muchos rastros incluidos gran parte de los icnotaxones de saurópodos pero que, cuando quedan impresas y preservadas, constituyen caracteres que sirven para discriminar entre distintos tipos de icnitas de saurópodos (Lockley *et al.*, 1994; Wright, 2005).

De hecho, la orientación de las falanges ungueales es un carácter utilizado en algunos análisis filogenéticos de saurópodos. Una orientación anterior de las falanges ungueales es un carácter primitivo dentro del clado Sauropoda (ver Wilson, 2002 y referencias). Este tipo de orientación anterior de las uñas únicamente se ha descrito en el icnotaxon *Polyonyx gomesi* (Fig. 4A) del Jurásico Medio de Portugal, atribuido a eosaurópodos no neosaurópodos, posiblemente turiasaurios (Santos *et al.*, 2009). En *Polyonyx gomesi* las uñas de los dedos I y II están dirigidas anteriormente mientras que las de los dedos III y IV lo están anterolateralmente (Santos *et al.*, 2009). Por lo general, las uñas presentan una orientación lateral o anterolateral como en *Parabrontopodus mcintoshi* del Jurásico Superior de EE.UU. o *Breviparopus taghbaloutensis* (Fig. 4B) del Jurásico Superior de Marruecos, relacionados ambos con saurópodos diplodocimorfos (Wright, 2005; Marty *et al.* 2010). En *Brontopodus birdi* (Fig. 4C), del Cretácico Inferior de EEUU, también se observa una orientación similar. En este caso las icnitas se relacionan con saurópodos Titanosauriformes (Lockley *et al.*, 1994; Wright, 2005). En algunas de las icnitas descritas en la Península Ibérica las uñas también presentan esta orientación antero-lateral, como en el yacimiento de Pedra da Mua nivel 5 (Fig. 4D) del Jurásico Superior de Portugal (Meyer *et al.*, 1994) o en algunas icnitas (Fig. 4E, 4F) del Jurásico Superior de



**Fig. 3.- Fotografía y dibujo interpretativo de la icnita de saurópodo (EMajS2.1) del yacimiento de El Majadal. La flecha indica la marcada escotadura lateral.**

*Fig. 3.- Picture and interpretative drawing of the sauropod track (EMajS2.1) from the El Majadal tracksite. The arrow indicates the pronounced lateral indentation.*

Asturias (Lockley *et al.*, 2008). Dentro de la Cordillera Ibérica los mejores ejemplos de icnitas con detalles anatómicos son los de los yacimientos de Las Cerradicas (Fig. 4G) y Las Cuestas I (Fig. 4H), ambos de edad Berriasiense. En estos dos casos, los saurópodos se han relacionado con saurópodos Titanosauriformes (Castanera *et al.*, 2011) y neosaurópodos no Titanosauriformes, respectivamente (Pascual-Arribas y Hernández-Medrano, 2011). Es significativo que de los icnotaxones descritos hasta la fecha (ver Fig. 10 en Castanera *et al.*, 2011) *Brontopodus birdi* es el único que muestra una escotadura lateral semejante a EMajS2.1 (Fig. 4). Dicha escotadura lateral, aunque de menores dimensiones también se observa en algunas de las icnitas de la Península Ibérica mencionadas anteriormente (Fig. 4).

A pesar de los detalles anatómicos de la icnita su asignación a un grupo de saurópodos es una tarea compleja como consecuencia de las pocas variaciones anatómicas que muestran los pies de saurópodos a lo largo de la historia evolutiva del grupo (Wright, 2005). La ausencia o morfología rudimentaria de la falange ungueal en el dedo IV es una sinapomorfía de Eusauropoda (Wilson, 2002) por lo que la ausencia de marca de uña en EMajS2.1 es un carácter que permite incluir al dinosaurio productor dentro del clado Eusauropoda. La orientación anterior de la uña del dedo I es significativa, ya que es un carácter no descrito hasta el momento en otras icnitas de saurópodos del Cretácico Inferior. Dada la escasez de la muestra es difícil determinar si dicha orientación es anatómica o es un artefacto consecuencia de la conservación.

