



Corresponding author:

H. Barrera Lahoz
hectorpaleodevon@gmail.com

Journal webpage:

<http://cienciasdaterra.novaidfct.pt/>

Copyright:

© 2021 H. Barrera Lahoz. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

The upper Lochkovian (Lower Devonian) palaeoichthyofauna of the Nogueras Formation (Iberian Range): palaeoecological applications

La paleoictiofauna del Lochkoviense superior (Devónico Inferior) de la Formación Nogueras (Cordillera Ibérica): aplicaciones paleoecológicas

H. Barrera Lahoz¹

¹ Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva, Universitat de València, C/Catedràtic José Beltrán Martínez 2, 46.980, Paterna, València, Spain.

Abstract

The Lower Devonian Nogueras Formation is characterised by its fossiliferous richness, especially in fossil vertebrates. Many studies have provided important palaeobiological, palaeobiogeographical and palaeoecological information. We pretend to carry out a study of this palaeoichthyofauna through a sampling of several selected layers and a taxonomical study. Also a palaeoecological approximation of one of the sampled layers will be performed in order to support the sedimentological data in the palaeoenvironmental reconstruction. The fossil fish assemblage is mainly composed of acanthodians, also other groups like chondrichthyans and placoderms appear in the assemblage. The palaeontological data, along with the sedimentary data, suggest an environment of shallow marine shelf and protected.

Keywords: acanthodians, chondrichthyans, placoderms, marine shelf.

Resumen

La Formación Nogueras del Devónico Inferior se caracteriza por su riqueza fosilífera, especialmente en vertebrados fósiles. Numerosos estudios han aportado importante información paleobiológica, paleobiogeográfica y paleoecológica. Se pretende realizar un estudio de esta paleoictiofauna a través de un muestreo de varias capas seleccionadas y estudio taxonómico. También se va a realizar una aproximación paleoecológica de una de las capas muestreadas para apoyar los datos sedimentarios en la reconstrucción paleoambiental. La asociación de peces fósiles se compone en su mayoría de acantodios y también de otros grupos como condriictios y placodermos. Los datos paleontológicos en conjunto con los sedimentarios sugieren un ambiente de plataforma marina somera y protegida.

Palabras clave: acantodios, condriictios, placodermos, plataforma marina.

ISSN: 0254 - 055X
eISSN: 2183 - 4431

1. Introducción

El estudio de los vertebrados fósiles del Devónico en España ha tenido un importante desarrollo, destacando el área de la Cordillera Ibérica, cuyas formaciones geológicas (Fig. 1A) con restos de peces han aportado relevante información paleobiológica, paleobiogeográfica y paleoecológica (Dupret *et al.*, 2011; Botella *et al.*, 2012; Botella, 2018). La Formación Nogueras (Lochkoviense y Pragiense) destaca por su mayor abundancia de estos restos fósiles. Desde la propia definición por Carls & Gandl (1968) se menciona la presencia de restos fósiles de peces. En las décadas de los 80 y 90 se

estudian estos restos en mayor profundidad, sobre todo microfósiles de escamas, dientes y placas óseas (Wang, 1993). En las últimas décadas se realizó una importante revisión de las colecciones obtenidas y preparadas por Peter Carls durante más de 50 años y también nuevas colecciones de otras áreas (Botella, 2005). Los materiales del Paleozoico del sector aragonés de la Cordillera Ibérica se localizan en dos grandes estructuras llamadas Cadenas Ibéricas, formadas por diferentes unidades estructurales (Carls & Valenzuela-Ríos, 2002). Los materiales del Devónico se localizan en la Unidad de Herrera (Fig. 1B). El área de estudio, denominada por Peter Carls,

