

Nuevos fósiles de dinosaurios en la Formación Villar del Arzobispo de El Castellar y Formiche Alto (Teruel, España)

New dinosaur remains in the Villar del Arzobispo Formation from El Castellar and Formiche Alto (Teruel, Spain)

Alberto Cobos, Rafael Royo-Torres, Miguel Ángel Torrente y Luis Alcalá

Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología. Avda. Sagunto s/n, 44002 Teruel, España
cobos@dinopolis.com, royo@dinopolis.com, matorrenteasensio@hotmail.com, alcalá@dinopolis.com

ABSTRACT

The South of the Iberian Range is characterised by the presence of dozens of sites with dinosaurs included in the Limestone, Sandstone and Clays of the Villar del Arzobispo Formation (Tithonian-Berriasian). Here are described new findings in that lithostratigraphic unit of the Peñagolosa sub-basin (Maestrazgo Basin) in Teruel province. Concretely a sauropod caudal centrum from El Castellar assigned to *Diplodocoidea* indet. is described. Likewise we inform about the discovery of the apical section of a large *Megalosauridae* theropod tooth from Formiche Alto, only known before by the central section of the crown and that globally would represent the largest theropod tooth described in Spain, bigger even than other found in Riodeva (Teruel). Also in Formiche a new dinosaur tracksite called Masía de la Cañada has yielded and is presented from a preliminary point of view. These discoveries allow us to complete the faunistic diversity in dinosaurs with Jurassic affinity that lived in the tidal and intertidal systems of the Villar del Arzobispo Formation in the Peñagolosa sub-basin.

Key-words: Peñagolosa sub-basin, Tithonian-Berriasian, *Diplodocoidea*, *Megalosauridae*, *ichnites*.

RESUMEN

El sur de la Cordillera Ibérica se caracteriza por presentar decenas de yacimientos de dinosaurios incluidos en la Formación Calizas, Areniscas y Arcillas de Villar del Arzobispo (Titiense-Berriasiense). Aquí se describen nuevos fósiles de dinosaurios de dicha unidad litoestratigráfica procedentes de la Subcuenca de Peñagolosa (Cuenca del Maestrazgo) en la provincia de Teruel. En concreto, se describe un centro vertebral caudal de un saurópodo asignado a *Diplodocoidea* indet. procedente de El Castellar. Igualmente se informa del hallazgo de la mitad apical de un gran diente de terópodo megalosáurido de Formiche Alto, conocido con anterioridad sólo por la parte central de su corona y que representa el mayor diente de carnívoro descrito en España, mayor incluso que otro hallado en Riodeva (Teruel). Asimismo, en Formiche Alto se sitúa un nuevo yacimiento de icnitas de dinosaurios saurópodos y ornitópodos que se presenta de forma preliminar. Estos hallazgos permiten completar la diversidad faunística de dinosaurios con afinidades jurásicas que habitaron los sistemas mareales e intermareales de la Formación Villar del Arzobispo en la Subcuenca de Peñagolosa.

Palabras clave: Subcuenca de Peñagolosa, Titiense-Berriasiense, *Diplodocoidea*, *Megalosauridae*, *icnitas*.

Geogaceta, 58 (2015), 43-46
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 29 de enero de 2015
Fecha de revisión: 29 de abril de 2015
Fecha de aceptación: 15 de mayo de 2015

Introducción

En el sur de la Cordillera Ibérica turo-lense las facies correspondientes al tránsito Jurásico-Cretácico de la Formación Calizas, Areniscas y Arcillas de Villar del Arzobispo se caracterizan por presentar abundantes yacimientos con restos directos e indirectos de dinosaurios terópodos, saurópodos, ornitópodos y tireoforos, tanto en la Cuenca Suribérica como en la Cuenca del Maestrazgo, principalmente en las Subcuencas de Galve y de Peñagolosa (ver síntesis en Cobos *et al.*, 2014).

