

Fósiles de un hadrosauriforme en el Barremiense inferior de Aliaga (Geoparque del Maestrazgo, Teruel, España)

Hadrosauriform fossils at the lower Barremian of Aliaga (Maestrazgo Geopark, Teruel, Spain)

Francisco Javier Verdú, Alberto Cobos y Luis Alcalá

Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología, Avenida de Sagunto s/n, 40002 Teruel, España.
verdu@fundaciondinopolis.org, cobos@dinopolis.com, alcalá@dinopolis.com.

ABSTRACT

In this work we report the finding of two vertebral centra of dorsal and caudal vertebrae, which belong to a large ornithomimid dinosaur. These centra were found in the municipality of Aliaga (Teruel Maestrazgo Cultural Geopark), in an outcrop at the Sandstones of Camarillas Formation (lower Barremian, Lower Cretaceous). Anatomically, the dorsal centrum would form part of the most posterior set of the dorsal vertebrae series. This centrum is short and tall, amphicoelous or slightly platicoelous, with strongly everted margins from the centrum. Meanwhile, the caudal centrum would have a medium position in the tail. It is platicoelous. As a whole, these features relate vertebrae from Aliaga with the Barremian taxon *Iguanodon bernissartensis*. However, due to the fragmentary state of these remains, we attributed them as *Hadrosauriformes* indet. Results from this work support the hypothesis that there were, at least, three taxa of large ornithomimids during the lower Barremian at the Iberian Peninsula.

Key-words: Ornithomimid, Hadrosauriformes, Aliaga, vertebrae, Barremian.

RESUMEN

En este trabajo comunicamos el hallazgo de dos centros vertebrales correspondientes a una vértebra dorsal y a otra caudal los cuales pertenecen a un gran dinosaurio ornitópodo. Los fósiles fueron hallados en el municipio de Aliaga (Teruel Geoparque del Maestrazgo), en un afloramiento de la Formación Areniscas de Camarillas (Barremiense inferior, Cretácico Inferior). Anatómicamente, el centro dorsal formaría parte del conjunto más posterior de la serie de vértebras dorsales. Este centro es corto y alto, anficélico o ligeramente platicélico, con márgenes que sobresalen fuertemente del centro. Por su parte, el centro caudal tendría una posición media dentro de la cola. Es platicélico. En su conjunto, estas características relacionan las vértebras de Aliaga con el taxón barremiense *Iguanodon bernissartensis*. Sin embargo, debido a lo fragmentario de los restos, los atribuimos a *Hadrosauriformes* indet. Los resultados de este trabajo respaldan la hipótesis de que había al menos tres taxones de grandes ornitópodos durante el Barremiense inferior en la Península Ibérica.

Palabras clave: Ornitópodo, Hadrosauriformes, Aliaga, vértebras, Barremiense.

Geogaceta, 58 (2015), 47-50
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 la Península Ibérica el único gran ornitópodo descrito hasta la fecha en el Barremiense inferior (Cretácico Inferior) es *DeIapparentia turolensis*, de la localidad turolense de Galve (Ruiz-Omeñaca, 2011), considerado *nomem dubium* por Norman (2015). Sin embargo, en Burgos se ha descrito un gran iguanodontio indeterminado con espinas neurales muy altas en las vértebras dorsales ("tall-spined iguanodontian") que puede pertenecer a un taxón diferente (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2011). Más allá de estos dos taxones, la diversidad de grandes ornitópodos pudo ser incluso mayor durante el Barremiense temprano (Gasca *et al.*, 2014).

Se han relacionado restos fragmentarios de grandes ornitópodos del Barremiense inferior con los géneros de iguanodontios hadrosauriformes *Iguanodon* y *Mantellisaurus* (p. ej., Fuentes *et al.*, 2005; Ruiz-Omeñaca, 2006; Torcida *et al.*, 2006). Sin embargo, la presencia de las especies de estos dos géneros (*I. bernissartensis* y *M. atherfieldensis*) en la Península Ibérica se restringe, por el momento, al Barremiense superior de Morella (Gasulla *et al.*, 2007, 2014).

