

Los dinosaurios de la Formación Villar del Arzobispo (Titónico medio - Berriasiense inferior) en Galve (Teruel)

Dinosaurs of the Villar del Arzobispo Formation (Middle Tithonian-Lower Berriasian) in Galve (Teruel)

J.I. Canudo ⁽¹⁾, M. Aurell ⁽²⁾, J.L. Barco ^(1,3), G. Cuenca-Bescós ⁽¹⁾ y J.I. Ruiz-Omeñaca ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Grupo *Aragosaurus* Paleontología, Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. jcanudo@unizar.es, cuencag@unizar.es, jigruiz@unizar.es, http://www.aragosaurus.com

⁽²⁾ Área de Estratigrafía. Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza. maurell@unizar.es

⁽³⁾ Paleoymas. Nuestra Señora del Salz, 4, 50009 Zaragoza. jlbarco@paleoymas.com

ABSTRACT

The association of dinosaurs of the Villar del Arzobispo Formation in Galve (Teruel, Aragon, Spain) represents a «jurassic association» by the abundance of primitive clades like basal neosauropods and the scarcity of ornithopods. This fact could indicate the persistence of the Jurassic dinosaur faunas in this part of Laurasia, at least up to the Berriasian. Anyway the absence of stegosaurians could be interpreted as the first evidence of the turnover that would come in the Cretaceous faunas. Our data indicate that the climatic change did not suddenly affected to the dinosaurs of the Tethyan province. On the contrary, the turnover to the modern faunas took place gradually at least during the Berriasian.

Key words: *Dinosaurs. Villar del Arzobispo Formation. Galve. Tithonian. Berriasian*

*Geogaceta, 38 (2005), 39-42
ISSN: 0213683X*

Introducción

El tránsito entre el Jurásico y el Cretácico en Laurasia supone una importante renovación de las asociaciones de dinosaurios. Como ejemplo se pueden citar el reemplazo de los estegosaurios por los anquilosaurios entre los tireóforos y los camptosáuridos por los iguanodóntidos entre los ornitópodos medianos-grandes. En saurópodos, los abundantes neosaurópodos primitivos, diplodocimorfos y camarasáuridos, fueron sustituidos por los Titanosauriformes. En cuanto a los grandes terópodos, los alosáuridos, son sustituidos por carcarodontosáuridos y espinosaurios (Bakker, 1998). Esta renovación no supone la extinción de las típicas formas jurásicas, ya que por ejemplo los diplodocimorfos, estegosaurios o alosáuridos se siguen encontrado en el Cretácico Inferior de Laurasia (Pereda-Suberbiola *et al.*, 2003; Harris, 1998); aunque estas formas jurásicas quedan como residuales y progresivamente van desapareciendo durante el Cretácico Inferior.

El relevo de la fauna de dinosaurios puede estar relacionado con un enfriamiento que se produce al final del Jurásico, detectado al menos, hasta el Berriasiense medio (Chumakov, 2003). Las conexiones entre el Tetis y los mares del norte, producirían un aislamiento

termal de las latitudes medias del hemisferio norte (Chumakov, 2003). En este contexto se puede hablar de una provincia boreal y otra tética en Laurasia, a la cual pertenecería la Península Ibérica.

Existe una buena información de este relevo en Norteamérica (Bakker, 1998), pero hay escasez de datos en otras partes del mundo. El tiempo y el modo en que se produjo es bastante desconocido, debido a la escasez de registro de dinosaurios en la base del Cretácico. Un área privilegiada para investigar este relevo de faunas y su posible relación con el enfriamiento del final del Jurásico es la Cordillera Ibérica. En esta área hay un potente registro sedimentario continental y de transición del final del Jurásico y del comienzo del Cretácico, siendo en el entorno de Galve donde se encuentra una de las áreas con mejores secuencias y mayor abundancia de dinosaurios. El objetivo de este trabajo es discutir la importancia del estudio de los dinosaurios de la Formación Villar del Arzobispo en Galve en el cambio faunístico entre el Jurásico y el Cretácico en esta parte de Laurasia

Situación geográfica y geológica

Galve se encuentra en la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica Central (Teruel). Esta pequeña población es conocida internacionalmente por los inves-

tigadores de vertebrados mesozoicos, debido a la abundancia y diversidad de estos fósiles en el Cretácico Inferior, que han permitido describir nuevos taxones de tiburones, anfibios, dinosaurios y, sobre todo, mamíferos (ver historia y antecedentes en Barco *et al.*, 2004b; Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004).