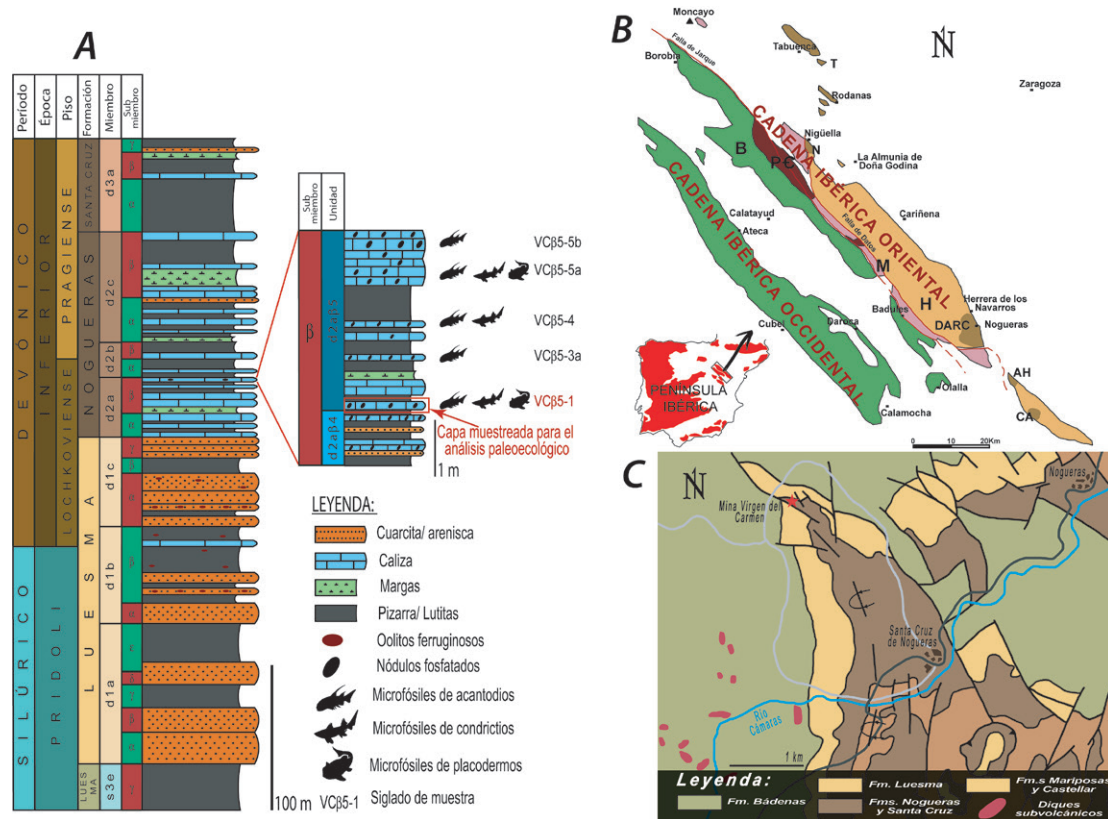


Fig. 1. - A- Pridoli-Pragian synthetic stratigraphic log of the ACDR (modified from Carls & Valenzuela-Ríos, 1999) and enlargement of the log carried out at the Virgen del Carmen Mine section. B- geological situation of the Iberian Chains: PC (garnet) Precambrian outcrops, M (purple) Mesones Unit, B (green) Badules Unit, H (brown) Herrera Unit. The dark brown areas represent Devonian outcrops: ACDR (Axial Depression of the Cámaras River), N (Nigüella), T (Tabuena), AH (Anadón-Huesa), CA (Cabezos Altos), the red star marks the area of study (modified from Carls & Valenzuela-Ríos, 2002). C- geographical location of the area of study (red star) in the ACDR (modified from Pérez-Pueyo *et al.*, 2018).

Depresión Axial del Río Cámaras (DARC) (Carls & Valenzuela-Ríos, 1999), es la zona con mayor extensión de afloramientos de rocas del Devónico, la zona de estudio y muestreo corresponde a la mina Virgen del Carmen (Fig. 1C). La Formación Nogueras se compone de tres miembros estratigráficos (d2a, d2b y d2c), de una potencia media de 140 metros, la litología general se compone de calizas, lutitas y areniscas. Se caracteriza por ser la primera formación con rocas carbonatadas desde el Ordovícico Superior y sus ambientes sedimentarios pertenecían a los de una plataforma marina somera (Villas *et al.*, 2018, Valenzuela-Ríos *et al.*, 2019).

Los objetivos de este trabajo son la obtención y estudio taxonómico de restos fósiles a través de muestreos de varias capas de la parte superior del miembro d2a de la Formación Nogueras, de edad Lochkoviense superior. Estas capas corresponden a la unidad d2aβ5 (Fig. 1A). Además, se ha realizado una aproximación paleoecológica de una de las capas muestreadas (VCβ5-1), seleccionada apoyándose en las interpretaciones sedimentológicas de Pérez-Pueyo *et al.*, 2018.

