

LOS DINOSAURIOS TITANOSAURIOS (SAUROPODA) DEL CRETÁCICO SUPERIOR DEL SUROESTE DE EUROPA

Verónica DÍEZ DÍAZ

Investigadora de la Universidad del País Vasco/

Euskal Herriko Unibertsitatea, Facultad de Ciencia y Tecnología, Apdo.

644, 48080 Bilbao, España.

diezdiaz.veronica@gmail.com

RESUMEN: Desde que en 1869 el geólogo francés Philippe Matheron describiese los primeros restos atribuibles a titanosaurios del Cretácico Superior de Francia hasta nuestros días el conocimiento de estos saurópodos se ha incrementado de manera exponencial. A día de hoy son tres las especies de titanosaurios descritas en el suroeste europeo: *Lirainosaurus astibiae* de la Península Ibérica, y *Ampelosaurus atacis* y *Atsinganosaurus velauciensis* de Francia. Además, los hallazgos realizados en varios yacimientos de España y del sur de Francia apuntan a una diversidad aún mayor, a la espera de la publicación de material perteneciente como mínimo a un taxon inédito.

SUMMARY: Since 1869, when the geologist Philippe Matheron described the first titanosaurian remains from the Late Cretaceous of France, until our days the knowledge about these sauropods has been greatly improved. Currently, three titanosaurian species are well-known in southwestern Europe: *Lirainosaurus astibiae* from the Iberian Peninsula, and *Ampelosaurus atacis* and *Atsinganosaurus velauciensis* from France. In addition, the discoveries made in several fossil-sites from Spain and France point to an even higher diversity, awaiting for the publication of the material belonging to at least one unpublished taxon.

Palabras clave: titanosaurios, Cretácico Superior, España, Francia.

Key words: titanosaurs, Late Cretaceous, Spain, France.

1. BREVE HISTÓRICO DE LOS TITANOSAURIOS DEL SUROESTE DE EUROPA

Los primeros restos fósiles de dinosaurios saurópodos del Cretácico Superior del suroeste de Europa fueron encontrados en Rognac (departamento de Bouches-du-Rhône, sureste de Francia) y descritos por el geólogo francés Matheron en 1869, quien denominó a este nuevo taxón como *Hypselosaurus priscus*; de hecho, también se trata del primer dinosaurio descrito en el Cretácico Superior de Europa. En 1899, cerca de Assignan (departamento

de Hérault, sur de Francia) Depéret encontró restos fósiles que identificó como pertenecientes a la especie *Titanosaurus indicus*, descrita por Lydekker en 1877 en la India. La distinción entre *Titanosaurus* e *Hypselosaurus* está basada en sus vértebras caudales. La hipótesis de Depéret (1900) sobre la presencia de dos formas de titanosaurios coexistiendo en el Cretácico Superior del sureste de Francia ha sido aceptada por numerosos autores hasta finales del siglo XX, pero a día de hoy ambas especies se consideran *nomina dubia* (véase Wilson y Upchurch, 2003 para información más detallada).

En los últimos veinte años tres especies más

de titanosaurio han sido descritas en el Dominio Iberoarmoricano (suroeste de Europa en el Cretácico Superior): *Lirainosaurus astibiae* Sanz et al., 1999 en Laño (Condado de Treviño, norte de España), *Ampelosaurus atacis* Le Loeuff, 1995 en Bellevue (Campagne-sur-Aude, departamento de Aude, sur de Francia), y *Atsinganosaurus velauciensis* Garcia et al., 2010 en Velaux (departamento de Bouches-du-Rhône, sureste de Francia), éste último yacimiento cercano a la localidad tipo de *Hypselosaurus priscus*. Estas tres especies son coetáneas, estando presentes en estratos de edad Campaniense superior a Maastrichtiense inferior.

