

# Nuevas icnitas de grandes mamíferos en el Mioceno de la Cuenca del Ebro (Huesca, España)

*New large mammal ichnites from the Miocene of the Ebro Basin (Huesca, Spain)*

Martín Linares Montes<sup>1,2\*</sup>, M<sup>a</sup> Aránzazu Luzón<sup>1,3</sup>, José Ignacio Canudo<sup>1,2</sup> y Diego Castanera<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza, C/Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza, España.

[martinlinmon@gmail.com](mailto:martinlinmon@gmail.com)

<sup>2</sup> Grupo de investigación Aragosaurus-Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón.

[jicanudo@unizar.es](mailto:jicanudo@unizar.es)

<sup>3</sup> Grupo de investigación Geotransfer-Instituto Universitario de Ciencias Ambientales de Aragón.

[aluzon@unizar.es](mailto:aluzon@unizar.es)

<sup>4</sup> Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología, Avenida Sagunto, 44002, Teruel, España.

[castanera@fundaciondinopolis.org](mailto:castanera@fundaciondinopolis.org)

\* Corresponding author

## ABSTRACT

*Los Ibones tracksite represents a new contribution to the knowledge of the vertebrate ichnological record of the Miocene of the Ebro Basin. The tracksite is located on the surface of a limestone level in the transition between the Uncastillo and Alcubierre formations. It corresponds to deposits from a shallow pond area that suffered sub-aerial exposure and located in a distal alluvial plain. The tracksite is included in TSU N1 T5 and an early Miocene age has been proposed as most likely. Eight large footprints with low grade of morphological preservation have been identified. Most of their anatomical elements cannot be recognized with one exception that shows the presence of digits in anterior position. Considering their size and morphology, a large mammal, possibly a perissodactyl or an artiodactyl, is most likely the trackmaker.*

**Key-words:** Ebro Basin, Miocene, fossil footprints, *Perissodactyla*, *Artiodactyla*.

*Geogaceta*, 74 (2023), 75-78

<https://doi.org/10.55407/geogaceta98219>

ISSN (versión impresa): 0213-683X

ISSN (Internet): 2173-6545

## Introducción

La Cuenca del Ebro ha demostrado ser en los últimos años una zona especialmente rica en yacimientos de icnitas del cenozoico (Astibia et al., 2007; Díaz-Martínez et al. 2016; 2020; Rabal-Garcés et al., 2018; Linares et al., 2022). Este registro icnológico abarca más de 20 millones de años y presenta una elevada icnodiversidad, con la mayoría de los grupos principales de vertebrados representados (aves, mamíferos carnívoros, artiodáctilos, perisodáctilos, reptiles, etc.).

Gran parte de los yacimientos cenozoicos se localizan en los sectores Este (Cataluña, ej.: Santamaría et al., 1989-1990) y Oeste (Navarra, Álava y La Rioja, ej.: Díaz-Martínez et al., 2018), siendo

los yacimientos encontrados en Aragón más escasos. Además, hasta la fecha los yacimientos miocenos de Aragón no cuentan con estudios detallados, como el yacimiento de Casa de la Tejera (Fm. Uncastillo) o el de Sierra de Luna (Fm. Alcubierre), (Rabal-Garcés et al., 2018).

A los yacimientos miocenos previamente publicados se les suma un nuevo registro situado en la zona central de la Cuenca del Ebro, el yacimiento de Los Ibones, objeto de este trabajo y localizado en el tránsito entre las formaciones (Uncastillo y Alcubierre).

## Contexto geográfico y geológico

El yacimiento de Los Ibones se localiza en el Cerro de Los Ibones a unos 7 km al noroeste de la localidad oscen-

## RESUMEN

*El yacimiento de Los Ibones supone una nueva aportación al conocimiento del registro icnológico de vertebrados del Mioceno de la Cuenca del Ebro. El yacimiento se encuentra en la superficie de un nivel de calizas en el tránsito entre las formaciones Uncastillo y Alcubierre. Se corresponde con depósitos en un área encharcada de escasa profundidad sometida a exposición subaérea y localizada en zonas aluviales distales. El yacimiento se incluye en la UTS N1 T5 y se propone una edad Mioceno inferior como lo más probable. Se han identificado ocho icnitas de grandes dimensiones y bajo grado de preservación morfológica, no reconociéndose en su mayoría sus elementos anatómicos salvo con una excepción que muestra la presencia de dedos en posición anterior. Considerando su tamaño y forma, un mamífero de gran tamaño, posiblemente un perisodáctilo o un artiodáctilo, sería el productor más probable.*

