

El fémur del saurópodo (Dinosauria) de Peñarroya de Tastavins (Teruel, Aptiense inferior, Cretácico inferior): Implicaciones paleobiogeográficas para los Titanosauriformes

J.I. Canudo¹ y R. Royo-Torres²

1 Área y Museo Paleontológico, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. jicanudo@unizar.es

2 Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel, Avda Sagunto s/n Edificio Dinópolis, 44002 Teruel. royo@dinopolis.com

ABSTRACT

Sauropoda Titanosauriformes remains from the Lower Cretaceous in the supercontinent Laurasia are generally scarce and fragmentary with some exceptions. The femur is one of the important bones in the identification of Titanosauriformes clade. An exceptional specimen (PT sauropod) with both femora has been discovered in Lower Aptian (Xert Formation) from Peñarroya de Tastavins (Teruel). In this specimen, the femora are straight, mostly rectangular except for the medial broadening at the femur head and the distal condyle. The shaft of the femora has a rectangular outline in anterior and posterior views except of the level of the lateral bulge, where the lateral deflection on the proximal one-third is well marked. The fourth trochanter consists of a slightly curved and elongated crests with medial concavity, shows a depression on both lateral and medial sides. The PT sauropod femora shares diagnostically characters with other Titanosauriformes from Europe, North America and Asia. Consequently, our hypothesis is the existence of a Titanosauriformes group ("Laurasian Titanosauriformes") different of Titanosauria, Brachiosauridae and Euhelopidae, and different of Titanosauriformes from Gondwana.

Key words: *Sauropoda, Titanosauriformes, femur, paleobiogeography, Lower Cretaceous*

INTRODUCCIÓN

Los saurópodos son un grupo de dinosaurios que han alcanzado el mayor tamaño en los vertebrados terrestres en la historia de la vida. Este hecho es el principal factor que condiciona su conservación, así como su extracción de los yacimientos, habiendo pocos taxones representados por un ejemplar completo o por varios individuos. Este registro fragmentario ha dificultado la utilización de una sistemática consensuada. En estos últimos años se ha realizado un considerable esfuerzo en identificar los principales clados (ver referencias en Wilson, 2002) lo que ha permitido empezar a reconstruir de manera coherente la historia filogenética de los saurópodos. Estos estudios cladísticos han permitido reconocer nuevos clados como son los Titanosauriformes que no pueden situarse en la sistemática clásica.

Los Titanosauriformes fueron originalmente definidos por Salgado *et al.* (1997) con unas sinapomorfías claras, posteriormente aceptadas en las propuestas filogenéticas más modernas (Wilson, 2002). Está definido como el clado que agrupa al ancestro común de *Brachiosaurus brancai* y Titanosauria y todos sus descendientes. Definido de esta manera Titanosauriformes tiene un origen pangeático, al estar representado en sedimentos del Jurásico de Tanzania y Norteamérica por el género *Brachiosaurus* (ver referencias en Wilson, 2002). Al producirse la definitiva rotura de Pan-

gea durante el Cretácico inferior, se produce una importante diversificación de este clado en el supercontinente de Laurasia, estando representado en las masas continentales que representan a Norteamérica, Europa y Asia. Los Titanosauriformes del Cretácico inferior están representados por los braquiosáuridos y euhelópidos, aunque la posición sistemática de los euhelópidos es controvertida y podría estar fuera de este clado (ver discusiones en Wilson, 2002). Además de los representantes de estas familias en Laurasia se han encontrado otros Titanosauriformes distintos de los clásicos braquiosáuridos, que informalmente vamos a denominar "Titanosauriformes laurasiáticos". En los últimos años se han realizado significativos descubrimientos en Norteamérica y Europa (Royo-Torres y Canudo, 2001, Tidwell *et al.*, 1999; Tidwell *et al.*, 2001) que pueden incluirse en este grupo, además se han reinterpretado taxones anteriormente incluidos en otras familias (por ejemplo *Aragosaurus ischiaticus* en Camarasauridae) como un Titanosauriformes de este grupo, lo que nos está permitiendo caracterizarlos y conocer su distribución paleogeográfica.