El final del Jurásico y el tránsito con el Cretácico en el sinclinal de Galve se encuentran representados por las formaciones Higuieruelas y Villar del Arzobispo (Figs. 1 y 2). La Formación Higuieruelas constituye los últimos estadios del desarrollo de la plataforma jurásica instalada en esta zona y está constituida por facies marinas de plataforma somera y episodios de sedimentación en ambientes más internos de «lagoon» y llanuras de marea (Ipas *et al.*, 2004). La Formación Villar del Arzobispo representa ambientes de transición a los medios de influencia continental. Está formada por arcillas y areniscas con algún nivel calcáreo esporádico conocidas en la literatura local como facies «Purbeck». Por encima comienza la sedimentación continental de la facies «Weald» (Fig. 2), que se inicia tras una discordancia de bajo ángulo y un significativo cambio litológico y paleoambiental, representado por las arcillas rojas continentales de la base de la

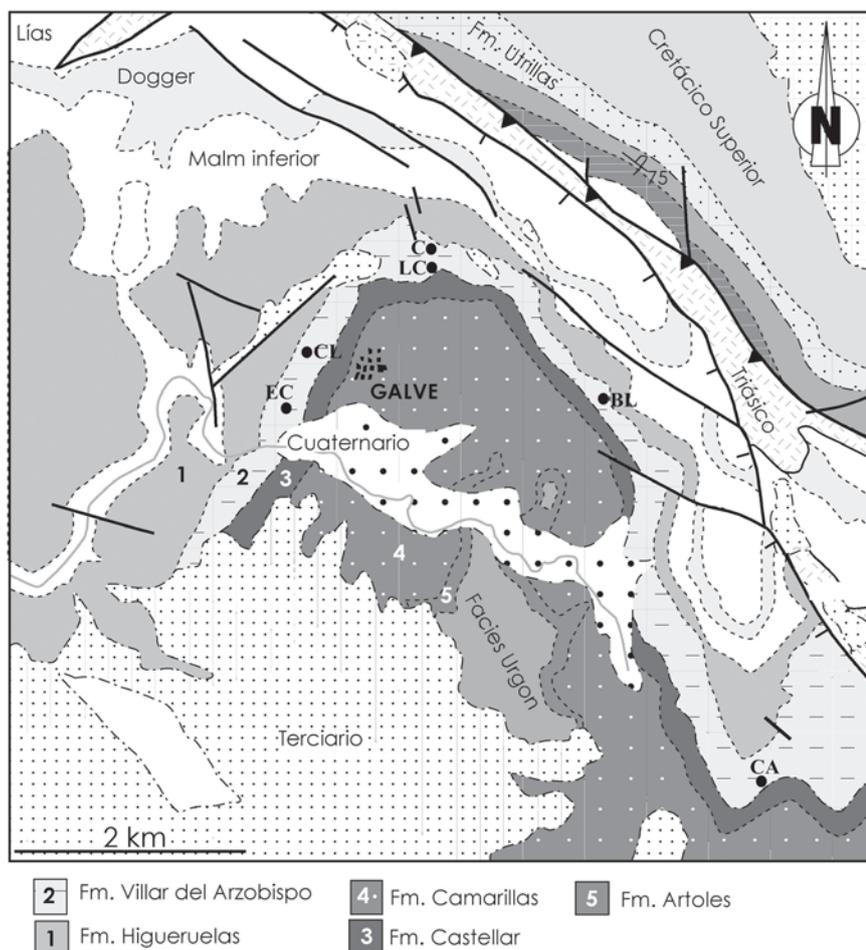


Fig. 1.- Cartografía geológica del área de Galve, con la situación geográfica de los yacimientos de la Formación Villar del Arzobispo publicados. Abreviaturas: BL: Barranco Luca 1-2, C: Carretera, CA: Collado Abeja, CL: Cuesta Lonsal 1-2, EC: El Cantalar; LC: Las Cerradicas 1 y 2. IPS-G1 se encontró cerca de Collado Abeja. Modificado de Soria *et al.* (1995).

Fig. 1.- Geological cartography of the Galve area, with the geographical situation of published sites of the Villar del Arzobispo Formation. Abbreviations: BL: «Barranco Luca» 1-2, C: «Carretera», CA: «Collado Abeja», CL: «Cuesta Lonsal» 1-2, EC: «El Cantalar»; LC: «Las Cerradicas» 1 y 2. IPS-G1 was found near «Collado Abeja». Modified from Soria *et al.* (1995).

Formación Castellar (Díaz-Molina *et al.*, 1985; Soria *et al.*, 1995).

