

# Sobre la presencia de Sauropoda (Dinosauria) en la Formación Mirambel (Barremiense inferior, Teruel, España)

*On the presence of Sauropoda (Dinosauria) in the Mirambel Formation (lower Barremian, Teruel, Spain)*

José Manuel Gasca y José Ignacio Canudo

Grupo Aragosaurus-IUCA, Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, C/ Pedro Cerbuna, 12. 50009 Zaragoza, España.  
 gascajm@unizar.es, jicando@unizar.es

## ABSTRACT

The fossil record of dinosaurs from the Mirambel Formation (Barremian, Teruel province, Spain) is relatively scarce, being cited the presence of iguanodontian ornithopods and basal tetanuran theropods until now. In this paper, we document the presence of sauropods in this unit for the first time. They are fragmentary postcranial remains found in different fossil localities. Taken together, they present diagnostic characters for documenting the presence of one or more taxa within Titanosauriformes, which could be Somphospondyli, but in any case can be included within Titanosauria.

**Key-words:** Titanosauriformes, Maestrazgo Basin, Wealden facies, Lower Cretaceous, Teruel province.

## RESUMEN

El registro fósil de dinosaurios de la Formación Mirambel (Barremiense, Teruel, España) es relativamente escaso. Hasta el momento se ha citado la presencia de ornitópodos iguanodontios y terópodos tetanuros basales. En este trabajo se documenta por primera vez la presencia de saurópodos en esta unidad. Son restos postcraneales fragmentarios encontrados en diferentes yacimientos. En su conjunto presentan caracteres diagnósticos que permite interpretar la presencia de uno o más taxones de Titanosauriformes, que podrían estar incluidos en Somphospondyli, pero en ningún caso en Titanosauria.

**Palabras clave:** Titanosauriformes, Cuenca del Maestrazgo, Facies Weald, Cretácico Inferior, provincia de Teruel.

*Geogaceta*, 57 (2015), 59-62.  
 ISSN (versión impresa): 0213-683X  
 ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 26 de junio de 2014  
 Fecha de revisión: 22 de octubre de 2014  
 Fecha de aceptación: 28 de noviembre de 2014

## Introducción

El registro fósil de tetrápodos, incluyendo dinosaurios, dentro de las facies *Weald* del Cretácico Inferior de la Cordillera Ibérica es especialmente significativo y diverso. Buenos ejemplos son las formaciones Blesa o El Castellar del Barremiense inferior, en la provincia de Teruel (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004; Canudo *et al.*, 2010). Sin embargo, otras unidades continentales de similar edad carecen aparentemente de esa riqueza. Esto dificulta establecer precisiones sobre la distribución paleobiogeográfica de los taxones o sobre aspectos paleoecológicos. Una de estas unidades donde el registro fósil de dinosaurios es aparentemente escaso es la Formación Mirambel.

La escasez resulta paradójica al ser una de las primeras formaciones en España donde se citaron restos de dinosaurios (Lapparent *et al.*, 1969). Sin embargo, pasa-

ron más de 20 años hasta volver a documentarse nuevos fósiles (Viera, 1991). Los dinosaurios ornitópodos iguanodontios han sido citados a partir de restos aislados (Lapparent *et al.*, 1969; Viera, 1991) y de un yacimiento de concentración de macrovertebrados (Gasca *et al.*, 2009). También en época reciente se han descrito restos de dinosaurios terópodos, como son dos dientes aislados de tetanuros basales (Infante *et al.*, 2005), y un distal de fémur de carcharodontosáurido (Gasca *et al.*, 2014). El objetivo de este trabajo es describir e identificar por primera vez la presencia de saurópodos en la Formación Mirambel.

## Situación geográfica y geológica

Los fósiles estudiados en este trabajo proceden de cuatro yacimientos paleontológicos de la Formación Mirambel, situados en la parte oriental de la Cordillera Ibérica (Teruel). La Formación Mirambel se localiza

paleogeográficamente en la Cuenca del Maestrazgo (Salas *et al.*, 2001). Esta unidad está formada por depósitos continentales incluidos en las facies *Weald* (Fig. 1). Se trata principalmente de depósitos aluviales y lacustres someros. En el anticlinal de Ladruñán la serie presenta cierta influencia marina en la parte basal, evidenciada por la presencia de niveles de *lagoon*, aumentando el carácter transicional de la unidad hacia el sur, en la zona de Mirambel. La edad de la formación es Barremiense (Barremiense temprano-parte inicial de Barremiense tardío) obtenida partir de carofitas (Martín-Closas, 1989).