***Lirainosaurus astibiae* SANZ, POWELL, LE LOEUFF, MARTÍNEZ Y PEREDA SUBERBIOLA, 1999**

Material. Dos basicráneos, más de 100 dientes, un centro cervical, vértebras dorsales y caudales, costillas dorsales, un arco hemal, escápulas, coracoides, una placa esternal, húmeros, una ulna, fragmentos de iliones, un pubis, fémures, tibias, fíbulas, un metatarsiano y dos osteodermos (véase Díez Díaz, 2013 para información más detallada).

Localidad tipo y edad. Laño, Condado de Treviño, España. Cretácico Superior, Campaniense superior-Maastrichtiense inferior (Astibia et al., 1999).

Diagnosis (Díez Díaz, 2013). Los caracteres diagnósticos de este taxón se encuentran en el basicráneo, vértebras caudales, escápula, placa esternal, húmero y tibia. Asimismo, es interesante resaltar que los individuos adultos de *Lirainosaurus astibiae* pudieron haber alcanzado los 6 metros de longitud y las 4 toneladas de peso, siendo uno de los titanosaurios de menor tamaño y más gráciles conocidos a día de hoy.

Comentarios. Restos fósiles referidos a este taxón se han descrito también en Chera (Valencia) (Company et al., 2009) y Sacedón (Guadalajara) (Ortega y Pérez-García, 2009), aunque la vértebra caudal encontrada en este último yacimiento presenta características compartidas con otros titanosaurios (presen-

cia de un cóndilo restringido y de un surco condilar en las vértebras caudales. *Lirainosaurus astibiae* es el único taxón de titanosaurio descrito en la Península Ibérica y que además está presente en varios yacimientos del Cretácico Superior.

***Ampelosaurus atacis* LE LOEUFF, 1995**

Material. Un basicráneo, un dentario, un diente, vértebras cervicales, dorsales y caudales, costillas dorsales, arcos hemales, escápulas, coracoides, placas esternales húmeros, ulnas, radios, metacarpianos, fragmentos de iliones, pubis, isquiones, fémures, tibias, fíbulas, tarsos, metatarsos, falanges y osteodermos (véase Le Loeuff, 1995 y 2005 para información más detallada).

Localidad tipo y edad. Bellevue (C3), Campagne-sur-Aude, departamento de Aude, Francia. Campaniense superior a Maastrichtiense inferior (Bilotte, 1985, Le Loeuff, 1992).

Diagnosis. La combinación de caracteres observados en los dientes, vértebras cervicales, dorsales y caudales, escápula, isquion y osteodermos diagnostican al taxón *Ampelosaurus atacis*, especialmente la morfología dental (eje del diente cilíndrico, con finas expansiones mesial y distal, constricción entre la corona y la raíz), que no se observa en ningún otro titanosaurio, o la presencia de osteodermos con espinas.

Comentarios. Se ha conjeturado la presencia de restos referidos a *Ampelosaurus* sp. en más localidades, como en Saint-Chinian y Masecaps (departamento de Hérault, sur de Francia) y en Lo Hueco (Cuenca, España central) (Knoll et al., 2013). En Bellevue, más de 500 restos fósiles referidos a *Ampelosaurus atacis* han sido recuperados. Sin embargo, los últimos estudios están demostrando que los restos de titanosaurio de Bellevue podrían corresponder a varios taxones (Vila et al., 2012), debido a la alta variabilidad morfológica entre algunos de sus elementos más representativos, como pueden ser los húmeros y fémures, pero también en los basicráneos. Es por ello que la comparación y el uso de los restos re-

feridos a *Ampelosaurus atacis* en análisis filogenéticos ha de ser cauteloso hasta que un estudio detallado de todo el material de titanosaurio de Bellevue sea realizado.

Atsinganosaurus velauciensis
GARCIA, AMICO, FOURNIER, THOUAND Y VALENTIN, 2010

Material. Cuatro dientes, vértebras cervicales, dorsales y caudales, sacro, escápula, escapulocoracoides, húmeros, metacarpo, tibia, metatarso (véase Garcia et al., 2010 para información más detallada).

Localidad tipo y edad. La Bastide Neuve, Velaux; Cuenca de Aix-en-Provence, departamento de Bouches-du-Rhône, sureste de Francia. Campaniense superior (Garcia y Vianey-Liaud, 2001).