Teniendo en cuenta la edad del yacimiento, el registro osteológico en la Cordillera Ibérica, y las sinapomorfías observables, se pueden hacer algunas aproximaciones. En el intervalo Barremiense-Aptiense de la Cordillera Ibérica se han descrito fundamentalmente dos grupos de saurópodos: Titanosauriformes (Canudo *et al.*, 2008; Royo-Torres *et al.*, 2012) y rebaquisáuridos (Torcida Fernández-Baldor *et al.*, 2011). Entre los primeros, Royo-Torres *et al.* (2012) describen un pie izquierdo completo de *Tastavinsaurus sanzii* del Aptiense inferior de Teruel cuya morfología encaja bien con la forma de la icnita descrita en este trabajo. Se caracteriza por la presencia de tres falanges ungueales de los dedos I-III, estando ausentes en los dedos IV y V. Entre los rebaquisáuridos poco se conoce actualmente sobre la morfología autopodial y el tipo de huellas que producen. Apesteguía *et al.* (2010), relacionan icnitas del Cenomaniense-Turonense de Argentina con los rebaquisáuridos en base a la alta heteropodia y a la abundancia de este grupo de saurópodos en la misma formación. EMajS2.1 presenta una dirección similar a la del rastro descrito por Casanovas *et al.* (1995) y Moratalla (2009) pero sentido contrario. El rastro presenta algunos caracteres diagnósticos de Titanosauriformes como un tipo de rastro ancho, la forma de la mano y la ausencia de la marca del pollex en las manos (Wright, 2005). Algunos caracteres relacionan la icnita EMajS2.1 con este rastro. A pesar de carecer de detalles anatómicos que se reconozcan con tanta claridad, en algunas de las icnitas se puede reconocer la escotadura lateral, la parte anterior

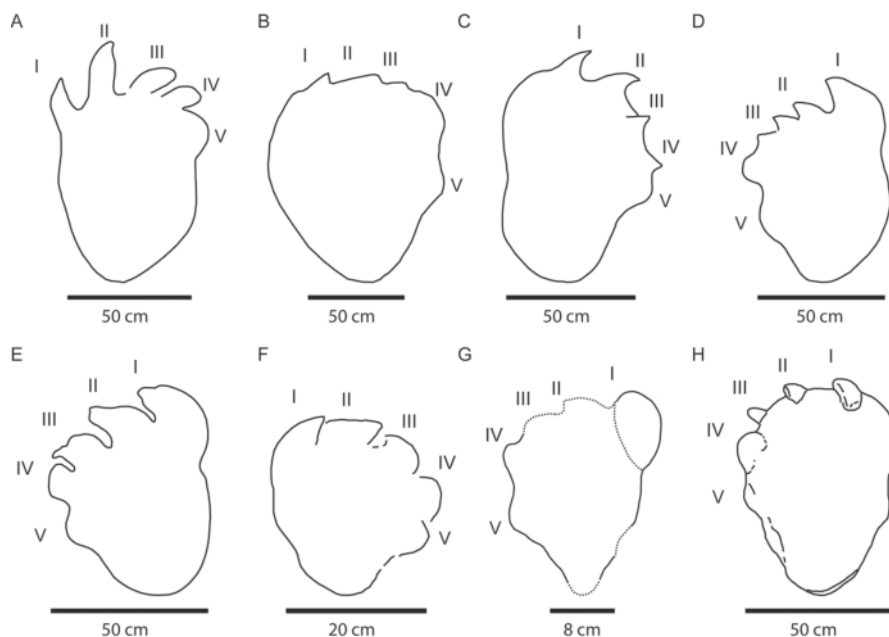


Fig. 4.- Dibujos interpretativos del contorno de algunas icnitas de saurópodos que muestran caracteres anatómicos. A) *Polyonyx gomesi* (redibujado de Santos *et al.*, 2009); B) *Breviparopus taghbaloutensis* (redibujado de Ishigaki, 1989); C) *Brontopodus birdi* (redibujado de Lockley *et al.*, 1994); D) icnita yacimiento de Pedra da Mua nivel 5 (redibujado de Meyer *et al.*, 1994; E y F) icnitas del Jurásico Superior de Asturias (redibujado de Lockley *et al.*, 2008); G) icnita del yacimiento de Las Cerradicas (redibujado de Castanera *et al.*, 2011); icnita del yacimiento de Las Cuestas I (redibujado de Pascual-Arribas y Hernández-Medrano, 2011).

Fig. 4.- Outline drawings of some saurópodo footprints showing anatomical features A) *Polyonyx gomesi* (redrawn from Santos *et al.*, 2009); B) *Breviparopus taghbaloutensis* (redrawn from Ishigaki, 1989); C) *Brontopodus birdi* (redrawn from Lockley *et al.*, 1994); D) icnita yacimiento de Pedra da Mua nivel 5 (redrawn from Meyer *et al.*, 1994; E y F) icnitas del Jurásico Superior de Asturias (redrawn from Lockley *et al.*, 2008); G) icnita del yacimiento de Las Cerradicas (redrawn from Castanera *et al.*, 2011); icnita del yacimiento de Las Cuestas I (redrawn from Pascual-Arribas y Hernández-Medrano, 2011).

de la icnita más ancha que la posterior y un talón redondeado-subtriangular. De este modo, hemos interpretado que la icnita aislada y los rastros del yacimiento de El Majadal las habría producido el mismo tipo de saurópodo. Miembros del clado Titanosauriformes o formas filogenéticamente afines probablemente serían los mejores candidatos para producir este tipo de icnitas.