En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica y la posición estratigráfica de los cuatro yacimientos que forman parte del estudio. Tres de los yacimientos con restos de saurópodos (Ladruñán 0, Ladruñán 8, Ladruñán 10) se encuentran en los afloramientos del anticlinal de Ladruñán (término municipal de Castellote).

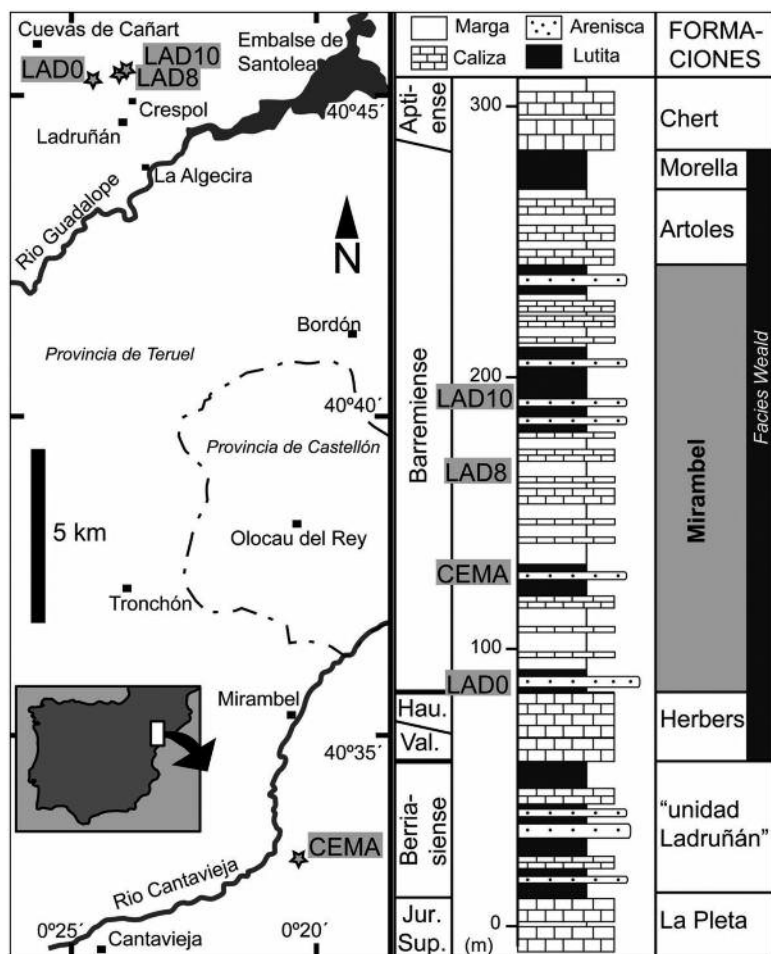


Fig. 1.- Situación geográfica y geológica de los yacimientos Ladrueñán 0 (LAD0), Ladrueñán 8 (LAD8), Ladrueñán 10 (LAD10), Ladrueñán 10 (LAD10), en el término de Castellote, y Cerro Marín (CEMA), en el término de Mirambel, provincia de Teruel. La posición estratigráfica de los yacimientos se ha ilustrado sobre la serie local del anticlinal de Ladrueñán.

Fig. 1.- Geographical and geological setting of the fossil localities of Ladrueñán 0 (LAD0), Ladrueñán 8 (LAD8), Ladrueñán 10 (LAD10), Ladrueñán 10 (LAD10), in the municipality of Castellote, and Cerro Marín (CEMA), in the municipality of Mirambel, Teruel province. Stratigraphic location of the fossil localities illustrated on the local series from the Ladrueñán anticline.

El yacimiento Ladrueñán 0 se sitúa en la parte inferior de la Formación Mirambel. El fósil descrito en este trabajo fue encontrado rodado, aunque por su emplazamiento se ha reconocido como procedente de un tramo formado por areniscas amarillas poco consolidadas y arcillas grises que contienen numerosos restos de vertebrados. Ladrueñán 8 es un nivel de margas grises de la parte media de la Formación Mirambel incluido en una alternancia de margas y calizas correspondientes a depósitos lacustres someros. Ladrueñán 10 es un nivel de arcillas rojas de la parte superior de la unidad, que corresponde con depósitos de llanura aluvial. El yacimiento Cerro Marín se encuentra en el término municipal de Mirambel, al suroeste de esta población. Litológicamente se sitúa en la base de un nivel de areniscas con bastante continuidad lateral situado en la mitad

inferior de la formación. Está incluido en un tramo heterolítico constituido por margas, limos, areniscas y calizas, además de niveles con ostreidos que indican influencia marina.

