



First approach to the paleohistology of the hadrosaur dinosaurs from Blasi 2A (Trempe Formation, Maastrichtian, Huesca)

Aproximación paleohistológica de los dinosaurios hadrosáuridos del yacimiento Blasi 2A de Arén (Formación Trempe, Maastrichtiense, Huesca)

A. Mayayo-Lainez¹, M. Alegre-Esteve¹, B. Bauluz¹ & J. I. Canudo¹

¹Grupo Aragosaurus-IUCA Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 5009 Zaragoza, Spain.

Corresponding author:

A. Mayayo-Lainez
anamayayo5@gmail.com

Journal webpage:

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

Copyright:

© 2021 A. Mayayo-Lainez *et al.* 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.

Abstract

In this work, a paleohistological approach of hadrosaurid dinosaur bones of Blasi 2A site in Arén (Huesca) is carried out. This site is located in the Trempe Formation and was formed in transitional facies. The grey marl of the site contains disarticulated dinosaur bones and a diverse microfossil assemblage. Some of the microfossils found indicate that the site was formed underwater, although no direct evidence of marine influence has been found.

In order to study the histology of the hadrosaurids by means of optical microscopy, six bone remains have been selected: two ribs, two femurs and two vertebrae. The histologic characteristics will determine the ontogenetic stage of the remains at the moment of the death. The data indicate that three of the individuals were adult, two were subadult specimens, and only one was a juvenile individual.

Keywords: Paleohistology, hadrosaurids, Trempe Formation, paleoecology.

Resumen

En este trabajo se realiza una aproximación paleohistológica de los dinosaurios hadrosáuridos del yacimiento Blasi 2A en Arén (Huesca). Este yacimiento se sitúa en la parte inferior de la formación Trempe, formada en facies transicionales. Las margas grises del yacimiento contienen huesos desarticulados de dinosaurios y diversos restos de microfósiles. Algunos de los microfósiles indican que la acumulación se formó bajo el agua, aunque no hay claras evidencias de influencia marina.

Para estudiar la histología de los hadrosáuridos mediante un microscopio óptico, se han seleccionado seis huesos: dos costillas, dos fémures y dos vértebras. Las características histológicas permiten determinar el estadio ontogenético de los hadrosáuridos. Los datos indican que tres de los individuos eran adultos, dos eran subadultos y sólo uno era juvenil.

Palabras clave: Paleohistología, hadrosaurios, formación Trempe, paleoecología.

ISSN: 0254 - 055X
eISSN: 2183 - 4431

1. Introducción

Los hadrosáuridos son un grupo de dinosaurios herbívoros muy abundantes en el Maastrichtiense del Pirineo de Huesca (Cruzado-Caballero *et al.*, 2010), donde se han descrito las especies *Arenysaurus* y *Blasisaurus* en los yacimientos Blasi 1 y 3, respectivamente (Arén, Huesca; Puértolas-Pascual *et al.*, 2018). En la misma sección donde se hallan estos dos yacimientos se encuentra Blasi 2A. Hasta el momento, los trabajos paleohistológicos en la

formación Trempe han sido escasos, únicamente Company *et al.* (2015) en niveles estratigráficos algo más modernos, donde caracterizan la presencia del euhadrosáurido adulto más pequeño registrado hasta la fecha para todo el mundo.

Geológicamente, Blasi 2A se encuentra en el sector occidental del sinclinal de Trempe, en la cuenca de Trempe-Graus donde afloran las formaciones Arenisca de Arén y Trempe (Mey *et al.*, 1968).

