

Nuevas icnitas de dinosaurio de la Formación Artoles (Cretácico Inferior) en la subcuenca de Galve (Cuenca del Maestrazgo, Teruel, España)

Castanera, D.,¹ García Cobeña, J.,² Gasca, J. M.³

1: Grupo Aragosaurus-IUCA, Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, (Zaragoza, Spain). dcasta@unizar.es

2: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología, Teruel, España.

3: Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

Palabras clave: Ornitópodos, terópodos, contramoldes, icnodiversidad, Barremiense, Aliaga

Introducción

En la última década ha aumentado notablemente el número de yacimientos con icnitas de dinosaurio del Cretácico Inferior en las subcuencas de Galve y Peñagolosa (provincia de Teruel). En estas dos subcuencas del margen occidental de la Cuenca del Maestrazgo afloran diversas formaciones de edad Barremiense que están proporcionando una gran cantidad de datos sobre las icnoasociaciones de dinosaurios. Así, en las formaciones El Castellar (Castanera et al., 2022; García-Cobeña et al., 2023), Camarillas (Cobos y Gascó, 2012; Herrero et al., 2017; Cobos et al., 2018; García-Cobeña et al., 2023; 2024 y referencias) y Artoles (Cobos et al., 2016) se han descrito distintos yacimientos, en los que muchos de ellos destacan por contener icnitas conservadas como contramoldes.

El objetivo del presente trabajo es la descripción de un nuevo yacimiento de icnitas de dinosaurio, denominado El Cañizarejo, localizado en el término municipal de Aliaga (provincia de Teruel, España). El yacimiento se localiza en capas de la Formación Artoles, de edad Barremiense superior basal (Bover-Arnal et al., 2016) y lo componen al menos 4 niveles icnológicos diferentes. El yacimiento principal (EC1) se descubrió en el año 2020 y el trabajo de campo permitió identificar 2 niveles icnológicos más (EC2-EC3). Los tres niveles (EC1-EC3) se localizan en la carretera comarcal que une Aliaga y Camarillas (Teruel), mientras que EC4, se localiza un poco más al Norte en un pequeño barranco. La serie estratigráfica presenta un alto buzamiento y los niveles EC1-EC3 han aflorado como consecuencia de las obras de ensanchamiento de la carretera y la posterior erosión de los sedimentos menos competentes. Así, afloran superficies y secciones de niveles que contienen las icnitas, mostrando diferentes tipos de conservación entre los distintos horizontes.

Metodología

La metodología llevada a cabo durante la documentación de los yacimientos ha sido principalmente la toma de fotografías de los niveles que contienen las icnitas y de cada espécimen individualmente. Con esas fotografías se han realizado modelos 3D mediante técnicas de fotogrametría, con el *software* Agisoft Metashape. Sobre estos modelos 3D se han generado mapas de profundidad por colores con el *software* Cloud Compare. De las icnitas mejor conservadas se han obtenido una serie de parámetros siguiendo metodologías previas (ver Castanera et al., 2022 y referencias) como longitud y anchura de la icnita, longitud y anchura de los dedos, ángulos interdigitales (II-III, III-IV), y se han calculado la mesaxonia y la ratio longitud/anchura (FL/FW).

Resultados

El nivel EC1 destaca por contener icnitas conservadas como contramoldes, la mayoría adheridas al techo del estrato inferior que son areniscas con *ripples*, con una gran superficie aflorante (algo más de 12 m²). Las huellas están conservadas como epirelieves convexos, es decir como “pedestales” (Fig.1). Se han identificado un total de 8 icnitas, pero el número posiblemente aumentará con la erosión del nivel suprayacente, que ha permitido la identificación de nuevas icnitas en las sucesivas visitas. Entre ellas destaca un posible rastro formado por tres icnitas tridáctilas, de gran tamaño (FL > 35 cm) y caracterizadas por dedos robustos y baja mesaxonía. Estas características son propias de ornitópodos de tamaño mediano a grande. Además, hay al menos otros dos morfotipos de icnitas tridáctilas, ambas de tamaño medio (FL = 25-30 cm). Unas se caracterizan por su gracilidad, una ratio FL/FW muy alto y alta mesaxonía, caracteres de un productor terópodo. La presencia de garras y almohadillas interdigitales soportan esta atribución. El segundo morfotipo, se caracteriza por dedos robustos y redondeados y bajos valores de mesaxonía y FL/FW ratio, caracteres de icnitas de ornitópodo de tamaño medio.

