

Trabajo de Fin de Grado

PALEOECOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA DE UN YACIMIENTO DE LA SECUENCIA SUPERIOR DE LA FORMACIÓN BLESA (SUB-CUENCA DE OLIETE, BARREMIENSE, CRETÁCICO INFERIOR) EN ESTERCUEL (TERUEL)

PALEOECOLOGY AND SEDIMENTOLOGY OF A FOSSIL SITE OF THE BLESA FORMATION (OLIETE SUB-BASIN, BARREMIAN, LOWER CRETACEOUS) IN ESTERCUEL (TERUEL)



AUTOR

Pablo Civera Estaún

DIRECTORES

Miguel Moreno Azanza

Jara Parrilla Bel

ÍNDICE

1. ABSTRACT	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS.....	4
4. METODOLOGÍA Y MATERIALES.....	4
4.1. Trabajo de campo.....	4
4.2. Trabajo de laboratorio	5
4.3. Trabajo de gabinete.....	6
5. MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO	6
5.1. Situación geográfica y geológica.....	6
5.2. Contexto estratigráfico y geológico.....	7
6. RESULTADOS.....	9
6.1. Estratigrafía y sedimentología	9
6.2. Análisis paleontológico	12
6.2.1 Paleontología sistemática	12
6.2.2. Cáscaras de huevos	18
7. DISCUSIÓN	20
7.1. Comparación entre niveles fosilíferos estudiados e interpretación del depósito de restos fósiles y modo tafonómico	20
7.2. Comparación con otros yacimientos de la península ibérica e interpretación de restos fósiles	22
8. CONCLUSIONS	23
9. BIBLIOGRAFÍA.....	24
ANEXO I.....	27
ANEXO II.....	28
ANEXO III	29

1. ABSTRACT

The sedimentological and paleontological analysis of the Barremian fossil site of Barranco del Hocino 3 near to Estercuel (Teruel province, Aragón; NE Spain) at Oliete sub-basin (Maestrazgo basin) has allowed characterizing a variety of vertebrate fossils preserved in the top succession of Blesa Formation.

The fossil site is formed by ten different levels. These levels are mostly formed by carbonates and lutites with a continental and transitional origin with alluvial-pallustrine and marine influence. Three of these levels, with paleontological evidences, have been studied to know the paleoecology of the Barranco del Hocino 3 site.

The paleontological vertebrate record in the fossil site is composed by dinosaurs remains, including mainly ornithopods and theropods, at least 3 different crocodylomorphs, like Bernissartidae, Goniopholidae and Atoposauridae and a fish. Besides, there are oological fossil remains of which eggshell fragments of *Guegoolithus turolensis* have been indentified.

The taphonomic study allows to infer that the fossil remains are allochthonous due to their bad preservation. The fossil record is mostly fragmented and eroded or it is based on isolated pieces so it has been interpreted a very long transport till the deposit.

The Barranco del Hocino 3 fossil site can be another example that shows the barremian fauna in the Iberian Peninsula like Cantalera-1 or Barranco del Hocino 1 fossil sites, among others, because the faunal association is quite similar. New studies Will be needed in the zone to know more in depth about the paleoecology of the Lower Cretaceous in the Estercuel area.

2. INTRODUCCIÓN

En la península ibérica se conocen diferentes yacimientos de vertebrados que permiten arrojar una idea de las asociaciones faunísticas que existieron en el Cretácico Inferior. Algunos de estos ejemplos son el del yacimiento de las Hoyas (Sanz et al., 1988), en Cuenca o los yacimientos barremienses de la provincia de Teruel. Dentro de esta provincia destacan los yacimientos de la Subcuenca de Oliete, como el de La Cantalera-1, en el entorno de Josa, que presenta una gran paleodiversidad de dinosaurios y crocodylomorfos del Barremiense inferior de la península ibérica tal y como han descrito algunos autores (Canudo et al., 2010; Moreno-Azanza et al., 2014; Puértolas et al., 2015; Alonso y Canudo, 2015) o los recientemente descubiertos en el entorno de la localidad de Estercuel, todos ellos yacimientos paleontológicos de la Formación Blesa.

La Formación Blesa presente en el Barremiense de la Subcuenca de Oliete, que se encuentra en la parte oriental de la Cuenca del Maestrazgo (Teruel), se ha descrito como una formación geológica de espesor variable a lo largo de la subcuenca y que está formada por tres secuencias sedimentarias en las que se observa sedimentación de diferentes facies en distintos ambientes, tanto continental como con influencia marina (Aurell et al., 2018).

En el entorno de Estercuel se ha encontrado un afloramiento de la Formación Blesa en el que se han descrito varios yacimientos como el del Barranco del Hocino 1 (Alonso et al., 2016, 2018) donde se han recuperado restos de dinosaurios terópodos y ornitópodos (Medrano-Aguado et al., 2021) y el yacimiento Barranco del Hocino 3, objeto de este estudio. En este trabajo se

pretende dar a conocer la estratigrafía del yacimiento, a modo general, y la asociación paleontológica de microfósiles que se ha recuperado durante una jornada de prospección en el yacimiento.

3. OBJETIVOS

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es realizar la caracterización paleontológica de la Fm. Blesa en el yacimiento del Barranco del Hocino-3, con los siguientes objetivos parciales:

1. Realizar un estudio estratigráfico y sedimentológico del yacimiento para contextualizarlo dentro de la Formación Blesa.
2. Realizar la descripción (sistemática) de los restos fósiles de vertebrados encontrados en el yacimiento.
3. Realizar una interpretación paleoambiental de los niveles que constituyen el yacimiento en el que se reconozcan cuáles son los más propicios para la conservación de restos fósiles.
4. Comparar e integrar los datos con los estudios realizados en otros yacimientos de la Fm. Blesa y del Barremiense de Iberia.

4. METODOLOGÍA Y MATERIALES

4.1. Trabajo de campo

El trabajo de campo consistió en la realización de una campaña de un día, en la que se realizó una prospección paleontológica de restos de vertebrados y el levantamiento de un perfil estratigráfico en el yacimiento.

El perfil estratigráfico abarcó los niveles aflorantes del yacimiento y para su realización se estudiaron características como la litología, el color, el espesor y geometría de los estratos, la textura y la presencia de estructuras sedimentarias y de componentes como restos fósiles

Se realizó una prospección paleontológica del afloramiento, localizando los puntos fosilíferos más productivos. Además, se recuperaron varios fósiles tamaño macro, que fueron identificados y siglados en el campo.

Además, se recogieron muestras de los niveles fosilíferos (4 sacos en total con un peso medio aproximado de unos 15 kg por saco) con el objetivo de realizar un estudio micropaleontológico.

En este trabajo de campo se utilizó el material y herramientas habituales para el trabajo de campo de carácter sedimentológico y paleontológico incluyendo el material necesario para la toma de notas y siglado de muestras, cinta métrica, vara de Jacob, brújula, lupa de mano, martillo, cámara de fotos o móvil, consolidante (Palaroid B72 al 5%) y material para la recogida de muestras como pala, recogedor y sacos.

4.2. Trabajo de laboratorio

El trabajo de laboratorio consistió en la preparación para el estudio de los restos paleontológicos recogidos durante la prospección, así como de los restos fósiles recuperados en las muestras recogidas de tres niveles del yacimiento diferentes.

Para el estudio de los restos prospectados, se separaron según el nivel en el que se habían encontrado y se individualizaron. Con las muestras recogidas en los sacos se realizó un estudio micropaleontológico. Para dicho estudio, se realizó el siguiente tratamiento con cada uno de los sacos: 1) Se pesaron con la ayuda de un dinamómetro; 2) Con la ayuda de un martillo se rompieron los fragmentos de roca más grandes con el fin de facilitar el lavado de las muestras;

3) Se disgregaron las muestras distribuyendo su masa en diferentes cubos etiquetados convenientemente con agua corriente junto con abundante agua oxigenada al 30% durante 24 horas; 4) Se procedió al lavado-tamizado de la muestra. Para ello se usaron tamices de 2 mm, 1 mm y 0,5 mm en los que se vertió el contenido de los cubos con la ayuda de agua corriente y después, se separó el material retenido en cada tamiz en diferentes bandejas; 5) Se dejaron secar las muestras y tras ello se realizó un triado (Figuras 1A y 1B) del material correspondiente a cada fracción por separado con el uso de una lupa binocular. En el caso de uno de los niveles (nivel 1), debido a su dureza se tuvieron que realizar hasta dos lavados más para conseguir una mayor disgregación de la roca y también se utilizó un horno refractario a una temperatura aproximada de unos 50°C para secar las muestras. Además, para este mismo nivel se realizó una prueba con una pequeña porción del material para ver cómo reaccionaba con ácido acético durante 24 horas e incluso se utilizó una máquina de ultrasonidos con otra fracción de muestra durante unos 15 minutos para ver si se conseguía una mayor disgregación (Figura 1C), pero al final se descartó el utilizar estos dos procedimientos para disgregar la muestra a favor de los lavados con agua oxigenada.

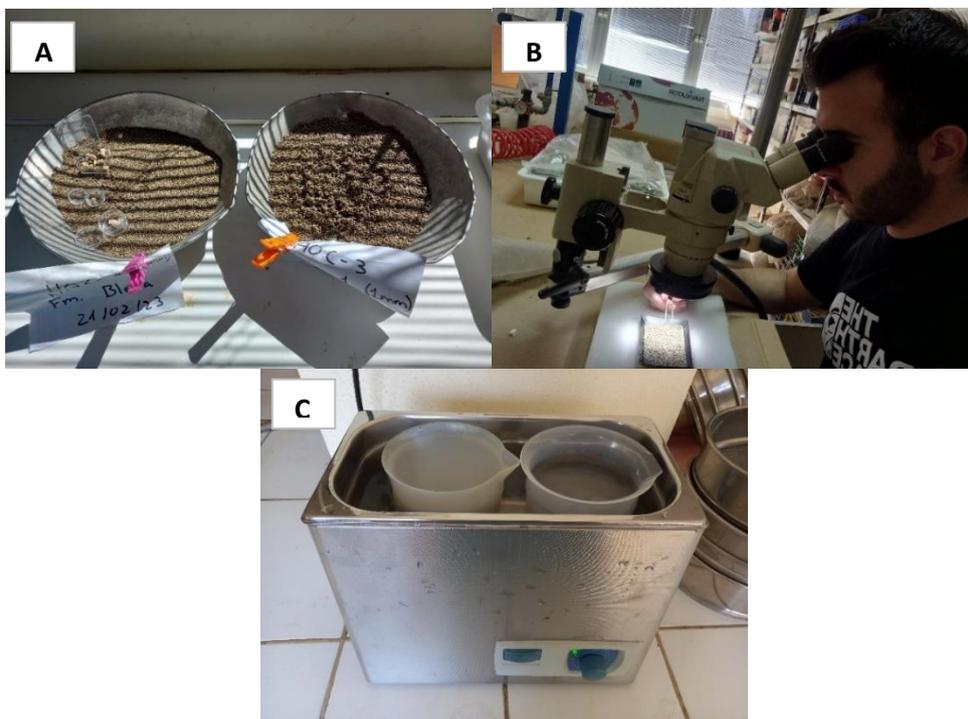


Figura 1: A) Secado de muestras al Sol. B) Triado de muestras. C) Paso de una porción de la muestra por máquina de ultrasonidos.

