

# RESTOS DIRECTOS DE DINOSAURIOS SAURÓPODOS EN ESPAÑA (JURÁSICO SUPERIOR-CRETÁCICO SUPERIOR)<sup>1</sup>.

Royo-Torres, R.<sup>2,3</sup> y Canudo, J. I.<sup>3</sup>

## RESUMEN

En España se tiene un registro de dinosaurios saurópodos desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior siendo mayor la biodiversidad representada en el Cretácico Inferior. Las áreas donde se encuentran los yacimientos se sitúan principalmente en la Cordillera Ibérica y los Pirineos. Los restos de saurópodos son en general escasos y fragmentarios con algunas excepciones. Los más antiguos provienen del final del Jurásico superior y del tránsito Jurásico-Cretácico (secuencia Titónico-Berriasiense). Todos se han asignado a Neosauropoda, estando representados los Diplodocoidea y Macronaria. Los yacimientos se encuentran en Galve (Teruel), en la Costa de los Dinosaurios (Asturias) y en la cuenca de Los Serranos<sup>2</sup> (Valencia), donde se ha descrito *Losillasaurus giganteus*, taxón incluido en Diplodocoidea. Los saurópodos identificados en el Cretácico Inferior corresponden a tres grupos, Macronaria, Diplodocoidea y Titanosauriformes. Se encuentran restos desde el Valanginiense hasta el Aptiense de Castellón, Teruel, Cuenca, Soria, Burgos y Valencia. Se ha descrito *Aragosaurus ischiaticus*, del Hauteriviense de Galve, incluido actualmente en los Titanosauriformes. En el Cretácico superior los restos de saurópodos están presentes a partir del Campaniense en la Cordillera Ibérica y los Pirineos (Lleida, Huesca, Soria, Burgos, Álava y Valencia). Se han asignado a Titanosauria y Titanosauridae habiéndose descrito *Lirainosaurus astibiae* del Campaniense en Laño.

Palabras clave: Sauropoda, España, *Losillasaurus*, *Aragosaurus*, *Lirainosaurus*, Jurásico y Cretácico

*Sauropods fossils from Spain belong to three geological times: Upper Jurassic-Lower Cretaceous, Lower Cretaceous and Upper Cretaceous. The best representation and biodiversity in sauropods remains belong to Lower Cretaceous. The principal geological areas with sauropods are the Cordillera Ibérica and Pirineos. The rests are usually fragmentary and isolated except in some cases. The older sauropods belong to Upper Jurassic from Asturias and Upper Jurassic-Lower Cretaceous transit (Thitonic-Berriasien) from Teruel and Valencia. The sauropods are included in Macronaria and Diplodocoidea with one species defined in Diplodocoidea, *Losillasaurus giganteus* (Upper Jurassic-Lower Cretaceous transit) from Valencia. The sauropods from Lower Cretaceous are included in three groups Macronaria, Diplodocoidea and Titanosauriformes. All of them since Valanginien to*

<sup>1</sup> Conferencia impartida en Logroño el 28 de Noviembre de 2002, en el I Congreso Internacional de dinosaurios y reptiles Mesozoicos.

<sup>2</sup> Fundación Conjunto paleontológico de Teruel, edificio Dinópolis, Avenida Sagunto S/n, 44002, Teruel.

<sup>3</sup> Área y Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza.

*Aptien from Castellón, Teruel, Cuenca, Soria, Burgos y Valencia. One species has been defined (the first from Spain in 1987), *Aragosaurus ischiaticus*, a Titanosauriformes taxon from Hauterivien of (Galve) Teruel. In the Upper Cretaceous there are sauropods since Campanien to Maastrichtien in the Iberian mountain range (Alava, Soria, Burgos and Valencia) and Pyrenees (Huesca and Lleida). They has been assigned to Titanosauria and Titanosauridae. *Lirainosaurus astibiae* is defined as a Titanosauridae in the Campanien from Laño (Burgos).*

*Key words: Sauropoda, Spain, Losillasaurus, Aragosaurus, Lirainosaurus, Jurassic, Cretaceous.*

## 0. INTRODUCCIÓN

Los saurópodos son dinosaurios saurisquios, cuadrúpedos, con cráneos pequeños y largos cuellos y colas. Entre sus representantes se encuentran los mayores seres vivos que han colonizado el medio terrestre (Norman, 1990) aunque también hay especies de pequeño tamaño. Son fitófagos, la variedad de su dentición indica que estaban adaptados a distintos tipos de dietas y/o mecanismos de alimentación (Calvo, 1994; Upchurch & Barrett, 2001). Son relativamente frecuentes tanto en Gondwana, como en Laurasia desde el Triásico superior hasta el final del Cretácico, aunque hay intervalos geológicos y áreas geográficas en las que no se encuentran representados. Para conocer algunas de las últimas revisiones de este grupo se pueden consultar trabajos como McIntosh (1990), Salgado et al. (1997), Wilson & Sereno (1998), Upchurch (1998) y Wilson (2002). Los saurópodos son uno de los grupos de dinosaurios con mayor atractivo debido fundamentalmente a su tamaño, pero precisamente es éste el que dificulta el trabajo de campo, ya que es un factor que influye en su conservación, sobre todo durante los procesos biostratinómicos.

El estudio de los saurópodos españoles no se ha escapado a estos problemas, por lo que la mayoría de los restos recuperados son fragmentarios, pero dan la suficiente información para conocer los grandes grupos que están representados. Se han encontrado restos directos en tres intervalos geológicos, en el Jurásico Superior y tránsito Jurásico - Cretácico, en el Hauteriviense superior-Aptiense inferior y en el Campaniense-Maastrichtiense. Se han definido tres especies: Un representante del clado Titanosauriformes, *Aragosaurus ischiaticus* Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé (1987), del Cretácico Inferior de Galve (Teruel), el Titanosauridae *Lirainosaurus astibiae* Sanz, Powell, Le Loeuff, Martínez & Pereda-Suberbiola (1999), de Laño (Condado de Treviño, Burgos) del Cretácico Superior, y el Diplodocoidea *Losillasaurus giganteus* Casanovas, Santafé y Sanz (2001) del tránsito entre el Jurásico y el Cretácico de Valencia.

El objetivo de este trabajo es hacer una revisión razonada de los restos directos de saurópodos que se han publicado en España hasta el año 2002. Nos hemos centrado fundamentalmente en los ejemplares más completos o más significativos ya que son los que se pueden incluir en los clados conocidos, dejando los restos más fragmentarios o de los que se carece de una descripción para futuras revisiones. En esta puesta al día se han analizado alguno de los caracteres diagnósticos utilizando la nomenclatura más moderna (McIntosh, 1990; Upchurch; 1993 y Wilson, 1999). Para la sistemática se han usado las últimas revisiones cladísticas de Salgado et al. (1997), Upchurch (1998), Wilson & Sereno (1998) y Wilson (2002).

## 1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN DE SAURÓPODOS EN ESPAÑA

La primera cita publicada de restos de saurópodos son los de *Cetiosaurus* encontrados en el Cretácico Inferior de la Comunidad de Valencia (Royo y Gómez, 1925 y 1926). Estos restos son un diente de Benageber

(Valencia) encontrado en 1925 y los que se recuperaron en la construcción de la carretera que une Cincorres a Morella (Castellón) en 1923. Royo y Gómez, aunque expresó su voluntad de hacer un estudio detallado de estos restos fósiles, la realidad es que nunca llegó a describirlos, ni figurarlos. En la actualidad se desconoce donde se encuentran depositados. Los cetiosáuridos es un grupo de saurópodos exclusivamente del Jurásico (Upchurch & Martin, 2002). Esto hace que esta clasificación esté puesta en duda y desconozcamos a que grupo pertenecen estos saurópodos (Sanz, 1996).

Los trabajos de saurópodos de Royo y Gómez hay que tomarlos como el de un precursor, ya que hay que esperar hasta finales de los años 50 en que realmente comienza el estudio de estos dinosaurios en España. Como iniciador de esta línea de investigación hay que considerar al equipo del investigador francés Lapparent. En primer lugar publicó varios restos fragmentarios del Cretácico Superior de la cuenca de Tremp (Lleida) y de Cubilla (Soria). A pesar de ser poco diagnósticos los incluyó en los géneros *Hypselosaurus* y *Titanosaurus cf. indicus*, (Lapparent et al., 1956a, 1956b). Independientemente de que falten argumentos convincentes para estas identificaciones (Le Loeuff, 1993; Pereda-Suberbiola y Ruiz-Omeñaca, 2001), el hecho es que se describían los primeros restos de saurópodos del final del Cretácico en áreas tan alejadas como los Pirineos y la Cordillera Ibérica. A partir de ese momento se puede considerar como el principio del estudio de los saurópodos en España.

En la década de 1970 y 1980, tres autores españoles, José V. Santafé, Lourdes Casanovas y José Luis Sanz, retoman la investigación sobre dinosaurios en España y en sus trabajos salen a la luz nuevos yacimientos y restos de saurópodos, destacando los identificados como *Brachiosaurinae* indet. (Santafé et al., 1981, Sanz et al., 1982) del yacimiento «El Canteret» en Morella; y la definición del primer saurópodo de España, *Aragosaurus ischiaticus*, Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé del yacimiento Las Zabacheras (Sanz et al., 1987), del que Lapparent (1960) había publicado un trabajo preliminar. Durante la década de 1990 y hasta la actualidad se crean nuevos equipos de trabajo en distintas universidades e instituciones españolas.

Entre los investigadores y equipos que trabajan actualmente en España con saurópodos se encuentran el equipo de la Universidad Autónoma de Madrid que trabaja en diferentes partes del territorio nacional, actualmente en colaboración con el Museo de Morella donde están poniendo al día el material del braquiosaurino encontrado en los años 70 en el yacimiento de «El Canteret». El equipo del Museo de Salas de los Infantes en colaboración con Xabier Pereda, está centrado en los saurópodos del Cretácico Inferior de Burgos, trabajando en un nuevo saurópodo rebaquisáurido. En la Universidad de Oviedo se encuentra el equipo que estudia el Jurásico Superior de «La Costa de los Dinosaurios» en Asturias. El equipo del Instituto Miquel Crusafont se ha centrado en los saurópodos del tránsito Jurásico-Cretácico y del Cretácico inferior de Valencia y Castellón con la colaboración de investigadores de la Universidad de Valencia; así como en los restos de saurópodos de la provincia de Lleida donde colaboran con el Museu de la Conca Dellà y la Universitat Autònoma de Barcelona. Por último en la comunidad aragonesa el equipo de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel, esta llevando a cabo varios estudios de saurópodos recuperados desde el tránsito Jurásico-Cretácico hasta el Maastrichtiense en Teruel, Zaragoza y Huesca.

## 2. RESTOS DIRECTOS DE SAURÓPODOS DE ESPAÑA

### 2.1. SAURÓPODOS DEL JURÁSICO

Los restos directos de saurópodos del Jurásico que se han descrito en España son del Jurásico superior y del tránsito entre el Titónico y el Berriasiense. Proviene de tres áreas. Las dos primeras están en la

Formación Villar del Arzobispo de Galve (Teruel) y en la comarca de «Los Serranos» (Valencia) y la tercera en la Costa de los Dinosaurios de Asturias. La mayoría de los restos se pueden incluir en Diplodocoidea. De manera más fragmentaria también se han recuperado representantes de Macronaria (ver tabla 1).