La formación Trempe es el nombre que se le da

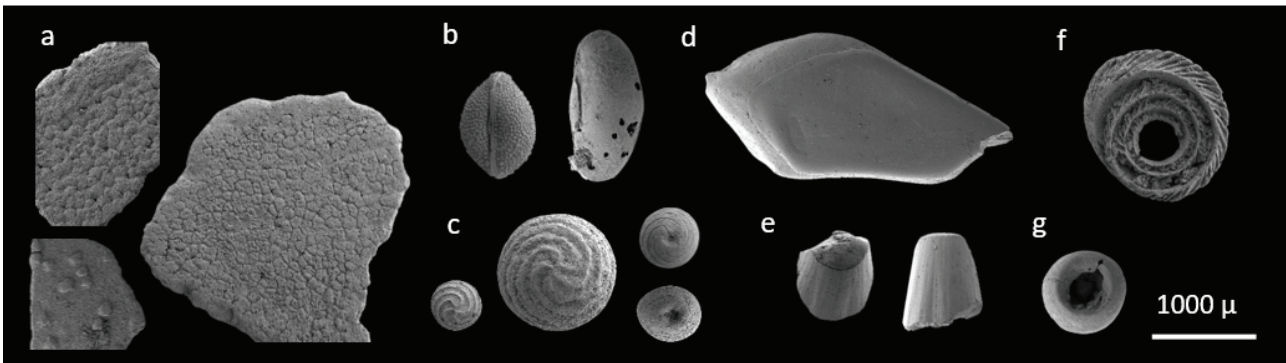


Fig. 1. -Microfossils from Blasi 2A site. A- Tetrapod eggshells; B- Ostracods; C- Charophytes; D- Osteichthyes scale; E- Osteichthyes teeth; F- Gastropod operculum; G- Indeterminate seed. .

a las facies garumnienses que afloran en esta zona. Esta formación se puede dividir en cuatro unidades litológicas menores: Garumniense gris, Garumniense rojo inferior, calizas de Vallcebre y Garumniense rojo superior (Rosell *et al.*, 2001). Blasi 2A se sitúa en el Garumniense gris. Esta unidad está compuesta por lutitas grises con algunas capas de areniscas y calizas intercaladas, depositadas en áreas protegidas amplias y poco profundas de salinidad variable (Puértolas-Pascual *et al.*, 2018). En el análisis de los microfósiles de Blasi 2A se han encontrado gasterópodos, carofitas, semillas, ostrácodos, escamas y dientes de pez, fragmentos de cáscaras de huevo, restos vegetales y esquirlas de huesos rodadas (Fig. 1). De este contenido en microfósiles se puede deducir que la zona se encontraba bajo una lámina de agua, que podría ser o no permanente. Dada la ausencia de foraminíferos planctónicos no hay claras evidencias de influencia marina.

El objetivo de este trabajo es realizar las primeras observaciones paleohistológicas de restos de hadrosáuridos del yacimiento Blasi 2A y, a partir de los datos obtenidos, caracterizar la población de hadrosáuridos conservados en este yacimiento.

2. Material y métodos

Para realizar el análisis paleohistológico se seleccionaron 6 huesos (dos costillas, dos fémures y dos vértebras) de la colección del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza (Canudo, 2018) identificados como Hadrosauria indet. en Cruzado-Caballero (2012). Las muestras fueron procesadas en el Servicio de Preparación de Rocas y Materiales Duros del Servicio de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza. Se realizaron 11 láminas delgadas con un grosor de 100 μm que fueron estudiadas con un microscopio petrográfico Olympus Cx41 para realizar las descripciones histológicas.

3. Resultados

Las observaciones y la interpretación paleohistológica se han basado en Padian & Lamm (2013).

En general, la composición de los huesos es de fluorapatito. Los rellenos de las cavidades vasculares son de calcita de tamaño micrítico a esparítico. También aparecen óxidos de hierro rellenando y tapizando cavidades, algunos de ellos con morfologías lenticulares y framboidales. En algunas de las muestras (MPZ2020/37 y MPZ2020/39) se han encontrado cristales de barita de tamaño micrométrico en las cavidades vasculares.

MPZ2020/37 corresponde con un fragmento de fémur que conserva tanto el hueso compacto como el esponjoso, estando éste último muy reducido. En el tejido compacto se observan zonas con patrón vascular laminar y zonas con patrón vascular reticular. En esta última zona se observan osteonas secundarias superpuestas (Fig. 2A).

MPZ2020/38 corresponde con el fragmento distal de un fémur de pequeño tamaño. Se conserva tanto el hueso esponjoso como el compacto. El hueso compacto presenta un patrón vascular longitudinal. Se observan osteonas secundarias con una leve superposición y la matriz intersticial. La capa más externa de la corteza presenta osteonas primarias maduras y una baja organización vascular (Fig. 2B).

MPZ2020/39 corresponde con un fragmento de costilla que conserva tanto el hueso compacto como el hueso esponjoso en proporciones similares. El hueso compacto presenta patrón vascular longitudinal. Se observan osteonas secundarias superpuestas. En el hueso esponjoso hay una zona en la que las trabéculas se encuentran muy fragmentadas (Fig. 2C).

MPZ2020/40 es un fragmento de costilla que presenta preservado el hueso el compacto y el esponjoso, siendo éste último el más abundante.