Uno de los Titanosauriformes más completos que se conocen es el saurópodo de Peñarroya de Tastavins. Es un ejemplar que se encontró parcialmente articulado en sedimentos marinos de la Formación Xert (Aptiense inferior, Cretácico Inferior) de esta localidad de Teruel. Se conoce la parte posterior del esqueleto a partir de la antepenúltima vér-

tebra dorsal, faltando las últimas vértebras caudales (ver Royo-Torres y Canudo, 2001). Es un taxón nuevo pendiente de describir que se encuentra actualmente en estudio, forma parte de la tesis doctoral de uno de los firmantes de este trabajo (Royo-Torres). El objetivo de este trabajo es describir algunos de los caracteres más relevantes del fémur y compararlos con taxones morfológicamente cercanos y proponer las inferencias paleobiogeográficas que se desprendan. El saurópodo de Peñarroya de Tastavins (PT) se encuentra depositado en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza (MPZ). Actualmente se encuentra en exposición en el Centro Satélite de Dinópolis en Peñarroya de Tastavins.

DESCRIPCIÓN

MPZ conserva los dos fémures prácticamente completos, siendo el derecho ligeramente más pequeño. En la figura 1 se ilustra el fémur izquierdo, este elemento está completo, con excepción de parte del cóndilo fibular que está erosionado en parte. El fémur de PT es un hueso recto

y robusto. La cabeza articular es grande y semiesférica situándose encima del nivel que forma el trocánter mayor. La cabeza articular carece de desplazamiento medial. La diáfisis es rectangular con excepción de una comba lateral situada en el tercio próximo-lateral. Esta comba lateral está bien individualizada, es corta y distintivamente no alcanza la esquina anterolateral como sucede en los titanosáuridos.

La sección de la diáfisis es ovalada y con baja excentricidad (ver Wilson, 2002). El cuarto trocánter se sitúa en el lado posterior en la parte media de la diáfisis. Está formado por una cresta baja y ligeramente curvada. El extremo distal tiene un contorno trapezoidal con los cóndilos tibial y fibular separados por un surco condilar profundo y estrecho. Ambos cóndilos están expandidos lateromedialmente. El cóndilo tibial es distintivamente más grande que el fibular.

DISCUSIÓN

Las masas oceánicas constituyen barreras importantes para los organismos terrestres. A finales del Jurásico