Uno de los ejemplares más completos de saurópodos en España es el de Cuesta Lonsal en Galve de la provincia de Teruel (Pérez Oñate et al., 1994; Cuenca-Bescós et al., 1997; Barco, 1999). Los restos de este dinosaurio comenzaron a ser excavados en los años noventa por un aficionado local, y desde los dos últimos años la Universidad de Zaragoza está realizando una excavación de manera sistemática. Esto hace que parte del material se encuentre en manos privadas y parte en pública. Los restos provienen de la Formación Villar del Arzobispo datada como Titónico-Berriasiense (Díaz Molina et al., 1985). Se ha descrito una vértebra cervical, una dorsal y una caudal. Además se han recuperado estando en proceso de estudio una escápula, restos de la cintura pectoral, dos húmeros, costillas, cuatro vértebras caudales y un chevron (Barco, 1999).

TABLA 1

EDAD	CLASIFICACIÓN	YACIMIENTO-LOCALIDAD	MATERIAL	REFERENCIAS
Titónico-Berriasiense	Sauropoda indet.	LasCerradicas2 Galve (T)	frag. proximal de fémur.	Cuenca-Bescós et al. 1997.
Titónico-Berriasiense	Sauropoda indet.	Lidón (T)	Vértebra caudal	Canudo et al. 1999
Titónico-Berriasiense	Sauropoda indet.	Collado Abeja Galve (T)	Falange ungueal	Cuenca-Bescós et al. 1997
Transito Jurásico-Cretácico	Losillasaurus giganteus	La CañadaAras de los olmos (V)	Frag. de cráneo, cervicales, dorsales, placas esternales, húmero, ulna, radio, cadera y costillas sacras.	Casanovas et al. 2001
Jurásico Superior	Sauropoda indet.	Baldobar Alpuente (V)	Vértebras dorsales, caudales cintura pélvica y miembros posteriores	Gaete et al. 2002
Titónico superior	Neosauropoda indet.	Cuesta-Lonsal Galve (T)	Cintura pectoral, húmeros, cervicales, dorsales,caudales, escápula, chevrones	Pérez-Oñate et al. 1994 Barco 1999. Barco 2003
Titónico superior	Sauropoda indet.	Cuesta-Lonsal2 Galve (T)	Fragmento de cúbito	Cuenca-Bescós et al. 1997
Transito Jur.-Cret.	Sauropoda indet.	La Puebla de Valverde (T)	Frag. proximal de fibula	Este trabajo
Transito Jur.-Cret.	Sauropoda indet.	Lara (B)	Restos apendiculares y vértebras caudales	Sanz et al. 1992
Transito Jur.-Cret.	Sauropoda indet.	Tera (So)	fémur	Sanz et al. 1992
Titónico superior	Diplodocidae indet. ?	Carretera Galve (T)	diente	Canudo et al. 1999.
Jurásico Superior	Sauropoda indet.	Tazones Villaviciosa (A)	Vértebra caudal	Martínez et al. 2000a
Jurásico Superior	Diplodocidae indet.	Tazones Villaviciosa (A)	diente	Martínez et al. 2000b
Jurásico Superior	Camarasauridae indet.	Tazones Villaviciosa (A)	diente	Martínez et al. 2000b
Jurásico Superior	Sauropoda indet.	Quintueles Villaviciosa(A)	Ulna	García-Ramos et al. 2002
Jurásico Superior	Sauropoda Indet.	Colunga La Griega (A)	Vértebra caudal anterior	García-Ramos et al. 2002

*Listado de saurópodos del Jurásico Superior y tránsito Jurásico-Cretácico de España.*

El saurópodo de Cuesta Lonsal se caracteriza por tener vértebras cervicales opistocélicas, espina simple, presencia de tejido “cancelar”, pleurocelos lanceolados y poco desarrollados, con presencia de láminas (Barco, 1999). La vértebra dorsal se caracteriza por un arco neural expandido lateromedialmente y muy alto respecto al centro, con una espina simple y la presencia de hiposfeno (Pérez-Oñate et al., 1994). Se reconocen además las siguientes láminas (nomenclatura de Wilson, 1999, ver tabla 4) en el arco neural y espina: lámina centrodiapofisial anterior (no se ha descrito parapófisis en el arco neural, lo que indicaría que es una vértebra dorsal anterior) y lámina centrodiapofisial posterior, lámina espinodiapofisial y lámina postzigodiapofisial; entre las prezigapófisis se describe una lámina que corresponde a la lámina intraprezigapofisial (reconocible normalmente en vértebras cervicales ó vertebras dorsales anteriores). Además en los esquemas de la vértebra se aprecian también la lámina prezigodiapofisial y en posterior las láminas centropostzigapofisales por debajo del hiposfeno, (ver figura 1). La vértebra caudal es anficélica con márgenes redondeados, sin pleurocelos, facetas para los chevrones bien marcados, arco neural ligeramente en posición anterior, procesos transversos con forma de aleta en vista ventral, dirigidos posteriormente y unidos al arco neural (Pérez-Oñate et al., 1994).

En un estudio preliminar de una vértebra dorsal y otra caudal, Pérez Oñate et al. (1994) lo incluyen en Camarasauridae indet. Sin embargo, el saurópodo de Cuesta Lonsal carece de caracteres diagnósticos de esta familia siendo clasificado como Neosauropoda indet, por Barco (2003).

El clado Diplodocoidea, se encuentra representado en Galve por un diente recuperado en el yacimiento Carretera de la Formación Villar del Arzobispo. Es un típico diente alargado, delgado, con un ápice ligeramente espatulado y que carece de ornamentación (Cuenca-Bescós et al., 1997). En esta misma Formación, en Galve, se han encontrado otros restos postcraneales que se encuentran sin estudiar. Representados por una ulna de los mismos niveles de Cuesta-Lonsal, una falange ungueal del yacimiento Collado Abeja del Titónico y una cabeza articular de fémur del yacimiento las Cerradicas 2 de edad Berriasiense, de momento asignados a Sauropoda indet. (Cuenca-Bescós et al, 1997).

En el Jurásico Superior de Asturias se ha descrito una vértebra caudal morfológicamente similar a la de Cuesta Lonsal. Martínez et al. (2000a) la describen como anficélica con la cavidad posterior más excavada, sin pleurocelos y con procesos transversos dirigidos posteriormente y en continuidad con el arco neural. El arco neural ocupa toda la longitud del centro. Según estos autores puede pertenecer a Camarasauridae. Sin embargo las vértebras caudales medias y posteriores no suelen ser muy diagnósticas sobre todo si no se conservan completas. Una posición centrada del arco neural, procesos transversos saliendo del arco neural y la forma anficélica la situaría en el clado Neosauropoda de Wilson & Sereno (1998). En este caso se podría descartar el clado Titanosauriformes ya que no tiene el arco neural en posición anterior. Por lo que podría pertenecer a Diplodocoidea o Macronaria. La presencia de un arco neural en posición central es compartida con el género *Haplocanthosaurus* (Hatcher, 1903) y el clado Diplodocoidea, aunque esta característica hay que tomarla con precaución ya que la posición del arco neural puede variar a lo largo de la serie caudal y puede no ser suficientemente diagnóstica (Upchurch, 1993). El único resto del Jurásico que se puede incluir con seguridad en Macronaria es un diente con morfología en forma de cuchara, semejante a los dientes del género *Camarasaurus*, con presencia de cingulo separando la corona de la raíz (Martínez et al., 2000b). Este diente es similar a algunos dientes de camarasáurido del Jurásico Superior, descritos en la Boulonnais (Noreste de Francia) por Buffetaut et al. (1993) y referidos a la especie *Neosodon praecursor*, para precisar su asignación sería necesaria un estudio más detallado del mismo en el futuro. El clado Diplodocoidea estaría representado por un diente cilíndrico descrito por Martínez et al. (2000b), sin embargo la sección de la corona subcircular pasa a ser elíptica en el extre-

TABLA IV

Abreviatura	Lámina
acdI	centrodiapofisial anterior
pcdl	centrodiapofisial posterior
prdl	prezygodiapofisial
spdl	espinodiapofisial
podl	postzigodiapofisial
ppdl	paradiapofisial
cpri	centroprezigapofisial
spri	espinoprezigapofisial
tpri	intraprezigapofisial
cpol	centropostzigapofisial
spol	espinopostzigapofisial
med. spol	espinopostzigapofisial medial
lat. spol	espinopostzigapofisial lateral
tpol	intrapostzigapofisial
acpl	centroparapofisial
pcpl	centroparapofisial posterior
prpl	prezigoparapofisial
prsl	prespinal
postl	postespinal

Tabla 4. Abreviaturas y nombres de las láminas vertebrales según Wilson (1999).

mo oclusal (Martínez et al., 2000b), por lo que el diente estaría fuera de la familia Diplodocidae pudiendo ser asignado a Dicraeosauridae o Rebachisauridae en la clasificación de Wilson (2002).

Recientemente se ha descrito *Losillasaurus giganteus* Casanovas, Santafé y Sanz (2001), recuperado en materiales del límite Jurásico-Cretácico en la Comarca de «Los Serranos» (Valencia), Casanovas et al. (2001). Esta edad, vease discusión en Ruiz Omeñaca et al. (2003), se encuentra por precisar. Si se confirmara que el yacimiento La Cañada se encuentra en la Formación Collado, *Losillasaurus* tendría una edad Barremiense superior.

Es un único ejemplar, del que se ha descrito material craneal: foramen magnum, basioccipital, exoccipitales, paraoccipitales y basiesfenoides. Y postcraneal: fragmentos de vértebras cervicales anteriores y medias-posteriores, seis vértebras dorsales (1 prácticamente completa y 5 fragmentarias), parte del sacro, cuatro vértebras caudales anteriores, húmero izquierdo, fragmento de radio y ulna izquierdos, placas esternales y fragmentos del isquion, pubis e ilion (Casanovas et al., 2001). El holotipo es una vértebra caudal anterior (Lo-5). La diagnosis incluye dos sinapomorfias: espinas neurales de las vértebras caudales anteriores con un contorno lateral arqueado en sentido dorsoventral (forma de alfanje); y la relación entre la dimensión anteroposterior de la base en la espina neural respecto a su altura total con un valor cercano a 0,50 (Casanovas et al., 2001). El resto del material presenta los siguientes caracteres: vértebras cervicales fuertemente opistocélicas, con amplios pleurocelos sin láminas, con presencia de una suave quilla en la superficie ventral, diapófisis muy desarrolladas y cavidades en la superficie dorsal de las parapófisis.