2. Material y métodos

Para la extracción de los restos fósiles, en este caso escamas, placas óseas y dientes se muestrearon varias capas pertenecientes a la unidad d2aβ5. Se recogieron muestras de entre 1-3 kg y se disolvieron en ácido acético diluido al 15%. El análisis paleoecológico se ha realizado en una capa muestreada seleccionada (muestra VCβ5-1). Ha consistido en un conteo de las escamas recuperadas y un análisis tafonómico a través de las interpretaciones y la literatura. Para la realización del análisis paleoecológico es de especial importancia conocer el estado tafonómico de los restos recuperados, para determinar el grado de autoctonía de dichos restos. El análisis sedimentario a la capa correspondiente al análisis, determina que pertenece a facies de calizas con braquiópodos in situ y poco transporte sedimentario, probablemente de ambientes protegidos (Pérez-Pueyo *et al.*, 2018). Todo el material obtenido para los estudios taxonómicos y paleoecológicos han sido depositados en la Universidad de Zaragoza.

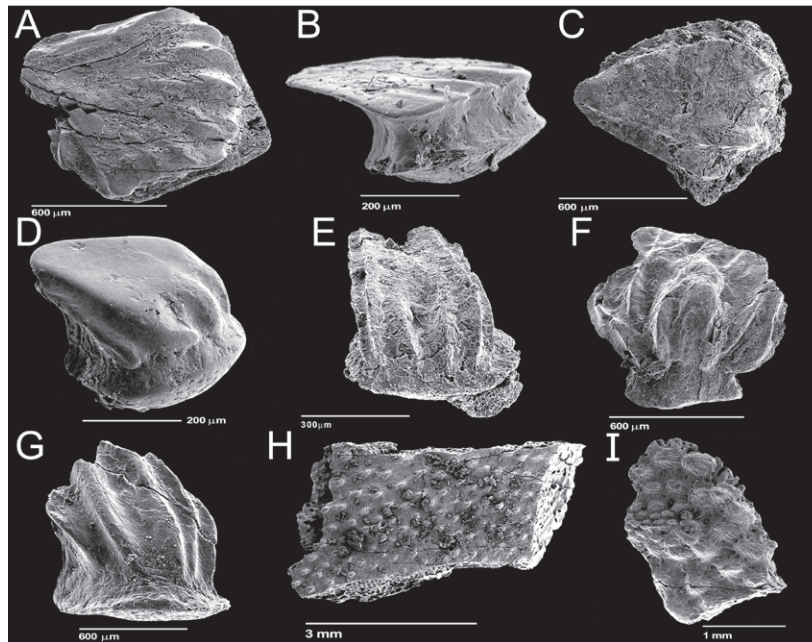


Fig. 2. -A- MPZ-2020/43, *Cheiracanthoides comptus*, crown view, sample VCβ5-1. B- MPZ-2020/44, *Nostolepis maderi*, lateral view, sample VCβ5-1. C- MPZ-2020/45, *Nostolepis striata*, crown view, VCβ5-1. D- MPZ-2020/46 juvenile *Nostolepis striata*? lateral view, sample VCβ5-4. E- MPZ-2020/47 *Lunalepis leonensis*, rostral view, sample VCβ5-1. F- MPZ-2020/48 *Cladolepis* sp., rostral view, sample VCβ5-1. G- MPZ-2020/49 *Leonodus carlsi*, rostral view, sample VCβ5-1. H- MPZ-2020/50 *Ohioaspis tumulosa*, external view, sample VCβ5-1. I- MPZ-2020/51 *Ohioaspis tumulosa*, external view, sample VCβ5-1.

3. Resultados

En el estudio de la unidad d2aβ5 de la Formación Nogueras se han identificado escamas de tres taxones de acantodios: *Cheiracanthoides comptus* (Fig. 2A), *Nostolepis maderi* (Fig. 2B) y *Nostolepis striata* (Fig. 2C, D). También escamas de tres taxones de condriictios: *Cladolepis* sp. (Fig. 2F), *Leonodus carlsi* (Fig. 2G) y *Lunalepis leonensis* (Fig. 2E) y un diente de *Leonodus carlsi*. Por último, placas óseas del placodermo *Ohioaspis tumulosa* (Fig. 2H, I). Las escamas de acantodios son las más recurrentes, siendo *Nostolepis striata* el taxón más abundante. Muchas escamas atribuidas a este taxón se han descrito como posibles juveniles, siendo de menor

tamaño que al tamaño establecido para los adultos.