Los concentrados resultantes fueron triados con ayuda de una lupa binocular y pincel. Tras el triado de las muestras, se separaron algunos restos fósiles de mayor interés para estudiarlos mediante el microscopio electrónico de barrido. Se limpiaron los restos fósiles seleccionados sumergiéndolos en agua en una máquina de ultrasonidos durante 15 minutos. Los fósiles fueron secados en una mufla a una temperatura de unos 30°C durante 24 horas.

Los restos fósiles se fijaron en diferentes portaobjetos de latón para el SEM con cinta adhesiva conductora. Después se separaron las muestras convenientemente sigladas y se realizó en ellas un recubrimiento con oro durante 200 milisegundos (Figuras 2A y 2B). El SEM utilizado es un JEOL JSM 6400 SEM del Servicio de Microscopía Electrónica de Materiales del Servicio de Apoyo a la investigación de la Universidad de Zaragoza. Se adquirieron imágenes de electrones secundarios, trabajando a 15 kV.

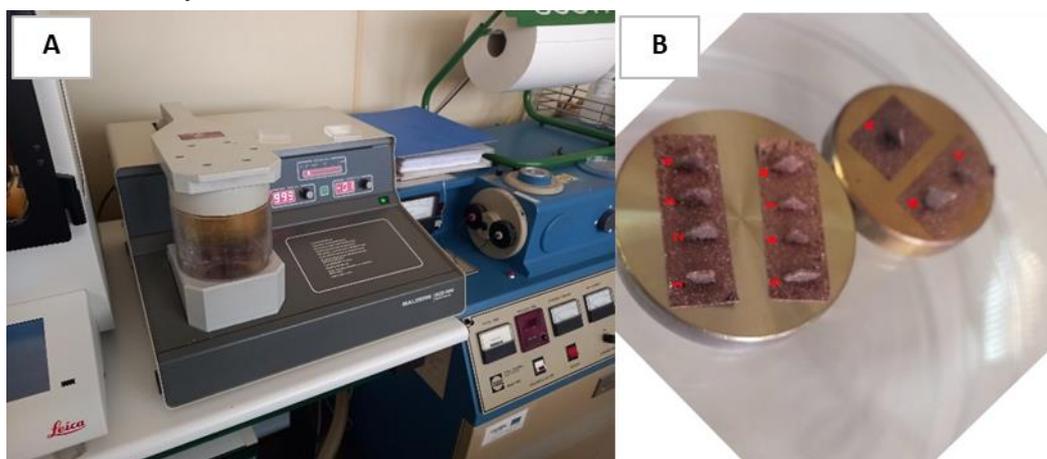


Figura 2: A) Proceso de recubrimiento de las muestras para su estudio en microscopio electrónico. B) Resultado tras el recubrimiento de algunas de las muestras.

4.3. Trabajo de gabinete

A continuación, se llevó a cabo la descripción e identificación de los restos. Se utilizaron trabajos de referencia para la identificación de los dientes (Canudo et al., 2010; Alonso et al., 2016; Guillaume et al., 2020) y se siguió la nomenclatura de Mikhailov (1991) para las cáscaras de huevo (Moreno-Azanza, 2014; Moreno-Azanza et al., 2014a; 2014b).

Por último, se realizó la interpretación y discusión de los resultados obtenidos que consistió en la deducción del paleoambiente y el modo tafonómico y tras esto se realizó una comparación con otros yacimientos de la misma formación y de la península ibérica.

5. MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

5.1. Situación geográfica y geológica

El área de estudio se encuentra situada al noreste de la península ibérica, a unos kilómetros al suroeste de la localidad de Estercuel en la provincia de Teruel (Aragón; España) (Figura 3). Para acceder al yacimiento hay que recorrer una pista de tierra que parte desde el pueblo en la que se puede acceder con un vehículo y a continuación hay que desviarse por otra pista de tierra más estrecha, accesible solo a pie, para llegar al barranco en el que se encuentra el yacimiento. El afloramiento estudiado denominado Barranco del Hocino 3 forma parte de la Formación Blesa, de edad Barremiense (Aurell et al., 2018).

Geológicamente, la Formación Blesa se encuentra en la Cordillera Ibérica y en el sector meridional de la subcuenca de Oliete, que es una de las subcuencas de las que está compuesta la cuenca cretácica del Maestrazgo.

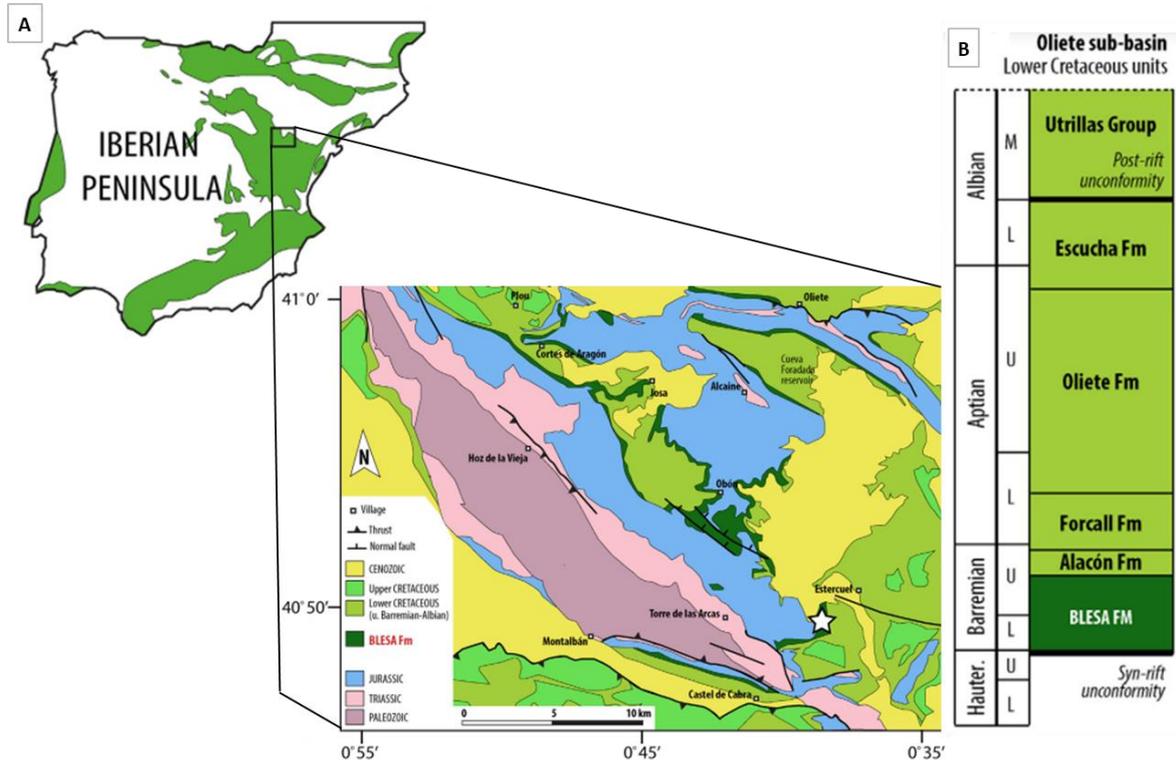


Figura 3: A) Contexto geográfico y geológico del Barranco del Hocino. Se muestra la posición del yacimiento Barranco del Hocino 3, marcado con una estrella, en las proximidades de la localidad de Esteruel. B) Contexto estratigráfico de la Formación Blesa, en la cuenca del Maestrazgo (Modificado de Medrano-Aguado et al., 2021).

5.2. Contexto estratigráfico y geológico

La subcuenca de Oliete, se encuentra en el noroeste de la cuenca del Maestrazgo y está delimitado por un conjunto de fallas normales. El límite de la subcuenca en el noreste es un sistema de fallas reactivadas durante la orogenia alpina con una dirección NW-SE que se corresponde con la Sierra de Arcos (Cortés y Casas-Sáinz 1999) y el límite por el sur se encuentra en el alto de Montalbán y en el levantamiento de la falla del Segre (Casas et al., 1997).

La Fm. Blesa, presente en la subcuenca de Oliete, posee una potencia de hasta 150 m. Esta formación consta de una sucesión de estratigráfica de niveles de lutitas y margas en alternancia con niveles más duros de calizas. Las lutitas presentan colores grisáceos, rojizos, verdes y amarillentos con presencia de bioturbación y se considera que está compuesta por tres sucesiones sedimentarias separadas por discordancias (Aurell et al., 2018): La Secuencia Inferior (LBS), que incluye las facies del Cabezo Gordo y del Morenillo (Soria, 1997; Soria et al., 1997) y cuyo límite superior es una discordancia erosiva. Esta discordancia erosiva separa la Secuencia Inferior de la Secuencia Media (MBS), que incluye las facies del área de Josa. El límite superior de esta secuencia de depósito es una discontinuidad que representa un cambio brusco de la litología de marino a continental que la separa de la Secuencia Superior (UBS), que incluye facies aluviales, lacustres y costeras del miembro de Valdejunco y que es donde se situaría el yacimiento del Barranco del Hocino 3 como muestra la figura 4.

