

PRIMEROS FÓSILES DE NODOSÁURIDOS (NODOSAURIDAE) DEL YACIMIENTO ANA, CRETÁCICO INFERIOR DE CINCTORRES (CASTELLÓN, ESPAÑA)

Andrés SANTOS-CUBEDO ^{1,2}

Carlos de SANTISTEBAN ³

Begoña POZA ²

Sergi MESEGUER ¹

¹Àrea de Cristal·lografia i Mineralogia, Departament de Ciències Agràries i del Medi Natural, Universitat Jaume I. Av. Vicent Sos Baynat, s/n, E-12071 Castelló de la Plana, España. santos.cubedo@gmail.com; smesegue@gmail.com

²Grup Guix. C/ Santa Lucia, 75, E-12540 Vila-real, Castelló, España. begopoza@gmail.com

³Departament de Botànica i Geologia, Universitat de València. Av. Dr. Moliner, s/n, E-46100 Burjassot, València, España. carlos.santisteban@uv.es

RESUMEN: en el presente trabajo se describen dos elementos aislados del dermatoesqueleto de un dinosaurio nodosáurido de la Formación Arcillas de Morella del Barremiense superior (Cretácico Inferior) de la península Ibérica. Dichos elementos corresponden a una placa dérmica caudal y un osículo dérmico. Todos los fósiles se han recuperado en el yacimiento ANA de Cinctorres (Castellón, España).

Los fósiles de anquilosaurios nodosáuridos fuera del Reino Unido son muy escasos en el Cretácico Inferior de Europa, por lo que la descripción de nuevos materiales es de suma importancia para comprender mejor la historia evolutiva del grupo.

Los fósiles recuperados han sido identificados como pertenecientes a un anquilosaurio nodosáurido indeterminado, ampliando el registro ibérico de la familia a un nuevo yacimiento (ANA) de la Fm. Arcillas de Morella.

RESUM: en aquest treball es descriuen dos elements aïllats del dermatoesquelet d'un dinosaure nodosàurid de la Formació Argilles de Morella del Barremienc superior (Cretàcic Inferior) de la península Ibèrica. Aquests elements corresponen a una placa dèrmica cabal i un ossícle dèrmic. Tots els fòssils s'han recuperat al jaciment ANA de Cinctorres (Castelló, Espanya).

Els fòssils d'anquilosaures nodosàurids fora del Regne Unit són molt escassos al Cretaci Inferior d'Europa, per la qual cosa la descripció de nous materials és molt important per comprendre millor la història evolutiva del grup.

Els fòssils recuperats han estat identificats com a pertanyents a un anquilosaure nodosàurid indeterminat, ampliant el registre ibèric de la família a un nou jaciment (ANA) de la Fm. Argilles de Morella.

Palabras clave: dinosaurios, placas, Formación Arcillas de Morella, Barremiense.