Por el momento, esta última subcuenca se caracteriza principalmente por presentar

yacimientos con icnitas en Cedrillas, Formiche Alto y El Castellar que han dado lugar a la definición de los dos únicos icnotaxones definidos en Aragón: *Deltapodus ibericus* e *Iberosauripus grandis* (Cobos *et al.*, 2010, 2014). Los restos directos son menos abundantes y sólo se ha asignado diverso material postcranial de dinosaurio al estegosaurio *Dacentrurus*, procedente del yacimiento San Cristóbal de El Castellar (Cobos *et al.*, 2009, 2010). Además, un fragmento proximal de una fíbula de La Puebla de Valverde fue asignada a un saurópodo (Royo-Torres, 2004) y la parte central de la corona de un gran diente del yacimiento Masía de la Hoya Alta en Formiche Alto a un megalosáurido

(Cobos *et al.*, 2014). En este trabajo se completa la descripción de este diente, al haberse hallado recientemente gran parte de la punta apical de la corona del mismo ejemplar y se describe un centro vertebral de dinosaurio. Asimismo, se ha encontrado también un nuevo yacimiento de icnitas de dinosaurios que se presenta de forma preliminar.

Estos fósiles se han inventariado en el marco de las actuaciones llevadas a cabo por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis en el año 2014 (Exp. 226/2014), aunque la institución viene desarrollando estudios paleontológicos y geológicos en la Subcuenca de Peñagolosa desde el año 2002 (Exp. 254/2002).

Situación geográfica y geológica

Los restos fósiles tratados aquí proceden de yacimientos hallados en los municipios de El Castellar y Formiche Alto (Teruel), administrativamente enclavados en la Comarca Gúdar-Javalambre.

Los yacimientos se sitúan en la Cuenca del Maestrazgo, concretamente en la Subcuenca de Peñagolosa, en facies del tránsito Jurásico-Cretácico (Tinoniense-Berriasiense) de la Formación Calizas, Areniscas y Arcillas de Villar del Arzobispo (Mas *et al.*, 2004; Alcalá *et al.*, 2014a; Cobos *et al.*, 2014).

Sistemática paleontológica

Dinosauria Owen, 1842
Saurischia Seeley, 1888

Sauropoda Marsh, 1878
Neosauropoda Bonaparte, 1986
Diplodocoidea Marsh, 1884
Diplodocoidea indet.

Material

Un centro vertebral (MAP-4475: Fig. 1) depositado en el Museo Aragonés de Paleontología.

Localidad y procedencia

El material procede del yacimiento denominado Los Canales (CT-60) situado en El Castellar (Teruel). El centro fue hallado *ex situ* en dos partes muy próximas entre sí junto a varios pequeños fragmentos indeterminados. El fósil procede de una capa de areniscas próxima al lugar en el que fue encontrado. Las coordenadas UTM del yacimiento son 684682 y 4470162 Huso 30.

Descripción y discusión

MAP-4475 es un centro vertebral completo de gran desarrollo en sentido antero-posterior (Figs. 1C, D, E, y F) y presenta una longitud total de 180 mm. El arco y espina neural no están conservados debido a la actuación de los procesos de erosión. El centro posee un profundo surco ventral (Fig. 1F), incipientes pleurocelos y el inicio de los pedicelos, que ocupan prácticamente toda la longitud del centro vertebral (Fig. 1E). Estos caracteres y la presencia de facetas para los chevrones la sitúan como una vér-

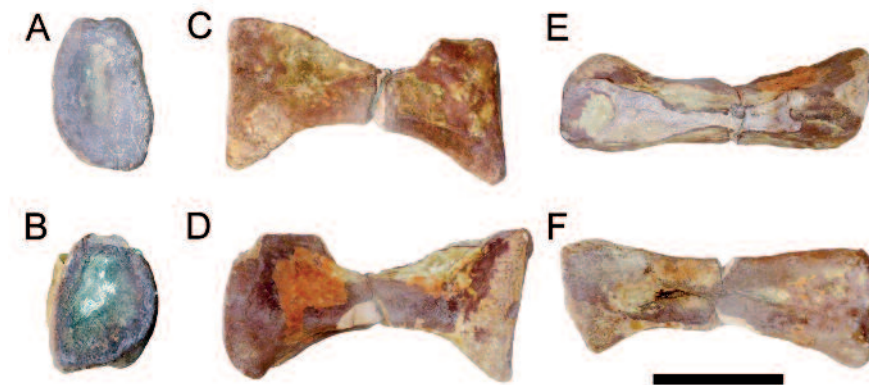


Fig. 1.- Centro caudal MAP-4475 en vistas anterior (A), posterior (B), lateral derecha (C), lateral izquierda (D), dorsal (E) y ventral (F). Escala de 10 cm.