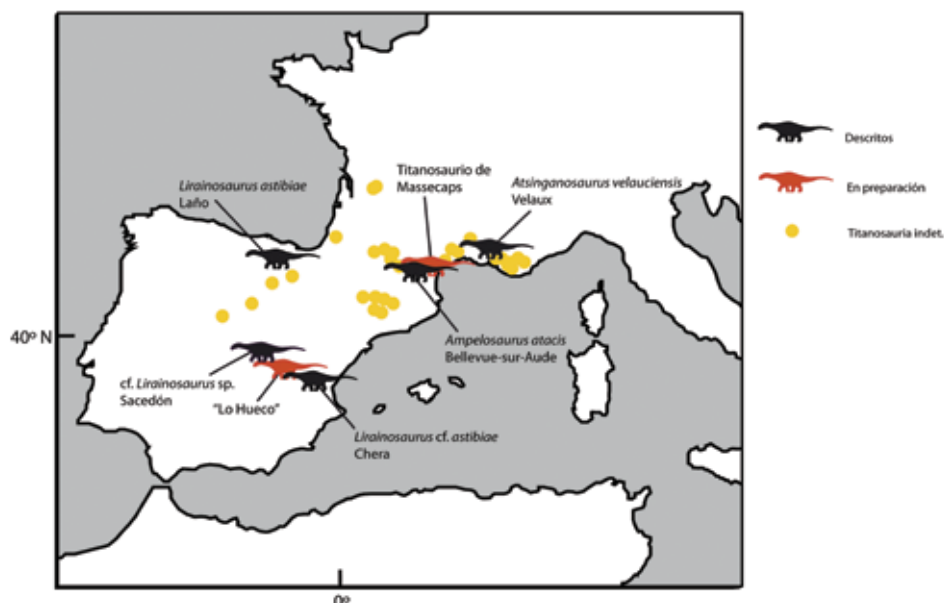
Diagnosis (Garcia et al., 2010). La morfología de los dientes y la combinación de caracteres axiales, de la escápula, coracoides y húmero permiten diferenciar a *Atsinganosaurus velauciensis* de *Ampelosaurus atacis* y *Lirainosaurus astibiae*. Aún así, estos caracteres no son diagnósticos de esta especie por sí solos ya que, por ejemplo, ningún titanosaurio litostrotio presenta el complejo hiposfeno-hipantro en las vértebras dorsales, pero sí tienen las vértebras caudales anteriores fuertemente procélicas. Es por ello que estos caracteres sólo pueden ser diagnósticos de este taxón francés cuando todos aparecen en conjunto. **Comentarios.** Desde su publicación en 2010

más material referido a *Atsinganosaurus velauciensis* ha sido descubierto en el yacimiento de La Bastide Neuve por el equipo de Géraldine Garcia y a día de hoy se conoce el 70% de su esqueleto postcraneal. El estudio de estos nuevos restos ayudará a detallar la diagnosis de este titanosaurio, así como su posición filogenética. También hay que tener en cuenta la cercanía de los yacimientos de La Bastide Neuve y Rognac, donde Matheron encontró los restos asignados a *Hypselosaurus priscus*. Sin embargo, las vértebras caudales posteriores de ambas especies son diferentes ya que, la procelia en las vértebras de *Hypselosaurus priscus* está más desarrollada. Por lo tanto, seguramente estemos hablando de dos taxones distintos de titanosaurio.

2. YACIMIENTOS CON RESTOS FÓSILES DE TITANOSAURIOS EN EL DOMINIO IBEROARMORICANO

En 1993, Le Loeuff recopiló todos los yacimientos de Europa en los que habían aparecido restos directos de titanosaurios. En el Dominio Iberoarmórico se conocían 10 yacimientos (4 españoles y 6 franceses) de edad Campaniense- Maastrichtiense. En 2010, Díez Díez y Pereda Suberbiola actualizaron esta lista a 38 yacimientos (15 españoles y 23 franceses) comprendidos entre el Barremiense inferior y el Maastrichtiense superior (aunque la gran mayoría están datados entre el Campaniense superior y el Maastrichtiense inferior) (Fig. 1).