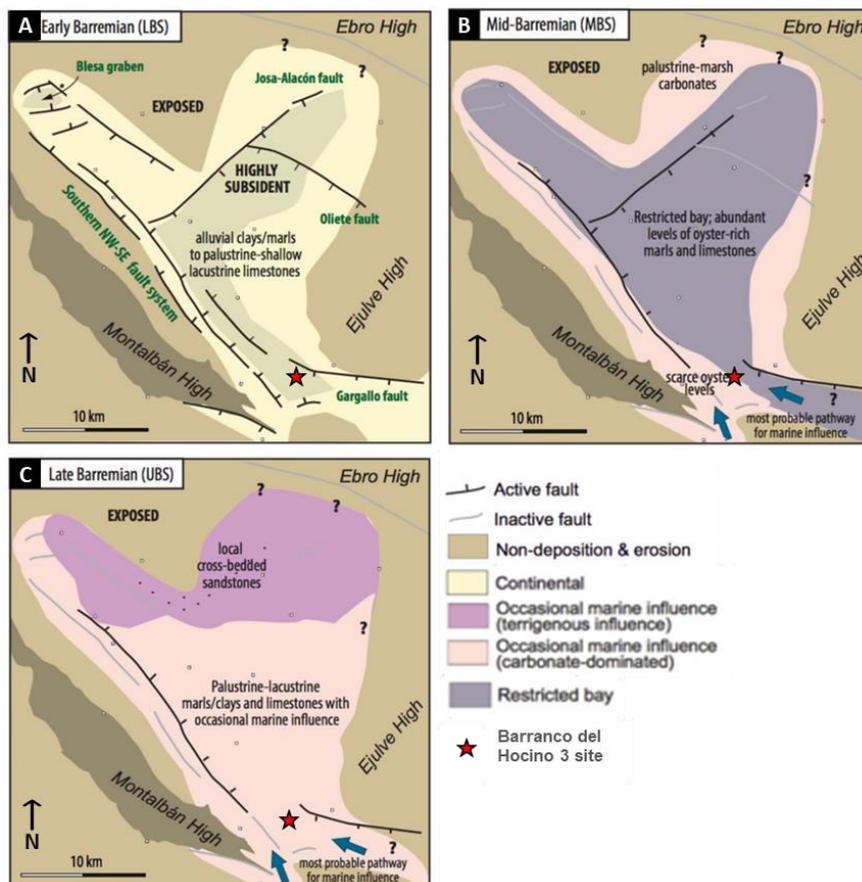


Figura 4: Evolución tectosedimentaria de la subcuenca de Oliete durante la sedimentación de la Formación Blesa en el Barremiense y posición del yacimiento del Barranco del Hocino 3 en la subcuenca. Se observa el paso de un ambiente continental a principios del Barremiense (A) a un ambiente con mayor influencia marina (B, C). (modificado de Aurell et al., 2018)

La LBS incluye dos litologías bien definidas: arcillas rojas del miembro Cabezo Gordo y calizas y margas del miembro Morenillo. A lo largo de la extensión de la secuencia se observan cambios de espesor ligados a actividad tectónica pudiendo variar hasta decenas de metros. En la parte inferior de la secuencia se encuentran los depósitos de arcillas rojas asociadas a desarrollo de suelos lateríticos y en la parte superior se encuentran depósitos aluviales y palustres-lacustres en los que se presentan las margas y las calizas. En los materiales de la parte superior de la secuencia se han encontrado restos de dinosaurios, crocodilomorfos y cáscaras de huevo, además de restos menos abundantes de mamíferos, pterosaurios, anfibios y peces (Canudo et al., 2010; Gasca et al., 2014). Los restos encontrados en la secuencia se presentan como microfósiles o como macrofósiles desarticulados; en el caso de restos de dinosaurios (Gasca et al. 2014).

La MBS con un espesor variable entre 25 y 50 m, está compuesta por una alternancia entre margas y calizas de origen costero en donde se han encontrado restos fósiles invertebrados de un ambiente marino poco profundo como gasterópodos, ostrácodos y serpúlidos, además de restos de algas caráceas y de vertebrados como plesiosaurios, quelonios, peces osteíctios, entre ellos picnodontiformes, y en menor medida dinosaurios y crocodilomorfos, lo que evidencia aún más el ambiente marino de formación de la secuencia. Los restos de vertebrados se han

encontrado principalmente como microfósiles, pero también se han encontrado restos de macrovertebrados fragmentados (Parrilla-Bel y Canudo 2015; 2018).

La UBS con un espesor que varía entre unos 15 a 70 m incluye tanto facies continentales como de llanura costera (Aurell et al., 2018). En la parte inferior de la secuencia hay un nivel de arcillas y margas continentales que presenta intercalaciones de areniscas y conglomerados. Por encima, se encuentran los carbonatos en alternancia con arcillas y margas. Los depósitos de esta secuencia son principalmente de tipo aluvial y lacustre-palustre con influencia marina lo que indica un ambiente costero somero con intervalos de mayor profundización para el desarrollo de calizas e intervalos de somerización pasando a ser un ambiente más continental aluvial y lacustre. Los restos fósiles encontrados en esta secuencia son menos abundantes respecto a los presentes en las otras dos secuencias. Destacan los restos del Barranco del Hocino en las proximidades de Estercuel, donde se han encontrado restos de vertebrados con un alto grado de rotura y desarticulación en el yacimiento del Barranco del Hocino 1 (Alonso et al., 2016; 2018) como dinosaurios, crocódilomorfos, peces y de invertebrados como conchas de gasterópodos y bivalvos. También destacan las cáscaras de huevo y los coprolitos. En esta secuencia también se encuentra el yacimiento Barranco del Hocino 3 en el que se ha realizado este estudio. La secuencia en la zona del yacimiento presenta unos 15 m de potencia de una sucesión de lutitas y carbonatos.

6. RESULTADOS

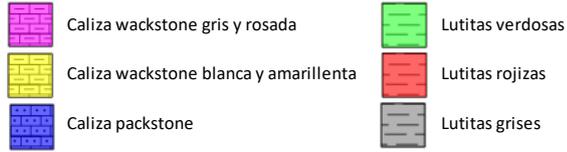
6.1. Estratigrafía y sedimentología

Se ha levantado un perfil estratigráfico-sedimentológico en la zona de estudio (Figura 5). Este perfil se sitúa en las siguientes coordenadas:

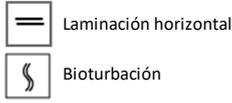
Base: 30T 697321,50 E 4524212,30 N Techo: 30T 697319,00 E 4524217,00 N

El nivel de base presenta una dirección y buzamiento medio de 020, 18 SE que se mantiene durante todo el perfil levantado.

LITOLOGÍA



ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS



CONTENIDO FÓSIL

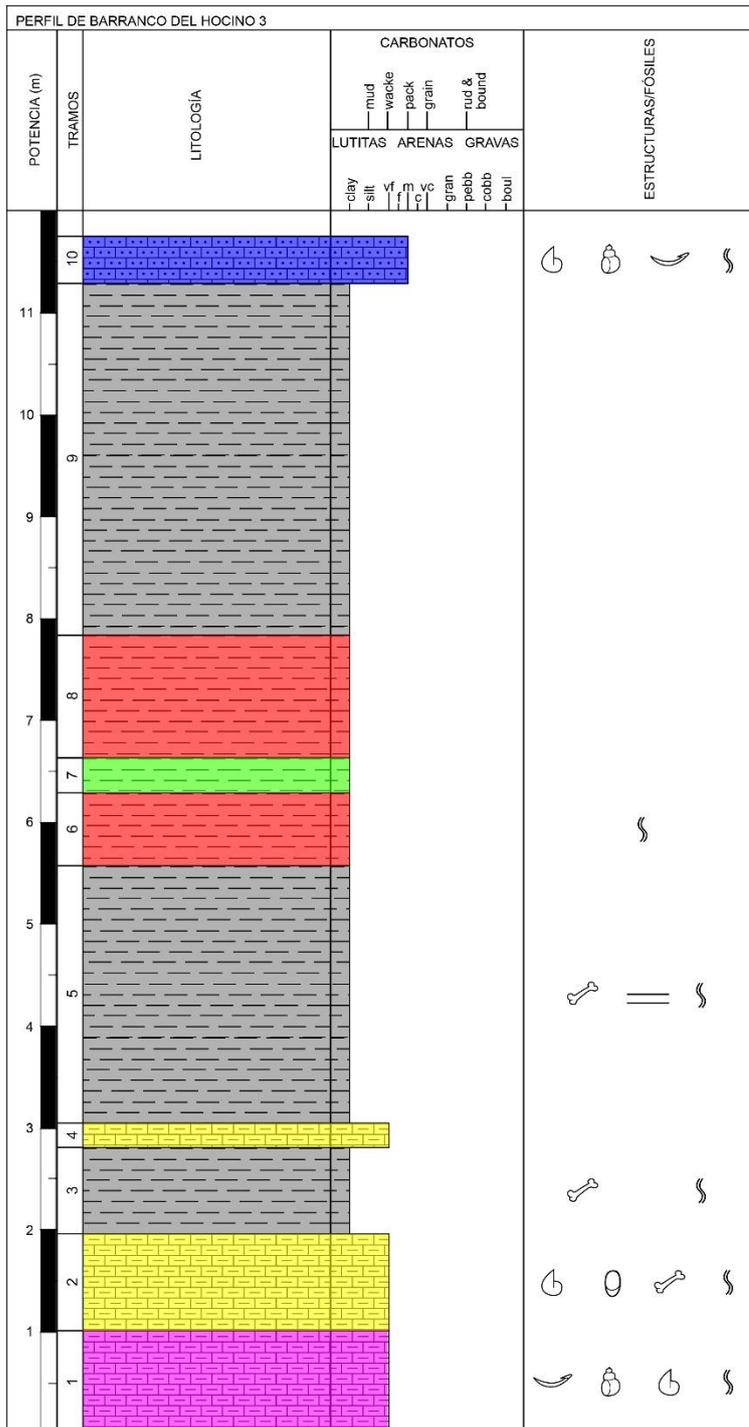
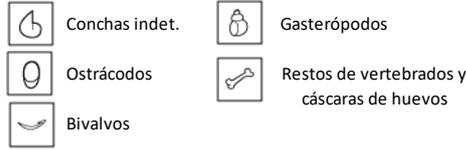


Figura 5: Perfil estratigráfico del afloramiento del Barranco del Hocino 3.

El perfil levantado tiene unos 12 m de potencia y se encuentra en la Secuencia Superior de la Fm. Blesa. Está compuesto por una alternancia de carbonatos correspondientes a calizas con lutitas de diferentes características. En el perfil se han podido diferenciar diez tramos diferentes. De base a techo, los tramos diferenciados son los siguientes:

Tramo 1: Calizas de tipo wackstone de 1 m de espesor con tonos grises azulados en superficie y tonos rosados en corte fresco y aspecto masivo. Presenta estratos de base y techo irregulares con potencia decimétrica. Se observan marcas de oxidación y disolución además de grietas rellenas de óxidos. En cuanto a restos fósiles, se pueden encontrar restos de invertebrados marinos como bivalvos y gasterópodos. También se observa bioturbación.