**Palabras clave:** Cuenca del Ebro, Mioceno, huellas fósiles, *Perissodactyla*, *Artiodactyla*.

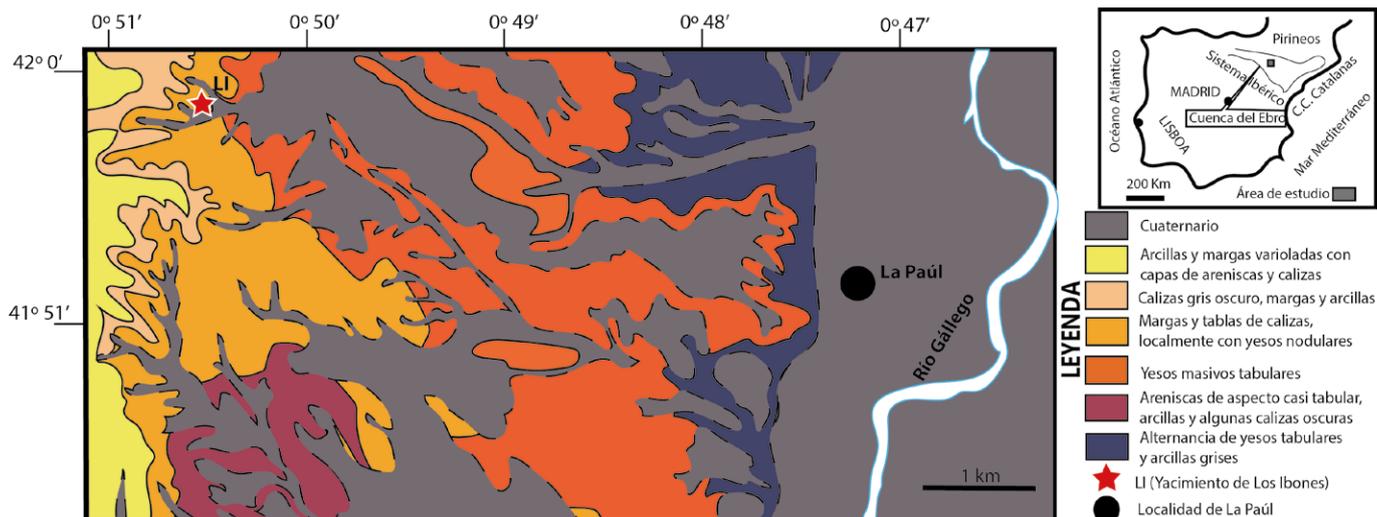
Fecha de recepción: 01/02/2023

Fecha de revisión: 20/04/2023

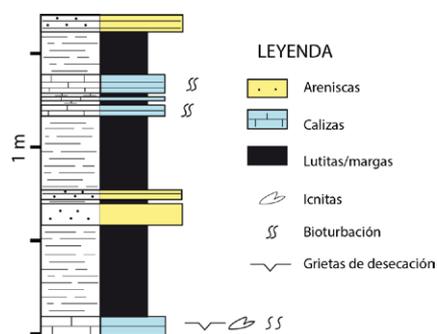
Fecha de aceptación: 26/05/2023

se de La Paúl (Fig. 1). Se encuentra en el techo de un estrato, con una superficie de afloramiento (de 10 m de longitud y 2,5 m de anchura), de calizas grises de textura *mudstone-wackestone* que buza unos 20° hacia el sureste. Además de la presencia de grandes icnitas redondeadas de vertebrados se observan marcas de bioturbación por raíces y grietas de desecación.

El yacimiento se sitúa en un conjunto en el que alternan margas, lutitas, calizas grises y areniscas grises y ocreas de grano fino a medio (Fig. 2). Se encuentra en la UTS N1 (T5) de Arenas (1993) y se corresponde con el tránsito entre las formaciones Uncastillo (Puigdefábregas, 1975) y Alcubierre (Quirantes, 1978). Pertenece a la unidad Remolinos-Lanaja del mapa de Zuera de la serie Magna (1:50000)



**Fig. 1.- Situación geográfica y geológica del yacimiento de Los Ibones (LI) (modificado de Soriano et al., 1990).**  
 Fig. 1.- Geographical and geological setting of the Los Ibones tracksite (LI) (modified from Soriano et al., 1990).