Fig. 1.- Caudal centrum MAP-4475 in anterior (A), posterior (B), right lateral (C), left lateral (D), dorsal (E) and ventral (F) views. Scale bar of 10 cm.

tebra caudal posterior. El centro es anficélico, con la articulación cóncava en anterior y posteriormente y con las caras articulares entre circulares y elípticas, si bien están deformadas y aplastadas (Figs. 2A y B). Este hecho hace que no sea posible determinar con exactitud si su mayor desarrollo se presenta en sentido dorsoventral o lateromedial. Por este motivo es arriesgado precisar el índice de alargamiento de este centro, aunque se infiere que es alto (próximo a 3), relacionándolo directamente con los diplodocoideos (Upchurch *et al.*, 2004).

La presencia de surco ventral y de pleurocelos permitiría clasificar este centro caudal dentro del clado Diplodocinae (Wilson, 2002; Upchurch *et al.*, 2004), presentando unas características similares a las de los géneros *Diplodocus* y *Barosaurus* de la Formación Morrison de Estados Unidos y a las de otro centro caudal posterior descrito en la Formación Villar del Arzobispo de Alpuente (Valencia) (Suñer *et al.*, 2014). De este mismo municipio procede también un coracoides asignado a Diplodocoidea indet. (Suñer *et al.*, 2014). Otro material fragmentario asignado a diplodócidos en esta misma unidad se ha descrito en Galve; concretamente un diente (Cuenca-Bescós *et al.*, 1997) y un fragmento de ilion y una vértebra caudal anterior de Riodeva, también en la provincia de Teruel (Royo-Torres *et al.*, 2009). MAP-4475 es el primer fósil asignado a saurópodos diplodócidos en la Subcuenca de Peñagolosa.

Theropoda Marsh, 1882
Tetanurae Gauthier, 1986
Megalosauridae Fitzinger, 1843
Megalosauridae indet.

Material

Un diente (MAP-4473: Fig. 2) depositado en el Museo Aragonés de Paleontología.

Localidad y procedencia

El material procede del yacimiento denominado Masía de la Hoya Alta (FA-5) de Formiche Alto (Teruel). La parte central de la corona fue hallada *ex situ* en 2012 y descrita en profundidad por Cobos *et al.* (2014). En una revisión de campo realizada tras una época de intensas tormentas en el verano de 2014 se halló *ex situ* gran parte de la punta apical en el mismo yacimiento. FA-5 se sitúa en la Formación Villar del Arzobispo. Las coordenadas UTM son 679502-4469789 Huso 30.

Descripción y discusión

Tras el hallazgo de gran parte de la punta apical de la corona se pueden completar varias medidas complementarias según la nomenclatura de Smith *et al.* (2005) que no se pudieron establecer en Cobos *et al.* (2014). Así, por ejemplo, la longitud apical (AL) de la parte total conservada es de 95 mm, aunque se puede estimar una AL mínima de 115 mm y una altura de la corona (CH) de 105 mm, en el caso de que la corona estuviera completa. Asimismo ahora es posible establecer que la densidad de denticulos por cada 5 mm en la región mesial del ápice (MA) es de 7, confirmar que en la zona media de la corona en la región mesial (MC) es de 9 y que en la zona distal del ápice la densidad de denticulos (DA) es de 7.



Fig. 2.- Diente de *Megalosauridae* indet. (MAP-4473) en vista lateral. Escala de 2 cm. La parte inferior es la descrita en Cobos *et al.*, (2014) y la parte superior la descrita en este artículo.

