ICNITAS TERÓPODAS, SAURÓPODAS Y TIRÉFORAS (JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO INFERIOR) EN MOSCARDÓN (TERUEL, ESPAÑA)

Jesús Herrero y Félix Pérez-Lorente

NOTA DE LA REDACCIÓN

Por su interés y novedad reproducimos en las páginas que siguen y en su formato original un artículo publicado recientemente en la revista *Geogaceta* (n. 54, 2013) de la Sociedad Geológica de España.

En este artículo se estudian las huellas fosilizadas de cuatro dinosaurios encontradas recientemente en Moscardón.

Los autores –previa autorización de la revista *Geogaceta*– han querido colaborar en este número extraordinario de *Rehalda* cediendo su artículo para nuestra publicación.

Icnitas terópodas, saurópodas y tireóforas (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) en Moscardón (Teruel, España)

Theropod, sauropod and thyreophoran footprints (Late Jurassic-Early Cretaceous) found in Moscardón (Teruel, Spain)

Jesús Herrero Gascón[1] y Félix Pérez-Lorente[2]

[1] Guías de Galve S.L., El Horno 28, 44124-Moscardón, Teruel, España. guiasdegalve@msn.com
[2] Edificio CT, Universidad de La Rioja, C/ Madre de Dios 51-53, 26006-Logroño, España. felix.perez@unirioja.es.

ABSTRACT

In this work, dinosaur footprints, from the village of Moscardón (Teruel) are cited for the first time They are four footprints (natural casts) imprinted by four different dinosaurs. We place the three new sites and we describe the natural casts found. The result has been the identification of one theropod, two sauropod and a stegosaur ichnites, and the recognition of special structures in the last three, which have allowed us to analyse certain details on foot movement and deformation of digital pads.

Key-words: *Footprints, dinosaurs, Late Jurassic Early Cretaceousm, Iberian Range, Spain.*

RESUMEN

Se citan por primera icnitas de dinosaurio en la localidad de Moscardón (Teruel). Son cuatro icnitas (contramoldes) impresas por cuatro dinosaurios diferentes. Se sitúan los tres nuevos yacimientos y se describen los contramoldes encontrados. El resultado ha sido la identificación de una icnita terópoda, dos saurópodas y una de estegosaurio, y el reconocimiento de estructuras particulares en las tres últimas que hay permitido analizar ciertos detalles relativos al movimiento de los pies y a la deformación de almohadillas dactilares.

Palabras clave: *: Icnitas, dinosaurios, Jurásico Superior-Cretácico Inferior, Cordillera Ibérica, España.*

Geogaceta, 54 (2013), 67-70.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 30 de enero de 2013
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

Introducción

Se describen cuatro contramoldes de huellas de dinosaurios encontradas por uno de nosotros (J.H.G.) en bloques de roca en Moscardón (Teruel). Cada contramolde fue hecho por un dinosaurio diferente. Los hallazgos se produjeron en tres yacimientos nuevos signados 1MSC (dos contramoldes), 2MSC y 3MSC. Las siglas se han tomado de las tres primeras consonantes del nombre del pueblo de Moscardón.

El número de yacimientos con huellas de dinosaurio en la provincia de Teruel crece con el paso de los años incorporándose cada vez nuevas localidades a tal registro. Los primeros que se encontraron en Aragón (Los Corrales de Pelejón) fueron de huecos o epirrelieves cóncavos en Galve (Casanovas *et al.*, 1984). Los primeros contramoldes se citaron más tarde (Pérez-Lorente y Herrero-Gascón, 2009), también en yacimientos de Galve.

Respecto a la edad, las icnitas de dinosaurio de la provincia de Teruel, (huecos y contramoldes) están entre el Jurásico Superior de la Formación Higueruelas (Pérez-Lorente y Romero-Molina, 2001) y el Cretácico Superior de la Formación Mosqueruela (Meléndez *et al.*, 2003)

El yacimiento con icnitas de dinosaurio más próximo a Moscardón es el primero que se citó en España y se encuentra en los Montes Universales en la localidad de Arroyo Cerezo (Rincón de Ademuz, Valencia), a 25 km de distancia (Lapparent, 1965).