El análisis tafonómico de la capa VCβ5-1, seleccionada siguiendo el trabajo de Pérez-Pueyo *et al.* (2018) revela que los microfósiles obtenidos muestran una baja clasificación debido a la gran disparidad de tamaños, por lo que confirma la autoctonía de los restos debido al escaso transporte sedimentario. En la muestra VCβ5-1, seleccionada para el análisis paleoecológico se ha realizado un conteo de un total de 158 de restos fósiles de escamas (Fig. 3A).

El grupo de peces que más abundan en la unidad d2aβ5 son los acantodios, adaptados tanto a medios próximos a la costa como más pelágicos, no obstante los acantodios del Devónico Inferior

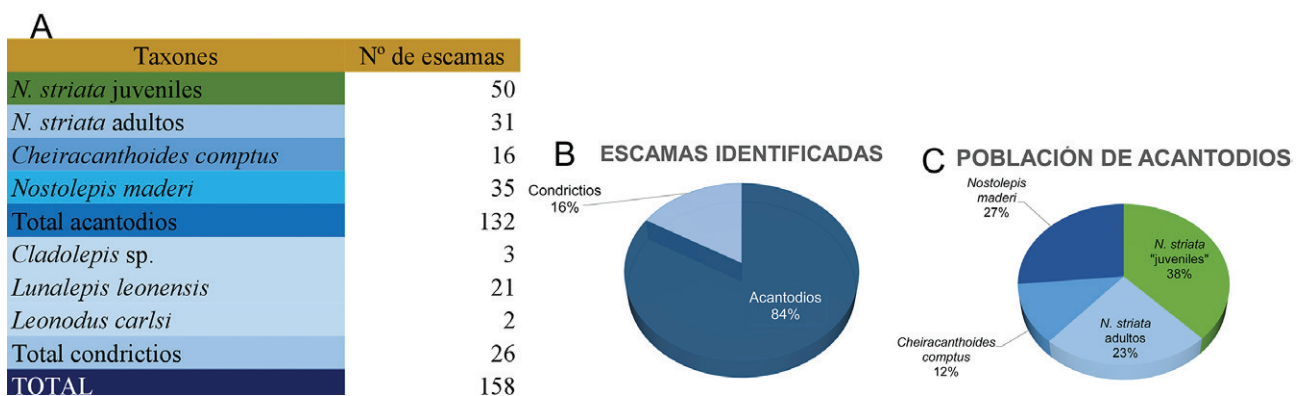


Fig. 3. -A- Table with the counted scales each identified taxon of sample VCβ5-1 used for the paleoecological analysis for. B- Abundance chart of counted scales of the two main groups of fishes. C- Abundance chart of counted acanthodian scales.

habitaban preferentemente los ambientes de plataforma proximal (Denison, 1979). La Figura 3C representa la abundancia de diferentes taxones de acantodios, mostrando la presencia de posibles ejemplares de *N. striata* juveniles. El segundo grupo más abundante, los condriactos, adaptados a diferentes ambientes, preferentemente a medios más pelágicos (Zangerl, 1981). También se han encontrado restos del placodermo *O. tumulosa*, que puede aportar información paleoecológica. Este placodermo, del grupo de los rhenánidos, tiene un modo de vida bentónico y de medios poco profundos y de plataforma (Moy-Thomas & Miles, 1971).

4. Discusión y conclusiones

Los datos obtenidos permiten interpretar el ambiente como de aguas poco profundas y protegidas situadas en una plataforma continental somera en la zona nerítica, siendo este análisis congruente con el trabajo de Pérez-Pueyo y colaboradores (2018). La posible presencia de ejemplares juveniles estaría apoyada por las interpretaciones sedimentológicas como posible presencia de estructuras que pueden aportar protección como bajíos, debido a que los acantodios juveniles se desarrollan preferentemente en zonas a aguas protegidas (Botella *et al.*, 2012; Pérez-Pueyo *et al.*, 2018).

Como conclusiones, la fauna que queda representada por los muestreos estaba dominada por acantodios que habitaban aguas de plataforma somera junto con condriactos primitivos y placodermos. Este estudio ha aportado información a la hora de reconstruir el paleoambiente de un momento concreto durante el Lochkoviense superior, que junto con otros estudios de diferentes disciplinas como la sedimentología, ayudan a comprender la paleoecología y los ambientes sedimentarios.