Paraules clau: dinosaures, plaques, Formació Argilles de Morella, barremià

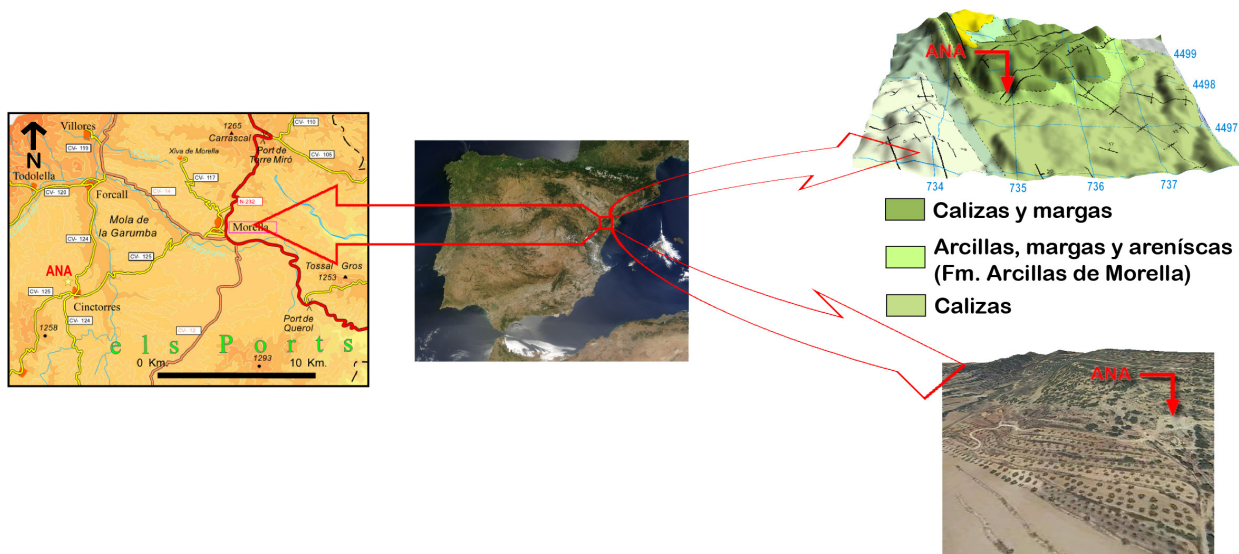


Fig. 1: localización geográfica y geológica del yacimiento ANA, Cincotorres (Castellón, España)

1. INTRODUCCIÓN

La Formación Arcillas de Morella es conocida por la fauna de vertebrados continentales que contiene, sobre todo por la presencia de dinosaurios (Galobart *et al.*, 2011). Sin embargo, en esta formación geológica también se han recuperado fósiles de vertebrados marinos, invertebrados, plantas, polen o icnofósiles (Santos-Cubedo *et al.*, 2016). Todo este rico patrimonio paleontológico ha sido estudiado principalmente desde el punto de vista sistemático, con el objetivo de conocer los taxones presentes en la misma.

Por lo que respecta a taxones de dinosaurios, en la citada formación se han recuperado ornitópodos estiracosternos hadrosauriformes, como *Iguanodon bernissartensis*, una forma cercana a *Mantellisaurus atherfieldensis* y una nueva especie de dinosaurio *Morelladon beltrani* (Santos-Cubedo *et al.*, 2021). Los yacimientos de Mas del Dolço y Teuleria Milian (Morella) han proporcionado fósiles que fueron asignados al género *Hypsilophodon*, aunque actualmente el material existente no es suficiente para asignar los fósiles a este género, que pertenecerían a un euornitópodo por determinar (Santos-Cubedo *et al.*, 2016). Con respecto a los saurópodos, los estudios realizados indican que al menos existen tres taxones diferentes de titanosauriformes in-

determinados, con dos formas afines a *Somphospondyli* y un 'Laurasiforme' (Mocho *et al.*, 2017). Los terópodos están representados por espinosáuridos, alosauroides y dromeosáuridos (Suñer y Santos-Cubedo, 2008; Gasulla, 2015) y una nueva especie de dinosaurio, *Vallibonavenatrix cani* (Malafaia *et al.*, 2019).

Por lo que respecta a tireóforos, la primera cita en la provincia de Castellón correspondía a una falange ungueal y una placa de la armadura dérmica, procedentes del yacimiento Mas Romeu que fueron asignados a un nodosáurido indeterminado (Sanz *et al.*, 1982). Los siguientes fósiles de anquilosaurios nodosáuridos hallados en la Formación Arcillas de Morella han sido localizados en los yacimientos CMP-3 y CMP-3b de la Cantera del Mas de la Parreta de Morella y corresponden a espinas dérmicas (CMP-3/748, CMP-3/853, CMP-3/935 y CMP-3/971), fragmentos del escudo sacropélvico (CMP-3/749, CMP-3b/158), placa crestada (CMP-3/747) y osículos dérmicos (CMP-3/970, CMP-3b/7, CMP-3b/8, CMP-3/141 y CMP-3/588) determinados como pertenecientes a *Polacanthus* sp. (Gasulla, 2015).

Fuera de la provincia de Castellón, en la península Ibérica, se han descubierto fósiles de nodosáuridos en el Cretácico Inferior de Salas de los Infantes (Burgos) (Pereda Suberbiola *et al.*, 1999) y Golmayo (Soria) (Pereda

Suberbiola *et al.*, 2007) atribuidos al género *Polacanthus*. El primero tendría una edad Barremiense-Aptiense, mientras que los fósiles sorianos serían del Hauteriviense tardío al Barremiense temprano.

2. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

El yacimiento ANA está situado en la localidad de Cincorres (Fig. 1) a unos 100 km al noroeste de la capital de la provincia, Castellón de la Plana.

Los sedimentos en los que se localiza el yacimiento se encuentran en la Formación Arcillas de Morella, en la cuenca del Maestrazgo, más concretamente en la sub-cuenca de Morella (Santos-Cubedo *et al.*, 2016). Esta unidad fue depositada en su totalidad en esta sub-cuenca y es de edad Barremiense superior (Villanueva-Amadoz *et al.*, 2014; Bover-Arnal *et al.*, 2016). Tiene un espesor máximo de 96 metros y está formada por arcillas rojas, areniscas y margas blanco-grisáceas. A nivel local, contiene conglomerados y brechas poligénicas. Todas estas litologías fueron depositadas en medios de llanura de inundación fluvial, estuarios y playas. Las paleocorrientes medidas indican que los aportes provinieron del norte y noroeste, desde un macizo situado en el centro de la Cordillera Ibérica.

En los alrededores de Cincorres, el espesor de la Formación Arcillas de Morella es de 57 m. El yacimiento ANA está situado a unos 37 metros de la base de la misma (Fig. 2). El estrato fosilífero está formado por dos metros de margas arenosas de color gris-amarillento que contienen costras y nódulos de goethita. En la actualidad son 937 los fósiles que se han recuperado en sus ocho campañas de excavaciones, incluyendo vertebrados e invertebrados. Taxonómicamente, ANA está dominado por fósiles desarticulados de ornitópodos.

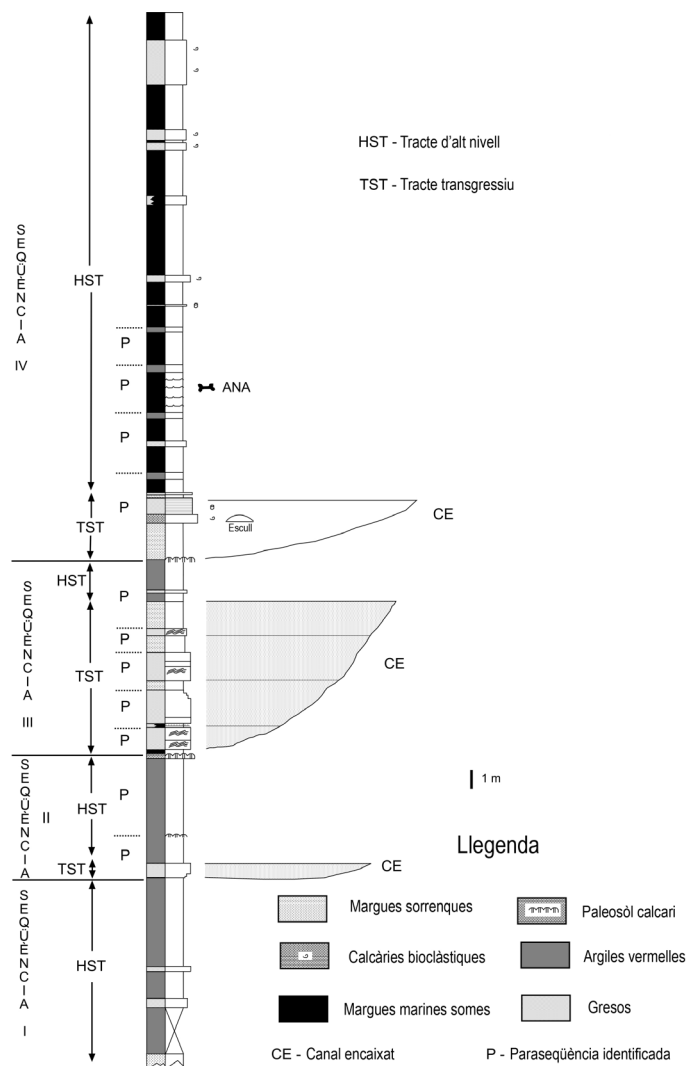


Fig. 2: esquema de la sección estratigráfica de la Fm. Arcillas de Morella en el yacimiento ANA, Cincorres (Castellón, España).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se describen una placa dérmica caudal (7ANA-39) y un osículo dérmico (7ANA-23), todo ello siguiendo la terminología de Blows (2001).