Localización geográfica y geológica

Los yacimientos están en lo que Portero *et al.* (1983) llaman la fosa de Moscardón (Fig. 1) al SO de la provincia de Teruel, unos kilómetros al Oeste de Albarracín. Los yacimientos están a caballo de cuatro hojas del MTN 1:50.000 (Fig. 1).

Todas las icnitas son contramoldes de arenisca aislados y alejados unos de otros: uno de los contramoldes (1MSC1) estaba *in situ* en un talud de la carretera muy cerca del pueblo de Moscardón; otro (1MSC2) rodado en la cuneta del mismo talud; el tercero (2MSC1) en el ribazo de un campo de cultivo; y el cuarto (3MSC1) es un bloque sobre una superficie llana en la que hay otros fragmentos similares del mismo tipo de roca pero sin marcas de pies, manos o de ninguno de sus elementos anatómicos. Las coordenadas UTM del talud y de los otros dos puntos son las siguientes (Datum ETRS89, Huso 30):

1MSC: X = 624732; Y = 4465119
2MSC: X = 624876; Y = 4464995
3MSC: X = 625549; Y = 4465315

Copyright© 2013 Sociedad Geológica de España / www.geogaceta.com

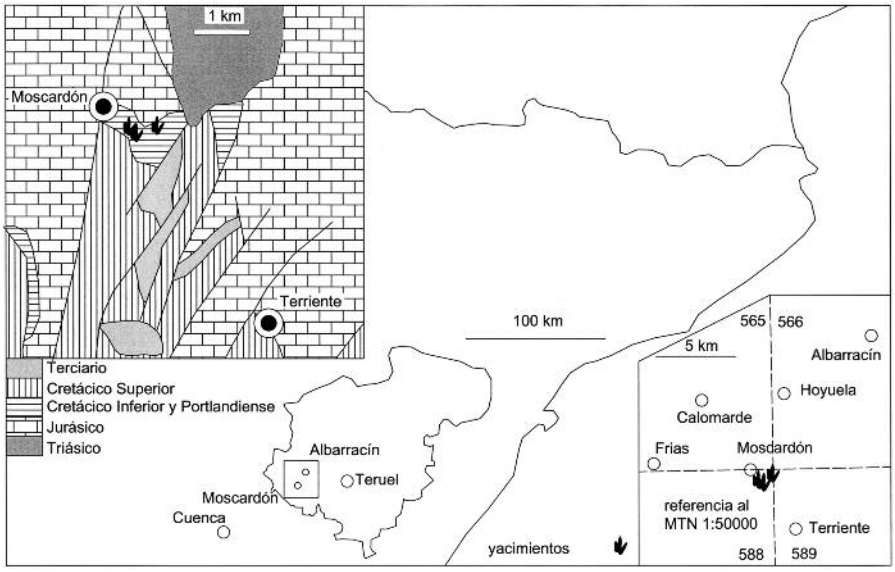


Fig. 1.- Localización de los yacimientos y situación del pueblo de Moscardón. Cartografía geológica según Hernández y Anadón (1983).

Fig. 1.- Location of the sites and situation of the Moscardón village. Geological mapping taken from Hernández and Anadón (1983).

Los cuatro contramoldes son de areniscas silíceas, con cierto contenido de limos de color variable. Los dos primeros y el tercero están incluidos en limolitas rojas y el cuarto está en sedimentos arenosos y lutíticos de colores amarillentos y pardos.

Según la cartografía del MTN 1:50.000 (hojas 565, 566, 588 y 589) las icnitas están en una zona en la que hay varias bandas estrechas alternantes de rocas de dos unidades estratigráficas. Las icnitas podrían situarse en las unidades 19-20 de Portero *et al*. (1983), 14-16 de Berástegui *et al*. (1986) y la unidad 17 de Aznar *et al*. (1983). La edad de estas unidades, según estos autores, va desde el Kimmeridgiense al Albiense inferior. Berástegui *et al.* (1986) asocian las calizas con oncolitos (unidad 14) a la Formación Higueruelas

La carretera de Moscardón hacia Terriente atraviesa las bandas alternantes de la Formación Higueruelas y la de Areniscas y limos rojos. Los yacimientos 1MSC y 2MSC están en el costado de la carretera por lo que pertenecen a la segunda de las unidades citadas. El yacimiento 3MSC se sitúa en la unidad 16 de la hoja 588 (Berástegui *et al.,* 1986).