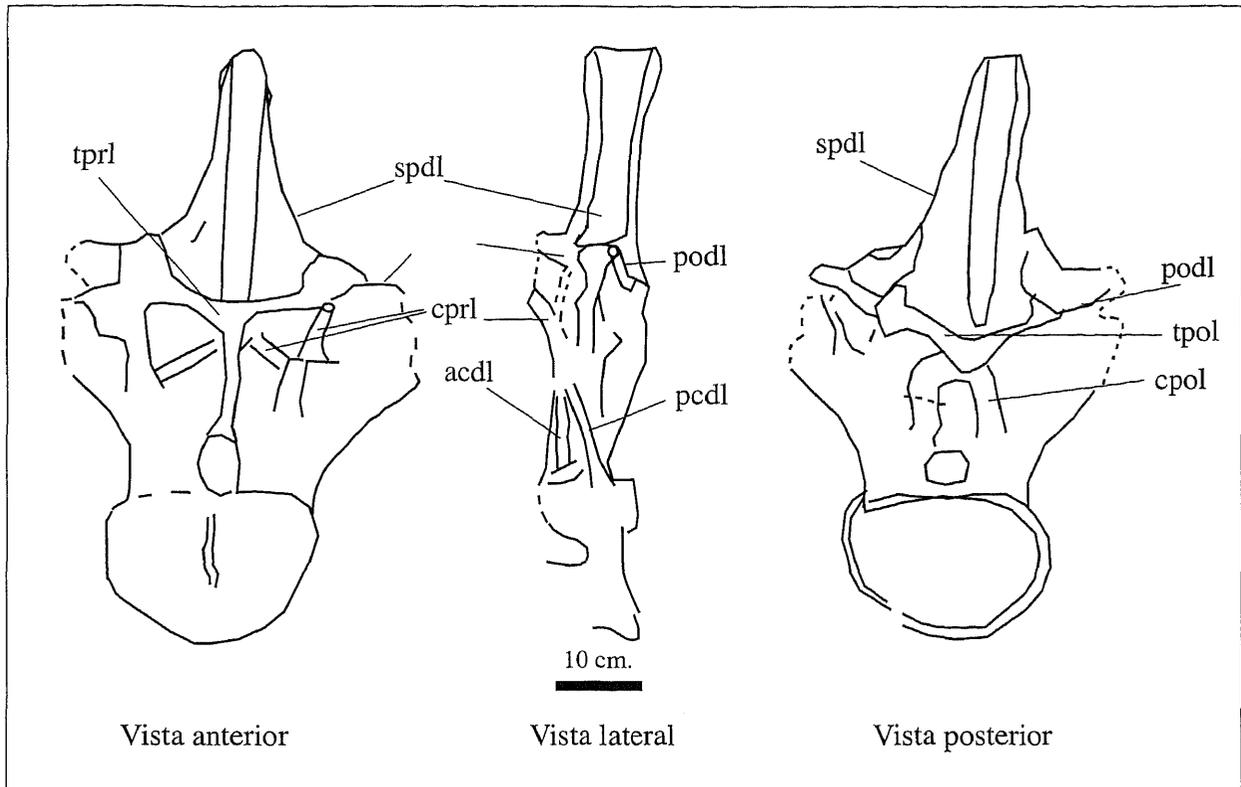


Figura 1. Vértebra dorsal anterior del saurópodo de Cuesta Lonsal, señalando las láminas vertebrales. Modificado de Perez-Oñate et al. (1994).

Entre las láminas presentes citan (usando la nomenclatura de Wilson, 1999) lámina prezigodiapofisial, lámina postzigodiapofisial, lámina centroprezigapofisial bifurcada, lámina espinopostzigapofisial, láminas espinoprezigapofisarias y láminas centrodiapofisaria anterior y posterior. Las vértebras dorsales son opistocélicas (según la vértebra Lo-11), con fuertes pleurocelos alargados y circulares que llegan hasta el arco neural. Este último es 2,5 veces la altura del centro. Los procesos transversos están dirigidos laterodorsalmente y en las dorsales posteriores se sitúan sobre las parapófisis. Presentan hiposfeno y en anterior el arco neural está fuertemente excavado por encima del canal neural. Entre las láminas se encuentran la lámina centrodiapofisial anterior, que es interceptada hacia posterior por la parapófisis dando lugar a la lámina paradiapofisial y centroparapofisial, también presenta la lámina postzigodiapofisial, lámina centrodiapofisial posterior, lámina centropostzigapofisial y láminas latero-espinopostzigapofisial, (ver figura 2). La neuroapófisis es corta, de sección triangular, más ancha transversalmente que anteroposteriormente. Las vértebras caudales son ligeramente procélicas, con facetas de los chevrones marcadas. Sus neuroapófisis son altas, largas y muy estrechas dirigida posteriormente y con forma de alfanje. Los procesos transversos tienen forma de alas en las caudales anteriores y presentan láminas espinopostzigapofisiales y espinoprezigapofisiales. Las placas esternales son rectangulares y destaca una expansión medio-lateral grande, los márgenes lateral y medial son paralelos, el húmero es de diáfisis corta y sección subelíptica, con extremo proximal redondeado y muy desarrollado. Su contorno preaxial es curvado sobre todo en su mitad dorsal (Casanovas et. al., 2001).

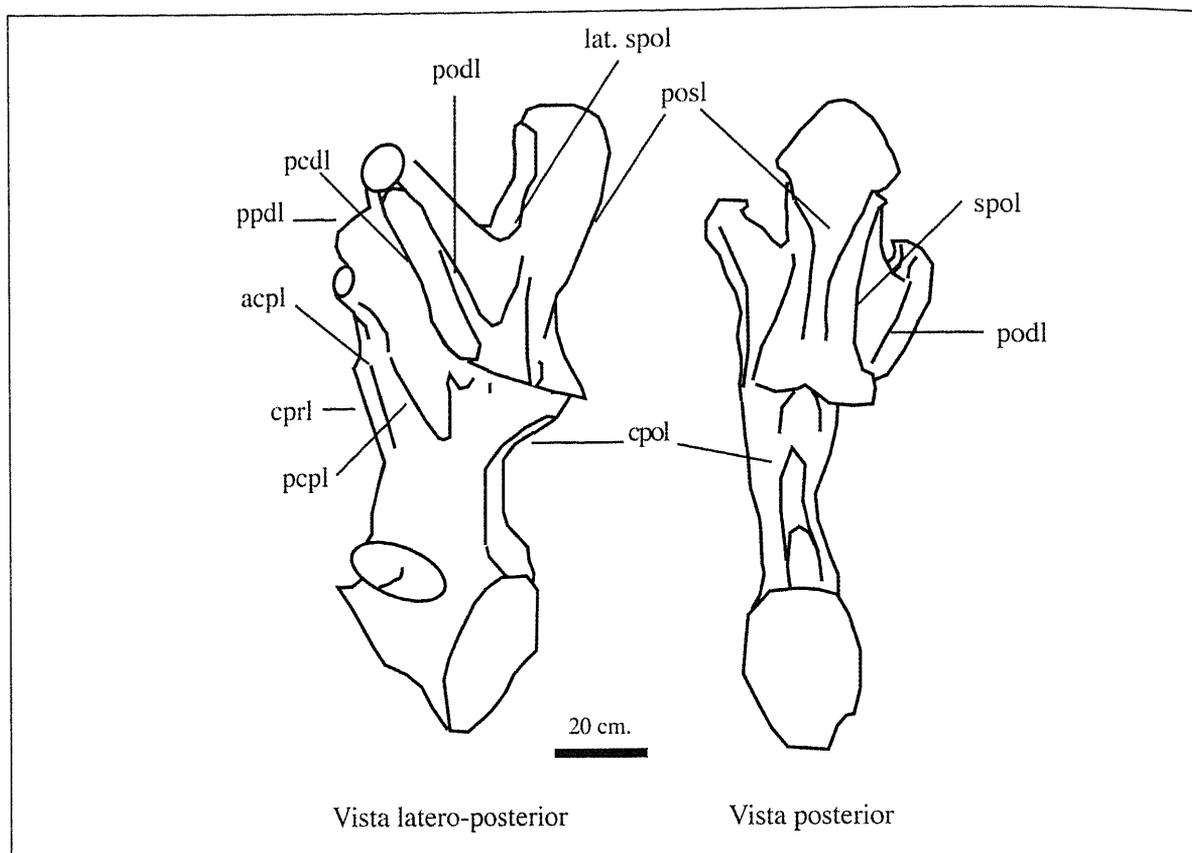


Figura 2. Vértebra dorsal posterior de *Losillasaurus giganteus*, señalando las láminas vertebrales. Modificado de Casanovas et al. (2001).

La posición sistemática de este taxón plantea algunas dificultades. Casanovas et al. (2001), hacen un análisis cladístico en el que concluyen que es el grupo hermano de (*Barosaurus*+*Diplodocus*) + *Dicraeosaurus*. Por tanto nos sitúa entre los Diplodimorpha, aunque separado de la familia Diplodocidae. Wilson (2002) considera que es un Diplodocoidea más derivado que Dicraeosauridae.

## 2.2 SAURÓPODOS DEL CRETÁCICO INFERIOR

Los saurópodos descritos en el Cretácico Inferior corresponden a tres grupos, Macronaria, Diplodocoidea y el grupo más diverso que son los Titanosauriformes. Se encuentran restos desde el Valanginiense hasta el Aptiense, si bien los pisos donde mejor se conocen son en el Hauteriviense, Barremiense y Aptiense (ver tabla 2).

Comenzaremos con el grupo más amplio los Titanosauriformes, en el que incluimos el primer saurópodo definido en España: *Aragosaurus ischiaticus* Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé (1987). Los restos son de un único individuo del Hauteriviense superior (Las Zabacheras, Galve). Entre el material recuperado se encuentra un diente, un coracoides, una escápula, un húmero, un radio, una ulna, un carpo, dos falanges de la mano, un fémur, ocho fragmentos de falanges del pie, una falange ungueal, fragmentos de costillas dorsales y cervicales, ocho vértebras caudales, isquion derecho, fragmento proximal de isquion izquierdo, pubis derecho y ocho chevrones. (Lapparent 1960, Sanz et al., 1987 y Royo-Torres et al., 1999a).