**Fig. 2.- Columna estratigráfica de la serie del yacimiento de Los Ibones. Ver figura en color en la web.**  
 Fig. 2.- Stratigraphic log of the Los Ibones tracksite section. See figure in color in the web.

asignada al Aragoniense (Soriano et al., 1990), si bien atendiendo a la edad propuesta para N1 por Pérez Rivarés et al. (2004), podría corresponderse con la parte más alta del Ramblense (tránsito MN3/MN4). La Fm. Uncastillo se compone de una alternancia de lutitas ocre y rojas con niveles tabulares y canaliformes de areniscas de grano fino-medio que progresivamente hacia el Sur dan paso a una alternancia de yesos y margas con intercalaciones calcáreas. Hacia techo de la formación tiene lugar el paso a una alternancia de margas y calizas que se corresponden con la Fm. Alcubierre, la cual presenta ocasionales intercalaciones de depósitos terrígenos y evaporíticos.

Los materiales de la Fm. Uncastillo en la zona central de la Cuenca del Ebro, donde se encuentra el yacimiento representan depósitos aluviales distales, de procedencia norte, por lo que la asociación litológica en la que se encuentra el yacimiento representa la transición entre estas zonas y las áreas lacustres someras

carbonatadas que se localizaban hacia el sur. En concreto, dadas sus características, el yacimiento de Los Ibones, representaría una zona encharcada de escasa profundidad sometida a exposición subaérea dentro de la llanura aluvial distal.

**Materiales**

En la superficie del yacimiento de Los Ibones se han identificado 8 icnitas distintas aisladas de grandes dimensiones. Se han medido las dimensiones de las icnitas: longitud total y anchura total (Tabla 1). Asimismo, se han clasificado atendiendo a su grado de preservación

Sigla	Grado de conservación	de Longitud (cm)	Anchura (cm)
LI 1	0	24	19
LI 2	1	23	20
LI 3	1.5	20	19
LI 4	1	30	29
LI 5	0	15	15
LI 6	0	28	24
LI 7	1	26	22
LI 8	0	21	17

**Tabla I.- Medidas y grado de preservación morfológica de las icnitas del yacimiento de Los Ibones.**

Table I.- Measurements and morphological preservation grade of the tracks from Los Ibones tracksite.

morfológica (Marchetti et al., 2019).

Además, se ha realizado un modelo 3D (Fig. 3.A) empleando técnicas de fotogrametría para la observación de los detalles de las icnitas. Para la realización de este modelo y el mapa de profundi-

dades de las icnitas se han empleado los programas Agisoft Metashape Standard Edition (v.1.6.5.11249. [www.agisoft.com](http://www.agisoft.com)) y Cloudcompare (<https://www.danielgm.net/cc/>) (Fig. 3.B).