La cartografía de escala 1:200000, (Hernández y Anadón, 1983) considera (Fig. 1) que en este lugar la edad sería Cretácico Inferior (Neocomiense-Aptiense).

No se puede separar la edad de estos yacimientos dentro del intervalo de edad en el que está comprendida la datación local de las rocas que los contienen. Según Mas *et al*. (1984) los sedimentos detríticos asociados con calizas en esta misma posición son propios de la Formación Villar del Arzobispo. Suponemos que la edad de las pisadas estaría cerca del límite entre el Jurásico Superior y el Cretácito Inferior, muy probablemente en la mencionada Formación Villar del Arzobispo.

Estudio icnítico

Los cuatro contramoldes son de pie de dinosaurios, 1MSC2 es de un dinosaurio bípedo y los otros tres son de tres dinosaurios cuadrúpedos. La luz de la red de las fotos es de 5 cm (Figs. 3, 5, 6).

1MSC1 es un relleno de arenisca limosa de color rojo que estaba incluido en el talud de la carretera (Fig. 2). Hacia los laterales del contramolde, en el mismo nivel estratigráfico, salen fragmentos de arenisca intercalados en la lutita como si fuera un rosario de bloques más duros. La línea de contorno del contramolde, tanto por la parte superior (techo) como por la inferior (muro) es irregular. En la pared delantera del contramolde se muestra la marca de los dedos I-IV y el abultamiento del dedo V. Las marcas de los dedos son redondeadas, con estrías de salida paralelas a su alargamiento (fase K de Thulborn y Wade, 1989). Es posible que el pie deslice hacia adelante durante la entrada y la salida, de manera que las paredes anterior y posterior de la huella son como dos rampas que divergen hacia el exterior del hueco. El fondo de la pisada es más profundo delante (20 cm en la posición del dedo I) que detrás, quizá debido al movimiento del pie durante la marcha del dinosaurio (Whyte y Romano, 2012).

La longitud de la pisada es de 50 cm en la parte baja (60 cm en la alta) y la anchura de 35 cm (50 cm en la parte alta del contramolde). Ninguna de estas dos medidas se ha de considerar exacta y correspondiente con las del pie real del dinosaurio porque el autopodio se ha deslizado tanto durante la fase T como durante la fase K, y el hueco debe ser mayor que el pie que lo produce.

Por la colocación y el número de dedos se deduce que el contramolde es el relleno de una pisada derecha de un dinosaurio saurópodo.

1MSC2. Rodado sobre el mismo talud se vio otro contramolde del que se conserva parte del relleno de dos dedos relativamente estrechos y separados. La longitud de la huella es de unos 29 cm y la anchura quizá fuese de 30 cm. El contramolde es muy estrecho - apenas 3 cm de grosor - si se compara con su extensión, por lo que es muy frágil. Esta icnita se ha clasificado como terópoda, impresa por un dinosaurio de talla media.

2MSC1 es la mayor de las cuatro huellas. Su color es gris o pardo claro. Estaba semienterrada en posición normal en las lutitas (Fig. 3). Mide 80/89 cm de largo (techo/muro) y 55/74 cm de ancho (techo/muro). La profundidad máxima del contramolde respecto al techo de la impresión es de 50 cm. La parte central de la huella es algo más profunda que la de la base de los dedos (Fig. 4). La marca de los dedos es apuntada hacia la parte lateral y posterior de la huella.

La pared del molde dejado por los dedos es columnar o tubular (Fig. 3). Los tubos son más anchos, globulosos o bulbosos en la base que en el trayecto de salida. El contorno y la base de la marca de los dedos se distinguen sin dificultad (Figs. 3, 4). La parte superior de los tubos se dirige hacia atrás.

En los bulbos basales (¿almohadillas dactilares?) hay marcas que se pueden asimilar a las escamas poligonales de piel (Fig. 5); en el resto de los tubos hay estrías paralelas a su alargamiento que se suponen debidas al deslizamiento de las mismas escamas por la pared (Figs. 3,5).