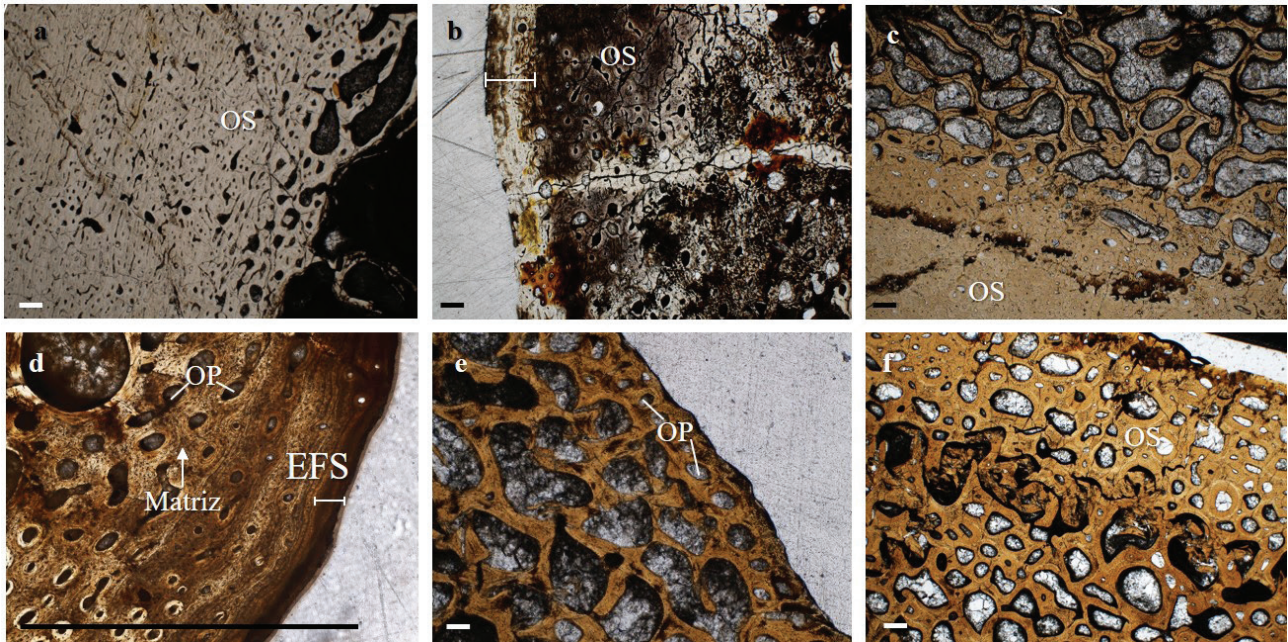


Fig. 2. -Thin sections of the samples studied. Images taken by an optical microscope Olympus AX-70 with a camera Olympus E-330 of 7,5 megapixels attached from the Servicio de Microscopía Óptica e Imagen (SAI). A- MPZ2020/37; B- MPZ2020/38; C- MPZ2020/39; D- MPZ2020/40; E- MPZ2020/41; F- MPZ2020/42. Scale bar = 400µm

El tejido compacto presenta un patrón vascular longitudinal y se observan osteonas primarias y matriz intersticial. En la capa más externa del hueso se observa tejido fundamental externo (EFS; Fig. 2D).

MPZ2020/41 corresponde con un fragmento de vértebra. Ésta conserva tanto el hueso compacto como el esponjoso. En esta muestra el hueso esponjoso es muy abundante, y el compacto está muy reducido. El hueso compacto presenta patrón vascular longitudinal y se observan únicamente osteonas primarias. El hueso esponjoso presenta zonas con las trabéculas fragmentadas (Fig. 2E).

MPZ2020/42 corresponde con un fragmento de un centro vertebral con hueso compacto y esponjoso preservado. El hueso compacto se encuentra muy reducido en algunas zonas y tiene un patrón vascular longitudinal. Se observan osteonas secundarias superpuestas. En el hueso esponjoso se observa una zona con las trabéculas muy fragmentada (Fig. 2F).

4. Discusión y conclusiones

Inferir datos paleobiológicos, como la ontogenia, de los organismos del pasado a través de sus fósiles no es sencillo. Si bien las observaciones de los fósiles en visu pueden aportar algún dato, se requieren otro tipo de análisis para obtener información más fiable y completa. La paleohistología permite conocer la ontogenia de los individuos mediante la observación de las estructuras que forman el tejido óseo.