4. RESULTADOS

4.1. Paleontología Sistemática

- Dinosauria Owen, 1842
- Ornithischia Seeley, 1887
- Thyreophora Nopcsa, 1915
- Ankylosauria Osborn, 1923
- Nodosauridae Marsh, 1890
- Nodosauridae indet.

4.2. Materiales

7ANA-23

Se trata de un osículo dérmico (Fig. 3; Tabla 1). Tiene una forma suboval con bordes redondeados uno terminado en punta. La cara dorsal es cóncava, pero con una protuberancia o pequeña quilla también de borde redondeado. Esta protuberancia no está en posición central, sino desplazada hacia uno de los bordes. La cara ventral es convexa y rugosa, apreciándose en toda su superficie una textura rugosa.

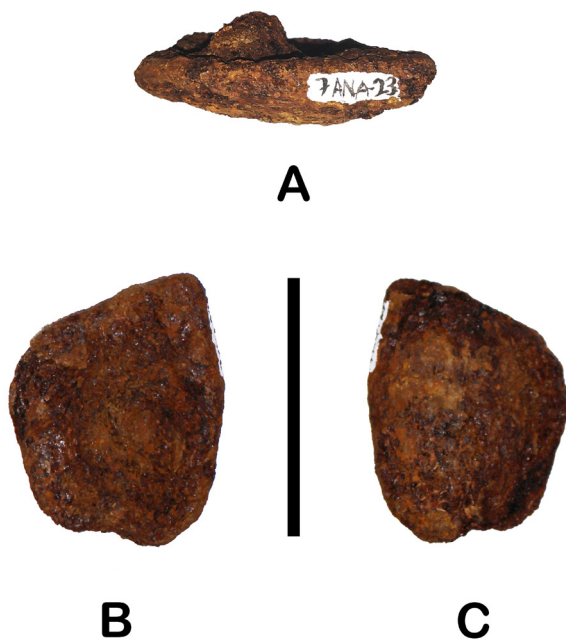


Fig. 3: Nodosauridae indet. Osículo dérmico (7ANA-23) en vista lateral (A), dorsal (B) y ventral (C). Escala 5 cm.

7ANA-23	Dimensiones
Alto	15 mm
Ancho	40 mm
Largo	52 mm

Tabla 1: medidas (en mm) del osículo dérmico (7ANA-23) del yacimiento ANA (Cincorres), Cretácico Inferior, Fm. Arcillas de Morella (Castellón, España).

7ANA-39, se trata de una placa dérmica caudal. Tiene una forma subtriangular, con una base hueca. Los bordes dorsal y posterior son delgados. El borde anterior es plano y tiene forma triangular (Fig. 4). La base es asimétrica y biconvexa en sección transversal. La superficie de la placa presenta una textura rugosa característica. El tamaño de las placas disminuye posteriormente en la cola, y probablemente se proyectaban lateralmente a cada lado simulando cuchillas (Kirkland, 1998; Gaston *et al.*, 2001; Naish y Martill, 2001). Por el tamaño (Tabla 2), 7ANA-39 sería una de las últimas placas de la cola (Fig. 5).

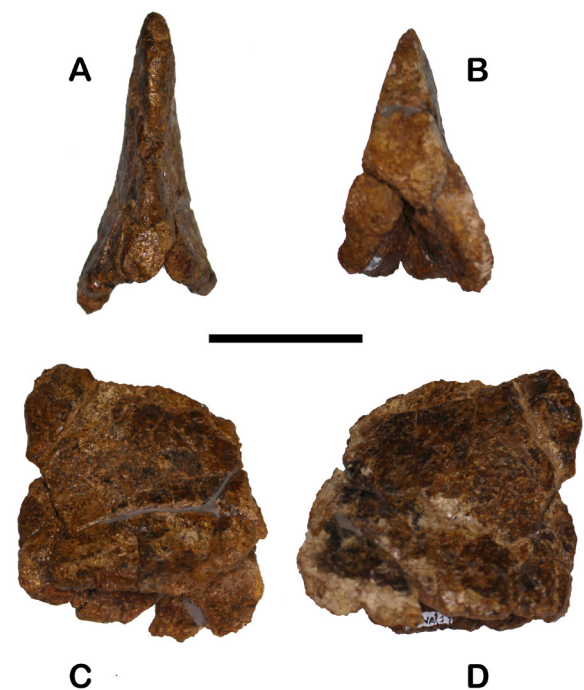


Fig. 4: Nodosauridae indet. Placa dérmica caudal (7ANA-39) en vista anterior (A), posterior (B), ventral (C) y dorsal (D). Escala 5 cm.