Tramo 2: Calizas de tipo wackstone de 95 cm de espesor con tonos blancos y amarillentos en superficie y de color blanco en corte fresco. Consta de estratos tabulares decimétricos, estratodecrecientes y con base y techo irregulares. Hacia techo hay zonas del tramo que son más margosas. Se observa bioturbación y en cuanto a los restos fósiles, se pueden encontrar restos de conchas y ostrácodos. También se encuentran restos de vertebrados como pequeños fragmentos de huesos y microfósiles. De este tramo se recogieron dos sacos con la denominación HOC-3 Nivel 1.

Tramo 3: Lutitas con 85 cm de espesor con tonos grises claros en superficie y grises oscuros y amarillentos en corte fresco. Presenta aspecto masivo. Los tonos amarillos están asociados a bioturbación presente en el tramo. Se observa también un nivel ferruginoso que puede estar asociado a exposición subaérea, reflejado por pequeñas grietas y cambio de color (amarillo más oscuro). En cuanto a restos fósiles, se encuentran restos de vertebrados. De este tramo se recogió un saco denominado como HOC-3 Nivel 2.

Tramo 4: Calizas de tipo wackstone de 24 cm de espesor de color blanco con tonos amarillentos en superficie y que toman colores grisáceos en corte fresco. Presentan aspecto tabular con estratos centimétricos con techo y base irregulares. Presenta bioturbación y restos fósiles de invertebrados como bivalvos y gasterópodos, pero no se observan restos fósiles de vertebrados a simple vista.

Tramo 5: Lutitas con 2,50 m de espesor de color gris claro con tonos amarillentos en superficie y grises más oscuros y marrones en corte fresco. Presentan aspecto masivo y zonas con laminación horizontal. También se observan niveles con bioturbación y niveles con restos de vertebrados. De este nivel se recogió un saco denominado HOC-3 Nivel 3.

Tramo 6: Lutitas con 72 cm de espesor con tonos rojizos en superficie y en corte fresco. Presentan aspecto masivo y bioturbación. No se observan restos fósiles a simple vista.

Tramo 7: Lutitas con 34 cm de espesor de color verdoso en superficie y con tonalidades marrones en corte fresco. Presentan aspecto masivo. También se puede encontrar bioturbación. Sin restos fósiles observables a simple vista.

Tramo 8: Lutitas con 1,20 m de espesor de colores rojizos (no tan intenso como en el nivel 6) en superficie que se vuelven más oscuros en corte fresco. Con aspecto masivo y sin restos fósiles observables.

Tramo 9: Lutitas grises claro de 3,45 m de espesor. Se pueden encontrar zonas con ligeras tonalidades rojas o marrones en superficie a lo largo del tramo. En corte fresco se pueden observar tonos marrones. Presenta aspecto masivo y en ellas no se han encontrado restos fósiles.

Tramo 10: Calizas de tipo packstone de 46 cm de espesor y de color gris en superficie y en corte fresco. Presentan aspecto tabular con estratos que varían entre centimétricos y decimétricos, con base y techo irregulares. Se pueden observar marcas de disolución y de oxidación además de bioturbación que da ligeras tonalidades amarillentas. En cuanto a restos fósiles se pueden encontrar restos de invertebrados como moluscos bivalvos y gasterópodos.

6.2. Análisis paleontológico

Este estudio se ha centrado en la identificación de los restos de vertebrados, aunque también se han hallado de invertebrados, principalmente conchas de bivalvos y gasterópodos. En cuanto a los de vertebrados, se ha observado que los restos más abundantes son los esmaltados, que tienen mayor resistencia. Hay dientes de dinosaurios, incluyendo terópodos y ornitópodos, de varios crocódilomorfos con diferentes morfotipos, en los que se han observado coloraciones que varían desde el marrón y ocre hasta el rosado y el blanco, y de peces durófagos y también se han encontrado escamas de peces de un tamaño medio de 2 mm. Además, se han recuperado pequeños fragmentos de hueso y gran cantidad de esquirlas de un tamaño medio aproximado de entre 5 y 8 mm de longitud, que no se han podido atribuir a ningún taxón debido a su pequeño tamaño y al no presentar ninguna característica relevante que permita la identificación de estos. Debido a esto se puede decir que el estado de conservación es bajo. A continuación, se describen los restos de dientes y los de cáscaras de huevos.

6.2.1 Paleontología sistemática

En este apartado se describen los dientes que se han encontrado durante el triado de las muestras. Los dientes se han encontrado en los denominados niveles 1 y 3, mientras que en el nivel 2 no se ha hallado ninguno. Están resumidos en la siguiente tabla (Tabla 1).

Sigla	Yacimiento	Nivel	Elemento	Taxón
C-3 N1/Or	Barranco del Hocino 3	Nivel 1	Corona dental fragmentada	Ornithopoda indet.
IC-3 N1/1	Barranco del Hocino 3	Nivel 1	Corona dental fragmentada	Troodontidae
3 N1/2(A-D)	Barranco del Hocino 3	Nivel 1	4 Coronas dentales	Bernissartiidae
IC-3 N1/3	Barranco del Hocino 3	Nivel 1	Corona dental	Bernissartiidae
3 N1/2(E-H)	Barranco del Hocino 3	Nivel 1	4 Coronas dentales	Pycnodontidae
IC-3 N3/2	Barranco del Hocino 3	Nivel 3	Corona dental	Goniopholididae
IC-3 N3/3A,B	Barranco del Hocino 3	Nivel 3	Coronas dentales de diferente morfotipo	Bernissartiidae
C-3 N3/4A	Barranco del Hocino 3	Nivel 3	Corona dental	Atoposauridae
C-3 N3/4C	Barranco del Hocino 3	Nivel 3	Corona dental	Pycnodontidae

Tabla 1: Tabla resumen de los diferentes dientes y su taxón asociado encontrados e identificados del yacimiento.

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

DINOSAURIA Owen, 1842

ORNITHISCHIA Seeley, 1888

ORNITHOPODA Marsh, 1871

(Figura 6)

Material: Corona dental aislada de sigla HOC-3 N1/Or

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 1.

Descripción: HOC-3 N1/Or se trata de un fragmento de la corona de un diente de ornitópodo que ha sido parcialmente reconstruido mediante el pegado de varios trozos de este encontrados durante el triado que tiene un tamaño de unos 2,6 cm. Tiene una compresión labiolingual y no presenta curvatura en dirección labial ni ornamentaciones. También se observa que ha perdido el esmalte.

Comentarios: No se ha podido determinar a la familia que pertenece debido a que no presenta ninguna característica distintiva que permita su identificación, pero se ha clasificado como ornitópodo por su similitud con otros dientes descritos en otro yacimiento cercano (Medrano-Aguado et al., 2021)



Figura 6: Fotografía en vista lateral del resto HOC-3 N1/Or reconstruido en el laboratorio debido a su fragmentación durante el lavado del sedimento.

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

DINOSAURIA Owen, 1842

THEROPODA Marsh, 1881

MANIRAPTORA Gauthier, 1986

TROODONTIDAE? Gilmore, 1924

(Figura 7 (1)) (ANEXO I)

Material: Diente aislado de sigla HOC-3 N1/1

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 1.

Descripción: HOC-3 N1/1 se trata de una corona dentaria (Figura 7- 1A, 1B) de forma cónica y comprimida labiolingualmente. Tiene un tamaño medio entre 6,5 y 7 mm de altura y en su esmalte se aprecian pequeñas grietas paralelas. Hacia la base se observa una rotura parcial de la corona y el vértice se encuentra un poco redondeado y desgastado observándose incluso la falta de parte del esmalte. En vista lateral se observa que el margen mesial de la corona es convexo y que el margen distal es cóncavo teniendo este una mayor curvatura. Destacan las carenas presentes en los márgenes mesial y distal que presentan dentículos. Estos dentículos son cónicos y presentan todos ellos un tamaño aproximado de 140 μm , con una proporción de 7 dentículos por mm. Además, presentan una curvatura hacia la base.

Comentarios: La forma de los dentículos de las carenas es la característica que permite la posible identificación de esta muestra como de un trodóntido (Currie, 1987).

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

CROCODYLOMORPHA Hay, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whibrow, 1873

BERNISSARTIIDAE? Dollo, 1883

(Figura 7 (2, 3 y 5)) (ANEXO II, 1-5)

Material: 5 coronas dentales con siglas HOC-3 N1/2(A-D) y HOC-3 N1/3.

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 1.

Descripción: Estas coronas presentan una morfología abultada (en vista lateral) y redondeada. Se observa una constricción en la base de las coronas. La altura se encuentra 1,6 y 2,4 mm y el ancho entre 2 y 2,9 mm con una relación H/W entre 0,55 y 1,2. Una característica llamativa de estas coronas es el conjunto de crestas que poseen, que se extienden aproximadamente dos tercios del área desde el ápice hacia la base. Se diferencian dos morfotipos como los descritos por Guillaume et al. (2020). En el morfotipo A, presentado en la figura 7 (2, 3) y correspondientes a HOC-3 N1/2B y HOC-3 N1/2D, se observa que las coronas son más anchas que altas, la base presenta una forma ovalada y el ápice tiene un claro desgaste, llegando a dejar incluso una superficie aplanada en algún ejemplar. En el caso del morfotipo B, como muestra la figura 7 (5) y correspondiente a HOC-3 N1/3, la altura y el tamaño de la base, de forma ovalada, es más o menos similar y su ápice, que también presenta desgaste, termina en una forma más cónica. En este morfotipo se pueden apreciar carenas simples tanto en vista distal como mesial.

Comentarios: La morfología general de estas coronas indica que podría tratarse de dientes molares de crocodilomorfos bernisártidos. Los diferentes morfotipos se explican según la posición de los dientes en la serie dental (media y posterior de la mandíbula) (Buffetaut y Ford, 1979; Schwarz-Wings et al., 2009; Puértolas Pascual et al., 2015; Sweetman et al., 2015), además de indicar que estos crocodilomorfos poseían una dieta durófaga.

OSTEICHTHYES Huxley, 1880

ACTINOPTERYGII Klein, 1885

NEOPTERYGII Regan, 1923

PYCNODONTIFORMES Berg, 1937

PYCNODONTIDAE? Agassiz, 1883

(Figura 7 (5 y 6)) (ANEXO II, 6-9)

Material: Cuatro coronas dentales de sigla HOC-3 N1/2(E-H)

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 1.

Descripción: Coronas dentales de contorno circular con un tamaño medio de 1,2 mm como las presentes en la figura 7 (5, 6), que presentan un grueso esmalte que recubre completamente la corona. Se puede observar que la altura de las coronas es menor que el ancho de estas. En vista oclusal se observa una superficie más o menos plana, totalmente lisa y sin ornamentación. Se pueden apreciar pequeñas marcas sobre la superficie del esmalte.