Fig. 1: mapa del suroeste de Europa donde se detallan los yacimientos del Cretácico en los que se han hallado restos de titanosaurios (modificado de Díez Díez y Pereda Suberbiola, 2010).



La diversidad de titanosaurios en el suroeste de Europa seguramente sea mayor que la previamente estimada (Le Loeuff, 1993; Díez Díaz 2013), con al menos cuatro especies de titanosaurio. Cabe resaltar el interés del hallazgo de nuevo material en los siguientes yacimientos:

Masecaps (Cruzy, departamento de Héroult, sur de Francia)

Se encuentra cerca de Assignan, donde Depéret encontró los restos que asignó a *Titanosaurus indicus*, y se lleva excavando desde 1996. Pertenece al Campaniense superior-Maastrichtiense inferior y se han recuperado cientos de huesos que fueron originalmente referidos a *Ampelosaurus atacis* (Buffetaut et al., 1999). No obstante, esta hipótesis no es válida a día de hoy ya que se han encontrado caracteres diagnósticos en el material (morfología peculiar de los dientes, espinas neurales de las vértebras caudales posteriores y de los osteodermos, lámina que une las prezigapófisis en las vértebras caudales, vértebras caudales medias-posteriores procélicas-opistopláticas. La descripción de este nuevo taxón de titanosaurio se encuentra en progreso por el Dr. Jean Le Loeuff.

Fox-Amphoux-Métisson (Fox-Amphoux, departamento de Var, sureste de Francia)

Se sitúa en el Sinclinal de Fox-Amphoux, donde se ha descubierto una gran cantidad de yacimientos con fósiles de titanosaurios – como el de La Bastide Neuve, en Velaux –. En concreto, el yacimiento de Fox-Amphoux-Métisson se lleva excavando desde hace décadas y corresponde al Rognaciense (= Maastrichtiense continental) inferior. Los últimos descubrimientos de importancia han sido varios restos craneales de titanosaurio, entre los que hay un basicráneo y dos frontales (más fragmentos de parietal) que aparecieron aislados y separados, y que probablemente correspondan a tres individuos, y una muestra de nueve dientes (Díez Díaz et al., 2012a).

Como resumen, cabe detallar que aparecen dos morfotipos bien diferenciados de dientes (uno de ellos con ejemplares juveniles y adultos presentes) y que el basicráneo es diferente de los ya conocidos de *Lirainosaurus astibiae* y *Ampelosaurus atacis*. A su vez, uno de los dos morfotipos de dientes (el robusto) presenta grandes similitudes con los dientes encontrados en Masecaps. Por lo tanto, la presencia de dos taxones de titanosaurio en Fox-Amphoux-Métisson es clara, una de ellas se correspondería con el taxón de Masecaps, pero para la identificación de la segunda es necesario un estudio detallado del material postcranial de este yacimiento.

Lo Hueco (Cuenca, España central)

El yacimiento de Lo Hueco, descubierto en 2007 gracias a las obras de construcción del AVE Madrid-Valencia, es el yacimiento del Cretácico Superior más espectacular de toda la Península Ibérica. De edad Campaniense superior-Maastrichtiense inferior, ha proporcionado miles de restos fósiles de titanosaurios, tanto craneales como postcraniales, incluyendo elementos aislados y articulados (pertenecientes a varios individuos). Una observación preliminar del material ha revelado la posibilidad de la existencia de dos morfotipos de titanosaurios en este yacimiento (Díez Díaz et al., 2012b): un morfotipo robusto, el cual presenta muchas similitudes con el material de Masecaps (dientes y vértebras caudales), por lo que podría tratarse del mismo taxón; y un morfotipo que parece corresponder a un titanosaurio muy grácil y esbelto, con elementos muy estilizados (como la ulna y los metacarpianos), y del que no se han encontrado similitudes con otros taxones de titanosaurios de Europa, pudiendo representar una especie nueva.