En la parte superior de la Formación Higuieruelas y en la inferior y media de la Formación Villar del Arzobispo se encuentra el foraminífero bentónico aglutinado *Anchispirocyclina lusitanica* Egger 1902 que permite datar estas unidades como Titónico medio - Berriasiense inferior (Díaz-Molina *et al.*, 1985; Hardenbol *et al.*, 1989). Teniendo en cuenta el análisis de estratigrafía secuencial (Bádenas *et al.*, 2004; Ipas *et al.*, 2004) la parte alta de esta formación corresponde posiblemente al Berriasiense inferior.

Ornithopoda

Los dinosaurios ornitópodos están representados por restos indirectos: un rastro cuadrúpedo de un pequeño ornitópodo del yacimiento de Las Cerradicas (techo

de la Formación Villar del Arzobispo). Es un rastro compuesto de ocho icnitas tridáctilas con la impresión subcircular de las manos situado por delante de las de los pies. Esta morfología es coherente a la descrita para los iguanodontios (Pérez-Lorente *et al.*, 1997). Los rastros cuadrúpedos de iguanodontios son raros en el registro fósil (Lockley y Meyer, 1999). Se han citado en varias localidades del Cretácico Inferior de la Cordillera Ibérica (Moratalla *et al.*, 1992; 1994), siendo los de Las Cerradicas los más antiguos y las icnitas que lo forman las más pequeñas en el mundo (Pérez-Lorente *et al.*, 1997). Este yacimiento es la única evidencia de la presencia de pequeños-medios iguanodontios, del tamaño de Camptosauridae, en el tránsito Jurásico-Cretácico de la Península Ibérica. Además indica que el comportamiento cuadrúpedo citado en iguanodontios del fi-

nal del Cretácico Inferior (Lockley y Meyer, 1999), estaba presente en grupos más primitivos.

Sauropoda

Los saurópodos son los dinosaurios más abundantes en la Formación Villar del Arzobispo en Galve, al menos representados por un taxón, pero podría haber más. Los restos indirectos están representados por icnitas en dos niveles (Barranco Luca 1-2) identificadas de tipo *Brontopodus* (Blanco *et al.*, 2000). Todos los restos directos encontrados se pueden incluir en neosaurópodos primitivos, estando ausentes las formas más derivadas como los Titanosauriformes, que son abundantes a partir del Hauteriviense superior en la Cordillera Ibérica (Royo-Torres y Canudo, 2003)