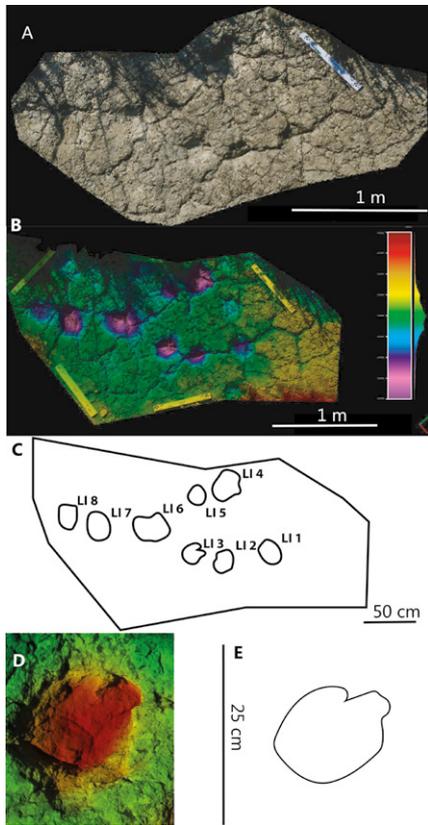
**Resultados**

En el yacimiento se distinguen 8 icnitas de grandes dimensiones que se encuentran aparentemente de forma aislada (aunque 6 de ellas tienen cierta lineación) y tienen morfología que varía de subcircular a ligeramente ovalada (longitud: 20-30 cm y anchura 15-19 cm) (Tabla I). Se observa una mayor longitud que anchura en todos los casos con excepción de LI5 (Fig. 3.C; Tabla I). En su mayoría no se ha reconocido la presencia de impresiones digitales en las icnitas, con la excepción de una única huella (LI3). En dicha icnita se observa una mejor definición de sus elementos anatómicos identificándose la presencia de dos dedos bien marcados, uno de los cuales posee mayores dimensiones y se encuentra más adelantado, y la posible impresión de un tercer dígito peor conservado (Fig. 3.D, 3.E).

No se ha podido determinar si se trata de huellas de manos o pies. La única excepción es la de una icnita de menores dimensiones (LI5) que se encuentra parcialmente solapada con otra icnita mayor, considerándose dicho solapamiento como el resultado del animal pisando con el pie (LI4) encima de la impresión de la mano (LI5).

La mayoría de las icnitas estudiadas poseen grados de preservación morfológica de 0 o 1 (Marchetti et al., 2019), es decir, una conservación pobre o muy pobre,

al no encontrarse preservados elementos anatómicos identificables en la mayoría de las icnitas y de presentar una elevada deformación. Por todo ello resulta difícil identificar el productor de las mismas, y su atribución icnotaxonómica.



**Fig. 3.- A) Modelo 3D del yacimiento de Los Ibones. B) Mapa de falso color según la profundidad del yacimiento de los Ibones. C) Mapa del yacimiento de Los Ibones y las icnitas observadas. D) Detalle de la icnita LI3 con posibles marcas de dedos en posición anterior. E) Mapa de falso color según la profundidad en detalle de la línea de contorno de la icnita LI3.**

Fig. 3.- A) 3D model of the Los Ibones tracksite. B) False-colour depth map of the Los Ibones tracksite. C) Sketch map of the Los Ibones tracksite. D) False-colour depth map of LI3 icnite with possible digit impressions in anterior position. E) Outline drawing of LI3 icnite.

**Discusión**

Debido a las grandes dimensiones, a la morfología de las icnitas y a la edad del yacimiento (Mioceno inferior, quizá en tránsito a Mioceno medio) el productor más probable sería un gran mamífero. Se han identificado tres grupos de grandes mamíferos en la cuenca del Ebro durante el Mioceno inferior/medio: los perisodáctilos, los artiodáctilos y los proboscídeos (Cuenca et al., 1992). Estos tres grandes grupos serían los mejores candidatos a

ser los productores de las icnitas.

Dentro de los perisodáctilos existen múltiples especies que debido a su talla pudieron ser los productores (Scherler et al., 2013), habiéndose identificado icnitas de dimensiones similares en otros yacimientos de icnitas europeos. En el Mioceno destaca el icnogénero *Rhinoceripeda* (Vialov, 1966), e icnitas asociadas tentativamente con el icnogénero *Palaeotheriopus* (Ellenberger, 1980; Gierlinski et al., 2007). El caso de los artiodáctilos también existen diversos posibles icnotaxones a los cuales asociar las icnitas estudiadas, relacionadas con icnogéneros miocenos de considerables dimensiones o bien didáctilos, como *Megapecoripeda* (Kordos, 1985), o tetradáctilos, como *Fustinianapodus* (Díaz-Martínez et al., 2020). Por último, los proboscídeos, atendiendo a la propuesta de Lucas et al. (2007), se encuentran representados en el Mioceno por el icnogénero *Proboscipeda* (Panin y Avram, 1962).

Respecto a su posible asociación con los perisodáctilos estos se caracterizan por tener un número impar de dígitos, observándose una posible situación similar en una de las icnitas estudiadas con mejor definición (LI3), donde aparentemente se intuye un dedo central de mayores dimensiones y dos laterales algo más retrasados. Esta interpretación crea dudas en relación a los dedos laterales ya que uno de ellos estaría mucho más marcado que el otro. Dentro de este grupo *Rhinoceripeda*, relacionado con rinocerontes, posee tres dedos en sus autópodos, con un dedo central de mayores dimensiones que los laterales, además de presentar una almohadilla en su parte posterior. En ocasiones, los detalles anatómicos usualmente no se conservan adecuadamente dando lugar a morfologías redondeadas similares a algunas de las icnitas observadas en el yacimiento de Los Ibones (Kordos, 1985; Guérin y Demathieu, 1993; Lucas y Jones, 2021). Sin embargo, otras icnitas estudiadas presentan una morfología más elongada con una dominancia de la longitud frente a la anchura.