Comentarios: Las marcas que se presentan en estas coronas podrían estar debidas al desgaste de los dientes por su uso más que por su deterioro durante el transporte.

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

CROCODYLOMORPHA Hay, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whibrow, 1873

GONIOPHOLIDIDAE? Cope, 1875

(Figura 7 (7)) (ANEXO III, 1)

Material: Diente aislado de sigla HOC-3 N3/2

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 3.

Descripción: Este diente bien preservado, mostrado en la figura 7 (7) y sin daños aparentes en el ápice, presenta una morfología claramente cónica, alargada y delgada que en vista lateral presenta un aspecto triangular y acuminada haciéndose cada vez más delgado hacia la punta. Su altura es de 1,75 mm y su ancho de 550 µm por lo que su relación H/W es de 2,73. Se observa que el ápice se encuentra ligeramente curvado lingualmente. La base tiene forma subcircular y la superficie lingual se encuentra más o menos aplanada mientras que la labial es convexa hacia la base. Estas dos superficies se encuentran separadas por carenas, que no presentan dentículos, apreciables tanto en vista mesial como distal. También presenta crestas paralelas, tanto en la cara labial como lingual, que se extienden desde la base hasta el ápice, donde se unen y que se encuentran igualmente distribuidas en ambas caras.

Comentarios: La morfología acuminada y delgada y las crestas paralelas longitudinales son las que permiten la identificación de este diente como Goniopholididae (Guillaume et al., 2020).

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

CROCODYLOMORPHA Hay, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whibrow, 1873

BERNISSARTIIDAE? Dollo, 1883

(Figura 7 (8-11)) (ANEXO III, 2-5)

Material: 4 coronas dentales de sigla HOC-3 N3/3 (A-D).

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 3.

Descripción: En estas coronas se pueden observar dos morfotipos que presentan una morfología abultada y redondeada. Su base es ovalada y en los ápices se observa desgaste. Como característica llamativa, estas coronas presentan un conjunto de crestas que se extienden aproximadamente dos tercios del área desde el ápice hacia la base, además de carenas en vista mesial y distal sin dentículos. También se observa una constricción en vista lateral en la base de las coronas. En el caso del morfotipo A, como el de la figura 7 (10, 11) se observa que la relación H/W es menor respecto al morfotipo B, mostrado en la figura 7 (8, 9). En este morfotipo el ápice es un poco acuminado mientras que en el morfotipo A, es casi plano.

Comentarios: A modo general, sus características son muy similares a las de las coronas identificadas como Bernissartiidae del nivel 1 con dos morfotipos en los que sus ligeras diferencias pueden estar asociadas a su posición en la mandíbula (Buffetaut y Ford, 1979; Schwarz-Wings et al., 2009; Puértolas Pascual et al., 2015; Sweetman et al., 2015). Por esto se han podido identificar como una única familia.

SAUROPSIDA Goodrich, 1916

CROCODYLOMORPHA Hay, 1930

MESOEUCROCODYLIA Whetstone & Whibrow, 1873

ATOPOSAURIDAE Gervais, 1871

(Figura 7 (12)) (ANEXO III, 6)

Material: Corona dental de sigla HOC-3 N3/4A

Descripción: Esta corona, mostrada en la figura 7 (12) y con desgaste en el ápice, presenta una morfología cónica y sublanceolada. En cuanto a su tamaño, su altura es de 1,78 mm y su ancho es de 1 mm, con una relación H/W de 1,5. La base es subcircular y el ápice es agudo y presenta una ligera curvatura lingual junto a un desgaste que lo suaviza y lo hace menos agudo. Además, presenta carenas en los márgenes distal y mesial que no presentan dentículos y que separan la superficie labial, que es claramente convexa, y la superficie lingual que es más o menos aplanada. Ambas superficies presentan entre 10 y 15 crestas paralelas que van desde la base hacia el ápice (algunas de ellas son secantes a las carenas de los márgenes distal y mesial).

Comentarios: En aspecto este diente presenta características similares con los de Bernissartiidae pero su curvatura hacia el ápice y su forma acabada más en punta son las características que permiten identificarlo como Atoposauridae (Guillaume et al., 2020).

OSTEICHTHYES Huxley, 1880

ACTINOPTERYGII Klein, 1885

NEOPTERYGII Regan, 1923

PYCNODONTIFORMES Berg, 1937

PYCNODONTIDAE? Agassiz, 1883

(Figura 7 (13)) (ANEXO III, 7)

Material: Corona dental de sigla HOC-3 N3/4C

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, Nivel 3.

Descripción: Corona dental de contorno circular bien preservada con una altura de 0,94 mm y ancho de 1,33 mm y con una relación H/W de 0,71, mostrada en la figura 7 (13). Presenta un grueso esmalte que recubre completamente la corona. En vista oclusal se observa una superficie totalmente lisa y sin ornamentación. Al observar con un poco más de detalle la superficie se puede observar marcas de desgaste. Comentarios: La corona presenta el mismo aspecto que las coronas dentales de peces mencionadas en el nivel 1.

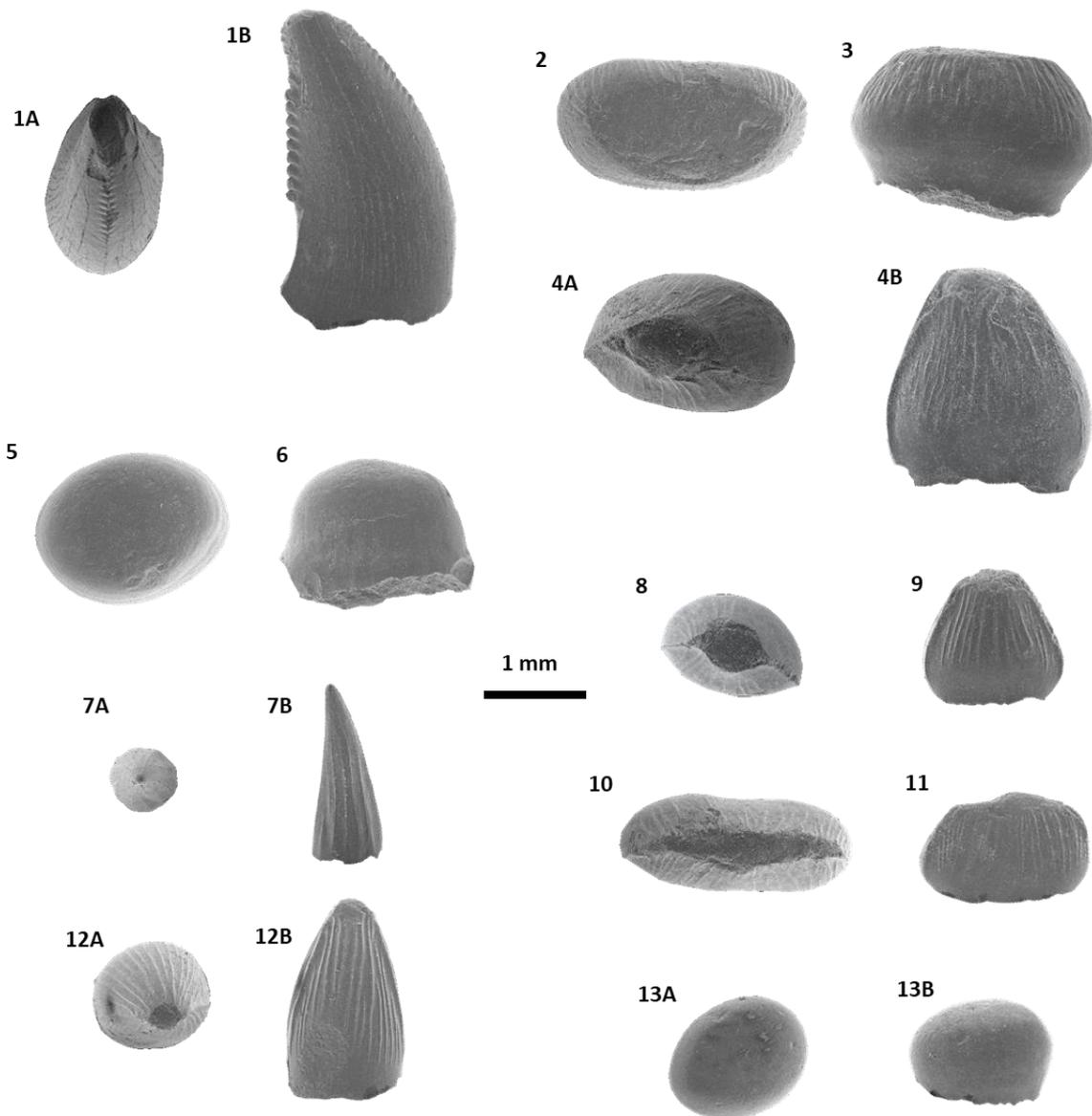


Figura 7: Fotografías de microscopio electrónico de los diferentes dientes asociados a cada taxón en vista lateral y apical. La escala para todos ellos es la misma siendo de 1 mm. Se pueden observar los dientes de trodóntido en vista apical (1A) y lateral (1B), los dientes de bernisártidos (2, 3, 4, 8, 9, 10, 11), uno de ellos en vista apical (4A) y lateral (4B); el diente de goniofolídido en vista apical (7A) y lateral (7B), el diente de atoposáurido en vista apical (12A) y lateral (12B) y los dientes de peces (5, 6, 13), unos de ellos en vista apical (13A) y lateral (13B).

6.2.2. Cáscaras de huevos

Las cáscaras de huevo se han podido encontrar durante el triado en los tres niveles. A la hora de identificarlas se han podido diferenciar hasta tres tipos de cáscaras diferentes pero el estado de conservación de dos de ellas es muy bajo debido a que se encuentran muy erosionadas por lo que no se les ha podido atribuir ningún taxón en concreto. En cuanto al tercer tipo de cáscara, que se ha podido hallar en los tres niveles y que presenta mayor conservación, se le ha identificado como un ootaxón de dinosaurios ornitópodos.

VETEROVATA

Oofamilia *SPHEROOLITHIDAE* Zhao, 1979

Oogénero *Guegoolithus* Moreno-Azanza, M., Canudo, J. I. & Gasca, J. M., 2014

Ooespecie *Guegoolithus turolensis* Moreno-Azanza, M., Canudo, J. I. & Gasca, J. M., 2014

(Figura 8)

Material: 35 fragmentos de cáscaras de huevos

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, Sección Barranco del Hocino 3, niveles 1, 2 y 3.