7ANA-39	Dimensiones
Alto	80 mm
Ancho	66 mm
Margen dorsal	3 mm
Margen ventral (base)	40 mm

Tabla 2: medidas (en mm) de la placa dérmica caudal (7ANA-39) del yacimiento ANA (Cincorres), Cretácico Inferior, Fm. Arcillas de Morella (Castellón, España).

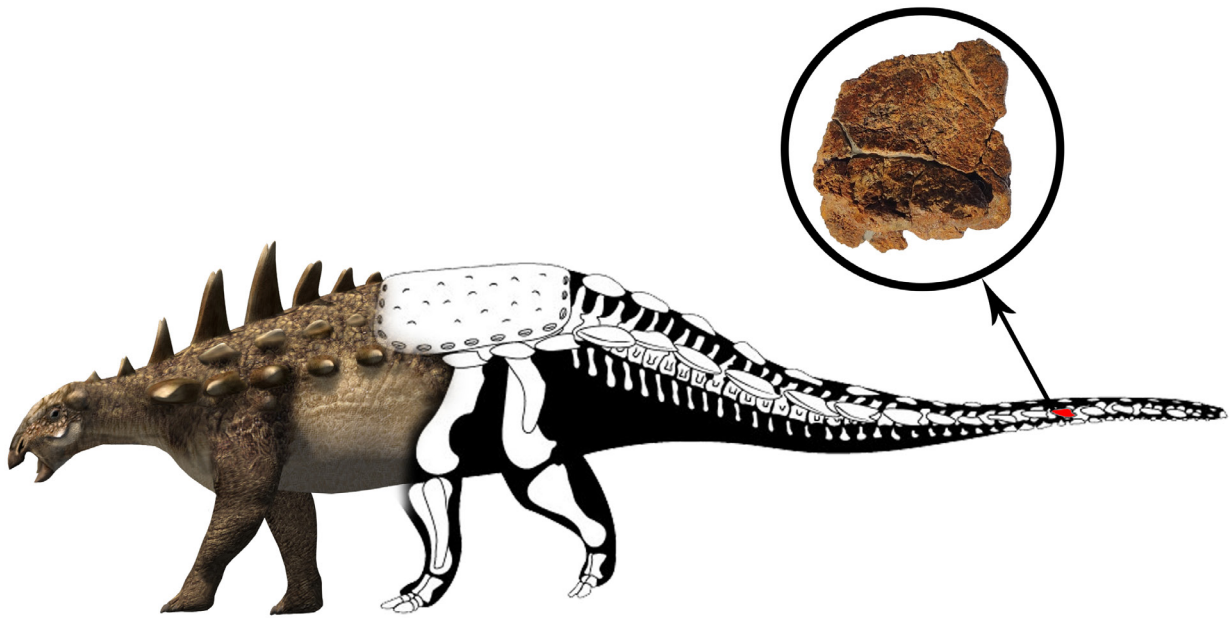


Fig. 5: reconstrucción de un anquilosaurio nodosáurido con la posición aproximada de la placa dérmica caudal (7ANA-39) hallada en el yacimiento ANA de Cincorres (Castellón, España).

5. DISCUSIÓN

Los fósiles recuperados en el yacimiento ANA de Cincorres estudiados en el presente trabajo tienen una combinación de caracteres existentes en varios nodosáuridos como son: (1) espinas caudales subtriangulares de base hueca y estrecha y (2) osículos dérmicos situados en la zona dorsal del cuerpo formando un mosaico entre los elementos dérmicos de mayor tamaño (Gasulla, 2015).