El objetivo de este trabajo es describir y analizar sistemáticamente dos centros vertebrales, uno dorsal y otro caudal, muy similares a los de *Iguanodon*, hallados en el Barremiense inferior, concretamente en la Formación Areniscas de Camarillas del mu-

nicipio turolense de Aliaga (yacimiento "Fuente La Porra" [Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, Exp. 455/2009]). También en este mismo municipio y unidad litoestratigráfica se halló parte del esqueleto axial de un gran hadrosauriforme (Aberasturi *et al.*, 2009) con el cual se compara sucintamente el nuevo hallazgo.

Contexto geográfico y geológico

Aliaga (Comarca Cuencas Mineras) se sitúa unos 70 km al noreste de la ciudad de Teruel, dentro de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Además, es uno de los municipios que se incluyen dentro del territorio del Geoparque del Maestrazgo. El ya-



Fig. 1.- Centros vertebrales dorsal MAP-4712 (A, B, C, D) y caudal MAP-4713 (E, F, G, H) de *Hadrosauriformes* indet. del yacimiento "Fuente La Porra" (Aliaga, Teruel, España). Centro vertebral dorsal MAP-4712: A) vista lateral derecha, B) vista posterior, C) vista anterior, D) vista ventral. Centro vertebral caudal MAP-4713: E) vista lateral derecha, F) vista anterior, G) vista posterior, H) vista ventral. Escalas = 10 cm.

Fig. 1.- Dorsal MAP-4712 and caudal MAP-4713 vertebral centra of *Hadrosauriformes* indet. from "Fuente La Porra" site (Aliaga, Teruel, Spain). Dorsal vertebral centrum MAP-4712: A) lateral right view, B) posterior view, C) anterior view, D) ventral view. Caudal vertebral centrum MAP-4713: E) right lateral view, F) anterior view, G) posterior view, H) ventral view. Scale bars = 10 cm.

cimiento "Fuente La Porra" se localiza en las siguientes coordenadas UTM: eje X, 693425 m e Y, 4504523 m, Huso 30.

Geológicamente, el municipio de Aliaga se sitúa dentro de la Cuenca Mesozoica del Maestrazgo, concretamente cerca del margen noreste de la subcuenca de Galve. El yacimiento "Fuente La Porra" se localiza en una capa vertical de lutitas amarillentas correspondiente a depósitos fluviales de la Formación Areniscas de Camarillas. En esta subcuenca, dicha unidad se sitúa concordante sobre la Fm. El Castellar (Hauteriviense?-Barremiense basal), mientras que a techo limita con la Fm. Artoles (Barremiense superior). En general, la litología de la Fm. Camarillas en Aliaga (Soria, 1997), como en el área de Galve (Díaz-Molina y Yébenes, 1987), se caracteriza por la alternancia de lutitas (principalmente rojas/granates, pero también de otros colores), arenas, areniscas y gravas, con intercalaciones ocasionales de calizas y margas. En esta formación, además, se reconocen dos tipos de sedimentos: los canalizados y los no canalizados. En la subcuenca de Galve, los depósitos de la Fm. Camarillas derivan de la actuación de un sistema fluvial de canales múltiples de baja sinuosidad que evoluciona a techo hacia una llanura deltaica con influencia mareal (Díaz-Molina y Yébenes, 1987; Soria,

1997). El contenido en ostrácodos (Schudack y Schudack, 2009), carófitas (Martín-Closas, 1989), polen y esporas (Villanueva-Amadoz *et al.*, 2015) de la Formación Camarillas permite establecer una edad Barremiense inferior.

Sistemática paleontológica

Ornithopoda Marsh, 1881
Iguanodontia Dollo, 1888 (*sensu* Sereno, 1986)

Ankylopollexia Sereno, 1986
Styracosterna Sereno, 1986
Hadrosauriformes Sereno, 1997 (*sensu* Sereno, 1998)
Hadrosauriformes indet.