**Material**

Se han estudiado cinco fósiles de saurópodo en este trabajo: un centro vertebral caudal anterior (MPZ 2014/436) y fragmento de espina neural (MPZ 2014/435) del yacimiento Ladrueñán 10, ambos depositados en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza; el extremo proximal de una tibia de Ladrueñán 0 (LAD0-1) depositada en el Museo de Mas de las Matas; el extremo distal de un húmero de Ladrueñán 8 (MAP-4706) y una diáfisis de Cerro Marín (MAP-4711), depositados en el Museo Aragonés de Paleontología.

**Descripción y comparación**

MPZ 2014/436 es un centro vertebral caudal anterior o medio (Fig. 2A). Le falta el arco neural, el proceso transversal izquierdo y la parte distal del derecho. El arco neural se sitúa ligeramente en posición anterior como en los Titanosauriformes (D’Emic, 2012). Las dos caras articulares son cóncavas, siendo la posterior más marcada. Las caras son aproximadamente subcirculares, aunque la posterior tiene el borde dorsal rectilíneo. El proceso transversal derecho está roto, pero por la forma de su arranque en el centro parece ser aplastado dorsoventralmente. Debajo del proceso se desarrolla una fosa ancha y poco marcada. El lado ventral del centro presenta una serie de profundas depresiones y crestas no descritas en otros saurópodos en esta posición y que podrían ser estructuras neumáticas. Algunos titanosaurios derivados como *Rocasaurus* presentan estructuras neumáticas con un cierto parecido en las caras laterales de las vértebras caudales (Cerdeira *et al.*, 2012). Pero hay que destacar que las caudales de estos titanosaurios son fuertemente procélicas, lo que las diferencia del material estudiado. Las articulaciones para los arcos hemales están poco desarrolladas.

MPZ 2014/435 es el extremo dorsal de una espina neural de una vértebra dorsal (Fig. 2B). Presenta un robusto proceso postespinal parecido al de *Tastavinsaurus* (Canudo *et al.*, 2008), pero se diferencia por presentar el extremo dorsal distintivamente convexo y con una superficie rugosa. En vista dorsal tiene una sección ovalada con mayor alargamiento lateromedial (>15 cm) que anteroposterior (12 cm). El extremo dorsal presenta un engrosamiento que sobresale del resto de la espina en los lados laterales y anterior. En la base de este engrosamiento en vista anterior hay una cresta corta y robusta que podría ser la PRSL. El engrosamiento en el lado lateral no llega a formar un verdadero proceso aliforme como presenta *Brachiosaurus* (Wilson y Sereno, 1998). En el lado lateral presenta una lámina ancha y robusta de la que solo se conserva el final, por lo que podría ser la lámina espinopostzigapofisaria (SPOL) o la lámina espinodiapofisaria (SPDL).

MAP-4706 es un fragmento distal de húmero bien conservado (Fig. 2C). Tiene ligeramente erosionados los cóndilos. La

sección de la diáfisis es ovalada con un valor de 0,73 de relación entre la mínima anchura anteroposterior – lateromedial. Este valor sería menor en la zona de menor anchura anteroposterior de la diáfisis. Los cóndilos tienen un tamaño similar. En vista anterior están poco desarrollados y separados por un área intercondilar suavemente cóncavo. En vista posterior los cóndilos se encuentran más desarrollados y con una fosa para el olecranon poco marcada, más

excavada en su final distal. El final distal está ligeramente dañado en el cóndilo radial, pero en apariencia carece de cóndilos distalmente divididos (*sensu* D’Emic, 2012) como presentan los titanosaurios. El final distal en vista anterior-posterior es recto como en *Brachiosaurus*.