El resto más completo de la formación es el nuevo saurópodo de Cuesta Lonsal (Barco *et al.*, 2005). Es un único ejemplar desarticulado, parcialmente excavado, de un neosaurópodo primitivo. Los restos fósiles se encuentran dispersos y sin conexión anatómica en un nivel de arcillas verdozas, si bien todos ellos presentan una parte incluida en el nivel de areniscas infrayacente. Hasta el momento se han recuperado dos vértebras cervicales, una costilla cervical, una vértebra dorsal, dos espinas neurales aisladas, fragmentos de varias costillas dorsales, cinco vértebras caudales, un arco hemal, dos húmeros, una escápula, una placa esternal? y un isquion. Además, hay un gran hueso sin preparar que posiblemente sea el sacro. Barco (2005) hace un estudio cladístico a partir de los caracteres de la vértebra dorsal. El cladograma de consenso incluye al saurópodo de Cuesta Lonsal en una politomía en la que participan otros seis géneros de saurópodos y que se sitúa en el nodo Neosaurópoda. Sin embargo el cladograma consensuado al 50% indicaría que podría tratarse de un Diplodocimorpha primitivo y grupo hermano de los rebauisauridos, aspecto que confirmarán o desmentirán los estudios que sobre este dinosaurio se está realizando en la actualidad.

Además se han encontrado restos fragmentarios de otros saurópodos sin identificar en varios puntos del sinclinal de Galve (Cuenca Bescós *et al.*, 1997). Lo más destacable es una falange ungueal de Collado Abeja; una ulna procedente de los mismos niveles de Cuesta Lonsal; y un fragmento proximal de fémur del yacimiento Las Cerradicas 2. El resto más diagnóstico es un diente del

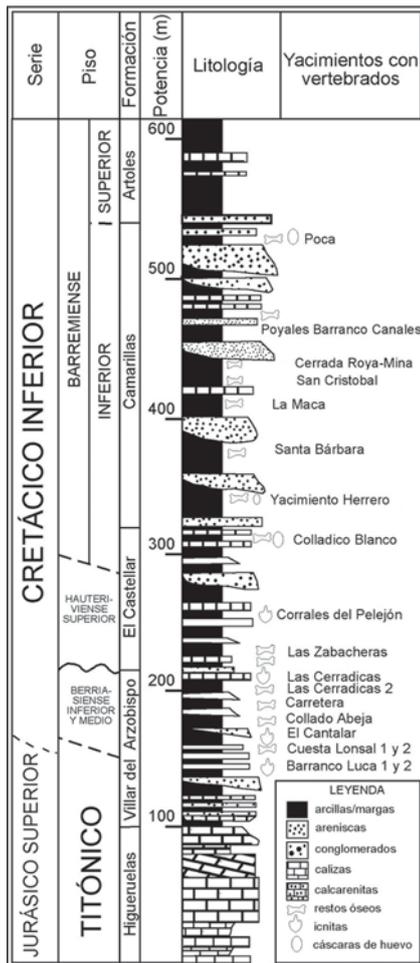


Fig. 2.- Columna estratigráfica (sin escala) con la posición relativa de los yacimientos de la Formación Villar del Arzobispo en Galve (Teruel). Se han incluido los yacimientos más significativos de las formaciones Castellar y Camarillas. Modificado de Ruiz-Omeñaca et al. (2004).

Fig. 2.- Stratigraphical section (without scale) with the relative position of the sites of the Villar del Arzobispo Formation in Galve (Teruel). They have been included the most significant sites of the El Castellar and Camarillas Formations. Modified from Ruiz-Omeñaca et al. (2004).

yacimiento de Carretera (en niveles cercanos estratigráficamente a Cuesta Lonsal). Presenta una morfología típica cilíndrica («en forma de lápiz»), es ligeramente curvado y con el ápice algo espatulado. La morfología cilíndrica caracteriza al clado Diplodocimorpha (Calvo, 1994). Los representantes derivados de este clado (los diplodócidos) presentan dientes sin la expansión apical. La presencia de este carácter primitivo en el diente de la Carretera nos indica la presencia de un Diplodocimorpha primitivo que podría, o no, ser el mismo taxón que el saurópodo de Cuesta Lonsal.