Material

Dos centros vertebrales, posiblemente pertenecientes a un mismo individuo, uno dorsal, MAP-4712, y otro caudal, MAP-4713 (Museo Aragonés de Paleontología).

Localidad y situación geológica

Yacimiento "Fuente La Porra" en Aliaga (Teruel, España) dentro de la subcuenca de Galve (Cuenca del Maestrazgo). Formación Camarillas (Cretácico Inferior, Barremiense inferior).

Descripción

Centro vertebral dorsal (MAP-4712) (Fig. 1A-D)

Es un centro vertebral más alto que largo (Tabla I), anfiplático o ligeramente platicélico (cara posterior levemente cóncava, casi plana). La cara anterior presenta una forma subovalada y sus márgenes sobresaldrían escasamente del centro. Por el contrario, la cara posterior es mucho más ancha que la anterior y presenta unos márgenes fuertemente sobresalientes lateralmente y, en mayor medida, ventralmente. La forma de esta cara en vista caudal es casi circular. La superficie lateral es cóncava craneocaudalmente y convexa dorsoventralmente. En la cara ventral no se puede discernir ningún tipo de estructura debido a su deterioro. Dorsalmente, los pedicelos neurales están fusionados al centro mediante una sutura sinuosa, por lo que se trataría de un individuo adulto o subadulto. Tiene una relación longitud/anchura de 1,24, valor similar al obtenido por la décima o undécima vértebra dorsal de *Iguanodon bernissartensis* (ver tabla I en Knoll, 2009).

Vértebra caudal (MAP-4713) (Fig. 1E-H)

Es un centro de una vértebra caudal media (probablemente de las más anteriores en este tramo de la cola) dado que los procesos transversos han desaparecido pero aún conserva las facetas para los chevrones.

	MAP-4712 (Dorsal)	MAP-4713 (Caudal)
longitud del centro	11,3	10,4
anchura posterior	~12,6	8,9
altura posterior	13,9	9,1
anchura anterior	>11	¿?
altura anterior	~10,7	~9,1
anchura mínima del centro	8,3	~8
altura mínima del centro	10,8	8,4

Tabla I.- Medidas (cm) de los centros vertebrales del yacimiento "Fuente La Porra".

Table I.- Measurements (cm) of vertebral centra from "Fuente La Porra" site.

El centro es platicélico, con su cara anterior completamente plana mientras que la posterior es muy cóncava. La forma de ambas caras articulares es elíptica, siendo el eje mayor el dorsoventral. La cara lateral (derecha) es prácticamente plana craneocaudalmente y convexa dorsoventralmente. Ventrolateralmente esta situación cambia, ya que el centro es cóncavo tanto craneocaudalmente como dorsoventralmente. La cara ventral está seriamente dañada pero se intuye que las facetas anteriores de los chevrones eran más grandes que las posteriores. La superficie ventral entre estas facetas es plana y no se aprecia ningún surco entre ellas. En vista lateral la superficie ventral se arquea dorsalmente. Al igual que ocurre en el centro dorsal, los pedicelos neurales están fusionados al centro.

Comparación y discusión

La combinación de los siguientes caracteres en las vértebras dorsales: ausencia de pleurocelos, centros anfipláticos a platicélicos y sutura sinuosa entre el centro y el arco neural, soportan la afinidad ornitópoda de las vértebras de Aliaga (Knoll, 2009; Pereda-Suberbiola *et al.*, 2011). La naturaleza fragmentaria de estos restos vertebrales, no permite concretar más allá de Ornithopoda. Por esta razón, a continuación se compara con las vértebras de otros ornitópodos para determinar con qué taxones comparte un mayor número de caracteres.