Los artiodáctilos poseen una gran variedad de formas y grupos distintos, poseen una gran homogeneidad en la morfología de sus autópodos, aunque se pueden separar en dos grupos atendiendo a si presentan 2 o 4 dígitos. Además, en los casos de peor conservación se observan morfologías similares (Díaz-Martínez et al., 2020; Linares et al., 2021) a

las encontradas en el yacimiento de Los Ibones. La única huella del yacimiento con impresiones digitales (LI3) posee una morfología que no coincide con lo observado en las huellas de dichos grupos cuando están bien preservadas pero que recuerda a algunas icnitas de artiodáctilo del yacimiento de Abiego en el caso de icnitas profundas y bajo grado de conservación (Linares et al., 2021; este volumen).

Las icnitas de proboscídeos son huellas de grandes dimensiones con forma ovalada-semicircular (Aramayo et al., 2015), presentan dedos cortos y romos en posición anterior, que no coincide con lo observado en las icnitas estudiadas.

También hay que tener en cuenta que debido a las características de las icnitas (ausencia de detalles anatómicos, baja definición, redondez, etc.) existe la posibilidad de que no se trate de icnitas verdaderas sino de subhuellas, lo cual dificultaría la asociación de las mismas a uno de estos grupos. Así, cabe la posibilidad que los grandes mamíferos pisaran en el nivel de lutitas superior al nivel carbonatado (Fig. 2) donde actualmente observamos las icnitas. En el caso de ser subhuellas, las dimensiones obtenidas (Tabla 1) serían mayores que las de las huellas reales producidas en la superficie de paso (Milàn y Bromley, 2006).

Atendiendo a los datos arriba mencionados (falta de detalles anatómicos claros en muchas de las icnitas, posibilidad de que sean subhuellas) es complicado llegar a una conclusión clara sobre la asociación de las icnitas con un productor concreto. Se considera que el productor de las icnitas se corresponde con un mamífero de grandes dimensiones o bien un perisodáctilo (en el caso de que LI3 sea realmente tridáctila) o un artiodáctilo (si esta forma es consecuencia de la deformación) teniendo en cuenta que son icnitas algo alargadas.

**Conclusiones**

El yacimiento de Los Ibones es un nuevo yacimiento de icnitas en el Mioceno de la Cuenca del Ebro. Se localiza en la superficie de un nivel de calizas, con marcas de bioturbación y grietas de desecación en el tránsito entre las formaciones Uncastillo y Alcubierre. Se propone como edad más probable para el mismo Mioceno inferior (Ramblense, en tránsito al Aragoniense), en el tránsito entre las biozonas MN3/MN4. En el yacimiento se

han reconocido 8 icnitas aisladas con mal estado de conservación que ha impedido establecer de forma concreta el productor de las mismas. Los datos apuntan a que se trataba de un mamífero de grandes dimensiones que posiblemente perteneciera al grupo de los perisodáctilos o de los artiodáctilos.

### Contribución autores

Linares: Estructura del trabajo, metodología, adquisición de datos, edición, figuras, revisión del manuscrito, investigación/análisis, coordinación.

Luzón: Estructura del trabajo, adquisición de datos, figuras, revisión del manuscrito, coordinación.

Canudo: Estructura del trabajo, revisión del manuscrito.

Castanera: Estructura del trabajo, metodología, adquisición de datos, revisión del manuscrito, coordinación.

### Agradecimientos

Este trabajo está financiado por los grupos de investigación Argosaurus, recursos geológicos y paleoambientes, Geotransfer y E04\_20R FOCONTUR del Gobierno de Aragón, y los proyectos PID2019-108705-GB-I00, PID2021-122612OB-I00 y Unidad de Paleontología de Teruel, financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Gobierno de España).

Gracias a los revisores han ayudado a mejorar el manuscrito.