MAP-4711 es un fragmento de húmero izquierdo de 58 cm de longitud (Fig. 2D). Le faltan el extremo proximal, los cóndilos y un fragmento de la diáfisis en parte medial

(Fig. 2). Es un húmero aparentemente grácil como presentan los braquiosáuridos (D’Emic, 2012). Carece de la robustez de los titanosaurios, aunque le falta la mayor parte del extremo proximal para poder afirmarlo. MAP-4711 es un hueso recto y carece de torsión, estando los extremos proximal y distal en el mismo plano. La fosa deltopectoral está bien desarrollada. La cresta deltopectoral es robusta, muy ancha lateromedialmente, llega a ocupar el 40%

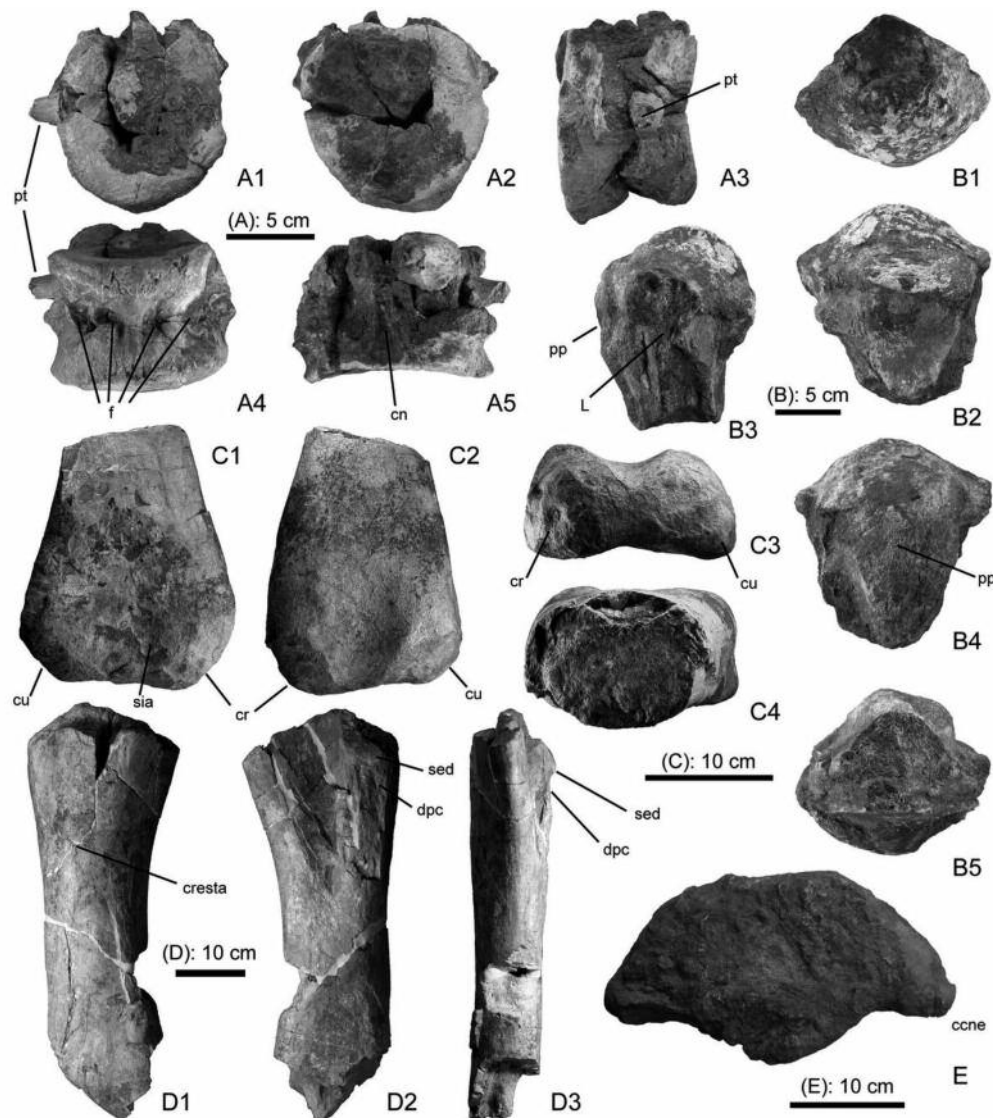


Fig. 2.- Restos de saurópodos de la Formación Mirambel. A) Centro caudal MPZ 2014/436 en vista anterior (A1), posterior (A2), lateral derecha (A3), ventral (A4) y dorsal (A5). B) Extremo dorsal de espina neural dorsal MPZ 2014/435 en vista dorsal (B1), anterior (B2), lateral derecha (B3), posterior (B4) y ventral (B5). C) Fragmento distal de húmero izquierdo MAP-4706 en vista anterior (C1), posterior (C2), distal (C3) y proximal (C4). D) Fragmento de húmero izquierdo MAP-4711 en vista posterior (D1), anterior (D2) y medial (D3). E) Fragmento proximal de tibia derecha LAD0-1 en vista proximal. Abreviaciones: ccne – cresta cnemial, cn – canal neural, cr – cóndilo radial, cresta – cresta longitudinal, cu – cóndilo ulnar, dpc – cresta deltopectoral, f – fosa, L – lámina espinopostzigapofisiaria (SPOL) o espinodiapofisiaria (SPDL), pp – proceso postespinal, pt – proceso transversal, sed – sedimento, sia – surco intercondilar anterior.