Theropoda

Los terópodos son el grupo de dinosaurios que presentan la mayor diversidad. Se han encontrado icnitas, dientes y restos postcraneales. En Las Cerradicas se han descrito icnitas de terópodos de mediano tamaño. Son tres rastros paralelos y contemporáneos, lo que indica un comportamiento gregario del terópodo productor (Pérez-Lorente et al. 1997). Las icnitas de Las Cerradicas tienen un gran parecido morfológico con el icnogénero *Therangospodus* bien representado en el Berriasiense de Soria (Lockley et al., 1998). Este icnogénero constituye junto a *Megalosauripus*, una icnoasociación que ha sido tradicionalmente considerada como jurásica (Lockley et al., 1998), pero su presencia en el Berriasiense de la Península Ibérica indica la supervivencia de su productor, al menos hasta la base del Cretácico. Este hecho ha sido también documentado en el caso del productor de *Megalosauripus* (Barco et al., 2004a). En El Cantalar se ha descrito un rastro con tres icnitas de un terópodo de tamaño mediano (muy similar en tamaño a los terópodos de Las Cerradicas), con la particularidad de que la primera de las icnitas es semiplantigrada; no obstante lo más destacable del yacimiento de El Cantalar es la presencia de un rastro cuadrúpedo interpretado como un cocodrilo de gran tamaño (Pérez-Lorente y Ortega, 2003).

Los restos directos son fragmentarios, a pesar de lo cual se pueden diferenciar en base a dientes aislados tres taxones distintos. El único resto postcranial descrito es un centro vertebral caudal del yacimiento Carretera. Presenta una fuerte compresión lateromedial y ausencia de un surco ventral que lo relaciona con Tetanurae, aunque dado lo fragmentario del resto parece mejor considerarlo como Theropoda indet. (Barco y Ruiz-Omeñaca, 2001b). En el yacimiento de Cuesta Lonsal se ha descrito un diente aislado de mediano tamaño que presenta carenas mesial y distal, con los dentículos mesiales ligeramente inclinados hacia el ápice y un DSD1 cercano a 1 (Barco y Ruiz-Omeñaca, 2001a). Este diente carece de caracteres derivados claros por lo que por el momento es mejor considerarlo como Theropoda indet.

A techo de la formación, en el nivel conocido como las Cerradicas 2, se ha descrito un fragmento de la parte distal de un diente de un pequeño terópodo (Barco y Ruiz-Omeñaca, 2001a). La ausencia de dentículos distales es un carácter derivado que se presenta en algunos grupos de

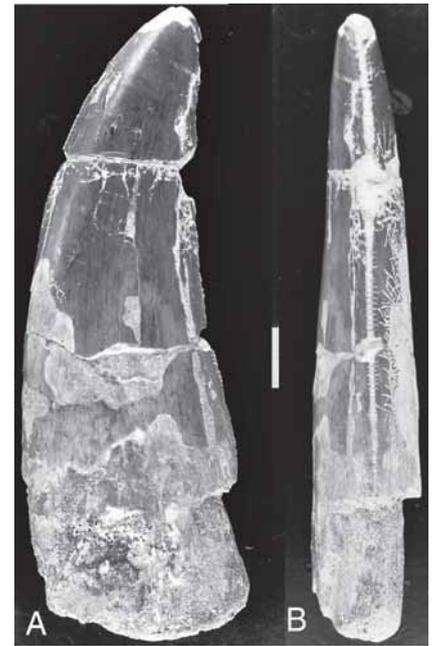


Fig. 3.- Diente de Theropoda Allosauroida (IPS-G1) de un nivel indeterminado de la Formación Villar del Arzobispo en Galve (Teruel). La línea es 1 cm. A: lingual. B: distal.