Fig. 2.- Tooth of *Megalosauridae* indet. (MAP-4473) in lateral view. Scale bar of 2 cm. The lower part was described by Cobos *et al.* (2014) and the upper part is described in this paper.

Estos datos confirman que el diente MAP-4473, basándonos en las proporciones y tamaños, es el más grande de todos los dientes de terópodos descritos en España, superando incluso al diente de Rio-deva CPT-1980, que presenta la corona más completa [véase también Cobos *et al.* (2014)]. De acuerdo con la discusión sistemática realizada en ese mismo trabajo, MAP-4473 se clasifica como un probable *Megalosauridae* indet., que podría estar relacionado con *Torvosaurus* o con otro taxón incluido en esta familia. Con los nuevos datos se puede confirmar su asignación a un megalosáurido de gran tamaño.

Yacimiento de icnitas de dinosaurio "Masía de la Cañada" (FA-6)

El yacimiento de icnitas Masía de la Cañada, o FA-6, se sitúa en el término municipal de Formiche Alto. Las coordenadas UTM están disponibles en la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón.

Descripción y discusión paleoicnológica

FA-6 está incluido en niveles de la Formación Villar del Arzobispo. En concreto se sitúa a techo de un estrato de calizas que se observa a lo largo de una superficie media de unos 3 m de ancho por 30 m de largo. Estos carbonatos son de características muy similares a los de otros yacimientos con huellas de dinosaurios conocidos en Formiche Alto y en El Castellar, también incluidos en la misma formación (Cobos *et al.*, 2005, 2010; 2014; Alcalá *et al.*, 2014a,b).

Por el momento se ha contabilizado un total de 70 icnitas, aunque este número será considerablemente mayor ya que se debe tener en cuenta que no se ha realizado ningún tipo de excavación ni limpieza del yacimiento. Además, las posibilidades de incrementar el número de huellas es relativamente sencillo, debido a que la capa de calizas que las contiene se extiende decenas de metros por debajo de unos niveles de arcillas de poco más de 40 cm de potencia y que son utilizados para el cultivo de cereal en una extensa parcela. La mayor parte de las icnitas está muy diaclasada y presenta un grave riesgo de deterioro ya que se sitúa en una rambla sobre la que circulan las aguas de escorrentía de las laderas próximas. Por este motivo se estima que se debe ser cauto a la hora de realizar actuaciones paleontológicas y de difusión en el yacimiento antes de que se haya tomado una serie de medidas correctoras respecto a su conservación.

Desde el punto de vista estrictamente icnológico cabe destacar la presencia de va-

rios morfotipos. Por un lado, afloran varias huellas subcirculares de gran tamaño correspondientes a pies y que a veces presentan tenuemente la impresión de los dedos del productor, que están asociadas a otras en forma de media luna correspondientes a las manos (Fig. 3A). Las huellas de los pies tienen una longitud de entre 70 y 65 cm y una anchura de entre 45 y 50 cm. Las manos tienen una anchura aproximada de 40 cm y una longitud anteroposterior de 30 cm. Muchas de las icnitas están parcialmente rellenas por calizas arenosas. Las características generales de las huellas, así como el tamaño y disposición de los pies con respecto a las manos, permite atribuir las con claridad a dinosaurios saurópodos. La presencia de huellas de este tipo de dinosaurios es relativamente habitual en la Formación Villar del Arzobispo de esta subcuenca (Cobos, 2011; Cobos *et al.*, 2010, 2014; Alcalá *et al.*, 2014a) pero destaca que todas las huellas forman un rastro de vía estrecha de unos 30 metros de longitud y de, al menos, 20 pasos consecutivos. Ello hace que este sea el primer rastro con estas características en esta unidad litoestratigráfica (respecto a otros de vía ancha ya descritos) y el más largo de los conocidos hasta el momento en ella.