El estrechamiento de la parte no bulbosa a la tubular no se produce por el co-



Fig. 2.- Fotografía de 1MSC1. Icnita saurópoda *in situ.*

Fig. 2.- Photography* in situ *of the 1MSC1 sauropod footprint.

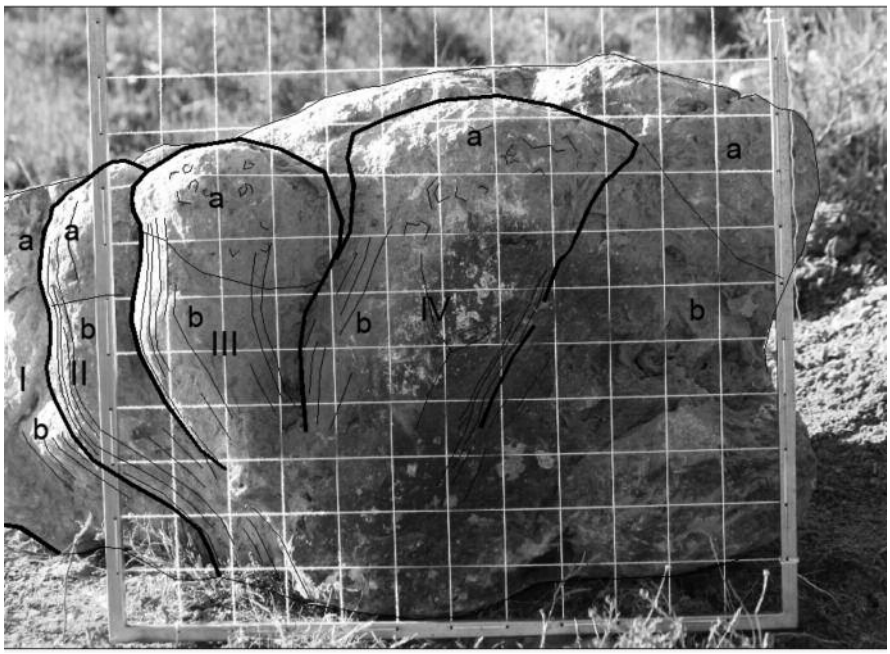


Fig. 3.- Contramolde saurópodo grande 2MSC1 invertido. a, engrosamientos; b, formas tubulares.

Fig. 3.- Inverted large sauropod cast 2MSC1. a, thickened forms; b, tubular forms.

lapso debido a la caída del barro de las paredes. Tal tipo de colapso dejaría más estrecha la zona más baja. El estrechamiento de la parte bulbosa es como un anillo subparalelo al fondo del hueco de la impresion (o de la suela del pie). El engrosamiento se supone debido (Whyte y Romano, 2012) al aplastamiento de la almohadilla dactilar durante la fase W (al apoyar el dinosaurio todo su peso sobre el pie). Se supone que las estrías laterales las producen los dedos del pie al salir, a la vez que la forma columnar de las paredes. Al ser verticales en la parte inferior y retrodirigidas en la superior, deben ser la marca del último movimiento del pie. Las estrías no parece que estén deformadas por el engrosamiento del fondo de la columna, por lo que deben ser posteriores a ella. Tanto si las estrías de los dedos se producen a la entrada como a la salida del pie, el mecanismo indica retroceso del pie durante la fase K.

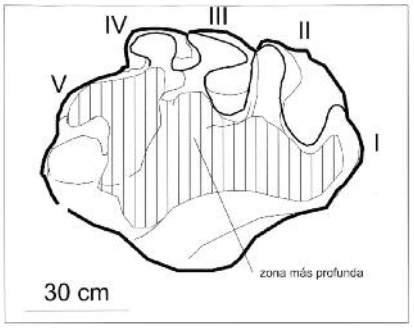


Fig. 4.- Base de 2MSC1 con indicación de la parte más profunda de la pisada.

Fig. 5.- Base of 2MSC1 with indication of the deepest part of the cast.

No se han encontrado en esta huella marcas de la fase T o del intervalo comprendido entre el momento en el que el pie toca el suelo y el momento de máximo apoyo (fase W). La parte trasera de la icnita no muestra estructuras claras y no se ha podido deducir el movimiento de entrada del pie (fase T).