Descripción: En estos fragmentos de cáscaras, que son los más abundantes en los niveles del yacimiento, se puede observar que su superficie está erosionada. La cara externa presenta una característica llamativa que es la que ha permitido su identificación y consiste en su ornamentación. Al igual que en otros ejemplares de este oogénero descritos (Moreno-Azanza, 2014; Moreno-Azanza et al., 2014b) se observa que es de tipo sagenotuberculada y está formada por multitud de crestas formando un reticulado, con valles entre ellas que son alargados o subcirculares. Se pueden observar dos familias de crestas: una en las que las crestas siguen una misma dirección y son más prominentes y otra en las que las crestas no son tan llamativas y que se encuentran entre las de la anterior familia ya citada. La superficie de las cáscaras también presenta aperturas de poros, que se encuentran, principalmente, en los valles, aunque también aparecen en la intersección de algunas crestas. La mayoría de las aperturas de poros tienen una forma subcircular pero también se pueden observar algunos con forma un poco más alargada.

En la cara interior de las cáscaras se observa una superficie mucho más lisa, sin ornamentación como la de la cara exterior y también se pueden llegar a observar las aperturas de poros, lo que indica que atraviesan toda la estructura de la cáscara de una cara a otra. Se observan las bases de las unidades de cáscara (mamillas) que están fuertemente crateradas, bien por la reabsorción de la cáscara por parte del embrión o bien por la abrasión asociada al transporte.

En sección transversal se observa que el grosor de los fragmentos de cáscara se encuentra en unos 700-800 μm . Se observan unidades de cáscara más altas que anchas y fuertemente fusionadas, sobretodo en la parte superior de la cáscara. También se aprecian líneas de crecimiento muy marcadas, más abundantes en la parte superior de la cáscara (Moreno-Azanza et al., 2014b).

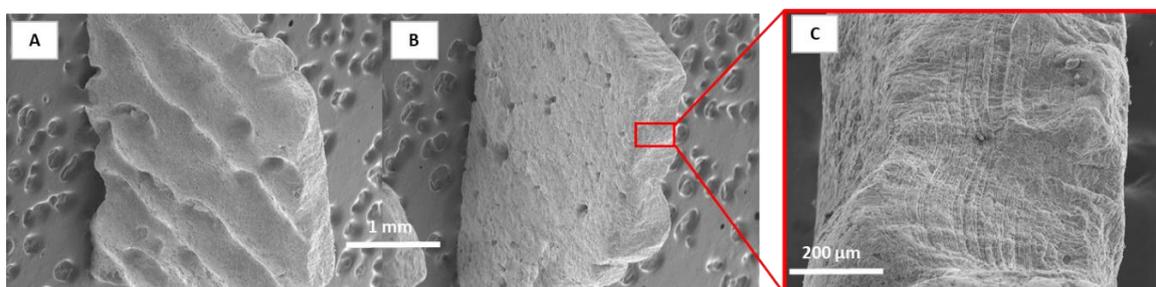


Figura 8: Imágenes de microscopio electrónico de un fragmento de cáscara asociada a *Guegoolithus turolensis* encontrada en el nivel 3. Se puede observar en su cara exterior la ornamentación de la cáscara (A) mientras que la cara interna es más lisa (B). También puede observar la estructura en sección transversal, con un poco más de detalle, del fragmento de cáscara (C).

VETEROVATA INDET.

(Figura 9)

Material: 8 Fragmentos de cáscaras de huevo

Rango estratigráfico: Fm. Blesa, UBS, sección Barranco del Hocino 3, niveles 1 y 3.

Descripción: Se trata de fragmentos de cáscaras de huevo muy erosionadas con un aspecto más o menos liso. Tienen un grosor aproximado de 600 μm . En una de ellas se pueden llegar a observar pequeñas aperturas de poros.

Comentarios: No se han podido identificar debido a su estado, ya que presentan gran erosión lo que no permite que se puedan encontrar características determinantes para su identificación. Sería necesario realizar láminas delgadas de estas cáscaras para ver su estructura en detalle y poder llegar a una conclusión de qué se pueden tratar.

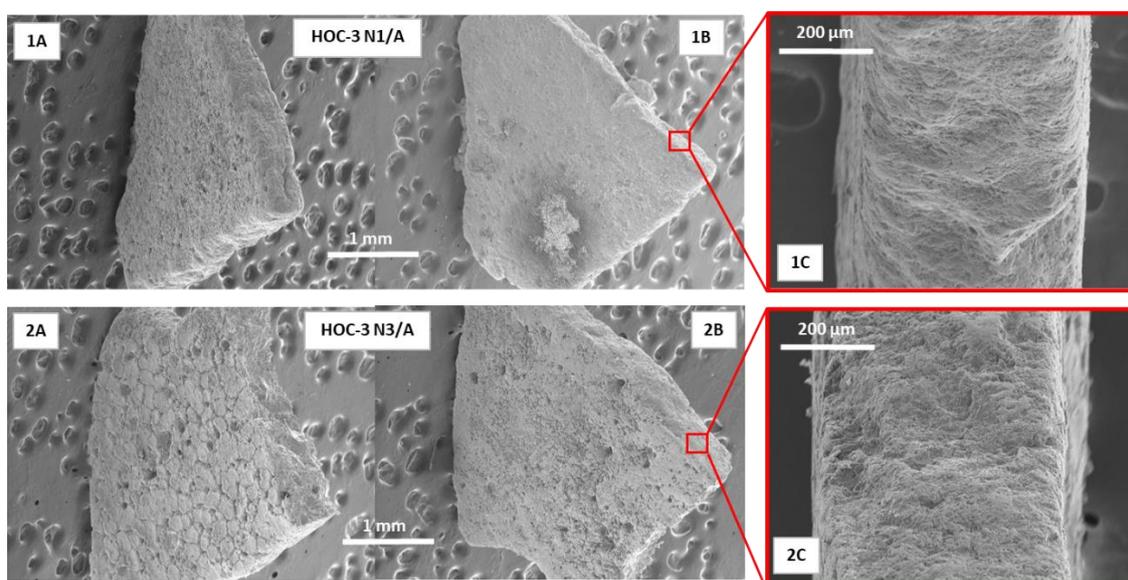


Figura 9: Imágenes de microscopio electrónico de la cara externa (1A), la cara interna (1B) y la sección transversal (1C) de la cáscara de huevo denominada HOC-3 N1/A encontrada en el nivel 1 del perfil estratigráfico y de la cara externa (2^a), la cara interna (2B) y la sección transversal (2C) de la cáscara de huevo denominada HOC-3 N3/A encontrada en el nivel 3 del perfil estratigráfico. En el caso de ambas se observa que están muy erosionadas por lo que no se pueden llegar a identificar.

7. DISCUSIÓN

7.1. Comparación entre niveles fosilíferos estudiados e interpretación del depósito de restos fósiles y modo tafonómico

Tras analizar los tres niveles del yacimiento, se ha observado que el nivel con mayor riqueza y diversidad, en restos fósiles de vertebrados, sería el denominado Nivel 1, correspondiente al Tramo 2, del perfil levantado (Figura 10). En este nivel se ha encontrado una mayor cantidad de restos fósiles y de mayor tamaño que el resto. La geología del nivel, basada en calizas, y el ambiente de formación de la secuencia superior de la Formación Blesa indica que las calizas se han debido formar bajo condiciones de mayor profundización (Aurell et al., 2018). En el momento de su formación la energía del medio sería menor y se podría interpretar que la acumulación de restos tuvo que ser mayor en el momento de la sedimentación de las calizas (también debido a un aporte menor de detritos que permite una acumulación de restos por atracción). Por tanto,

en el momento de sedimentación de las lutitas de los denominados Niveles 2 y 3, correspondientes a los Tramos 3 y 5, respectivamente, la tasa de acumulación sería menor. Esto podría deberse a que la sedimentación de estos niveles se habría producido bajo condiciones de mayor somerización y en un ambiente más continental con una energía mayor. Además, se ha observado que en el nivel 2 solo aparecen fragmentos de cáscaras de huevos y en el nivel 3 son más abundantes los restos de dientes, seguidos de cáscaras y esquirlas (Figura 10).

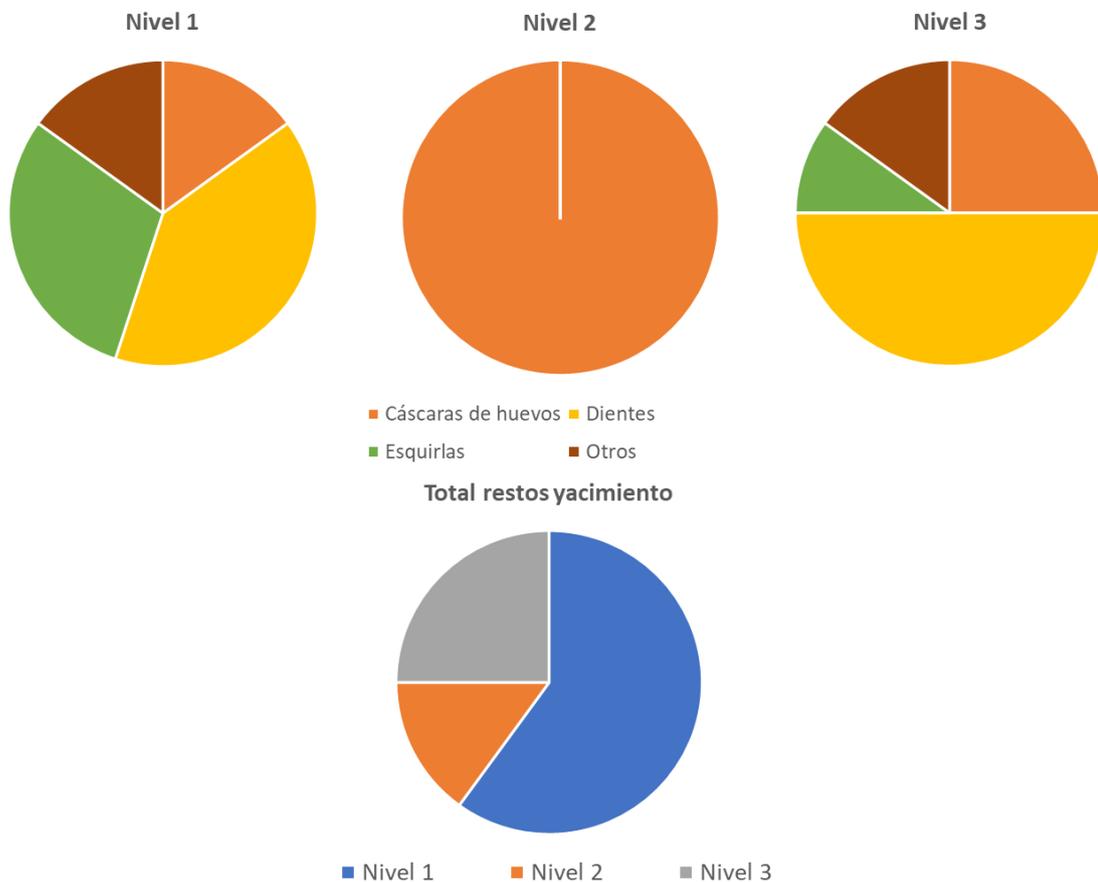


Figura 10: Gráficos que muestran la proporción de cada tipo de resto encontrado en cada uno de los niveles (arriba) y la proporción de restos encontrados en cada nivel del total del yacimiento.