En el hueso esponjoso de algunas de las muestras estudiadas (MPZ2020/39, MPZ2020/41 y MPZ2020/42) se han encontrado zonas con las trabéculas muy fragmentadas. Esta fragmentación probablemente tuvo lugar durante la diagénesis, y se desarrolla en el hueso esponjoso ya que es el que opone menor resistencia a la deformación.

Antes de presentar la ontogenia de cada una de las muestras hay que aclarar que no hay indicios de que sean restos de distintos individuos. Se van a presentar los datos de mayor a menor estadio ontogénico.

En el hueso compacto de la muestra MPZ2020/37 aparecen osteonas secundarias superpuestas, lo que indica remodelación, y el tejido trabecular se encuentra reducido. Estas características indican una etapa muy avanzada en el crecimiento del hueso, por lo que el individuo debía ser de adulto a senil.

En las muestras MPZ2020/39 y MPZ2020/42 aparecen osteonas secundarias superpuestas, que indican un estado de remodelación ósea avanzada, por lo que se trata de ejemplares adultos.

Las muestras MPZ2020/40 y MPZ2020/38 han alcanzado la madurez ya que presentan EFS y una capa externa con menor organización vascular, respectivamente. Ninguna de estas muestras presentan características que indiquen una remodelación ósea avanzada, por lo que se trata de individuos subadultos.

Las características histológicas de MPZ2020/41

reflejan que la remodelación no ha comenzado y se trata de un individuo infantil.

Los resultados de la interpretación paleohistológica muestran que la población de hadrosaurios conservada en Blasi 2A era variada ontogenéticamente, ya que se han obtenido tres muestras de individuos adultos, dos de subadultos y una de juvenil. Esto parece indicar que la zona de acumulación se encontraba en el entorno en el que habitaba una población de hadrosaurios.

En este trabajo se ha hallado una muestra que coincide con los resultados de Company *et al.* (2015). La muestra MPZ2020/38 corresponde a un fémur de pequeño tamaño, con un diámetro de 2,3 cm. Atendiendo únicamente a esta característica se podría considerar un ejemplar juvenil, pero el análisis histológico revela que ya ha alcanzado la madurez.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a Manuel Perez Pueyo por la ayuda aportada. Agradezco al Servicio de Apoyo a la Investigación (Universidad de Zaragoza) por la preparación de laminas, y al Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza por aportar el material estudiado. Este trabajo forma parte del proyecto CGL2017-85038-P del Ministerio de Economía y Competitividad-FEDER y a los grupos de Referencia del Gobierno de Aragón Aragosaurus: reconstrucciones paleoambientales y recursos geológicos.

Referencias

- Caballero P. C., Ruiz-Omeñaca J. I. & Arribas C. P. (2010)- Revisión del registro español de dinosaurios hadrosáuridos. *Cidaris* 30, 99–105.
- Canudo J. I. (2018) - The collection of type fossils of the Natural Science Museum of the University of Zaragoza (Spain). *Geoheritage* 10, 385–392.
- Company J., Cruzado-Caballero P. & Canudo J. I. (2015) - Presence of diminutive hadrosaurids (Dinosauria: Ornithopoda) from the Maastrichtian of the south-central Pyrenees (Spain). *J. Iber. Geol.* 41(1), 71–81.
- Cruzado-Caballero P. (2012) - *Restos directos de dinosaurios hadrosáuridos (Ornithopoda, Hadrosauridae) del Maastrichtiense superior (Cretácico Superior) de Arén (Huesca)*. PhD Thesis, Universidad de Zaragoza, 403 p.
- Mey P. H. W., Nagtegaal P. J. C., Roberti K. J. & Hartevelt J. J. A. (1968) - Lithostratigraphic subdivision of post-Hercynian deposits in the south-central Pyrenees, Spain. *Leidse geologische mededelingen* 41(1), 221–228.
- Padian K. & Lamm E. T. (2013) - *Bone histology of fossil tetrapods: Advancing methods, analysis and interpretation*. University of California Press, Berkley, Los Angeles, London, 285 p.
- Puértolas-Pascual E., Arenillas I., Arz J. A., Calvin P., Ezquerro L., García Vicente C., Sánchez Moreno E.M., Villalaín J. & Canudo J. I. (2018) - Chronostratigraphy and new vertebrate sites from the upper Maastrichtian of Huesca (Spain), and its relation with the K/Pg boundary. *Cretac. Res.* 89, 36–59.
- Rosell J., Linares R. & Llompart C. (2001) - El “Garumniense” prepirenaico. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 14, 47–56.