Los niveles EC2 y EC3 corresponden a areniscas situadas estratigráficamente por debajo y se observan principalmente en sección en la base de los estratos (hiporelieves convexos). En ellos las icnitas se han conservado como contramoldes, que rellenan pisadas que se formaron en niveles lutíticos. Se han recuperado varios contramoldes que se encontraban en la cuneta rodados. Algunos de ellos son de gran tamaño y profundos y se observan estrías de deslizamiento e impresiones de las escamas de la piel. En EC2, además algunos se observan todavía *in situ*.

El nivel EC4 es una capa demargocaliza gris y es el único nivel que conserva icnitas como epirelieves cóncavos. Se ha identificado una icnita tridáctila de tamaño medio, caracterizada por un bajo FL/FW ratio y una mesaxonía media y unos dedos acuminados. Estos caracteres indican posiblemente un productor terópodo. Además, se han observado otras icnitas, no muy bien conservadas, someras e indeterminadas.

Discusión

De los cuatro niveles, EC1 es el más interesante tanto por la conservación de las icnitas como por la icnoasociación. El modo de conservación de las huellas como epirelieves convexos en EC1 es novedoso ya que apenas se conocen yacimientos en la península ibérica con esta particularidad (ej.: Cobos y Gascó, 2012; Huerta et al., 2012). Por el contrario, este tipo de conservación dificulta la clasificación icnotaxonómica, ya que se observa una gran variabilidad en la forma de las icnitas y en pocos casos se observa la vista plantar. Además, algunos parámetros son muy variables incluso entre icnitas del mismo rastro. En cualquier caso, los caracteres de las icnitas de ornitópodo (icnitas mesaxonicas, subsimétricas y con una longitud y anchura similar) los relacionan con la familia Iguanodontipodidae, y posiblemente con el icnogénero *Caririchnium*, caracterizado por un “talón” grande, ancho, redondeado y centrado (Díaz-Martínez et al., 2015). Este icnogénero es muy común en el Barremiense europeo, incluyendo las unidades barremienses de las subcuencas de Galve y Peñagolosa (Díaz-Martínez et al., 2015; Castanera et al., 2022; García-Cobeña et al., 2024). Estos últimos autores han diferenciado dos morfotipos (MOR1 y MOR2) cuyas principales diferencias son un dedo III más alargado y ancho en su parte proximal que los dedos II y IV, escotaduras pronunciadas en la parte proximal y una ligera mayor mesaxonía en el caso de las icnitas de MOR1. Por el contrario, las icnitas MOR2 tienen dedos proporcionalmente más anchos y robustos y dedos de una longitud más similar, con mesaxonía y FL/FW ratio más bajos. Los datos de las icnitas de ornitópodos de EC1, a pesar de la variabilidad, posiblemente

encajan mejor en este segundo morfotipo. En el caso de la icnita de terópodo de EC1, los altos valores de mesaxonia y de FL/FW ratio lo relacionan con la icnofamilia Grallatoridae (Melchor et al., 2019).



Figura 1.- Fotografía del nivel EC1, nótese el modo de conservación de la mayoría de icnitas como epirelieves convexos y el relleno de una icnita de ornitópodo (en color blanco) cuyo sedimento circundante todavía no se ha erosionado.