### Referencias

Aramayo, S.A., de Bianco, T.M., Bastianelli, N.V. y Melchor, R.N. (2015). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 439, 144-165. <https://doi.org/gpbzn9>

- Arenas, C. (1993). *Sedimentología y paleogeografía del Terciario del Margen Pirenaico y sector central de la Cuenca del Ebro (zona aragonesa occidental)*. Tesis doctoral, Univ. Zaragoza, 858 pp.
- Astibia, H., Suberbiola, X.P., Payros, A., Murelaga, X., Berreteaga, A., Baceta, J.I. y Badiola, A. (2007). *Ichnos*, 14(3-4), 175-184. <https://doi.org/fkbtqj>
- Cuenca, G., Canudo, J. I., Laplana, C. y Andrés, J. A. (1992). *Acta Geológica Hispánica*, 127-143.
- Díaz Martínez, I., Suarez Hernando, O., Martínez García, B.M., Larrasoña, J. C. y Murelaga, X. (2016). <https://doi.org/jt6c>
- Díaz Martínez, I., Murelaga, X., y Astibia, H. (2018). En *Registro fósil de los Pirineos occidentales: bienes de interés paleontológico y geológico. Proyección social* (pp. 161-168). Servicio Central de Publicaciones= Argitalpen Zerbitzu Nagusia.
- Díaz-Martínez I., Suárez-Hernando O., Larrasoña J.C., Martínez-García B.M., Baceta J.I. y Murelaga X. (2020). *Scientific reports*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/gqjg4w>
- Ellenberger, P. (1980). *Palaeovertebrata, Mémoire Jubilé R. Lavocat*: 37-78.
- Gierlinski, G.D., Adach, L. y Niedzwiedzki, G. (2007). *Cenozoic vertebrate tracks and traces, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 42, 5-6.
- Guérin, C. y Demathieu, G. (1993). *Geobios*, 26(4), 497-513. <https://doi.org/cxqzn5>
- Kordos L. 1985. *Geologica Hungarica*. 46, 257-415.
- Linares Montes, M., Canudo, J.I., Luzón, A. y Castanera, D. (2021). *Comunicações Geológicas*, 108, 103-107. <https://doi.org/jt5n>
- Linares Montes, M., Luzón, A., Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I. y Castanera, D. (2022). *Historical Biology*, 1-21. <https://doi.org/10.1080/08912963.2022.2104644>
- Lucas, S.G. y Jones, G.E. (2021). *Fossil Record*, 7, 82, 237.
- Lucas, S.G., Allen, B.D., Morgan, G.S., Myers, R.G., Love, D. W. y Bustos, D. (2007). *Cenozoic Vertebrate Tracks and Traces*, 42, 149-154.
- Marchetti, L., Belvedere, M., Voigt, S., Klein, H., Castanera, D., Díaz-Martínez, I., ... y Farlow, J. O. (2019). *Earth-Science Reviews*, 193, 109-145. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.04.008>
- Milà, J. y Bromley, R.G. (2006). *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 231(3), 253-264. <https://doi.org/dgx2dw>
- Panin N. y Avram E. (1962). *Studii si Cercetari de Geologie*, 7, 455-484.
- Pérez-Rivarés, F.J., Garcés, M., Arenas, C. y Pardo, G. (2004). *Geologica Acta: an international earth science journal*, 2(3), 221-234.
- Puigdefabregas, C. (1975). *Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos*, 104, 188 pp.
- Quirantes J. (1978). *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros*. Instituto Fernando el Católico, (C.S.I.C.), Diputación Provincial de Zaragoza.
- Rabal-Garcés, R., Castanera, D., Luzón, A., Barco, J.L. y Canudo, J.I. (2018). *Geoh Heritage*, 10(3), 499-509. <https://doi.org/gd63rf>
- Santamaría, R., López, G. y Casanovas-Cladellas, L. (1989-1990). *Paleontología y evolució*, 23, 141-152.
- Scherler, L., Mennecart, B., Hiard, F. y Becker, D. (2013). *Swiss Journal of Geosciences*, 106, 349-369. <https://doi.org/f5h6cb>
- Soriano, C., Álvaro, M., Ortega, I. y Hernández, A. (1990) *Mapa Geológico de España 1:50.000, hoja n° 323 (Zuera) y memoria*. IGME, Madrid, 65 p.
- Vialov, O.S. (1966). Sledy zhiznedeyatel'nosti organizmov i ikh paleontologicheskoe znachenie. *Akademii Nauk Ukrainan, SSSR*, 29 p.