TABLA II

EDAD	CLASIFICACIÓN	YACIMIENTO -LOCALIDAD	MATERIAL	REFERENCIAS
Aptiense	Brachiosaurinae indet.	El Canteret Morella (C)	Escápula, dorsales, caudales, Húmeros, fémur, ulna, tibia, fibula, chevrones, placa esternal y frag. elementos pélvicos.	Sanz et al. 1982
Aptiense inferior	Titanosauriformes indet.	Arsis Peñarroya de Tastavins (T)	Dorsales, sacro, caudales, fémur, tibia, fibula, pie completo, cadera completa y chevrones.	Royo-Torres & Canudo 1999.
Aptiense-Barremiense	Sauropoda indet.	Varias localidades(B)	Material aislado	Fernández-Baldor 1996
Aptiense-Hauteriviense	Brachiosauridae indet.	Aras de los Olmos(V)	1 diente	Sanz 1985
Barremiense superior	Brachiosauridae indet.	Uña (Cu)	1 diente	Rauhut & Zinke 1995
Barremiense superior	Sauropoda indet.	Morella (C)	Elementos aislados	Lapparent 1966
Barremiense superior	Sauropoda indet.	Vallipón Castellote (T)	5dientes	Ruiz-Omeñaca et al. 1996
Barremiense superior	Titanosauriformes indet.	Vallipón (T)	2 Vértebras caudales. 4 Vértebras caudales	Lapparent et al. 1969. Ruiz-Omeñaca 2000
Barremiense superior	Titanosauriformes indet.	Vallipón 2 Castellote (T)	2 vértebras caudales 1 frag. costilla*	Ruiz-Omeñaca et al. 1998. *Royo-Torres et al. 2000
Barremiense	Sauropoda indet.	Titagüas (V)	1 costilla y frag. huesos	Casnovas et al. 2001
Hauter. sup-Barremiense inferior	Euhelopodidae indet.	La Cantalera Josa (T)	3 dientes	Canudo et al. 2002
Barremiense inferior	Sauropoda indet.	Muniesa (T)	Tibia	Canudo et al. 1999
Barremiense inferior	Titanosauriformes indet.	Masada del chato 2 Las Parras de Castellote (T)	Vértebra	Canudo et al. 1999
Barremiense inferior	Titanosauriformes indet.	Cerrada Roya-Mina Galve (T)	Vértebra caudal	Canudo et al. 1999
Barremiense inferior	cf.Pleurocoelus sp.	Partida Poyales Galve (T)	1 diente	Sanz et al. 1987
Barremiense inferior	Cf.Pleurocoelus sp.	Colladico Blanco Galve (T)	1 diente	Sanz et al. 1987,
Barremiense inferior	Camarasauridae indet. A	Pelejón Galve (T)	1 diente	Sanz et al. 1987
Barremiense inferior	Camarasauridae indet. A	Colladico Blanco Galve (T)	1 diente	Sanz et al. 1987
Barremiense inferior	Camarasauridae indet. B	Pelejón Galve (T)	1 diente	Sanz et al. 1987
Barremiense - Aptiense	Rebbachisauridae indet.	Salas de los Infantes (B)	dorsales, caudales, chevrones ischion y fémur	Pereda-Suberbiola et al. 2001
Barremiense- Hauteriviense	Sauropoda indet.	Vadillos (Cu)	caudales, 1 postzigapófisis de dorsal, 1 base de arco neural, 1 fragmento de chevron de vértebra caudal y frag. de tibia, cúbito, peroné, metatarso, ilion, pubis e ischion	Lapparent et al. 1969

EDAD	CLASIFICACIÓN	YACIMIENTO-LOCALIDAD	MATERIAL	REFERENCIAS
Hauteriviense superior	<i>Argosaurus ischiaticus</i>	Las Zabacheras Galve (T)	diente escápula, coracoides, vértebras caudales, chevrones, húmero, fémur radio, cubito, pubis, ischion	Sanz et al. 1987, Canudo et al. 2001
Hauteriviense	Sauropoda indet.	Varios lugares (B)	Material aislado	Fernández-Baldor 1996
Hauteriviense-Valanginiense	Sauropoda indet.	Pochancalo 4 (Z)	1 diente	Canudo et al. 1999
Cretácico Inferior	Sauropoda indet.	Alpuente (V)	Restos postcraneales	Lapparent 1966,
Cretácico Inferior	Sauropoda indet.	Benagéber(V)	1 diente	Royo y Gómez 1925, Sanz 1996
Cretácico Inferior	Titanosauriformes indet.	Morella (C)	Vértebras	Ruiz-omeñaca et al. 1999
Cretácico Inferior	Sauropoda indet.	Rubielos de Mora 1* y 2+ (T)	*Vértebras, + Frag. fémur, tibia y fibula	Lapparent 1966
Cretácico Inferior	Sauropoda indet.	Benicazara (V)	2 dientes	Casanovas-Cladellas et al. 1993
Cretácico Inferior	Sauropoda indet.	Salas de los Infantes (B)	1 diente	Torcida et al. 2002
Valanginiense-Berriasiense	Sauropoda indet.	Tenada de la Tizuela y Torrelara (B)	Material aislado	Fernández-Baldor 1996

Tabla 2. Listado de saurópodos del Cretácico Inferior de España.

El diente tiene morfología columnar, sin curvarse lingualmente y en sentido apical la corona se estrecha tanto en sentido mesiodistal como labiolingual adoptando una forma de cono aplastado. Las facetas de desgaste son en ángulo elevado como en los dientes tipo «Braquiosáurido» (Calvo 1994; Canudo et al., 2001). Las espinas neurales de las vértebras caudales tienen una típica forma de maza. Los centros vertebrales caudales son anficélicos-anfipláticos con procesos transversos bien desarrollados. El isquion tiene un gran desarrollo dorso-ventral de la sínfisis púbica. La longitud del pubis es prácticamente la misma que la del isquión, (ver figura 3). La escápula tiene una expansión terminal de la lámina escapular de desarrollo medio y posee gran desarrollo acromioglonoideo de la región escapular anterior (Sanz et al., 1987; Royo-Torres et al., 1999a; Canudo et al., 2001).

Inicialmente fue incluido en Camarasauridae (Sanz et al., 1987). Sin embargo las nuevas propuestas filogenéticas (Salgado et al., 1997; Wilson & Sereno, 1998; Upchurch, 1998) permiten hacer mejores precisiones. La presencia de una comba lateral del fémur, la relación del húmero/fémur, la morfología del diente y la posición anterior del arco neural en las vértebras caudales permite situar este saurópodo entre los Titanosauriformes (Royo-Torres et al., 1999a; Canudo et al., 2001) y fuera de Camarasauridae. Queda pendiente un nuevo estudio detallado de todo el material y un análisis cladístico que defina la posición exacta de este saurópodo dentro de la radiación de los Titanosauriformes.

El saurópodo de Peñarroya de Tastavins es uno de los ejemplares del que más restos se han recuperado de un único individuo en España. Se encontró parcialmente articulado (ver figura 4) y está representado por tres vértebras dorsales, un sacro, 25 vértebras caudales, chevrones, costillas dorsales, dos ilion, dos pubis, dos isquion, el sacro, dos fémures, tibia, fibula y pie izquierdo completo. Se ha incluido entre los Titanosauriformes por tener vértebras dorsales opistocélicas, con espinas simples, con amplios pleurocelos y laminación interna y tejido esponjoso; el sacro está formado por 5 vértebras sacras con pleurocelos; las vértebras caudales son ligeramente procélicas-anficélicas, con centros masivos y arco neural en posición anterior; el ilion presenta un proceso preacetabular expandido y morfología semicircular; el pubis es mayor que el isquion y con gran desarrollo de la sínfisis pubio-isquiática; fémur con comba lateral desarrollada, tibia

expandida transversalmente, fibula retorcida sobre sí misma y chevrones abiertos con morfología en Y. Posiblemente es un nuevo taxón que está en proceso de estudio (Royo-Torres et al., 1999b).

En el Aptiense inferior de Morella (Castellón), Santafé et al. (1981) y Sanz et al. (1982) describen un único ejemplar de saurópodo representado por material postcraneal consistente en dos húmeros, una ulna, una fibula, una tibia, fragmento de centro dorsal, dos vértebras caudales, placa esternal y fragmentos de cintura escapular, pélvica y costillas. Los caracteres diagnósticos descritos por estos autores son placa esternal de contorno suboval y borde lateral rectilíneo; las vértebras dorsales son ligeramente opistocélicas y las vértebras caudales son anficélicas con procesos transversos desarrollados desde el centro al arco neural y espina neural dirigida hacia el lado posterior. El húmero tiene la diáfisis corta y una cresta deltopectoral bien desarrollada hasta la mitad del húmero. El fémur tiene una cabeza articular diferenciada, un trocánter mayor prominente y comba lateral. La ulna es robusta en comparación al húmero, con morfología proximal en T. La morfología del húmero y del fémur es similar a los braquiosáuridos es por lo que Sanz et al. (1982) consideran que es una nueva especie de Brachiosaurinae. Actualmente se puede incluir en los Titanosauriformes atendiendo a los caracteres utilizados en las clasificaciones de Salgado et al. (1997) y Wilson et al., (1998).

Se han identificado dientes aislados de Titanosauriformes, que se han incluido en Brachiosauridae en el Barremiense inferior de Galve (Sanz et al., 1987), en el Barremiense de Cuenca (Rauhut et al., 1995) y en el Cretácico Inferior de Aras de los Olmos (antiguo Aras de Alpuente), Casanovas-Cladellas (1993). Recientemente se ha descrito en La Cantalera (tránsito Hauteriviense-Barremiense de Teruel) dientes de euhe-  
lopódidos, (ver figura 5) un grupo de Titanosauriformes que son abundantes en el Cretácico inferior de Asia

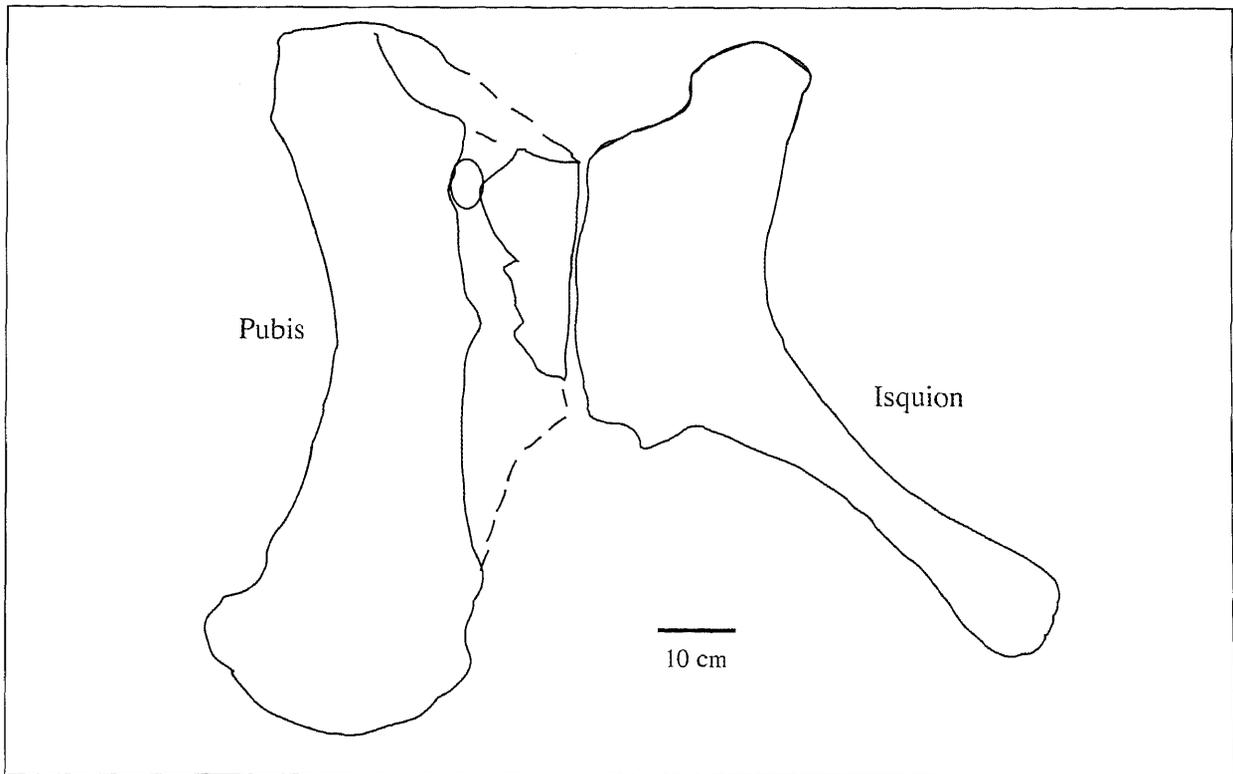


Figura 3. Contorno del isquion y pubis de *Aragosaurus ischiaticus*. Tomado de Canudo et al. (1999).