Como se puede observar en la tabla II, MAP-4712 presenta un valor de L/H inferior a 1. Éste valor es muy similar al de las vértebras dorsales de *Iguanodon*, *Delapparentia*

(MPT/I.G.458) y del hadrosauoide asiático *Equijubus*, en los cuales los centros dorsales posteriores son cortos y altos (longitud menor que altura) (Tabla II). Por el contrario, en ornitópodos más primitivos (como *Hypsilophodon*, *Dryosaurus*, *Uteodon*) u hadrosauoideos (como *Mantellisaurus*, *Ouranosaurus* o *Eolambia*), los centros dorsales posteriores son más largos que altos (longitud mayor que altura) (Tabla II). Además, la vértebra dorsal MAP-4712 presenta, al igual que en las equivalentes de los taxones del Barremiense Europeo *Iguanodon* y *Mantellisaurus*, las caras articulares con los márgenes sobresalientes (Norman, 1980, 1986). Taquet (1976) describe una condición similar en *Ouranosaurus* del Aptiense de Níger. En el taxón ibérico del Barremiense inferior *Delapparentia*, el único cen-

Taxón	L/H	Dorsales posteriores	Márgenes sobresalientes	Caudales medias	Referencia	Notas
Hadrosauriformes indet.(MAP-4712/3)	0,95	Anfiplática (ligeramente platicélica)	Sí	Platicélicas	Este trabajo	
<i>Hypsilophodon foxii</i> (NHMUK R196)	1,7	Anficélicas	No	Anficélicas	Fig.22 en Galton, 1974	
<i>Dryosaurus altus</i> (YPM 1876)	1,33	?	No	?	Fig.2N en Galton, 1981	
<i>Uteodon aphanocetes</i> (CM 11337)	1,38	?	No	Anficélicas	Fig.12 en Carpenter y Wilson, 2008	
<i>Iguanodon bernissartensis</i> («Individuo S»)	0,91	Anfipláticas → platicélicas → opistocélicas	Sí	Platicélicas	Fig.37 en Norman, 1980	Norman (1980) describe las vértebras dorsales cercanas al sacro como opistocélicas. Sin embargo, también indica que la cara anterior es plana (platicelia) o ligeramente convexa (opistocelia).
<i>Delapparentia turolensis</i> (MPT/I.G.458 (V13))	0,93	Anficélica	No	¿?	Ruiz-Omeñaca, 2011 y este trabajo	Se desconocen vértebras caudales medias asignables a <i>Delapparentia turolensis</i> . Sin embargo, las caudales anteriores más posteriores del holotipo son platicélicas (Verdú <i>et al.</i> , 2014).
<i>Mantellisaurus atherfieldensis</i> (IRSNB 1551)	1,37	Anfipláticas → platicélicas	Sí	Anfipláticas	Fig.31A en Norman, 1986	Norman (1986) describe las vértebras dorsales posteriores como opistocélicas pero con la cara anterior plana (platicelia).
"Tall-spined iguanodontian" (GPIT 1802/4)	1,16	Anfipláticas (ligeramente platicélicas)	No	?	Pereda-Suberbiola <i>et al.</i> , 2011	
<i>Ouranosaurus nigerensis</i> (GDF-300)	1,58	Platicélicas	Sí	Anficélicas	Fig.40-24 en Taquet, 1976	
<i>Equijubus normani</i> (IVPP V 12534)	0,88	Anfipláticas	No	?	Fig.3.14 en McDonald <i>et al.</i> , 2014	
<i>Eolambia caroljonesa</i> (CEUM 52053)	1,22	Anfipláticas	No	Anficélicas	Fig.23G en McDonald <i>et al.</i> , 2012	

Tabla II.- Tabla comparativa de caracteres axiales en ornitópodos. En color gris, los caracteres compartidos con el hadrosauriforme de "Fuente La Porra"; en color oscuro los no compartidos. Las flechas indican los cambios en las características de las vértebras en sentido caudal (cuando se conocen). L/H es la proporción longitud/altura de los centros dorsales posteriores. "Referencia" la figura de donde se toma el valor L/H (ejemplar junto al nombre del taxón) y el trabajo del cual se han extraído los otros caracteres axiales.