Existen veintinueve géneros válidos de nodosáuridos (Thompson *et al.*, 2011; McDonald y Wolfe, 2018) de los cuales solo *Anoplosaurus*, *Europelta*, *Hungarosaurus*, *Hylaeosaurus*, *Polacanthus* y *Struthiosaurus* están presentes en yacimientos paleontológicos europeos. De estos anquilosaurios, solo *Hylaeosaurus* y *Polacanthus* están presentes en el Cretácico Inferior de Europa. El primero de los géneros está presente de forma inequívoca en yacimientos Valanginienses del Reino Unido y

Alemania (Sachs y Hornung, 2013; Raven *et al.*, 2020) y el segundo en yacimientos Barremienses del Reino Unido y España (Raven *et al.*, 2020).

Los caracteres observables tanto en 7ANA-23 como en 7ANA-39, permiten reconocer los fósiles como pertenecientes a un anquilosaurio nodosáurido sin determinar, no pudiendo identificarse caracteres que permitan una asignación genérica o específica. No obstante, cabe destacar que a nivel genérico solo ha sido descrito *Polacanthus* en la península Ibérica, y entre los yacimientos donde ha sido hallado se encuentra el yacimiento Cantera del Mas de la Parreta de Morella (Fm Arcillas de Morella), cercano al yacimiento ANA.

6. CONCLUSIONES

El registro fósil de anquilosaurios nodosáuridos en el Cretácico Inferior de Europa es muy escaso. De hecho, fuera del Reino Unido don-

de existen las colecciones más importantes, existen pocos fósiles. En la península Ibérica destacan los yacimientos de las provincias de Burgos, Castellón y Soria.

Por tanto, la descripción de nuevos materiales es importante de cara a conocer las especies que forman la familia, así como las relaciones paleogeográficas que permitieron su dispersión por Laurasia.

Atendiendo a las características de la armadura dérmica, el tireóforo hallado en el yacimiento Barremiense ANA de la Fm. Arcillas de Morella de Cincorres, se identifica como perteneciente a un anquilosaurio nodosáurido indeterminado. La placa dérmica caudal (7ANA-39) y el osículo dérmico (7ANA-23) amplían el registro ibérico de la familia Nodosauridae a un nuevo yacimiento (ANA) de la Fm. Arcillas de Morella, Barremiense superior (Cretácico Inferior) de la provincia de Castellón.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la invitación de los editores que les ha permitido colaborar en este número. Asimismo, queremos hacer una mención especial y agradecer el interés y la constante colaboración del Ayuntamiento y la población de Cincorres. El proyecto Dinomania ha sido posible gracias al Grup Guix de Vila-real.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOWS, W.T., (2001). *Dermal armor of the polacanthine dinosaurs*. En: Carpenter, K. (Ed.), *The Armored Dinosaurs*. Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis, pp. 363–385.

BOVER-ARNAL, T., MORENO-BEDMAR, J.A., FRIJIA, G., PASCUAL-CEBRIAN, E. y SALAS, R. (2016). *Chronostratigraphy of the Barremian–Early Albian of the Maestrat Basin (E Iberian Peninsula): integrating strontium-isotope stratigraphy and ammonoid biostratigraphy*. *Newsletters on Stratigraphy* 49 (1): 41–68.

GALOBART, A., SUÑER, M. y POZA, B. (2011). *Dinosaurs of Eastern Iberia (Life of the past)*. University Press, Bloomington and Indianapolis, 344 pp.

GASTON, R.W., SCHELLENBACH, J. y KIRKLAND, J.I. (2001). *Mounted skeleton of the polacanthine ankylosaur *Gastonia burgei**. En: Carpenter, K. (Ed.), *The Armored Dinosaurs*. Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis, pp. 386–398.

GASULLA, J.M. (2015). *Los dinosaurios de la Cantera del Mas de la Parreta, Morella (Formación Morella, Barremiense superior, Cretácico Inferior): Sistemática, análisis filogenético e implicaciones paleobiológicas*. PhD Thesis, Universidad Autónoma de Madrid. 584 pp.

KIRKLAND, J.I. (1998). *A polacanthine ankylosaur (*Ornithischia: Dinosauria*) from the Early Cretaceous (Barremian) of eastern Utah*. *New Mexico Museum of Natural History, Bulletin* 14: 271–281.