(Canudo et al., 2002). Dientes similares habían sido descritos como camarasáuridos en Galve (Sanz et al., 1987). Otros dientes en forma de cuchara del Barremiense inferior de Galve indican la presencia de Camarasauridae (Sanz et al., 1987), o al menos de morfología similar.

Restos postcraneales aislados (vértebras caudales y una costilla) de Titanosauriformes se citan en el Barremiense superior de Vallipón en Castellote (Teruel), (Ruiz Omeñaca *et al.*, 1998; 2000; Royo-Torres et al., 2000).

Hace poco se han encontrado los primeros restos de Diplodocoidea en el Cretácico inferior de la Península Ibérica. Pereda-Suberbiola et al. (2001) cita material postcranial de Rebbachisauridae indet. El material proviene de la Formación Castrillo de la Reina, en Salas de los Infantes (Burgos), datada como Barremiense superior-Aptiense inferior (Martín-Closas & Alonso-Millán, 1998). Se han citado dos centros cervicales, cuatro vértebras caudales, restos vertebrales indeterminados, isquion izquierdo y derecho y un fémur izquierdo. Pereda-Suberbiola et al. (2001) apuntan como caracteres diagnósticos: centros cervicales opistocélicos con pleurocelos. Las vértebras caudales con centros caudales platicélicos y/o anficélicos, sin pleurocelos, espinas y arcos neurales caudales anteriores muy altos y procesos transversos en forma de ala; fémur sin comba lateral y cuarto trocánter reducido. Estos caracteres lo asignan al clado Diplodocoidea de Upchurch (1998). Los isquion largos y esbeltos formando una plataforma casi horizontal y la morfología cruciforme de la espina neural permiten según Pereda Suberbiola et al. (2001) y Pereda-Suberbiola (2001) relacionarlo con *Rebbachisaurus tessonei* Calvo et al. (1995).

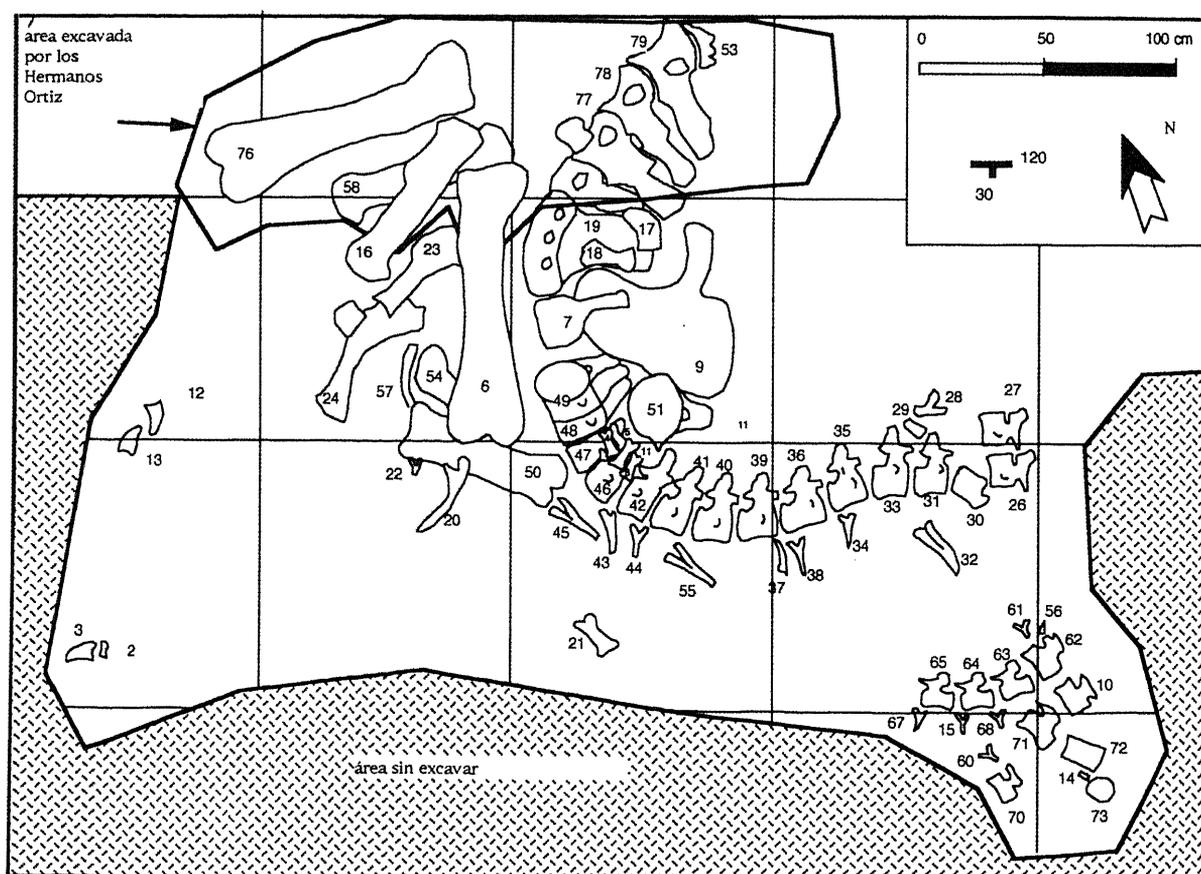


Figura 4. Mapa de excavación del dinosaurio de Peñarroya de Tastavins (Teruel), Royo-Torres et al. (1999).

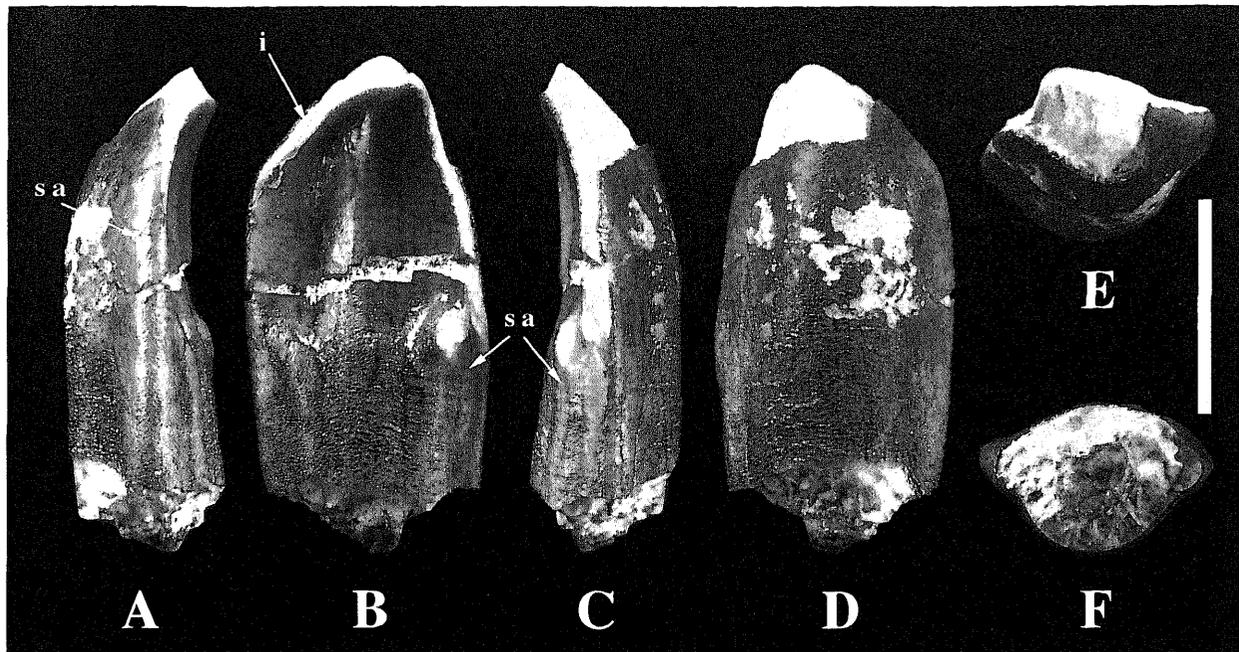


Figura 5 Diente de *Ehelopodidae* indet. del yacimiento de La Cantalera (Teruel).

### 2.3 SAURÓPODOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Los restos directos de saurópodos del Cretácico Superior de España provienen del Campaniense y Maastrichtiense y se han incluido en Titanosauridae (ver tabla 3). La mayoría de los restos son fragmentarios con la excepción del saurópodo de Laño, lo que dificulta situarlos en su contexto sistemático. Dada la variedad morfológica de los restos que se conocen se puede apuntar que los saurópodos estaban bien diversificados en el Cretácico Superior de España, en donde estarían representadas probablemente varias especies de distintas familias.

A nivel mundial tradicionalmente se ha incluido en la familia Titanosauridae a los saurópodos del final del Cretácico. Autores como Powell (1986) y Le Loeuff (1993) hablan de una extinción postcenomaniense de todos los grupos de saurópodos quedando tan solo los titanosáuridos (es decir los Titanosauridae en el sentido de Salgado et al., 1997). Estos titanosáuridos derivados se caracterizan por tener dientes cilíndricos, vértebras caudales procelicas, ausencia de hiposfeno en vértebras dorsales y lámina preespinal simple y cerrada completamente (Salgado et al., 1997). Sin embargo el material tipo de *Titanosaurus* es demasiado fragmentario para considerarlo como género-tipo para una familia, careciendo del material considerado diagnóstico para Titanosauridae. Como consecuencia han proliferado términos que giraban alrededor del género como son Titanosauria, Titanosauroida, Titanosauridae. Parece que las últimas tendencias es considerar el taxón Titanosauria, que por el momento no tiene una jerarquía sistemática (Wilson & Upchurch, 2002). Titanosauria podría comprender otros grupos como la familia Saltosauridae o las subfamilias Opisthocelicaudinae y Saltosaurinae (Salgado et al., 1997; Wilson, 2002), e incluso una familia Titanosauridae descrita de una manera más restrictiva.