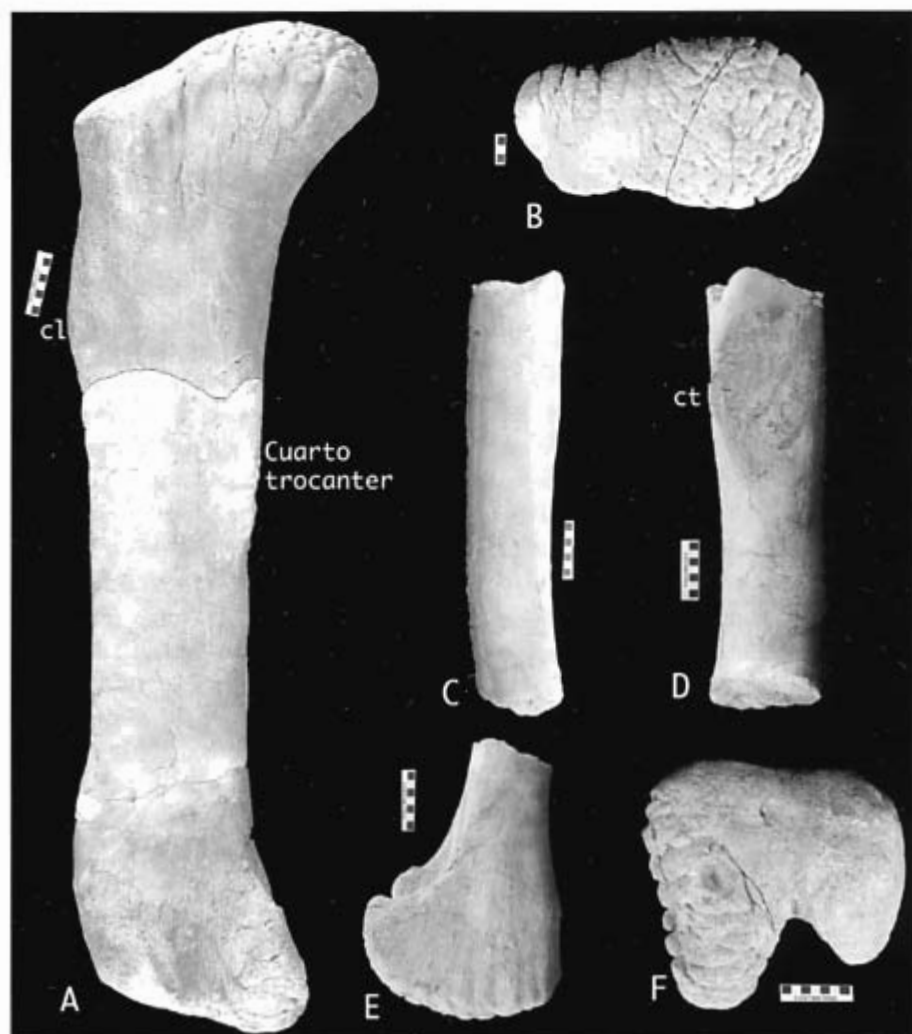


FIGURA 1. Fémur izquierdo del Saurópodo de Peñarroya de Tastavins (*Aptiense inferior*, *Cretácico inferior*). a) Vista posterior, b) Vista proximal, c) Vista lateral de la diáfisis, d) Vista mesial de la diáfisis, e) Vista medial del extremo distal y f) Vista distal. cl: comba lateral. ct: cuarto trocánter.

comienza la definitiva ruptura de los continentes del hemisferio norte (constituyendo el supercontinente de Laurasia) y del hemisferio sur (reunidos en el supercontinente de Gondwana). Esta ruptura se acentúa al comienzo del Cretácico con la apertura de la parte central del Atlántico y su comunicación con el Tetis. Sin dudas, este acontecimiento impidió el libre paso de organismos terrestres entre Laurasia y Gondwana durante buena parte del Cretácico inferior. Un número significativo de autores han considerado que este recíproco aislamiento explica las notables diferencias entre las faunas cretácicas de dinosaurios a uno y a otro lado de las dos masas continentales. Además la coincidencia de los mismos taxones en Laurasia y Gondwana ha sido solucionado con la hipótesis de puentes intercontinentales (Le Loeuff, 1997; Foster, 1999). Sin embargo los taxones que han sido usados, como por ejemplo los titanosáurios en realidad incluye a un grupo con un origen Jurásico, y por tanto pangeático. Estas presencias en ambos supercontinentes también se pueden explicar por vicarianza y no necesariamente asumir la presencia de puentes intercontinentales. La respuesta a estos problemas paleobiogeográficos es integrar las reconstrucciones paleogeográficas, las hipótesis filogenéticas y la comparación con estructuras similares de los dinosaurios que se encuentran en diferentes masas continentales. En este sentido un grupo de gran interés en reconstruir la paleobiogeografía del Cretácico Inferior son los Titanosauriformes.