Fig. 2.- Sauropod remains from the Mirambel Formation. A) Caudal centrum MPZ 2014/436 in anterior (A1), posterior (A2), right lateral (A3), ventral (A4) and dorsal (A5) views. B) Dorsal end of dorsal neural spine MPZ 2014/435 in dorsal (B1), anterior (B2), right lateral (B3), posterior (B4) and ventral (B5) views. C) Distal fragment of left humerus MAP-4706 in anterior (C1), posterior (C2), distal (C3) and proximal (C4) views. D) Fragment of left humerus MAP-4711 in posterior (D1), anterior (D2) and medial (D3) views. E) Proximal fragment of right tibia LAD0-1 in proximal view. Abbreviations: ccne – cnemial crest, cn – neural channel, cr – radial condyle, cresta – longitudinal crest, cu – ulnar condyle, dpc – deltopectoral crest, f – fossa, L – spinopostzygapophyseal (SPOL) or spinodiapophyseal (SPDL) lamina, pp – postspinal process, pt – transverse process, sed – sediment, sia – anterior intercondylar groove.

de la anchura lateromedial de la parte conservada del extremo proximal. La cresta deltopectoral discurre por el borde lateral del extremo proximal proyectándose anteriormente, y finalizando distalmente cerca de la anchura anteroposterior mínima de la diáfisis. La anchura lateromedial de la cresta se mantiene en todo su desarrollo. La sección de la diáfisis es ovalada. La relación entre la mínima anchura anteroposterior – lateromedial en la anchura lateromedial mínima de la diáfisis es de 0,57. Carece del ensanchamiento distal de la cresta deltopectoral presente en titanosaurios como *Opisthocoelicaudia* (Borsuk-Bialynicka, 1977). La parte lateral de la zona distal presenta una cresta que se ensancha distalmente. El lado posterior de la diáfisis presenta una cresta longitudinal suave (Fig. 2D1) citada en algunos Titanosauriformes (D'Emic *et al.*, 2013).

LADO-1 es un fragmento proximal de una tibia derecha conservado sin aplastamiento (Fig. 2E). La superficie articular del extremo proximal es convexa y almohadillada. En vista proximal la sección es ovalada y aplastada lateromedialmente. Este carácter le diferencia bien de la tibia de *Tastavinsaurus* y de otros Titanosauriformes no titanosaurios, que es aproximadamente subcuadrada. Este aplastamiento se observa en sonfospóndilos como *Phuwiangosaurus* y en titanosaurios, carácter presente también en saurópodos basales (Royo-Torres, 2009). La esquina próximo-medial del extremo proximal está muy proyectada medialmente. La sección de la diáfisis es ovalada, comprimida lateromedialmente. El extremo proximal de la cresta cnemial coincide con el extremo proximal de la tibia. La cresta cnemial está bien desarrollada, proyectándose antero-lateralmente. Su borde está roto, por lo que no es posible observar la forma de su contorno. La cresta cnemial presenta su final distal por encima del punto de menor anchura de la diáfisis.

## Discusión y conclusiones

Los restos de saurópodos en el Barremiense de la Península Ibérica son bastante fragmentarios, en su mayoría se han incluido en Titanosauriformes más o menos derivados (Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2005; Torcida Fernández-Baldor *et al.*, 2009; Royo-Torres *et al.*, 2009). Entre los Titanosauriformes solo se ha identificado

*Tastavinsaurus* en el tránsito con el Aptiense (Formación Chert) de Peñarroya de Tastavins y una forma de sonfospóndilo euhelópido en el Barremiense inferior de Josa (Canudo *et al.*, 2002, 2008). Fuera de los Titanosauriformes solo se ha citado el diplodocimorfo basal *Demandasaurus* (Torcida Fernández-Baldor *et al.*, 2011) en el Barremiense superior-Aptiense inferior de la Formación Castrillo de la Reina en Burgos.