3. CONCLUSIÓN

En el Dominio Iberoarmórico pudieron haber coexistido entre el Campaniense superior y el Maastrichtiense inferior al menos cuatro especies de titanosaurios: *Lirainosaurus as-*

tibiae, presente en varios yacimientos de la Península Ibérica; *Ampelosaurus atacis*, presente en el sur de Francia; *Atsinganosaurus velauciensis*, del sureste de Francia; y un titanosaurio más, aún sin describir, presente en yacimientos del sur-sureste de Francia (Massecaps y Fox-Amphoux-Métisson) y España (Lo Hueco). Estos resultados son congruentes con los obtenidos por Díez Díaz et al. (en prensa) tras el estudio de las morfologías de los dientes de titanosaurios encontrados en España y Francia.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de la autora, llevada a cabo gracias a la beca predoctoral BES-2008-006370 asociada a los proyectos CGL2007-6461/BTE y CGL2010-18851 del Ministerio de Ciencia e Innovación (ahora Ministerio de Economía y Competitividad) de España. La autora quiere agradecer al Dr. Xabier Pereda Suberbiola (EHU/UPV) sus comentarios y sugerencias sobre el manuscrito, y a la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus, y especialmente a Ángel Carbonell, su cordial invitación para la publicación de este trabajo.

REFERENCIAS

ASTIBIA, H., CORRAL, J.C., MURELAGA, X., ORUE-ETXEBARRÍA, X. & PEREDA-SUBERBIOLA, X. (1999b): *Geology and palaeontology of the Upper Cretaceous vertebrate bearing beds of the Laño quarry (Basque-Cantabrian Region, Iberian Peninsula)*. Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava 14 (Número Especial 1): 1-380.

BILOTTE, M.F. (1985): *Le Crétacé supérieur des plate-formes est-pyrénéennes*. Strata, série 2 5: 1-438.

BUFFETAUT, E., LE LOEUFF, J., DUFFAUD, S., CAVIN, L., GARCIA, G., TONG, H, WARD, D., & ACAP (1999): *Un nouveau gisement de vertébrés du Crétacé supérieur à Cruzy (Hérault, Sud de la France)*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 328: 203-208.

COMPANY, J., PEREDA SUBERBIOLA, X. & RUIZ-OMEÑACA, J.I. (2009): *Nuevos restos fósiles del dinosaurio Lirainosaurus (Sauropoda, Titanosauria) en el Cretácico Superior (Campaniano-Maastrichtiano) de la Península Ibérica*. Ameghiniana 46 (2): 391-405.

DEPÉRET, C. (1899): *Aperçu sur la géologie du Chaînon de Saint-Chinian*. Bulletin de la Société géologique de France (3) 27: 686-709.

DEPÉRET, C. (1900): *Sur les dinosauriens des étages de Rognac et de Vitrolles du pied de la Montagne-Noire*. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 130: 637-639.

DÍEZ DÍAZ, V. (2013): *Revisión del dinosaurio saurópodo Lirainosaurus astibiae (Titanosauria) del Cretácico superior de la Península Ibérica*. Comparación con otros titanosaurios del suroeste de Europa. Hipótesis filogenética y paleobiogeográfica. Ph.D.dissertation, Universidad del País Vasco/EHU, Bilbao, 306 pp.

DÍEZ DÍAZ, V., & PEREDA SUBERBIOLA, X. (2010): *Titanosaurian fossil record of Europe: a review*. Mésogée 66 (Nº spécial): 495.

DÍEZ DÍAZ, V., GARCIA, G., KNOLL, F., PEREDA SUBERBIOLA, X., & VALENTIN, X. (2012a): *New cranial remains of titanosaurian sauropod dinosaurs from the Late Cretaceous of Fox-Amphoux-Métisson (Var, SE France)*. Proceedings of the Geologists' Association 123: 626-637.