El saurópodo más completo del Cretácico superior de España es *Lirainosaurus astibiae* Sanz, Powell, Le Loeuff, Martínez, & Pereda-Suberbiola (1999). Sus restos se han recuperado en los sedimentos de la Formación Vitoria, en el Condado de Treviño de edad Campaniense superior (Núñez-Betelu, 1999). Un equipo de la Universidad del País Vasco ha realizado varias campañas de excavación en las que han recuperado diversa fauna de vertebrados (ver lista faunística en Astibia et al., 1999). Los restos de *Lirainosaurus* están des-

articulados y representan a varios ejemplares distintos. El holotipo es una vértebra caudal anterior, pero además se ha descrito un fragmento de occipital, dientes, vértebras dorsales y caudales, escápula, coracoides, placa esternal, húmero, fragmentos de la cadera (ilion y pubis), fémur, tibia, fibula y osteodermos (Sanz et al. 1999). El género *Lirinosaurus* está caracterizado por seis autopomorfías, cuatro de las cuales están definidas en las vértebras caudales: el cóndilo articular está reducido en las posteriores, presentan un surco sagital en la

TABLA III

EDAD	CLASIFICACIÓN	YACIMIENTO -LOCALIDAD	MATERIAL	REFERENCIAS
Maastrichtiense superior	Titanosauridae indet.	Serraduy (H)	Proximal de fémur	Canudo, 2001
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	L'Estanyó (L)	Proximal de húmero?	Masiera y Ullastre 1988
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	Fontllonga 6 (L)	3 Vértebras caudales y arco neural de vértebra caudal posterior.	Casanovas-Cladellasy Santafé-Llopis 1993
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	Cuenca de Tremp (L)	2 femur vértebra*	Lapparent y Aguirre 1956.
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	Orcau Isona (L)	1 frag. proximal de húmero, vértebra aislada	Casanovas et al. 1987
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	Els Nerets Vilamitjana Cuenca de Tremp (L)	2 vértebras caudales*, frag. de húmero, fémur, diáfisis de tibia y vértebra dorsal+	*Casanovas et al. 1987. +Casanovas -Cladellas 1992 +Casanovas et al. 1995
Maastrichtiense	Titanosauria indet.	Cubilla (So)	Vértebra caudal posterior	Pereda-Suberbiola et al. 2001
Maastrichtiense	Sauropoda indet.	El Encinar y Arauzo de Miel (B)	Material aislado	Fernández-Baldor 1996
Campaniense Maastrichtiense	Titanosauridae indet.	Apellaniz (Al)	Húmero	Pereda-Suberbiola et al. 1999
Campaniense superior	<i>Lirinosaurus astibiae</i>	Laño (B)	Fragmento de cráneo, dientes, vértebras dorsales, caudales, escápula, coracoides, placa esternal, húmeros, fragmento de ilion y pubis, fémur, tibia, fibula y escudos dermales	Sanz et al. 1999
Cretácico Superior	Titanosauridae indet.	Armuña (S)	Osteodermos y vértebras caudales	Sanz et al. 1992
Cretácico Superior	Titanosauridae indet.	Cuenca de Tremp (L)	Frag. vértebra dorsal, húmero, fémur y diáfisis	Casanovas et al. 1995
Cretácico Superior	Titanosauridae indet.	Cuenca de Tremp (L)	Frag. húmero, frag. vértebras caudales	Casanovas et al. 1992
Cretácico Superior	Titanosauridae indet.	Chera (V)	Vértebra caudal	Company et al. 1999

Tabla 3. Listado de saurópodos del Cretácico Superior de España.

T: Teruel. B: Burgos. A: Asturias. Al: Álava, So: Soria. S: Segovia. V: Valencia. C: Castellón. Cu : Cuenca. H: Huesca. Z: Zaragoza

superficie articular posterior y carecen de proyección posterior del estructura espinopostzigapofisial. Las vértebras caudales anteriores poseen una lámina en la fosa interzigapofisial. Las otras dos autopomorfias se han descrito por la presencia de un proceso lateroanterior en la placa esternal y por la presencia de una cresta ventral marginal en el lado medial de la escápula (Sanz et al., 1999). El resto de caracteres descritos de esta especie consiste en dientes en forma de lapicero; vértebras dorsales opistocélicas, con pleurocelos acuminados, cresta en la superficie ventral, arco neural dirigido hacia anterior, diapófisis expandidas distalmente terminando en una superficie horizontal y sin hiposfeno-hipantro. Las láminas presentes (siguiendo la nomenclatura de Wilson 1999, ver tabla 4) son: en el arco neural, la lámina centroprezigapofisial dividida en dos por la parapófisis dando lugar a la lámina parapodiapofisial y la centroparapofisial anterior; recorriendo el lateral del arco neural la centrodiafofisial posterior, y por último, entre la prezigapófisis y la parapófisis la lámina prezigoparapofisial. La espina neural, comprimida lateralmente, presenta seis láminas principales, en anterior la lámina preespinal simple, en posterior la lámina postespinal simple y las láminas espinopostzigapofisiales; y en los laterales la lámina espinodiapofisial (ver figura 6). En las vértebras caudales además de las sinapomorfias presentes en el holotipo, se puede apuntar que son fuertemente procélicas, con arco neural en posición anterior, depresión axial en la superficie ventral y facetas para los chevrones bien marcadas. Las vértebras caudales posteriores se caracterizan por tener prezigapófisis muy desarrolladas, espinas neurales laminares y surco sagital en la cara posterior de los centros. Del esqueleto apendicular destaca una lámina escapular estrecha y sin expansión distal, coracoides subcuadrangular con el foramen coracoidal situado dorsalmente y abierto, la placa esternal presenta un margen lateral cóncavo (como los titanosáuridos) y se caracteriza por unas crestas en las áreas antero-ventral y latero-anterior prominentes. El húmero es de complejión ligera, diáfisis estrecha y caracterizado por una desarrollada cresta deltopectoral girada medialmente. El fémur y la tibia son también huesos gráciles, (Sanz et al., 1999).

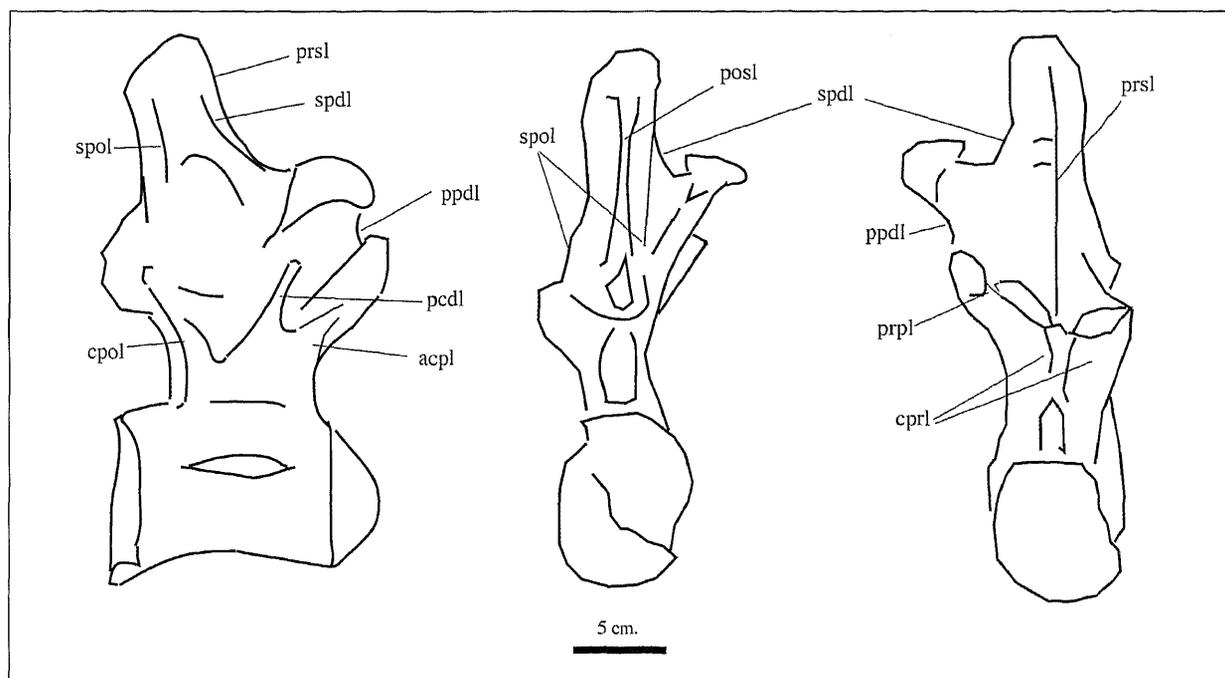


Figura 6. Vértebra dorsal posterior de *Lirainosaurus astibiae* señalando las láminas vertebrales. Modificado de Sanz et al. (1999).

La posición sistemática de *Lirainosaurus* parece poco problemática. En la definición del género, Sanz et al., (1999) lo incluyen en el clado Eutitanosauria caracterizado por la ausencia de hiposfeno e hipantro en las vértebras dorsales posteriores. El cuarto trocánter del fémur reducido y la presencia de osteodermos relacionan a *Lirainosaurus* con *Saltasaurus*. De hecho, en la última revisión de los saurópodos, *Lirainosaurus* se incluye en Saltosaurinae junto a los géneros argentinos *Neuquensaurus*, *Saltasaurus* y *Rocasaurus* (Wilson, 2002), lo que plantea indudables problemas de correlación interoceánica.

La mayoría de los restos que se han encontrado en España como se ha apuntado anteriormente se han clasificado como Titanosauridae. Dado lo fragmentario del material difícilmente se puede hacer más precisiones de Titanosauria, pero en algunos casos se propone un grupo más restringido. En el Maastrichtense superior de la Formación Tremp en Serraduy, Huesca, Canudo (2001) describe un extremo proximal de un fémur izquierdo con la cabeza articular expandida lateromedialmente, diáfisis aplastada anteroposteriormente, presencia de comba lateral y excentricidad de la diáfisis típica de los Titanosauridae (en sentido Wilson & Carrano, 1999, Canudo, 2001) y que se incluiría en Saltosauridae (en sentido de Wilson, 2002).

En Álava, en el yacimiento de Apellaniz (Maastrichtense), se ha descrito un húmero izquierdo diferente a *Lirainosaurus* por su mayor robustez y caracterizado por una cresta deltopectoral muy desarrollada, típica de los Titanosauridae que es asignado de momento a Titanosauridae indet. (Pereda-Suberbiola et al., 1999). Dos restos aislados son también atribuidos a Titanosauridae indet. en otros dos yacimientos españoles: un osteodermo en Armuña (Segovia) (Sanz et al. 1990) y una vértebra caudal posterior en Chera, Valencia (Company et al., 1999).

En la Conca de Tremp hay cuatro yacimientos citados con restos de saurópodos, Orcau, Vilamitjana, Fontllonga 6 y L'Estanyo (Casanovas et al., 1987, Masriera et al., 1988, Casanovas-Cladellas 1992, Casanovas-Cladellas et al. 1993 y Casanovas-Cladellas et al., 1995). Tradicionalmente la Formación Arén y Tremp, en la Conca de Tremp, se han incluido en el Maastrichtense sin argumentos bioestratigráficos. López-Martínez (2001) discute el problema y concluyen que la mayoría de los yacimientos de la Conca de Tremp pertenecen al Campaniense o al Maastrichtense inferior y por tanto no son del Cretácico terminal. Los saurópodos de estos yacimientos han sido asignados por Lapparent y Aguirre (1956) primero y Casanovas et al. (1987) después (en el caso de los restos del yacimiento de Orcau) a *Titanosaurus indicus* e *Hypselosaurus* respectivamente. Estos restos son demasiado fragmentarios para que se puedan incluir en estos géneros (Le Loeuff, 1993), por lo que parece más adecuado considerarlos como Titanosauria indet.