Los restos de saurópodo recuperados en la Formación Mirambel son fragmentarios y provienen de diferentes yacimientos, por lo que no se puede corroborar si pertenecen a un mismo taxón. La espina neural y el centro vertebral son muy robustos en comparación con los de *Demandasaurus* y los diplodocimorfos basales, por lo cual se puede descartar la presencia de este clado por el momento en la Formación Mirambel. En su conjunto, los huesos estudiados permiten documentar la presencia de, al menos, un saurópodo de tamaño mediano que se incluiría en Titanosauriformes, pudiendo ser Somphospondylia pero en ningún caso pertenecería a Titanosauria. Las caudales, húmero y tibia son diferentes a los de los titanosaurios. Este resultado es coherente con la presencia de Titanosauriformes no Titanosauria en el Barremiense de otras formaciones de la Cordillera Ibérica y amplía su distribución a esta parte de la Cuenca del Maestrazgo.

## Agradecimientos

Al Museo de Más de las Matas por facilitarnos el estudio de LADO-1. Las aportaciones de Verónica Díez, un revisor anónimo y los editores de la revista han mejorado el manuscrito original. Este trabajo forma parte del proyecto de Grupos Consolidados del Gobierno de Aragón. La Dirección General de Patrimonio Cultural ha financiado las campañas de prospecciones recientes (2008, 2013).

## Referencias

- Borsuk-Bialynicka, M. (1977). *Palaeontologica Polonica* 37, 5-64.  
 Canudo, J.I., Ruiz-Omeñaca, J.I., Barco, J.L. y Royo-Torres, R. (2002). *Ameghiniana* 39, 443-452.  
 Canudo, J.I., Royo-Torres, R. y Cuenca-Bescós, G. (2008). *Journal of Vertebrate Paleontology* 28, 712-731.

- Canudo, J.I., Gasca, J.M., Aurell, M., Badiola, A., Blain, H.-A., Cruzado-Caballero, P., Gómez-Fernández, D., Moreno-Azanza, M., Parrilla, J., Rabal-Garcés, R. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2010). *Journal of Iberian Geology* 36, 295-324.  
 Cerda, I.A., Salgado, L. y Powell, J.E. (2012). *Paläontologische Zeitschrift* 86, 441-449.  
 D'Emic, M.D. (2012). *Zoological Journal of the Linnean Society* 166, 624-671.  
 D'Emic, M., Mannion, P.D., Upchurch, P., Benson, R.B.J., Pang, Q. y Zhengwu, C. (2013). *Plos One* 8(6), e68375.  
 Gasca, J.M., Canudo, J.I. y Moreno-Azanza, M. (2009). *Journal of Vertebrate Paleontology* 29(supplement to number 3), 103A.  
 Gasca, J.M., Canudo, J.I. y Moreno-Azanza, M. (2014). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 273, 13-23.  
 Infante, P., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2005). *Geogaceta* 38, 31-34.  
 Lapparent, A.F., Curnelle, R., Defaut, B., De Miroshedji, A. y Pallard, B. (1969). *Estudios geológicos XXV*, 311-315.  
 Martín-Closas, C. (1989). *Els caròfits del Cretaci inferior de les conques perifèriques del Bloc de l'Ebre*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 581 p.  
 Royo-Torres, R. (2009). El saurópodo de Peñarroya de Tastavins. *Monografías turolenses* 6, 544 p.  
 Royo-Torres, R., Mejjide Calvo, M., Fuentes Vidarte, C., Mejjide-Fuentes, F. y Mejjide-Fuentes, M. (2009). En: *Tenth international Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*, 143-144.  
 Ruiz-Omeñaca, J.I. y Canudo, J.I. (2005). *Geogaceta* 38, 43-46.  
 Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I., Aurell, M., Badenas, B., Cuenca-Bescós, G. y Ibas, J. (2004). *Estudios geológicos* 60, 179-202.  
 Salas, R., Guimerà, J., Más, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. y Alonso, A. (2001). *Mémoires du Muséum Nationale de l'Histoire Naturelle* 186, 145-185.  
 Torcida Fernández-Baldor, F., Canudo, J.I., Huerta, P., Izquierdo Montero, L.A., Montero Huerta, D., Contreras Izquierdo, R., Pérez Martínez, G. y Urién Montero, V. (2009). En: *Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*, 311-319.  
 Torcida Fernández-Baldor, F., Canudo, J.I., Huerta, P., Montero, D., Pereda Suberbiola, X. y Salgado, L. (2011). *Acta Palaeontologica Polonica* 56, 535-552.  
 Viera, L.I. (1991). *Munibe (Ciencias Naturales)* 43, 37-41.  
 Wilson, J. y Sereno, P. (1998). *Supplement to Journal of Vertebrate Paleontology* 18, 1-68.