MALAFIA, E., GASULLA, J.M., ESCASO, F., NARVÁEZ, I., SANZ, J.L. y ORTEGA, F. (2019). *A new spinosaurid theropod (*Dinosauria: Megalosauroida*) from the late Barremian of Vallibona, Spain: Implications for spinosaurid diversity in the Early Cretaceous of the Iberian Peninsula*. *Cretaceous Research* doi:10.1016/j.cretres.2019.104221.

MCDONALD, A.T. y WOLFE, D.G. (2018). *A new nodosaurid ankylosaur (*Dinosauria: Thyreophora*) from the Upper Cretaceous Menefee Formation of New Mexico*. *PeerJ* 6:e5435. doi:10.7717/peerj.5435.

MOCHO, P., PEREZ-GARCIA, A., GASULLA, J.M. y ORTEGA, F. (2017). *High sauropod diversity in the upper Barremian Arcillas de Morella Formation (Maestrat Basin, Spain) revealed by a systematic review of historical material*. *Journal of Iberian Geology* 43 (2):

111–128.

NAISH, D. y MARTILL, D.M. (2001). *Armoured dinosaurs: Thyreophorans*. En: Martill, D.M., Naish, D. (Eds.), *Dinosaurs of the Isle of Wight*. The Palaeontological Association. Fossil Guide to Fossils 10: 147–184.

PEREDA-SUBERBIOLA, X., MEIJIDE, M., TORCIDA, F., WELLE, J., FUENTES, C., IZQUIERDO, L.A., MONTERO, D., PÉREZ, G. y URIÉN, V. (1999). *Espinas dérmicas del dinosaurio anquilosaurio Polacanthus en las facies Weald de Salas de los Infantes (Burgos, España)*. Estudios Geológicos 55 (5-6): 267–272.

PEREDA-SUBERBIOLA, X., FUENTES, C., MEIJIDE, M., MEIJIDE-FUENTES, F., y MEIJIDE-FUENTES, M. (2007). *New remains of the ankylosaurian dinosaur Polacanthus from the Lower Cretaceous of Soria, Spain*. Cretaceous Research 28 (4): 583–596.

RAVEN, T.J., BARRETT, P.M., POND, S.T. y MAIDMENT, S.C.R. (2020). *Osteology and Taxonomy of British Wealden Supergroup (Berriasian–aptian) Ankylosaurs (Ornithischia, Ankylosauria)*. Journal of Vertebrate Paleontology 40 (4): DOI: 10.1080/02724634.2020.1826956.

SACHS, S. y HORNUNG, J.J. (2013). *Ankylosaur Remains from the Early Cretaceous (Valanginian) of Northwestern Germany*. PLoS ONE 8(4): e60571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060571>.

SANTOS-CUBEDO, A., GARCÍA-ROBLES, J., POZA, B., DE SANTISTEBAN, C y MESEGUER, S. (2016). *Vertebrados mesozoicos en la provincia de Castellón*. Loisele Ediciones, Vila-real, 108 pp.

SANTOS-CUBEDO, A., DE SANTISTEBAN, C., POZA, B. y MESEGUER, S. (2021). *A new styracosternan hadrosauroid (Dinosauria: Ornithischia) from the Early Cretaceous of Portell, Spain*. PLoS ONE 16(7): e0253599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253599>.

SANTAFÉ, J.V., CASANOVAS, M.L., SANZ, J.L. y CALZADA, S. (1982). *Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas Rojas de Morella (Castellón, España)*. Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona, 169 pp.

SUÑER, M. y SANTOS-CUBEDO, A. (2008). *Dos dientes de terópodo del yacimiento ANA, Formación Arcillas de Morella (Aptiense, Cretácico Inferior, Cinctorres, Castellón)*. Studia Geologica Salmanticensia 8: 27–39.

THOMPSON, R.S., PARISH, J.C., MAIDMENT, S.C.R. y BARRETT, P.M. (2011). *Phylogeny of the ankylosaurian dinosaurs (Ornithischia: Thyreophora)*. Journal of Systematic Palaeontology 10 (2): 301–312.

VILLANUEVA-AMADOZ, U., SANTISTEBAN, C. y SANTOS-CUBEDO, A., (2014). *Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo Basin, Spain)*. Historical Biology 27, 389–397.