## Conclusiones

La icnita EMajS2.1 del yacimiento de El Majadal supone la primera evidencia de la morfología del pie en saurópodos del Grupo Urbión (Barremiense-Aptiense). Presenta una combinación de caracteres diagnósticos sin describir en otras icnitas, como la orientación anterior de la marca de la uña en el dedo I o una escotadura lateral bastante marcada. Sus semejanzas con el rastro de saurópodo descrito en el mismo yacimiento,

y teniendo en cuenta el registro óseo y la edad, las icnitas de saurópodo del yacimiento de El Majadal podrían relacionarse con los saurópodos Titanosauriformes.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con el proyecto GL2010-16447 del Ministerio de Educación y Ciencia y por el Gobierno de Aragón (Financiación de Grupos Consolidados). D. Castanera es beneficiario de una beca del Ministerio de Educación (AP2008-01340). Se agradecen los comentarios de los revisores Vanda Faria dos Santos y Joaquín Moratalla que han ayudado a mejorar el manuscrito.

## Referencias

Apesteuguía, S., Gallina, P.A. y Haluza, A. (2010). *Historical Biology*, 22(1-3), 165-174.  
Canudo, J.I., Royo-Torres, R. y Cuenca-Bescós, G. (2008). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28(3), 712-731.

Casanovas, J.L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. y Santafé, J.V. (1995). *Ciencias de la Tierra*, 18, 17-25.  
Castanera, D., Barco, J.L., Canudo, J.I. y Pascual, C. (2010). *Cidaris*, 30, 91-97.  
Castanera, D., Barco, J.L., Díaz-Martínez, I., Herrero-Gascón, J., Pérez-Lorente, F. y Canudo, J.I. (2011). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 310, 227-237.  
Castanera, D., Pascual, C., Canudo, J.I., Hernández, N. y Barco, J.L. (2012). *Lethaia*, 45, 476-489. Doi: 10.1111 / j.1502-3931.2012.00304.x.  
Hernández Medrano, N., Pascual Arribas, C., Latorre Macarrón, P. y Sanz Pérez, E. (2008). *Zubía*, 23-24, 79-120.  
Ishigaki, S. (1989). En: *Dinosaur Tracks and Traces*. (D.D., Gillette y M.G., Lockley, Eds.). Cambridge University Press, 371-393.  
Lockley, M.G. (1991). *Tracking Dinosaurs: A new Look at an Ancient World*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 238 p.  
Lockley, M.G., Farlow, J.O. y Meyer, C.A. (1994). *Gaia*, 10, 135-146.  
Lockley, M., García-Ramos, J.C., Piñuela, L. y Avanzini, M. (2008). *Oryctos*, 8, 53-70.  
Marty, D., Belvedere, M., Meyer, C.A., Mietto, P., Paratte, G., Lovis, C. y Thüring, B. (2010). *Historical Biology*, 22(1-3), 109-133.  
Mas, R., García, A., Salas, R., Meléndez A., Alonso, A., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Carenas, B., García-Hidalgo, F., Gil, J. y Segura, M. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid, 503-522.  
Meyer, C.A., Lockley, M.G., Robinson, J. y dos Santos, V.F. (1994). *Gaia*, 10, 57-64.  
Moratalla, J.J. (2009). *Geobios*, 42, 797-811.  
Moratalla, J.J. y Hernán, J. (2010). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 295, 116-130.  
Pascual-Arribas, C. y Hernández-Medrano, N. (2011). *Studia Geologica Salmanticensis*, 46, 121-157.  
Pérez-Lorente, F. (2002). *Zubía*, Monográfico, 14, 191-210.  
Royo-Torres, R., Alcalá, L., y Cobos, A. (2012). *Cretaceous Research*, 34, 61-83.  
Santos, V.F., Moratalla, J.J. y Royo-Torres, R. (2009). *Acta Palaeontologica Polonica*, 54(3), 409-422.  
Torcida Fernández-Baldor, F., Canudo, J.I., Huerta, P., Montero, D., Pereda Suberbiola, X. y Salgado, L. (2011). *Acta Palaeontologica Polonica*, 56(3), 535-552.  
Wilson, J.A. (2002). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 136(2), 215-275.  
Wright, J.L. (2005). En: *The Saurópods: Evolution and Paleobiology* (K.A. Curry Rogers y J.A. Wilson, Eds.). University of California Press, Berkeley. 252-284.