Por otro lado, en el yacimiento afloran varias huellas tridáctilas con un grado variado de conservación, debido fundamentalmente a procesos de meteorización y de erosión que impiden determinar con claridad si son huellas reales o subhuellas. Estas icnitas se disponen a lo largo de varios rastos (uno de ellos con, al menos, 15 pasos

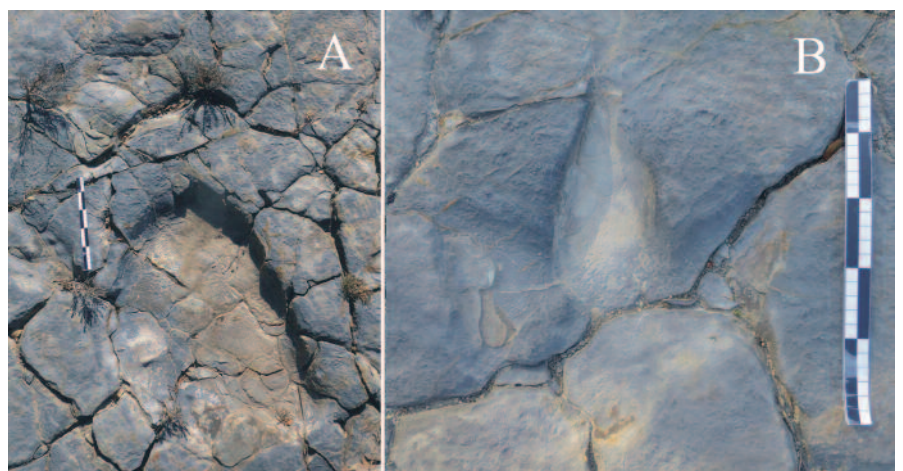


Fig. 3.- Huellas de dinosaurios del yacimiento Masía de la Cañada (Formiche Alto, Teruel, España): pie (abajo) y mano (arriba) de un saurópodo (A) y pie de un ornitópodo (B). Escala de 24 cm.

Fig. 3.- Dinosaur tracks from the Masía de la Cañada site (Formiche Alto, Teruel, Spain): Pes (below) and manus (on top) of a sauropod (A) and an ornithopod pes (B). Scale bar of 24 cm.

consecutivos) y presentan una longitud máxima media (26 cm) prácticamente igual o ligeramente superior a su anchura. En algunos rastros se puede comprobar una apreciable variación morfológica de las huellas dejadas por los mismos pies, debido probablemente a la variabilidad en las características del sustrato cuando pisaron los dinosaurios. Estos datos, junto a la posesión de un talón redondeado con una muesca lateral y medial, centrado y estrecho (tan ancho como la anchura de la parte proximal de la impresión del dedo III) y la geometría resultante en alguna de ellas del triángulo anterior que forman los robustos dedos II, III y IV sugieren que el productor fue un ornitópodo (ver Fig. 3B).

Ichitas de saurópodos y de ornitópodos con morfología y parámetros similares a las presentes en Masía de la Cañada han sido asignadas a *Iguanodontipus? oncalensis* y a *Parabrontopodus/Breviparopus*-like en el Berriasiense de Soria (ver descripción en Castanera *et al.*, 2013, 2014), aunque una actuación en profundidad debe ser acometida para confirmar si esos mismos icnotaxones son los presentes en el yacimiento de Teruel, tal y como ocurre con las grandes huellas terópodos del icnogénero *Iberosauripus* definidas en el yacimiento El Castellar (Cobos *et al.*, 2014). Ello implicaría faunas de dinosaurios muy similares en el Titiense-Berriasiense de la Cuenca del Maestrazgo y de la Cuenca de Cameros (esta última caracterizada por la escasez en restos directos).

Conclusiones

Hasta el momento la Formación Villar del Arzobispo en la Subcuenca de Peñagolosa se caracterizaba principalmente por la presencia de yacimientos con icnitas de dinosaurios. Esto se evidencia también por el hallazgo de un nuevo e importante yacimiento de icnitas de dinosaurios saurópodos y ornitópodos, dispuestas en forma de rastros bien definidos. Sin embargo, el número de restos directos de dinosaurios se