En cuanto al modo tafonómico, primero se ha interpretado que los restos esmaltados son los más abundantes debido a que son más resistentes. Segundo, debido a la mala conservación, se ha interpretado que los restos son alóctonos, cuyo origen no se encuentra en la misma zona que la que ocupa el yacimiento. Tras la muerte de los individuos y la posterior esqueletización y desarticulación, los restos habrían sido transportados desde otro lugar, seguramente debido al movimiento de masas de agua. Además, su estado de conservación puede deberse a que el transporte ha sido muy largo en el tiempo. Esto se complementa a la hora de observar que algunos de los dientes recuperados presentan un color rosáceo. Esta tonalidad de color se puede deber a un enriquecimiento en minerales como el hierro y se produce durante largos periodos de exposición subaérea. Otra hipótesis que podría explicar la conservación de los restos, aunque menos probable debido a que algunos restos se han encontrado en calizas, es que el transporte hubiera sido en masas de agua de alta energía. Esto provocaría la fractura de los restos durante el transporte hasta la cuenca de sedimentación del yacimiento donde, finalmente, se habrían

acumulado. Además, la acción de depredadores también podría haber influido en el deterioro de los restos. Lo mismo habría ocurrido con las cáscaras de huevos ya que estas se han encontrado muy fragmentadas y erosionadas, lo que, además, puede estar debido a un desenterramiento de las cáscaras a la hora de la elaboración de nuevos nidos.

7.2. Comparación con otros yacimientos de la península ibérica e interpretación de restos fósiles

El yacimiento del Barranco del Hocino 3, en el que se han encontrado taxones como Troodontidae, Bernissartiidae, Goniopholididae y Atoposauridae, cuenta con gran similitud con otros yacimientos de la Formación Blesa. La interpretación de los restos fósiles se ha realizado mediante comparación con otros taxones descritos en otros yacimientos de la Fm. Blesa como Barranco del Hocino 1 (Alonso et al., 2016) y la Cantalera-1 (Canudo et al., 2010) debido a que son los ejemplos que reúnen mayor similitud en cuanto a los restos que han sido hallados en ellos con los del Barranco del Hocino 3. El yacimiento del Barranco del Hocino 1, localizado también en la Secuencia Superior de la Fm. Blesa, próximo a Barranco del Hocino 3, presenta una asociación faunística parecida a la descrita en este trabajo con la presencia de taxones coincidentes o similares como ornitópodos, terópodos y crocodylomorfos como Goniopholididae (Alonso et al., 2016). Lo mismo ocurre con la Cantalera-1 (Canudo et al., 2010), ubicado en la Secuencia Inferior de la Fm. Blesa, de edad Hauteriviense a Barremiense, donde se han encontrado también restos de crocodylomorfos como bernisártidos o asociados a Goniopholididae.

El yacimiento estudiado tiene una menor cantidad de restos fósiles de vertebrados, en comparación con los otros yacimientos citados de la Fm. Blesa. Puede deberse a que se trata de un yacimiento nuevo, en el que el volumen de sedimento extraído del que se han recuperado restos fósiles es mucho menor al de otros yacimientos citados. Además, el tamaño de los restos fósiles encontrados es considerablemente menor, ya que la gran mayoría de ellos son de carácter micropaleontológico. Otra diferencia con el yacimiento de la Cantalera-1 es la presencia de menos taxones, por el momento, en el yacimiento del Barranco del Hocino 3. No se presentan grupos como dinosaurios saurópodos, pterosaurios o mamíferos, encontrados en la Cantalera-1. Esto se puede deber a que no se han realizado un gran número de campañas de prospección y excavación en el yacimiento. Sería necesario realizar nuevas campañas para tener un mayor conocimiento de la paleodiversidad del yacimiento. La conservación de los restos es peor en el yacimiento estudiado. En el caso de restos de huesos, solo se han encontrado pequeñas esquirlas milimétricas y, para los dientes y escamas, se han encontrado de forma aislada mientras que en la Cantalera-1 los macrofósiles tienen gran importancia, aunque también se han encontrado microfósiles.

Otros yacimientos que han ayudado a la identificación de los restos fósiles de este estudio, en concreto a los asociados a crocodylomorfos, son los de Valmitão, en la Formación Lourinhã, en Portugal. Los taxones descritos ahí (Guillaume et al., 2020), también comparten gran similitud con los hallados en el Barranco del Hocino 3 (Atoposauridae, Bernissartiidae y Goniopholididae). Una diferencia entre las asociaciones faunísticas del yacimiento estudiado y los portugueses sería el ambiente de depósito. En Valmitão, los depósitos tienen su origen en una laguna de oxbow asociada a un canal meandriforme. Otra diferencia es la edad ya que, en el caso de los

portugueses, son del Jurásico Superior y los encontrados en Esteruel son del Cretácico inferior. Se descarta la idea de que se puedan tratar de taxones diferentes debido a que las familias a las que han sido atribuidos comprenden edades que se encuentran desde el Jurásico hasta el Cretácico. Además, tampoco se encuentran muy alejados geográficamente, según la descripción de los taxones ya nombrados (Gervais, 1871; Cope, 1875; Dollo, 1883) y las semejanzas morfológicas son muy grandes. En el caso de la identificación de los restos de cáscaras de huevos solo se ha podido determinar con seguridad un oógeno correspondiente a *Guegoolithus*, también descrito en otros yacimientos del Cretácico inferior de la Península Ibérica (Moreno-Azanza, 2014; Moreno-Azanza et al., 2014a; 2014b). Esto se ha debido a que los fragmentos de cáscaras de huevos se encuentran fuertemente erosionados.

8. CONCLUSIONS

The Blesa Fm. in the Esteruel area (Teruel province, Aragón, NE of Spain) shows a succession of carbonates and lutites levels in the studied zone. These have been interpreted as continental and transitional levels associated to alluvial-lacustrine to coastal environments.

A stratigraphic profile was made in which three fossiliferous levels were studied. The paleontological analysis shows a diverse fossil record that includes at least two different dinosaurs: an undetermined ornithomimid and a troodontid theropod; different families of crocodylomorphs that have been interpreted as Bernissartidae, Goniopholididae and Atoposauridae; an osteichthyan fish and some ootaxa like *Guegoolithus turoloensis* among others.

The remains found in the fossil site are highly fragmented due to the conditions of their fossilization and the deposit (remains damaged during transport). These remains had a long period of transport and subaerial exposure after disarticulation. That made it difficult their identification, in special with the eggshells remains.

The Barranco del Hocino 3 site is similar to other fossil sites of the Blesa Fm. like the Barranco del Hocino 1 site or La Cantalera-1 site, both in its composition and its formation (continental and transitional carbonates and lutites deposits). The differences with the Cantalera-1 site are in the number of taxa that have been found in the studied zone, in addition to their preservation status. However these differences are not as notable with the neighbour fossil site of Barranco del Hocino 1. After comparing with other fossil sites, it has been observed that the crocodylian taxa found in Barranco del Hocino 3 have also been found in late jurassic fossil sites in Valmitão, Portugal.

The Barranco del Hocino 3 fossil site can be another good example of a continental biota of the Barremian of the Iberian Peninsula but not as good as La Cantalera-1 fossil site due to the content and the number of fossil remains at the moment. New campaigns will be needed in the future to learn more about the paleoecology in the Esteruel area that allow to determine if the Barranco del Hocino 3 site is as good as other fossil sites of the Blesa Fm.

9. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, A. & Canudo, J. I. (2015): On the spinosaurid theropod teeth from the early Barremian (Early Cretaceous) Blesa Formation (Spain). *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, 28, 823-834.

Alonso A., Gasca J. M., Navarro-Lorbés P., Núñez-Lahuerta C., Galán J., Parrilla-Bel J., Rubio, C. & Canudo J. I. (2016): La asociación faunística de Barranco del Hocino 1, un nuevo yacimiento de vertebrados del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel. *Cuadernos del Museo Geominero* 20, 303-307.

Alonso, A., Gasca, J.M., Navarro-Lorbés, P., Rubio & C., Canudo, J.I. (2018): A new contribution to our knowledge of the large-bodied theropods from the Barremian of the Iberian Peninsula: the “Barranco del Hocino” site (Spain). *Journal of Iberian Geology* 44, 7-23.

Aurell M., Soria A. R., Bádenas B., Liesa C. L., Canudo J. I., Gasca J. M., Moreno-Azanza M., Medrano-Aguado E. & Meléndez A. (2018): Barremian synrift sedimentation in the Oliete sub-basin (Iberian Basin, Spain): palaeogeographical evolution and distribution of vertebrate remains. *Journal of Iberian Geology* 44, (2), 285-308.

Aurell, M., Bádenas, B., Canudo, J.I. & Ruiz-Omeñaca, J.I. (2004): Evolución tectosedimentaria de la Fm. Blesa (Cretácico Inferior) en el entorno del yacimiento de vertebrados de la Cantalera (Josa, Teruel). *Geogaceta* 35, 11-13.

Buffetaut E. & Ford R. L. (1979): The crocodylian *Bernissartia* in the Wealden of the Isle of Wight. *Palaeontology* 22, 905-912.

Canudo, J. I., Gasca, J. M., Aurell, M., Badiola, A., Blain, H.A., Cruzado-Caballero, P., GómezFernández, D., Moreno-Azanza, M., Parrilla, J., Rabal-Garcés, R. & Ruiz-Omeñaca, J. I. (2010): La Cantalera: an exceptional window onto the vertebrate biodiversity of the Hauterivian-Barremian transition in the Iberian Peninsula. *Journal of Iberian Geology* 36 (2), 205-224.