Table II.- Comparative table of ornithopod axial characters. In grey color, characters shared with "Fuente La Porra" hadrosauriform; dark color, non-shared characters. Arrows indicate changes in vertebral features in caudal direction (when they are known). L/H is the ratio length/height. "Reference" indicates the figure where the L/H value was taken (specimens next to taxon name) and the publication where the other axial characters were extracted from.

tro dorsal posterior que se conserva es MPT/I.G.458 que Ruiz-Omeñaca (2011) identifica como anterior. En este centro los márgenes sobresalen escasamente y la superficie ventral, tanto en *Delapparentia* como en *Iguanodon*, es más redondeada que en MAP-4712. MPT/I.G.458 es moderadamente anficélica, mientras que MAP-4712 es anfiplática (o ligeramente platicélica) como en *Iguanodon*, *Mantellisaurus* o en el "tall-spined iguanodontian" (GPIT 1802/4) del Barremiense inferior de Burgos (Tabla II). Este último ejemplar se diferencia de MAP-4712 en que los márgenes de las caras articulares sobresalen escasamente del centro como en *Delapparentia* y en que, además, los centros dorsales son más largos que altos, como en *Mantellisaurus* (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2011). Los centros vertebrales dorsales de un Hadrosauriformes indet. procedente del yacimiento de Aliaga "Las Dehesillas" son, al igual que MAP-4712, cortos y altos, platicélicos y con márgenes sobresalientes (Aberasturi *et al.*, 2009; este trabajo).

La vértebra caudal media MAP-4713 es platicélica, como en *Iguanodon* (Norman, 1980), mientras que en el también barremiense *Mantellisaurus* las caudales medias son anfipláticas (Norman, 1986). En *Delapparentia* se desconocen las vértebras caudales medias. En el holotipo sólo se conserva la serie caudal más próxima al sacro. En estas, la tendencia de los centros vertebrales más posteriores es volverse platicélicos (Verdú *et al.*, 2014). MAP-4713 puede diferenciarse también de otra vértebra caudal media de un gran iguanodontio (MAP-4676) procedente de la misma formación geológica en Galve (Verdú *et al.*, 2014). Al contrario que MAP-4712, MAP-4676 presenta un surco hemal profundo recorriendo su cara ventral y es anficélica.

Conclusiones

Las vértebras del yacimiento "Fuente La Porra" del Barremiense inferior de Aliaga comparten un mayor número de características con *Iguanodon bernissartensis* que con cualquier otro taxón de los ornitópodos comparados en este trabajo. Éstas son: centros dorsales cortos y altos, anfipláticos o platicélicos, con márgenes de las caras articulares fuertemente sobresalientes y vértebras caudales medias platicélicas. Ante la falta de material más diagnóstico o comparable con otros taxones como *Delapparentia*

turoloensis, dichas características, el contexto temporal del yacimiento y la existencia de algunas diferencias con *Iguanodon* (en MAP-4712 la cara ventral no es redondeada), se considera las vértebras de Aliaga tentativamente como pertenecientes a una forma indeterminada de iguanodontio hadrosauriforme. Este estudio añade evidencias que soportan la hipótesis de que la diversidad de grandes ornitópodos durante el Barremiense temprano pudo ser mayor que la conocida hasta el momento, con al menos tres taxones (Gasca *et al.*, 2014): *Delapparentia* (Ruiz-Omeñaca, 2011), el denominado "tall-spined iguanodontian" (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2011) y otro taxón estrechamente relacionado con *Iguanodon* (este trabajo).