Agradecimientos

Agradecer al Doctor Héctor Botella por la ayuda y bibliografía prestada. También, agradecer al Profesor Antonio López por la ayuda logística prestada y la explicación de la tectónica de la zona y la presentación de la mina Virgen del Carmen.

Referencias

- Botella H. (2005) - *Microictiolitos del Devónico Inferior de Nigüella (Cordillera Ibérica); consideraciones paleobiológicas e hidrodinámicas de condriactos y agnatos primitivos*. PhD Thesis, Universidad de València, 270 p.
- Botella H. (2018) - Los vertebrados basales del Devónico de

Aragón. In: Zamora S. (Ed.), *Memorias de las XIII Jornadas Aragonesas de Paleontología. Fósiles: nuevos hallazgos paleontológicos en Aragón*. Homenaje al Profesor José Luis Sanz. XIII Jornadas Aragonesas de Paleontología. Institución Fernando el Católico, 49–65.

- Botella H., Martínez-Pérez C. & Soler-Gijón R. (2012) - *Machaeracanthus goujeti* n. sp. (Acanthodii) from the Lower Devonian of Spain and Northwest France, with special reference to spine histology. *Geodiversitas* 34(4), 761–783.
- Carls P. & Gandl J. (1968) - The Lower Devonian of the Eastern Iberian Chains (NE Spain) and the distribution of its Spiriferacea, Acastarinae and Asteropyginae. In: International Symposium on the Devonian System, Calgary, 1967, Vol. 2, 453–464.
- Carls P. & Valenzuela-Ríos J. I. (1999) - Similitudes y diferencias estratigráficas entre el Pridoliense-Praguense celtibérico y armoricano. *Revista Española de Paleontología* 14, (2), 115–128.
- Carls P. & Valenzuela-Ríos J. I. (2002) - Devonian-Carboniferous rocks from the Iberian Cordillera. In: García-López S. & Bastida F. (Eds.), *Palaeozoic conodonts from Northern Spain*. Instituto Geológico y Minero de España, serie Cuadernos del Museo Geominero, Madrid. Nº 1, 299 – 314.
- Denison R. H. (1979) - Volume 5: Acanthodii. In: Schultze H. P. (Ed.), *Handbook of Paleichthyology*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 62 p.
- Dupret V., Carls P., Martínez-Pérez C. & Botella H. (2011) - First Perigondwanan record of actinolepids (Vertebrata: Placodermi: Arthrodira) from the Lochkovian (Early Devonian) of Spain and its palaeobiogeographic significance. *Paleocol. Palaeogeogr. Palaeocl.* 310, 273–282.
- Moy-Thomas J. A. & Miles R. S. (1971) - *Palaeozoic fishes* (2nd Edition, extensively revised by Miles, R. S.). Chapman and Hall Ltd, London, 259 p.
- Pérez-Pueyo M., Bádenas B. & Villas E. (2018) - Sedimentology and paleontology of the Lower Member of the Nogueras Fm. (Lower Devonian) at Santa Cruz de Nogueras (Teruel, NE Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España* 31(1), 89–104.
- Valenzuela-Ríos J. I., Carls P., Dojen C., Martínez-Pérez C., Ferrón H. G., Botella H., Cascales-Miñana B. & Liao J. C. (2019) - Pridoli to Early Devonian marine and terrestrial communities and strata from the Eastern Iberian Chain. In: Zamora S. & Rábano I. (Eds.), *63rd Annual Meeting of the Palaeontological Association*. 2019- Valencia Spain. Field guidebook. Cuadernos del Museo Geominero 31, 124 p.
- Villas E., Colmenar J., García-Alcalde J., Carls P., Herrera Z., Zamora S. & Valenzuela-Ríos J. I. (2018) - Ordovician to Early Devonian Brachiopods from the Eastern Iberian Chain. In: García Joral F., Villas E., Baeza-Carratalá J. F. (Eds.), *Paleozoic and Mesozoic Brachiopods of East Spain*. 8th International Brachiopod Congress, Field Guide Book for The El Field Trip, 17–48.

- Wang R. (1993) - *Taxonomie, Palökologie und Biostratigraphie der Mikroichthyolithen aus dem Unterdevon Keltiberiens, Spanien*. PhD Thesis, Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 204 p.
- Zangerl R. (1981) - Volume 3A: Chondrichthyes I, Paleozoic Elasmobranchii. In: Schultze H. P. (Ed.), *Handbook of Paleoichthyology*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 115 p.