incrementa rápidamente en esta subcuenca. Prueba de ello es el hallazgo del centro de una vértebra caudal de saurópodo, asignado a *Diplodocoidea* indet., y del mayor diente de carnívoro descrito en España, asignado a *Megalosauridae* indet. El cómputo global de icnitas y restos directos evidencia la amplia diversidad faunística de dinosaurios con afinidades jurásicas que habitaron los sistemas mareales e intermareales de la Formación Villar del Arzobispo en la Subcuenca de Peñagolosa.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el soporte de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón (Exp. 226/2014) y ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (CGL2013-41295-P), los departamentos de Industria e Innovación [cofinanciado por el Fondo Social Europeo (FOCONTUR, E62)] y de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y por la Diputación Provincial de Teruel (Instituto de Estudios Turolenses).

Agradecemos especialmente a Eleuterio Pérez la notificación del descubrimiento de las huellas de Masía de la Cañada. A Miguel Vivas el hallazgo de la parte inferior de la corona de MAP-4473 y a Ximo Canales el de MAP-4475. Asimismo a Eduardo Navarro, José Manuel Pérez y Francisco Javier Verdú el apoyo logístico ofrecido y a Maite Suñer y a un revisor anónimo las sugerencias realizadas.

Referencias

- Alcalá, L., Pérez-Lorente, F., Luque, L., Cobos, A., Royo-Torres, R. y Mampel, L. (2014a). *Ichnos* 21, 19-31.
- Alcalá, L., Mampel, L., Royo-Torres, R. y Cobos, A. (2014b). *Spanish Journal of Palaeontology* 29, 183-190.
- Castanera, D., Pascual, C., Razzolini, N.L., Vila, B., Barco, J.O. y Canudo, J.I. (2013). *PLoS ONE* 8, e81830. doi:10.1371/journal.pone.0081830

- Castanera, D., Vila, B., Razzolini, N.L., Santos, V.F., Pascual, C. y Canudo, J.I. (2014). *Journal of Iberian Geology* 40, 49-59.
- Cobos, A. (2011). *Los dinosaurios de Teruel como recurso para el desarrollo territorial*. Tesis doctoral, Univ. País Vasco, 584 p. Inédita.
- Cobos, A., Mampel, L., Royo-Torres, R., Espílez, E. y Alcalá, L. (2005). *Geogaceta* 38, 19-22.
- Cobos, A., Royo-Torres, R., Alcalá, L., Luque, L. y Mampel, L. (2009). En: *10th International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*. Abstracts, 135-136.
- Cobos, A., Royo-Torres, R., Luque, L., Alcalá, L. y Mampel, L. (2010). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 293, 223-236.
- Cobos, A., Lockley, M.G., Gascó, F., Royo-Torres, R. y Alcalá, L. (2014). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 399, 31-41.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (1997). En: *V Jornadas Aragonesas de Paleontología "Vida y ambientes del Jurásico"* (J.A. Gámez Vintaned y E. Liñán, Eds.). Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 193-221.
- Mas, R., García, A., Salas, R., Meléndez, A., Alonso, A., Aurell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Carenas, B., García-Hidalgo, J.F., Gil, J. y Segura, M. (2004). En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.). Sociedad Geológica de España-Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 503-510.
- Royo-Torres, R. (2004). En: *¡Fundamental! 2* (L. Alcalá y A. Cobos, Coords.). Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, Teruel, 39-46.
- Royo-Torres, R., Cobos, A., Aberasturi, A., Espílez, E., Fierro, I., González, A., Luque, L., Mampel, L. y Alcalá, L. (2009). *Palaeontology* 52, 1009-1027.
- Smith, J.B., Vann, D.R. y Dodson, P. (2005). *The anatomical record, part A* 285, 699-736.
- Suñer, M., Santisteban, C. y Royo-Torres, R. (2014). En: *¡Fundamental! 24* (R. Royo-Torres, F.J. Verdú y L. Alcalá, Coords.). Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, Teruel, 233-236.
- Upchurch, P., Barret, P.M. y Dodson, P. (2004). En: *The Dinosauria II* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds.). University of California Press, Berkeley, CA, 259-322.
- Wilson, J.A. (2002). *Zoological Journal of the Linnean Society of London* 136, 217-276.