El contorno de la marca de los dedos en la parte bulbosa y en la columnar está aislado tanto de los dedos vecinos como de la zona continua de la suela del pie (Figs. 3, 5). En el interior de la suela no hay señales de almohadillas ni de continuación de los dedos. Esta forma la producirían los pies con dedos separados, colocados en el borde de una posible almohadilla central. Esta icnita es el contramolde de un pie saurópodo grande.

3MSC1 (Fig. 6) es el tercer contramolde completo. Es deltoideo, con la parte delantera más ancha y con la marca de tres dedos colocada simétricamente respecto al eje de la pisada, es decir con los caracteres diagnósticos de *Deltapodus* Whyte y Romano 1994. No es la primera referencia a este icnogénero en la provincia de Teruel sino que ha sido citado por Cobos *et al.* (2008, 2010). La longitud total es de 28/30 cm (techo/muro) y la anchura máxima de 25/22 cm (techo/muro). La profundidad del contramolde es de unos 25 cm. Las marcas de entrada/salida de los dedos no son verticales sino que se inclinan lateralmente. En otros contramoldes del mismo icnotipo que forman rastro, se deduce que la inclinación indica movimiento lateral del pie al penetrar en el barro. Esta icnita se clasifica como *Deltapodus* ichnosp. ya que los caracteres de reconocimiento son claros pero insufi-

cientes para asignarla a ninguna de las icnoespecies descritas.

Características de los contramoldes estudiados

Los contramoldes (al menos en muchas areniscas) tienen sobre los huecos la ventaja de que en ellos se graban mejor las estructuras directas. En estos se conservan no solo parte del trayecto de entrada y/o salida sino también las marcas del fondo.

1MSC1, 2MSC1 y 3MSC1 tienen estrías a lo largo de la marca de los dedos. En la suela de los dedos de 2MSC1 hay marcas irregulares que contrastan con las estrías. Se atribuyen a marcas poligonales de la piel (Fig. 5).



Fig. 5.- 2MSC1. Marcas de escamas y de estrias, dedos III y IV.

Fig. 5.- 2MDC1. Scale impressions and striations in the digits III and IV.

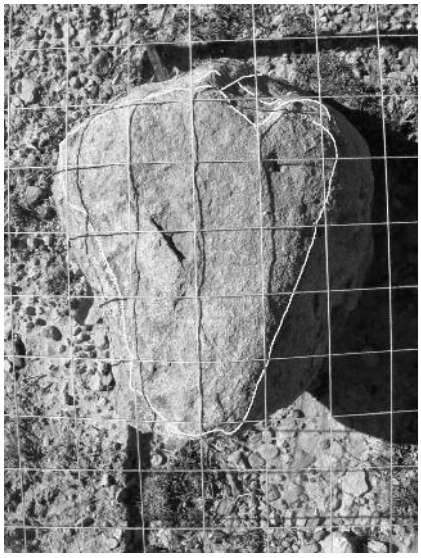


Fig. 6.- 3MSC1. Contramolde de *Deltapodus ichnosp...*

Fig. 6.-* Deltapodus *ichnosp., natural cast.

Las marcas de los dedos de 2MSC1 son congruentes con los dedos con pocas falanges de los pies saurópodos. El resto de la suela de la pisada tiene que estar bajo los segmentos metatarsianos, que serían relativamente largos y poco inclinados, de forma similar a la posición subdigitígrada que postulan Wilson y Sereno (1998).

Como en varios contramoldes terópodos (Avanzini *et al.*, 2011), saurópodos (Whyte y Romano, 2012) y ornitópodos (Herrero Gascón y Pérez-Lorente, 2013), hay marcas del movimiento del pie en el interior del barro que sirven para estudiar el movimiento de las articulaciones. En 1MSC1 las estrías indican que el movimiento durante la fase K fue hacia adelante. En 2MSC1 la trayectoria es hacia atrás, y en 3MSC1 es lateral, probablemente durante la fase T, hacia el exterior de la pisada.

Conclusiones

Es la primera cita sobre huellas fósiles de dinosaurio en Moscardón (Teruel). Estas nuevas icnitas indican la posibilidad de más hallazgos de este tipo de fósiles de dinosaurio en la provincia de Teruel.