Agradecimientos

A Kevin Page, que halló casualmente los primeros restos, y a Julia Escorihuela (Parque Geológico de Aliaga) la comunicación del hallazgo. Esta investigación ha sido financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (CGL2013-41295-P Project DINOTUR), el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU2010 AP-4775), el Departamento de Industria e Innovación, el Fondo Social Europeo (FOCONTUR, Ref. E62), el Departamento de Educación, Universidad, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, el Instituto Aragonés de Fomento, el Instituto de Estudios Turolenses y Dinópolis. Al Dr. Rafael Royo y a ambos revisores, el Dr. Fernando Escaso y anónimo, cuyos comentarios han ayudado a mejorar este trabajo.

Referencias

- Aberasturi, A., Cobos, A., Royo-Torres, R. y Luque, L. (2009). En: *Abstracts 10th International Meeting Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota*, 133-134.
- Carpenter, K. y Wilson, Y. (2008). *Carnegie Museum Annals* 76, 227-263.
- Díaz-Molina, M. y Yébenes, A. (1987). *Estudios Geológicos* vol. extr. Galve-Tremp, 3-21.
- Fuentes, C., Meijide, M., Meijide Fuentes, F. y Meijide, M. (2005). *Revista Española de Paleontología* núm. extr. 10, 83-92.
- Galton, P.M. (1974). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 25, 1-152.
- Galton, P.M. (1981). *Paläontologische Zeitschrift* 55, 271-312.
- Gasca, J.M., Canudo, J.I. y Moreno-Azanza, M. (2014). *Cretaceous Research* 50, 264-272.

- Gasulla, J.M., Sanz, J.L., Ortega F. y Escaso, F. (2007). En: *IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*, 65-67.
- Gasulla, J.M., Escaso, F., Ortega, F. y Sanz, J.L. (2014). *Cretaceous Research* 47, 19-24.
- Knoll, F. (2009). *Geobios* 42, 755-764.
- Martín-Closas, M. (1989). *Els caròfits del Cretaci Inferior de les conques perifèriques del Bloc de l'Ebre*. Tesis Doctoral, Univ. de Barcelona, 581 p.
- McDonald, A.T., Bird, J., Kirkland, J.I. y Dodson, P. (2012). *PLoS ONE* 7(10): e45712.
- McDonald, A.T., Maidment, S.C.R., Barrett, P.M., You, H.L. y Dodson, P. (2014). En: *Hadrosaurus (life of past)* (D.A. Eberth y D.C. Evans, Eds.). Indiana University Press, Bloomington, 44-72.
- Norman, D.B. (1980). *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 178, 1-105.
- Norman, D.B. (1986). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 56, 281-372.
- Norman, D.B. (2015). *Zoological Journal of the Linnean Society* 173, 92-189.
- Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J.I., Torcida Fernández-Baldor, F., Maisch, M.W., Huerta, P., Contreras, R., Izquierdo, L.A., Montero Huerta, D., Urién Montero, V. y Welle, J. (2011). *Comptes Rendus Palevol* 10, 551-558.
- Ruiz-Omeñaca, J.I. (2006). *Restos directos de dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) en el Barremiense (Cretácico Inferior) de la Cordillera Ibérica en Aragón (Teruel, España)*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 439 p.
- Ruiz-Omeñaca, J.I. (2011). *Estudios Geológicos* 67, 83-110.
- Schudack, U. y Schudack, M. (2009). *Journal of Iberian Geology* 35, 141-168.
- Soria, A.R. (1997). *La sedimentación en las Cuenas marginales del Surco Ibérico durante el Cretácico Inferior y su control estructural*. Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, 363 p.
- Taquet, P. (1976). En: *Cahiers de Paléontologie* (CNRS, Ed.). Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 57-168.
- Torcida, F., Izquierdo, L.A., Contreras, R., Huerta, P., Montero, D., Pérez, G. y Uren Montero, V. (2006). En: *III Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*, 349-363.
- Verdú, F.J., Royo-Torres, R. y Cobos, A. (2014). En: *XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología*, 120-123.
- Villanueva-Amadoz, U., Sender, L.M., Royo-Torres, R., Verdú, F.J., Pons, D., Alcalá, L. y Diez, J.B. (2015). *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology* 27, 374-388.