Uno de los restos más interesantes del registro de saurópodos del Cretácico superior es una vértebra caudal anficélica de la Formación Santibañez del Val en Cubilla, Cuenca (Lapparent et al., 1956b; Pereda-Suberbiola et al., 2001). Se ha considerado la presencia de vértebras procélicas en las caudales como un carácter de los Titanosauridae, Titanosauroida y Titanosauria (McIntosh, 1990; Salgado et al., 1997; Upchurch, 1998; Wilson et al., 1998). Sin embargo parece que las vértebras posteriores, en las formas primitivas de Titanosauria, pueden ser anficélicas (ver discusión en Pereda-Suberbiola y Ruiz Omeñaca, 2001) y por tanto esta vértebra nos está señalando la presencia de un representante de Titanosauria distinto de las formas más derivadas que se incluyen en Saltosauridae (en sentido de Wilson, 2002). Hay que apuntar que la inclusión de esta vértebra en Titanosauria se debe a que los titanosaurios son el único grupo de saurópodos conocido en el Cretácico superior de Europa (Le Loeuff, 1993; Pereda-Suberbiola et al., 2001), pero si en el futuro se encuentran saurópodos de otros grupos habría que reconsiderar esta identificación.

### 3. CONCLUSIONES

Los restos de saurópodos son en general escasos y fragmentarios en España con algunas excepciones. Los más antiguos de España provienen del final del Jurásico superior y del tránsito Jurásico-Cretácico (secuencia Titónico-Berriasiense). Todos se han asignado a Neosauropoda, estando representados los Diplodocoidea y Macronaria. Los yacimientos se encuentran en Galve (Teruel), en la Costa de los Dinosaurios y en la cuenca de «Los Serranos» (Valencia), de donde se ha descrito *Losillasaurus giganteus*, taxón incluido en Diplodocoidea.

Los saurópodos identificados en el Cretácico Inferior corresponden a tres grupos, Macronaria, Diplodocoidea y Titanosauriformes. Se encuentran restos desde el Valanginiense hasta el Aptiense de Castellón, Teruel, Cuenca, Soria, Burgos y Valencia. Se ha descrito *Aragosaurus ischiaticus*, del Hauteriviense incluido actualmente en Titanosauriformes.

En el Cretácico superior los restos de saurópodos están presentes a partir del Campaniense en la Cordillera Ibérica y los Pirineos (Lleida, Huesca, Soria, Burgos, Álava y Valencia). La gran diversidad morfológica de los restos indican que están representados varios taxones, pero dado lo fragmentario del material únicamente se han asignado como Titanosauria y Titanosauridae. Se ha descrito *Lirainosaurus astibiae* del Campaniense en Laño.

### 4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel (F.C.P.T). Forma parte del proyecto VECOBA subvencionado además de por la F.C.P.T. por el Departamento de Cultura y Turismo de la D.G.A. y el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Agradecemos la invitación de la Universidad de la Rioja y Félix Pérez-Lorente para dar la conferencia “Restos directos de saurópodos en España”. Agradecer también a las instituciones por su colaboración a la hora de conseguir información para la misma: Institut de Paleontologia «M.Crusafont», Museo de la Conca Dellà, Museo de Morella, Museo de Salas de los Infantes, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad de Oviedo; así como a los colegas que en ellas trabajan por ayudar en todo lo que se les pidió: José Luis Sanz, Francisco Ortega, José M. Gasulla, José V. Santafé, Lourdes Casanovas, José Carlos García Ramos, José Lires, Ángel Galobar, Xabier Pereda-Suberbiola, José Ignacio Ruiz-Omeñaca, José Luis Barco, Fidel Torcida y Rodrigo Gaete.

### 5. BIBLIOGRAFÍA

#### REFERENCIAS

- Astibia, H., Murelaga, X., Pereda-Suberbiola, X., Elorza, J.J., Gomez-Alday, J. J., 1999. Taphonomy and palaeoecology of the Upper Cretaceous continental vertebrate-bearing beds of the Laño Quarry (Iberian Peninsula). *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava*. (14-Núm. Espec. 1), 43-104.

- Barco, J. L., 1999. Proximal cervical vertebra of a new big sauropod (saurischia) from the Tithonian-Berriasian (Jurassic-Cretaceous transition) from Galve (Teruel, Spain). *IV European workshop on Vertebrate Paleontology*, Albarracín Junio 1999, 20.
- Barco, J. L., 2003. Estudio y comparación del esqueleto axial de un saurópodo (Dinosauria, Sauropodomorpha) procedente de la Formación Villar del Arzobispo (Titónico-Berriasiense) de Galve (Teruel). *Tesis de Licenciatura*. Universidad de Zaragoza. 116 pp.
- Buffetaut, E., Martin, M., 1993. Late Jurassic dinosaurs from the Boulonnais (Northern France): A review. *Revue de Paléobiologie*. (7), 17-28.
- Calvo, J. O., 1994. Jaw mechanics in sauropod dinosaurs. *Gaia*, (10), 183-193
- Calvo J. O., Salgado L., 1995. *Rebbachisaurus tessonei* sp. nov. A new Sauropoda from the Albian-Cenomanian of Argentina; new evidence on the origin of the Diplodocidae. *Gaia*, (11), 13-33.
- Canudo, J. I., 2001. Descripción de un fragmento proximal de fémur de Titanosauridae (Dinosauria, Sauropoda) del Maastrichtiense superior de Serraduy (Huesca). *XVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Los fósiles y la Paleogeografía*. (1), 255-262.
- Canudo, J. I., Barco, J. L., Royo-Torres, R., Ruiz-Omeñaca, J. I. 2001. Los saurópodos (Dinosauria) del Titónico (Jurásico superior) y del Cretácico de Aragón. *Actas de las I Jornadas internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su entorno*. 309-318.
- Canudo J. I., Ruiz-Omeñaca J. I., Barco J. L., Royo-Torres, R., 2002. ¿Saurópodos asiáticos en el Barremiense Inferior (Cretácico Inferior) de España?. *Ameghiniana*. (39-4), 443-452.
- Casanovas-Cladellas, L., 1993. Novedades en el registro fósil de dinosaurios del Levante español. *Zubia*. (10), 139-151. (Correspondiente a 1992 pero publicado en 1993).
- Casanovas, M. L., Santafé, J. L., Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., 1987. Arcosaurios (Crocodylia, dinosauria) del Cretácico Superior de la Conca de Tremp (Lleida, España). *Estudios Geológicos*. (Vol. extr. Galve-Tremp), 95-110.
- Casanovas-Cladellas, L. M., Santafé-Llopis, V., 1993. Presencia de Titanosáuridos (Dinosauria) en el Cretácico Superior de Fontllonga (Lleida, España). *Treb. Mus. Geol. Barcelona*. (3), 67-80.
- Casanovas-Cladellas, M. L., Santafé-Llopis, J. V., Santisteban-Bové, C., 1994. First dinosaur teeth from the Lower Cretaceous of Benicatzara (Ara de Alpuente, Valencia). *Revue de Paléobiologie*. (volume spécial 7), 37-44.
- Casanovas-Cladellas, M. L., Santafé-Llopis, J. V., Sanz, J. L., Powell, J. E., 1995. Nuevos restos de dinosaurios (Titanosauria y Ornithopoda) en el Cretácico Superior de las Cuencas de Tremp y Della (Lleida, España). *Estudios Geológicos*. (5), 277-283.
- Casanovas, M. L., Santafé, J. V., Sanz, J. L., 2001. *Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico-Cretácico de la cuenca de «Los Serranos» (Valencia, España). *Paleontología i Evolució*. (32-33), 99-122.
- Company, J., Murelaga, X., Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J. I., 1999. The vertebrate fauna from the new Late Cretaceous Chera locality (Valencia Province, Spain). *IV European workshop on Vertebrate Paleontology*. 37-38.
- Cuenca-Bescós, G., Canudo, J. I., Ruiz-Omeñaca, J. I., 1997. *Dinosaurios del tránsito Jurásico-Cretácico en Aragón*. In: *V Jornadas Aragonesas de Paleontología "Vida y ambientes del Jurásico"*, J.A. Gámez Vintaed y E. Liñan (Eds.), Institución Fernando el Católico, 193-221.

- Díaz-Molina, M., Yébenes, A., Goy, A., Sanz, J. L., 1985. Le Jurassique Superieur detritique-carbonaté du synclinal de Galve (Teruel). *Strata, Série. (2- 2)* ,155-182.
- Fuentes Vidarte, C., Mejide Calvo, M., Mejide Fuentes, F., Mejide Fuentes, M., Sanz Aldea, F. 2002. Primeros restos de Iguanodon (Dinosauria, Ornithischia) en el Cretácico Inferior de Soria (España). En F. Pérez-Lorente (Ed.): *Congreso Internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España. Logroño 26-29 Noviembre de 2002. Resúmenes de las comunicaciones, ponencias y paneles.* Universidad de la Rioja. 17.
- Gaete, R., Santisteban, C., Galobart, A., Company, J., Marin, D., Suñer, M., 2002. Algunos restos de saurópodos en la Formación Villar del Arzobispo (Jurásico Superior) de Alpuente (Los serranos, Valencia). En F. Pérez-Lorente (Ed.): *Congreso Internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España. Logroño 26-29 Noviembre de 2002. Resúmenes de las comunicaciones, ponencias y paneles.* Universidad de la Rioja. 20.
- García-Ramos J. C., Lires J., Piñuela L., 2002. *Dinosaurios, Rutas por el Jurásico.* La voz de Asturias. 1-204.
- Hatcher, J. B., 1903. Osteology of Haplocanthosaurus with description of a new species, and remarks on the probable habits of the sauropoda, and the age and origin of the Atlantosaurus beds. Additional Remarks on Diplodocus. *Memoirs of the Carnegie Museum. (2-1)*, 1-75.
- Izquierdo Montero, L. A., Pereda Suberbiola, X., Montero Huerta, D., Pérez Martínez, G., Torcida Fernández, F., Huerta Hurtado, P., 2002. El primer rebaquisáurido ibérico. Yacimiento de Tenadas de los Vallejos II (La Revilla-Ahedo, Burgos, España). En F. Pérez-Lorente (Ed.): *Congreso Internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España. Logroño 26-29 Noviembre de 2002. Resúmenes de las comunicaciones, ponencias y paneles.* Universidad de la Rioja. 29.
- Lapparent, A. F. De, 1960. Los Dinosaurios de Galve. *Teruel. (24)*, 1-21.
- Lapparent, A. F. De, 1966. Nouveaux gisements de reptiles mesozoiques en Espagne. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. (84)*, 103-110.
- Lapparent, A. F. De, Aguirre, E., 1956a. Algunos yacimientos de Dinosaurios en el Cretácico Superior de la Cuenca de Tremp. *Estudios geológicos. (31-32)*, 377-382.
- Lapparent, A. F., Quintero, I., Trigueros, E., 1956b. Descubrimientos de huesos de dinosaurios en el Cretáceo terminal de Cubilla (provincia de Soria). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España. (45)*, 61-63.
- Lapparent, A. F., Curnelle, R., Defaut, B., De Miroschedji, A. Pallard, B., 1969. Nouveaux gisements de Dinosaures en Espagne centrale. *Estudios geológicos, XXV*, 311-315.
- Le Loeuff, J., 1993. European titanosaurids. *Revue de Paléobiologie. (7)*, 105-117.
- López-Martínez, N., 2001., New data about dinosaur extinction, based on the South-central Pyrenean sites. *II Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios y su entorno.* Salas de los Infantes. Resumen.
- Martín-Closas, C., Alonso Millan, A. 1998. Estratigrafía y bioestratigrafía (Charophyta) del Cretácico inferior en el sector occidental de la Cuenca de Cameros (Cordillera Ibérica). *Revista de la Sociedad Geológica de España. (11)*, 253-269.
- Martínez, R., García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Lires, J., Luna, M., Veigas, D., 2000a. Vértebra caudales de Sauropoda y Theropoda (Dinosauria: Saurischia) del Jurásico superior de Asturias, España. *I Congreso Ibérico de Paleontología - XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología.* 113-114.