Se destaca también la importancia icnítica de algunos contramoldes aislados, en comparación con rastrilladas ya que proporcionan abundantes datos sobre almohadillas, forma de los dedos y movimiento de los autopodios durante la marcha.

El análisis de las estructuras directas e indirectas de las icnitas es muy útil para su estudio. No solo sirve para tomar precauciones a la hora de establecer las atribuciones icnotaxonómicas, sino que es fundamental para deducir la posición y el tamaño de los elementos óseos de los autopodios y para investigar el movimiento de los segmentos de las extremidades durante la marcha.

Agradecimientos

Al revisor anónimo, a J.I. Ruiz-Omeñaca y a X. Pereda-Suberbiola por las correcciones, puntualizaciones y sugerencias al manuscrito y que han servido para rectificar el manuscrito original. A la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón (exp. nº:044/2013), reponsable de la autorización de estos estudios. Al alcalde de Moscardón, D. Manuel Murciano Vicente, por las atenciones recibidas durante nuestra estancia en el pueblo.

Referencias

Aznar, J.M., Olivé, A., Moissenet, A., Hernández, A., Portero, J.M., Gutiérrez, M., Aguilar, M.J., Ramírez, J., Aragonés, E. y Giner, J. (1983). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 589 (Terriente) y memoria*. IGME. 80 p.

Avanzini, M., Piñuela, L. y García-Ramos, J.C. (2011). *Lethaia* 46, 238-252.

Berástegui, J., Álvaro, M., Olivé, A., Aguilar, M.J., Leal, M.C., Meléndez, A., Gómez,. J.J., García, J.C., Martín, J.M. y Ortí, F. (1986). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 588 (Zafrilla) y memoria*. IGME.

Casanovas, M.L., Santafe, J.V. y Sanz, J.L. (1984). *Paleontologia i Evolució* 18, 173-176.

Cobos, A., Royo-Torres, R., Alcalá ,L., Luque, L. y Aberasturi, A. (2008). En: *XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. (J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela y J.C. García Ramos, Eds.), 25-26.

Cobos, A., Royo-Torres, R., Luque, L., Alcalá, L. y Mampel, L. (2010). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 293, 223-236.

Hernández, A. y Anadón, P. (1983). *Mapa Geológico de España 1:200000. hoja nº 47 (Teruel) y memoria*. IGME. 192 p.

Herrero Gascón, J. y Pérez-Lorente, F. (2013). *Geogaceta* 53, 21-24.

Lapparent, A.F., Le Joncourt, M., Mathieu, A. y Plus, B. (1965). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* 63, 225-230.

Mas, J.R., Alonso, A. y Meléndez, N. (1984). En: *Homenaje a Luis Sánchez de la Torre* (A. Obrador, Ed.). Publicaciones de Geología, Univ. Autónoma de Barcelona, 20,175-188.

Meléndez, A., Ezquerra, R., Zurita, E. y Pérez-Lorente, F. 2003. En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España* (F. Pérez-Lorente, Coord.). *Ciencias de la Tierra* 26, 137-146.

Perez-Lorente, F. y Herrero Gascón, J. (2009). En: *Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*. (A. Buscalioni y M. Fregenal, Eds.), 251-252.

Pérez-Lorente, F. y Romero-Molina, M.M. (2001). *Geogaceta* 30, 115-118

Portero, J.M., Gutiérrez, M., Aguilar, M.J., Ramírez, J., Aragonés, E., Giner, J. y Riba, O. (1983). *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja nº 565 (Tragacete) y memoria*. IGME. 89 p.

Thulborn, R.A. y Wade, M. (1989). En: *Dinosaurs Tracks and Traces* (D.D. Gillette y M.G. Lockley, Eds.). Cambridge Univ. Press, 51-56.

Whyte, M.A. y Romano, M. (1994). *Gaia* 10, 15-26.

Whyte, M.A. y Romano, M. (2012). *Zubia* 30, 45-92.

Wilson, J.A. y Sereno, P.C. (1998). *Journal of Vertebrate Paleontology* 18 (supplement to Number 2), 1-70.