Las icnitas de ornitópodos de gran tamaño son con diferencia las más abundantes en las unidades barremienses de las subcuencas de Galve y Peñagolosa, aunque también hay representados otros grupos como terópodos, saurópodos y tireóforos (Cobos et al., 2016; 2018; Herrero et al., 2017; García-Cobeña et al., 2024). El nuevo yacimiento es de especial interés, particularmente el nivel EC1 que exhibe en una única superficie al menos dos icnotaxones diferentes. Esta icnoasociación no es común en el resto de los yacimientos barremienses de estas subcuencas, los cuales suelen estar dominados por un único icnotaxón (*Caririchnium*), atribuido a grandes ornitópodos.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado a través del Gobierno de Aragón, por medio de los grupos de investigación E04_23R FOCONTUR y E18-23R Aragosaurus: Recursos Geológicos y Paleoambientes. La investigación de DC está financiada por un contrato postdoctoral del programa Manuel López financiado por el Programa Propio de Política Científica de la Universidad de Zaragoza, por un contrato Ramón y Cajal, RYC2023-044333-I financiado por MICIU/AEI /10.13039/501100011033 and FSE+ y por el IUCA (Convocatoria de Ayudas IUCA 2025). Los autores agradecen la información

proporcionada por Pedro Cirugeda, María Melero, Raquel Rabal-Garcés por el descubrimiento de los niveles EC1 y EC4 y a Alberto Cobos por el descubrimiento de varios contramoldes y la discusión sobre su formación y los posibles productores. Los autores también agradecen la ayuda en el trabajo de campo de los miembros de la FCPT-Dinópolis.

Referencias

- Bover-Arnal, T., Moreno-Bedmar, J.A., Frijia, G., Pascual-Cebrian, E., 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, 41-68.
- Castanera, D., Bádenas, B., Aurell, M., Canudo, J.I. Gasca, J.M. (2022): New ornithopod tracks from the Lower Cretaceous El Castellar Formation (Spain): Implications for track preservation and evolution of ornithopod footprints. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 591, 110866.
- Cobos, A., Gascó, F. (2012): Presencia del icnogénero *Iguanodontipus* en el Cretácico Inferior de la provincia de Teruel (España). *Geogaceta*, 52, 185-188.
- Cobos, A., Gascó, F., Royo-Torres, R., Lockley, M.G., Alcalá, L. (2016): Dinosaur Tracks as “Four-Dimensional Phenomena” Reveal How Different Species Moved. En: *Dinosaur Tracks: The Next Steps*. (Falkingham, P.L. et al Eds.). Indiana University Press. Bloomington, Estados Unidos, 244-256.
- Cobos, A., Alcalá, L., Rodríguez-Tovar, F. J., Mampel, L. (2018): Ichnological analysis of a good of cultural interest: the Site of El Hoyo (El Castellar, Aragón, Spain). *Geoheritage*, 10(3), 415-425.
- Díaz-Martínez, I., Pereda-Suberbiola, X., Pérez-Lorente, F., Canudo, J. I. (2015): Ichnotaxonomic review of large ornithopod dinosaur tracks: temporal and geographic implications. *PloS one*, 10(2), e0115477.
- García-Cobeña, J., Cobos, A., Verdú, F.J. (2023): Ornithopod tracks and bones: Paleoeecology and an unusual evidence of quadrupedal locomotion in the Lower Cretaceous of eastern Iberia (Teruel, Spain). *Cretaceous Research*, 144, 105473.
- García-Cobeña, J., Castanera, D., Verdú, F.J., Cobos, A. (2024): Diversity and discrimination of large ornithopods revealed through their tracks (Lower Cretaceous, Spain): a phenetic correlation approach. *Palaeoworld*, 33 (6), 1643-1667.
- Herrero, N., Pereda-Suberbiola, X., Herrero-Gascón, J., Pérez-Lorente, F. (2017): Pentadactyl ankylosaurian manus tracks from the Lower Cretaceous of Galve (Teruel, Spain): first occurrence of *Tetrapodosaurus* in the Iberian Peninsula. *Journal of Iberian Geology*, 43, 319-344.
- Huerta, P., Torcida Fernández-Baldor, F., Farlow, J. O., Montero, D. (2012): Exceptional preservation processes of 3D dinosaur footprint casts in Costalomo (Lower Cretaceous, Cameros Basin, Spain). *Terra Nova*, 24(2), 136-141.
- Melchor, R. N., Rivarola, D. L., Umazano, A. M., Moyano, M. N., & Belmontes, F. R. M. (2019): Elusive Cretaceous Gondwanan theropods: The footprint evidence from central Argentina. *Cretaceous Research*, 97, 125-142.