Fig. 3.- Tooth of Theropoda Allosauroida (IPS-G1) of from indeterminate level of the Villar del Arzobispo Formation in Galve (Teruel). The line is 1 cm. A: lingual. B: distal.

rivados de Tetanurae, por esta razón los autores lo incluyen en Coelurosaria indet. Teniendo en cuenta las nuevas propuestas filogenéticas (Holtz y Osmolska, 2004), estos terópodos sin carena distal se incluirían en Maniraptoriformes, por lo que incluimos al diente de Cerradicas 2 en este clado. Los Maniraptoriformes son faunas modernas de dinosaurios terópodos muy abundantes a lo largo del Cretácico en Laurasia. Su presencia en niveles estratigráficos del tránsito Jurásico-Cretácico de la Península Ibérica indica que durante un tiempo convivieron con las faunas primitivas «jurásicas».

En un nivel indeterminado de la Formación Villar del Arzobispo se encontró el diente de mayor tamaño de terópodo de la Península Ibérica (Fig. 3). IPS-G1 es un diente bastante plesiomórfico, con carenas denticuladas en los lados mesial y distal. El tamaño y forma de los dentículos es muy similar en ambos lados. El menor desarrollo de la carena mesial permite relacionarlo con Allosauroida (Canudo et al., 2004). En este clado de Carnosauria están presentes las familias Allosauridae, Sinraptoridae y Carcharodontosauridae (Holtz y Osmolska, 2004). El diente de Galve no pertenece a los carcarodontosáuridos por

carecer de pliegues oblicuos en el esmalte. Por el momento no hay criterios para separar los dientes aislados de Sinraptoridae y Allosauridae, por lo que parece lo más adecuado incluirlo en Allosauroidea indet.

Conclusiones

En el sinclinal de Galve aflora una potente secuencia de sedimentos de transición de la Formación Villar del Arzobispo. Esta unidad en Galve se inicia en la parte media del Titónico y alcanza al Berriasiense inferior, sin descartar que puede llegar a niveles más modernos del Berriasiense. Se han encontrado restos directos e indirectos. Los más abundantes son los saurópodos, siendo destacable el nuevo Neosauropoda basal de Cuesta Lonsal. Los terópodos están representados por tres taxones al menos, un Theropoda indet., un Allosauroidea y un Maniraptoriforme. Los ornitópodos están representados por un taxón de tamaño medio, que podría estar relacionado con Camptosauridae. Es destacable la ausencia, por el momento, de estegosaurios, muy abundantes al final del Jurásico.

Los datos son fragmentarios, pero apuntan que la asociación de dinosaurios de la Formación Villar del Arzobispo en Galve representa una «asociación jurásica» por la presencia de saurópodos pertenecientes a clados primitivos y la escasez de ornitópodos. Esto podría indicar la persistencia de las faunas «jurásicas» de dinosaurios en esta parte de Laurasia, al menos hasta el Berriasiense. La ausencia de estegosaurios podría interpretarse como la primera evidencia del cambio que supone la entrada de las faunas cretácicas. Por tanto, nuestros datos indican que el cambio climático del tránsito Jurásico-Cretácico pudo afectar de una manera gradual a la asociación de dinosaurios de la provincia tética, produciéndose el relevo a las faunas modernas cretácicas a lo largo del comienzo del Cretácico.

Agradecimientos

El Grupo de investigación de los vertebrados *Aragosaurus* de la Universidad de Zaragoza (<http://www.aragosaurus.com>) está subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el FEDER («BTE 2001-

1746» y «CGL200403393»), y el Gobierno de Aragón («Micropaleontología, Dinosaurios y Mamíferos: Extinción, Paleoeología, Paleogeografía y Paleoclimatología.», Financiación de Grupos Consolidados, 2005-2006 y Departamento de Educación y Cultura). Paleoymás S.L.L. subvenciona parcialmente la investigación de J.L.B. Agradecemos al Museo Paleontológico de Galve y a la familia Herrero por las facilidades en el estudio del saurópodo de Cuesta Lonsal, y el Museo Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis por las facilidades en estudiar IPS-G1.