- Martínez, R., García-Ramos, J. C., Piñuela, L., Lires, J., Luna, M., Veigas, D., 2000b. Primer registro de Diplodocidae y Camarasauridae (Saurischia: Sauropoda) en el Jurásico Superior de Asturias, España. *I Congreso Ibérico de Paleontología - XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. 111-112.
- Masiera, A., Ullastre, J. 1988. Nuevos datos sobre las capas maestrichtienses con *Septorella*: su presencia al norte del Montsec (Pirineo catalán). *Acta Geológica Hispánica*. (23-1), 71-77.
- McIntosh, J. S., 1990. *Sauropoda*. In *Dinosauria*, 345-390.
- Nuñez-Betelu, K., 1999. Preliminary palynological assessment of the vertebrate-rich Laño beds: age and paleoenvironment. *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava*. (14-1), 37-42.
- Norman, D.B., 1990. *Evolution of Large Size*. In *Paleobiology. A synthesis*. Ed. D.E.G. Briggs & P.R. Crowther. Blackwell Scientific Publications, 147-152.
- Pereda-Suberbiola, X., 2001. Saurópodos en Cameros. *El Cultural*, en *El Mundo*, 54-55
- Pereda-Suberbiola, X., Murelaga, X., Baceta, J. I., Corral, J. C., Badiola, A., Astibia, H., 1999. Nuevos restos fósiles de vertebrados continentales en el Cretácico Superior de Álava (Región Vasco-Cantábrica): sistemática y posición estratigráfica. *Geogaceta*. (26), 79-82.
- Pereda-Suberbiola, X., Torcida Fernandez Balbor, F., Mejjide Calvo, M., Fuentes Vidarte, C., Izquierdo, L. A., Montero, D., Perez, G. 2001. Un saurópodo rebaquisáurido (Dinosauria, Diplodocoidea) en el Cretácico inferior de Burgos, España. *II Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios y su entorno*. Salas de los Infantes. Resumen.
- Pereda-Suberbiola, X., Ruiz-Omeñaca, J. I., 2001. Un dinosaurio saurópodo (Titanosauria) en el Cretácico superior de Cubilla, Soria (España). *Geogaceta*. (30), 175-178.
- Pérez-Oñate, J., Cuenca-Bescós, G., Sanz, J. L., 1994. Un nuevo saurópodo del Jurásico Superior de Galve (Teruel). *Comunicaciones de las X Jornadas de Paleontología*. 159-162.
- Powell, J. E., 1986. *Revisión de los Titanosáuridos de América del Sur*. Tesis, Universidad Nacional de Tucumán. 340 p.
- Rauhut, O., Zinke, J., 1995. A description of the Barremian dinosaur fauna from Uña with a comparison to that of Las Hoyas. *II International simposium on lithographic limestones. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid*. 123-125.
- Royo-Torres, R., Canudo, J. I., Ruiz-Omeñaca, J. I., 1999a. Nueva descripción del pubis de *Aragosaurus ischiaticus* Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé, 1987 (Dinosauria, Sauropoda) del Hauteriviense superior (Cretácico inferior) en Galve (Teruel). *Actas XV Jornadas de Paleontología*. (1), 325-330.
- Royo-Torres, R., Canudo, J. I., 1999b. El dinosaurio saurópodo (Aptiense, Cretácico Inferior) de Peñarroya de Tastavins (Teruel). *Actas de las I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios y su entorno*. 417-425.
- Royo-Torres, R., Barco, J. L., Canudo, J. I., Ruiz-Omeña, J. I., 2000 Descripción de un fragmento de costilla de Dinosaurio (Sauropoda), del Barremiense superior del yacimiento de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*. (19), 121-133.
- Royo y Gómez, J., 1925. Sobre los restos de reptiles weáldicos de Benagéber (Valencia) y algunos moluscos cuaternarios de Villavieja (Castellón) (Sesión del 6 de Mayo de 1925). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. (25), 251-252.

- Royo y Gómez, J., 1926. Nuevos vertebrados de la facies wealdica de Los Caños (Soria) y Benagéber (Valencia) y algunos moluscos cuaternarios de Villavieja (Castellón). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. (26), 317-318.
- Ruiz-Omeñaca, J. I. 2000. Restos de dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) del Barremiense superior (Cretácico Inferior de Castellote (Teruel) en el Muséum National d'Histoire Naturelle de París. *Mas de las Matas*, 19, 39-119.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G., 1996. Dientes de dinosaurios (Ornithischia, Saurischia) del Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*. (15), 59-103.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G., Royo-Torres, R., 1998. Restos vertebrales de dinosaurios (Ornithischia, Saurischia) en el Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de «Vallipón 2» (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*. (17), 251-269.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Pereda-Suberbiola, X., 1999. Un documento inédito de Royo y Gómez sobre los dinosaurios del Levante. *Temas Geológico-Mineros ITGE*. (26), 111-112.
- Ruiz Omeñaca, J. I., Canudo, J. I. (2003). Dinosaurios (Saurischia, Ornithidchia) en el Barremiense (Cretácico Inferior) de la Península Ibérica. *Zubia*. Int: Pérez-Lorente, F., (ed.). Actas del primer congreso Internacional sobre Dinosaurios y otros reptiles Mesozoicos en España. (este volumen).
- Salgado, L., Coria, R. A., Calvo, J. O., 1997. Evolution of titanosaurid sauropods. I: Phylogenetic analysis based on the postcranial evidence. *Ameghiniana*. (34-1), 3-32.
- Santafé-Llopis, J. V., Casanovas-Cladellas, M. L., Sanz-García, J. L., Calzada-Badía, S., 1981. Un nuevo yacimiento de Dinosaurios en le Aptiense inferior de Morella (Castellón). *Acta geologica Hispanica*. (16-3), 139-143.
- Sanz, J. L., 1985. Nouveaux gisements de dinosaures dans le Crétacé espagnol. En: *Les Dinosauriens de la Chine a la France. Colloque international de Paléontologie*. Toulouse, France. 2-6 septembre 1985. Museum d'Histoire Naturelle de Toulouse, 81-88.
- Sanz, J. L., 1996. José Royo Gómez y los dinosaurios españoles. *Geogaceta*. (19), 167-168.
- Sanz, J. L., Casanovas, M. L., Santafé, J. V., 1982. *Paleontología*. En *Geología y paleontología (Dinosaurios) de las Capas Rojas de Morella (Castellón, España)*. Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona, Castellón y Barcelona. 71-169.
- Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., Casanovas, M. L., Santafé, J. V., 1987. Dinosaurios del Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios geológicos*. (Vol. extr. Galve – Tremp), 45-64.
- Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., Moratalla, J. J., Francés, V., Antón, M., 1990. Los reptiles mesozoicos del registro español. *Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales* (2), 1-79.
- Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., Pérez-Moreno, B., Moratalla, J., Jiménez García, S., 1992. *Los dinosaurios de Castilla y León. Vertebrados fósiles de Castilla y León*. Museo de Salamanca, 47-57.
- Sanz, J. L., Chiappe, L. M., Buscalioni, A. D., 1995. The osteology of *Concornis lacustris* (Aves: Enantiornithes) from the Lower Cretaceous of Spain and a reexamination of its phylogenetic relationships. *American Museum Novitates*. (3133), 1-23.
- Sanz, J. L., Powell, J. E., Le Loeuff, J., Martínez, R., Pereda-Suberbiola, X., 1999. Sauropod remains from the Upper Cretaceous of Laño (Northcentral Spain). Titanosaur phylogenetic relationships. *Est. Mus. Cienc. Nat. De Alava*. (14-1), 235-255.
- Torcida Fernández-Baldor, F., 1996. Registro de dinosaurios en el sureste de la provincia de Burgos. *Zubia*. (14), 89-104.

- Torcida Fernández, F., Izquierdo Montero, L. A., Huerta Hurtado, p., Montero Huerta, D. y Pérez Martínez, G., 2002. *Resúmenes Congreso Internacional sobre dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. 20.
- Upchurch, P., 1993. *The Anatomy, Phylogeny and Systematics of the Sauropod Dinosaurs*. Tesis de la University of Cambridge. 1-483.
- Upchurch, P., 1998. The Phylogenetic Relationships of Sauropod Dinosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*. (124), 43-103.
- Upchurch, P., Barrett, P. M., 2001. A phylogenetic perspective on sauropod diversity. *Journal of Vertebrate Paleontology. Abstracts. Sixty-first annual meeting society of vertebrate paleontology*. (21-3), 110A.
- Upchurch, P., Martin, J., 2002. The Rutland Cetiosaurus: The anatomy and relationships of a middle Jurassic British Sauropod Dinosaur. *Paleontology*. (45-6), 1049-1074.
- Wilson, J. A., 1999. A nomenclature for vertebral laminae in sauropods and other saurischian dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*. (19-4), 639-653.
- Wilson, J. A. 2002 Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*. (136), 217-276.
- Wilson, J. A., Sereno, P. C., 1998. Early evolution and higher-level phylogeny of sauropod dinosaurs. *Supplement to Journal of Vertebrate Paleontology*. (18-2), 1-68.
- Wilson, J. A., Carrano, M. T. 1999. Titanosaurs and the origin of «wide-gauge» trackways: a biomechanical and systematic perspectives on sauropod locomotion. *Paleobiology* (25-2), 252-267.
- Wilson, J. A., Upchurch 2002. A revision of the genus *Titanosaurus* (Dinosauria: Sauropoda) and its implications for titanosaur systematics. (*Abstract*) *Journal of Vertebrate Paleontology*. (21), 116A.