- DÍEZ DÍAZ, V., LE LOEUFF, J., ORTEGA, F., PEREDA SUBERBIOLA, X., & SANZ, J.L. (2012b): *Titanosaurs: the largest vertebrate settlers of the Ibero-Armorican Island*. *Fundamental*, 20: 67-69.
- DÍEZ DÍAZ, V., TORTOSA, T. & LE LOEUFF, J. En prensa. *Sauropod diversity in the Latest Cretaceous of south-western Europe: the lessons of odontology*. *Annales de Paléontologie*.
- GARCIA, G., & VIANEY-LIAUD, M. (2001): *Dinosaur eggshells as new biochronological markers in Late Cretaceous continental deposits*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 169: 153-164.
- GARCIA, G., AMICO, S., FOURNIER, F., THOUAND, E., & VALENTIN, X. (2010): *A new Titanosaur genus (Dinosauria, Sauropoda) from the Late Cretaceous of southern France and its paleobiogeographic implications*. *Bulletin de la Société géologique de France* 181 (3): 269-277.
- KNOLL, F., RIDGELY, R.C., ORTEGA, F., SANZ, J.L., Y WITMER, L.M. (2013): *Neurocranial Osteology and Neuroanatomy of a Late Cretaceous Titanosaurian Sauropod from Spain (Ampelosaurus sp.)*. *PLoS ONE* 8 (1): e54991. doi:10.1371/journal.pone.0054991
- LE LOEUFF, J. (1992): *Les vertébrés continentaux du Crétacé supérieur d'Europe: paléoécologie, biostratigraphie et paléobiogéographie*. *Mémoires des Sciences de la Terre*, Université Pierre and Marie Curie, Paris VI 92/93. Tesis Doctoral, 273 pp. Inédita.
- Le Loeuff, J. (1993): *European titanosaurs*. *Revue de Paléobiologie* 7: 105-117.
- LE LOEUFF, J. (1995): *Ampelosaurus atacis (nov. gen., nov. sp.) un Nouveau Titanosauridae (Dinosauria, Sauropoda) du Crétacé supérieur de la Haute Vallée de l'Aude (France)*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris* 321 (IIa): 693-699.
- LE LOEUFF, J., (2005): *Osteology of Ampelosaurus atacis (Titanosauria) from Southern France*. En: TIDWELL, V., Y CARPENTER, K. (Eds.), *Thunder-Lizards. The Sauropodomorph Dinosaurs*. Indiana University Press, Bloomington, pp. 115-137.
- LYDEKKER, R. (1877): *Notices of new and other Vertebrata from Indian Tertiary and Secondary rocks*. *Records of the Geological Survey of India* 10: 30-43.
- MATHERON, P. (1869): *Note sur les reptiles des dépôts fluviolacustres Crétacés du bassin à lignite de Fuveau*. *Bulletin de la Société Géologique de France (séries 2)* 26: 781-795.
- ORTEGA, F., & PÉREZ-GARCÍA, A. (2009): *cf. Lirainosaurus sp. (Dinosauria: Titanosauria) en el Cretácico Superior de Sacedón (Guadalajara)*. *Geogaceta* 46, 87-90.
- SANZ, J.L., POWELL, J.E, LE LOEUFF, J., MARTÍNEZ, R., & PEREDA SUBERBIOLA, X. (1999): *Sauropod remains from the Upper Cretaceous of Laño (North-central Spain). Titanosaur phylogenetic relationships*. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava* 14 (Número Especial 1): 235-255.
- VILA, B., GALOBART, À., CANUDO, I., LE LOEUFF, J., DINARÈS-TURELL, J., RIERA, V., OMS, O., TORTOSA, T., & GAETE, R. (2012): *The diversity of sauropod dinosaurs and their first taxonomic succession from the latest Cretaceous of southwestern Europe: Clues to demise and extinction*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. doi:10.1016/j.palaeo.2012.06.008
- WILSON, J.A., & UPCHURCH, P. (2003): *A revision of Titanosaurus Lydekker (Dinosauria - Sauropoda), the first dinosaur genus with a "Gondwanan" distribution*. *Journal of Systematic Palaeontology* 1: 125-160.