La presencia de una comba lateral en el saurópodo de Peñarroya de Tastavins permite incluirlo en el clado de los Titanosauriformes (Salgado *et al.*, 1997). La ausencia de desplazamiento medial de la cabeza articular, así como una menor excentricidad de la diáfisis lo separa de clados más derivados como Titanosauria (Wilson, 2002). El fémur de saurópodo de Peñarroya de Tastavins comparte con otros taxones del Cretácico inferior de Laurasia como *Aragosaurus ischiaticus* Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé del Hauteriviense superior-Barremiense basal de Teruel, *Cedarosaurus dicrocei* Tidwell, Carpenter y Brooks del Barremiense de Norteamérica, *Pleurocoelus nanus* Marsh (figurado por Tidwell *et al.*, 1999) y *Tangvayosaurus hoffeti* Allain, Taquet, Battail, Dejax, Richir, Vèran, Limon-Duparcmeur, Vacant, Mateus, Sayarath, Khen-thavong y Phouyavong, del Aptiense-Albiense de Laos (ver referencias en Wilson, 2002) una comba lateral corta, no desarrollada ventralmente y una menor excentricidad que *Brachiosaurus*. Esta conclusión está de acuerdo con un reciente estudio morfométrico del fémur de los Titanosauriformes en el que se demuestra apreciables diferencias de los que hemos denominado "Titanosauriformes lauriasiáticos" del Cretácico inferior con los braquiosáuridos, euhelópidos (en el sentido de Wilson, 2002), y Titanosauriformes no Titanosauria de Gondwana como *Chubutisaurus*.

CONCLUSIONES

Los Titanosauriformes del Cretácico Inferior de Laurasia son generalmente escasos y fragmentarios, pero son lo sufi-

cientemente diagnósticos para afirmar que existía una o varias familias distintas que hemos agrupado bajo el término informal de "Titanosauriformes lauriasiáticos" distintas de Brachiosauridae y Euhelopidae. Éstos tienen una distribución conocida en Norteamérica, Europa y Asia desde el Hauteriviense al Albiense, aunque su origen con los propuestas filogenéticas actuales debería estar en el Jurásico. La cita más antigua de estos Titanosauriformes en la Península Ibérica es *Aragosaurus* del Hauteriviense superior-Barremiense basal de Galve. El fémur del saurópodo de Peñarroya de Tastavins tiene caracteres compartidos con este grupo y demostraría su presencia en la Península Ibérica, al menos hasta el Aptiense.

AGRADECIMIENTOS

El Grupo de Trabajo de Vertebrados del Mesozoico de la Universidad de Zaragoza esta subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. El Departamento de Educación y Cultura del Gobierno de Aragón y la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel. Las fotografías están hechas por la Dra. Zarela Herrera del Servicio de Fotografía paleontológica de la Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS

- Le Loeuff, J. (1997): Biogeography. En: *Encyclopedia of Dinosaurs* (P.J. Currie y K. Padian, Eds.). Academic Press, San Diego, 51-56.
- Forster, C.A. (1999): Gondwanan dinosaur evolution and biogeographic analysis. *Journal of African Earth Sciences*, 28: 169-185.
- Royo-Torres, R. y Canudo, J.I. (2001): El dinosaurio saurópodo (Aptiense, Cretácico inferior) de Peñarroya de Tastavins (Teruel). En: *1 Jornadas internacionales de Paleontología sobre dinosaurios y su entorno*. Actas: 417-425.
- Sanz, J.L., Buscalioni, A.D., Casanovas, M.L. y Santafé, J.V. (1987): Dinosaurios del Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios geológicos*, vol. extr. Galve – Tresp: 45-64.
- Salgado, L., Coria, R.A. y Calvo, J.O. (1997): Evolution of titanosaurid sauropods. I: Phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. *Ameghiniana*, 34: 3-32.
- Tidwell, V., Carpenter, K. y Brooks, W. (1999): New sauropod from the Lower Cretaceous of Utah, USA. *Oryctos*, 2(21): 21-37.
- Tidwell, V., Carpenter, K. y Meyer, S. (2001): New Titanosauriform (Sauropoda) from the Poison Strip Member of the Cedar Mountain Formation (Lower Cretaceous), Utah. En: *Mesozoic Vertebrate Life*. (D.H. Tanke y K. Carpenter, Eds.). Indiana University Press, Bloomington e Indianapolis, 139-165.
- Wilson, J.A. (2002): Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 136: 215-275.