Referencias

- Bádenas, B., Salas, R. y Aurell, M. (2004). *International Journal of Earth Sciences*, 93, 144-162.
- Bakker, R.T. (1998). *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, 14, 67-77.
- Barco, J.L. (2005). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*.
- Barco, J.L., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2005). *Naturaleza Aragonesa*, 15, en prensa.
- Barco, J.L., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2004a). *Geo-Temas*, 6 (5) 15-18.
- Barco, J.L., Canudo, J.I., Cuenca-Bescós, G. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2004b). En: *Guía del Parque Paleontológico de Galve*, Ayuntamiento de Galve y Paleoymás, 44-47.
- Barco, J.L. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2001a). En: *XVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Los fósiles y la Paleogeografía*, 1, 239-246.
- Barco, J.L. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2001b). En: *XVII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Los fósiles y la Paleogeografía*, 1, 247-254.
- Blanco, M., Caro, S., Pérez-Lorente, F., Requeta, L.E. y Romero, M. (2000). *Geogaceta*, 28, 23-26.
- Calvo, J.O. (1994). *Gaia*, 10, 183-193.
- Canudo, J.I., Barco, J.L. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (2004). En: *2nd EAVP Meeting. Abstracts of papers and posters with program*, 33.
- Chumakov, N.M. (2003). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 12, 117-138.
- Cuenca Bescós, G., Canudo, J.I. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (1997). En: *V Jornadas Aragonesas de Paleontología «Vida y ambientes del Jurásico»*, (J.A. Gámez Vintaned y E. Liñán, Eds.). Fernando el Católico, 193-221.
- Díaz-Molina, M., Yébenes, A., Goy, A. y Sanz, J.L. (1985). *Strata, Série 2*, 155-182.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., Gracianski, P.C. de, Vail, P.R. (1998). En: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European basins*, (Gracianski, P.C., de, Hardenbol, J., Jacquin, T., Vail, P.R. Eds.), SEPM, Spec. 60, 1-8.
- Harris, J.D. (1998). *Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History and Science*, 13, 1-75.
- Holtz, T.R. Jr. y Osmólska, H. (2004). En: *The Dinosauria* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska Eds.), University of California Press, 21-24.
- Ipas, J., Aurell, M. y Bádenas, B. (2004). *Geo-Temas*, 6 (2) 79-82.
- Lockley, M.G., Meyer, C.A. y Moratalla, J. (1998). *Gaia*, 15, 339-353.
- Lockley, M. y Meyer, C. (1999). *Dinosaur tracks and other fossil footprints of Europe*. Columbia University Press, 323 p.
- Moratalla, J.J., Sanz, J.L. y Jiménez, S. (1994). *Ichnos*, 3, 89-97.
- Moratalla, J.J., Sanz, J.L., Jimenez, S. y Lockley, M.G. (1992). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 12, 150-157.
- Pereda Suberbiola, X., Torcida, F., Izquierdo, L.A., Huerta, P., Montero, D. y Pérez, G. (2003). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 174, 471-479.
- Pérez-Lorente, F., Cuenca-Bescós, G., Aurell, M., Canudo, J.I., Soria, A.R. y Ruiz-Omeñaca, J.I. (1997). *Ichnos*, 5, 109-120.
- Pérez-Lorente, F. y Ortega, F. (2003). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España* (F. Pérez-Lorente, Ed.). Instituto de Estudios Riojanos, 129-136.
- Royo-Torres, R. y Canudo, J.I. (2003). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España* (F. Pérez-Lorente, Ed.). Instituto de Estudios Riojanos, 313-334.
- Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I., Aurell, M., Bádenas, B., Barco, J.L., Cuenca-Bescós, G. e Ipas, J. (2004). *Estudios Geológicos*, 60, 179-202.
- Soria, A.R., Meléndez, A., Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I. y Liesa, C.L. 1995. En: *Guía de Excursiones-XIII Congreso Español de Sedimentología*. (A. Meléndez y M. Aurell Eds.), 91-141.