Casas, A. M., Cortés, A. L., Liesa, C. L., Soria, A. R. & Meléndez, A. (1997): Estructura del borde N. de la Cordillera Ibérica entre la Sierra de Arcos y el anticlinal de Montalbán. *Journal of Iberian Geology* 23, 243-268.

Cope E. D. (1875): Check-list of North American Batrachia and Reptilia: with a systematic list of the higher groups, and an essay on geographical distribution; based on the specimens contained in the US National Museum. Washington, DC. *US Government Printing Office*.

Cortés, A. L. & Casas-Sáinz, A. M. (1999): Estructura y cinemática de los pliegues y cabalgamientos de Belchite-Sierra de Arcos (Cordillera Ibérica). *Journal of Iberian Geology* 25, 213-227.

Currie, P. J. (1987): Bird-like characteristics of the jaws and teeth of troodontid theropods (Dinosauria, Saurischia). *Journal of Vertebrate Paleontology* 7 (1), 72-81.

Dollo L. (1883): Première note sur les crocodiliens de Bernissart. *Bulletin du Musée Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 2, 309-338.

Gasca, J. M., Canudo, J. I., & Moreno-Azanza, M. (2014): On the Iberian iguanodont dinosaur diversity: new fossils from the lower Barremian, Teruel province, Spain. *Cretaceous Research* 50, 264–272.

Gervais F. L. P. (1871). Reptiles provenant des calcaires lithographiques de Cirin, dans le Bugey, qui sont conservés au Musée de Lyon. *Bulletin de la Société Géologique de France* 2, 171.

Guillaume, A. R. D., Moreno-Azanza, M., Puértolas-Pascual, E. & Mateus, O. (2020): Palaeobiodiversity of crocodylomorphs from the Lourinhã Formation based on the tooth record: insights into the palaeoecology of the Late Jurassic of Portugal. *Zoological Journal of the Linnean Society*, Volume 189 (2), 549-583.

Medrano-Aguado, E., Parrilla-Bel, J., Gasca, J. M., Alonso, A. & Canudo, J. I. (2021): Paleobiodiversidad de dinosaurios ornitópodos del yacimiento Barranco del Hocino-1, Barremiense superior en la subcuenca de Oliete (Teruel, España). *Earth Sciences Journal Procedia* 1, 58-61.

Mikhailov, K. E. (1991): Classification of fossil eggshells of amniotic vertebrates. *Acta Palaeontologica Polonica*, 36 (2), 193-238.

Moreno-Azanza, M. (2014): Los huevos fósiles de amniotas del Cretácico de la Península Ibérica: tafonomía, formación de la cascara y sistemática. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza. 280 p.

Moreno-Azanza, M., Canudo, J. I. & Gasca, J. M. (2014a): Unusual theropod eggshells from the Early Cretaceous Blesa Formation of the Iberian Range, Spain. *Acta Palaeontologica Polonica* 59 (4), 843-854.

Moreno-Azanza, M., Canudo, J. I. & Gasca, J. M. (2014b): Spheroolithid eggshells in the Lower Cretaceous of Europe. Implications for eggshell evolution in ornithischian dinosaurs. *Cretaceous Research*, 51, 75-87.

Parrilla-Bel, J. & Canudo, J. I. (2015): About the presence of plesiosaurs at the Blesa Formation (Barremian) in Teruel (Spain). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen*, 278, (2), 213-227.

Parrilla-Bel, J. & Canudo, J. I. (2018): New longirostrine crocodylomorph remains from the Blesa Formation (Barremian) in the Iberian Peninsula (Spain). *Journal of Iberian Geology*. <https://doi.org/10.1007/s41513-017-0043-1>.

Puértolas-Pascual, E., Rabal-Garcés R. & Canudo J. I. (2015): Exceptional crocodylomorph biodiversity of 'La Cantalera' site (lower Barremian; Lower Cretaceous) in Teruel, Spain. *Palaeontologia Electronica* 18, 1-16.

Sanz, J. L., Wenz, S., Yebenes, A., Estes, R., Martínez-Delclos, X., Jiménez-Fuentes, E., Diéguez, C., Buscalioni, A. D., Barbadillo, L. J. & Via, L. (1988): An Early Cretaceous Faunal and Floral Continental Assemblage: Las Hoyas Fossil Site (Cuenca, Spain), *Geobios* 21 (5), 611-635.

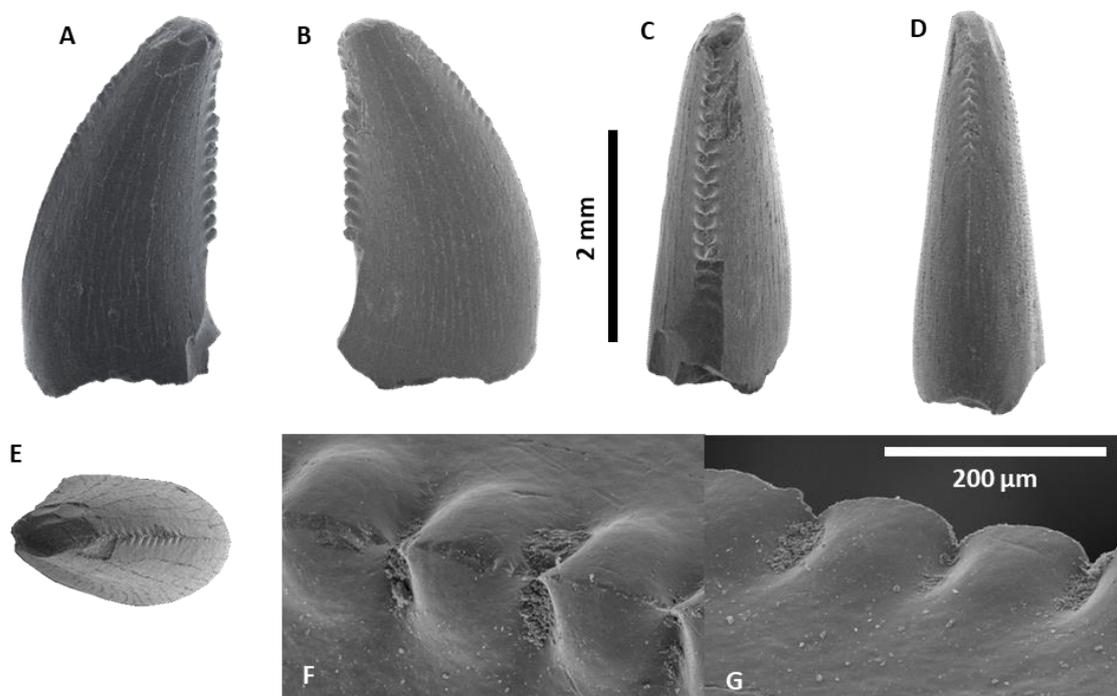
Schwarz-Wings D., Rees J. & Lindgren J. (2009): Lower cretaceous mesoeucrocodylians from Scandinavia (Denmark and Sweden). *Cretaceous Research* 30, 1345-1355.

Soria, A. R., (1997): La sedimentación en las cuencas marginales del Surco Ibérico durante el Cretácico Inferior y su contorno estructural. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, Spain. 363p.

Soria, A. R., Meléndez, A. & Liesa, C. L. (1997): Tectónica extensional cretácica en la subcuenca de Oliete (Cordillera Ibérica central). *Geogaceta* 22, 203-206.

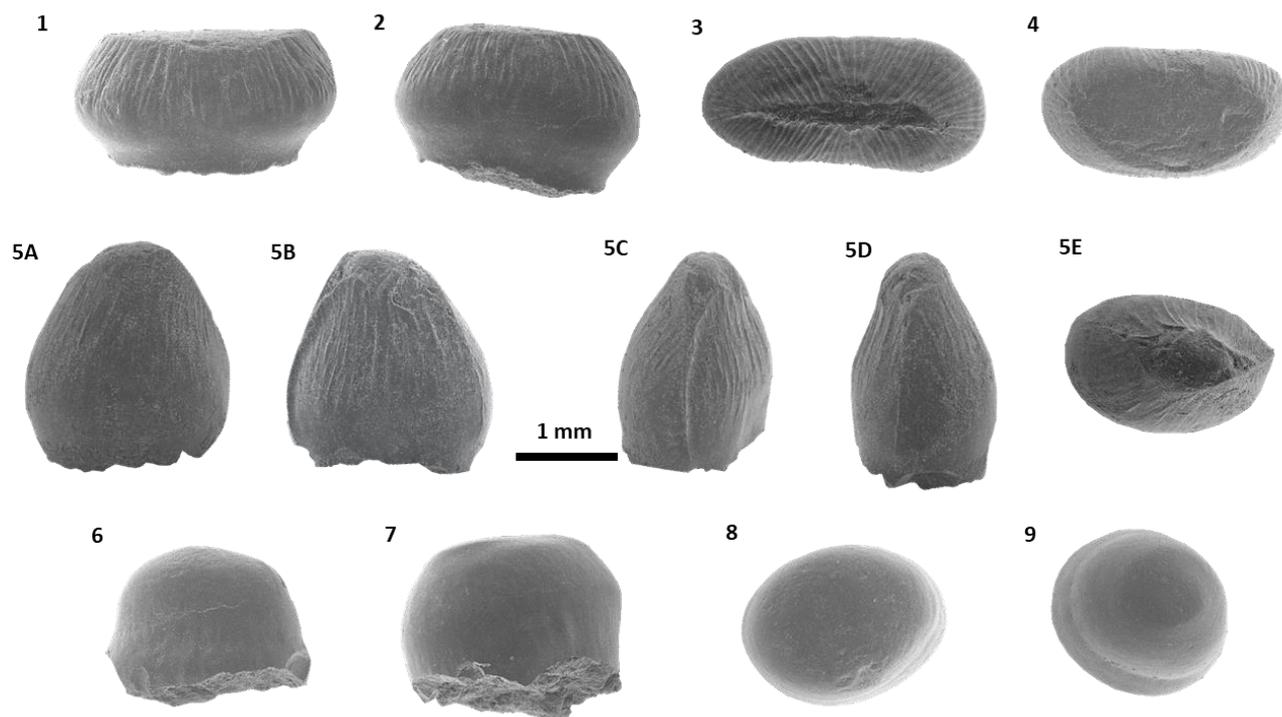
Sweetman S. C., Pedreira-Segade U. & Vidovic S. U. (2015): A new bernissartiid crocodyliform from the Lower Cretaceous Wessex Formation (Wealden Group, Barremian) of the Isle of Wight, southern England. *Acta Palaeontologica Polonica* 60, 257-268.

ANEXO I



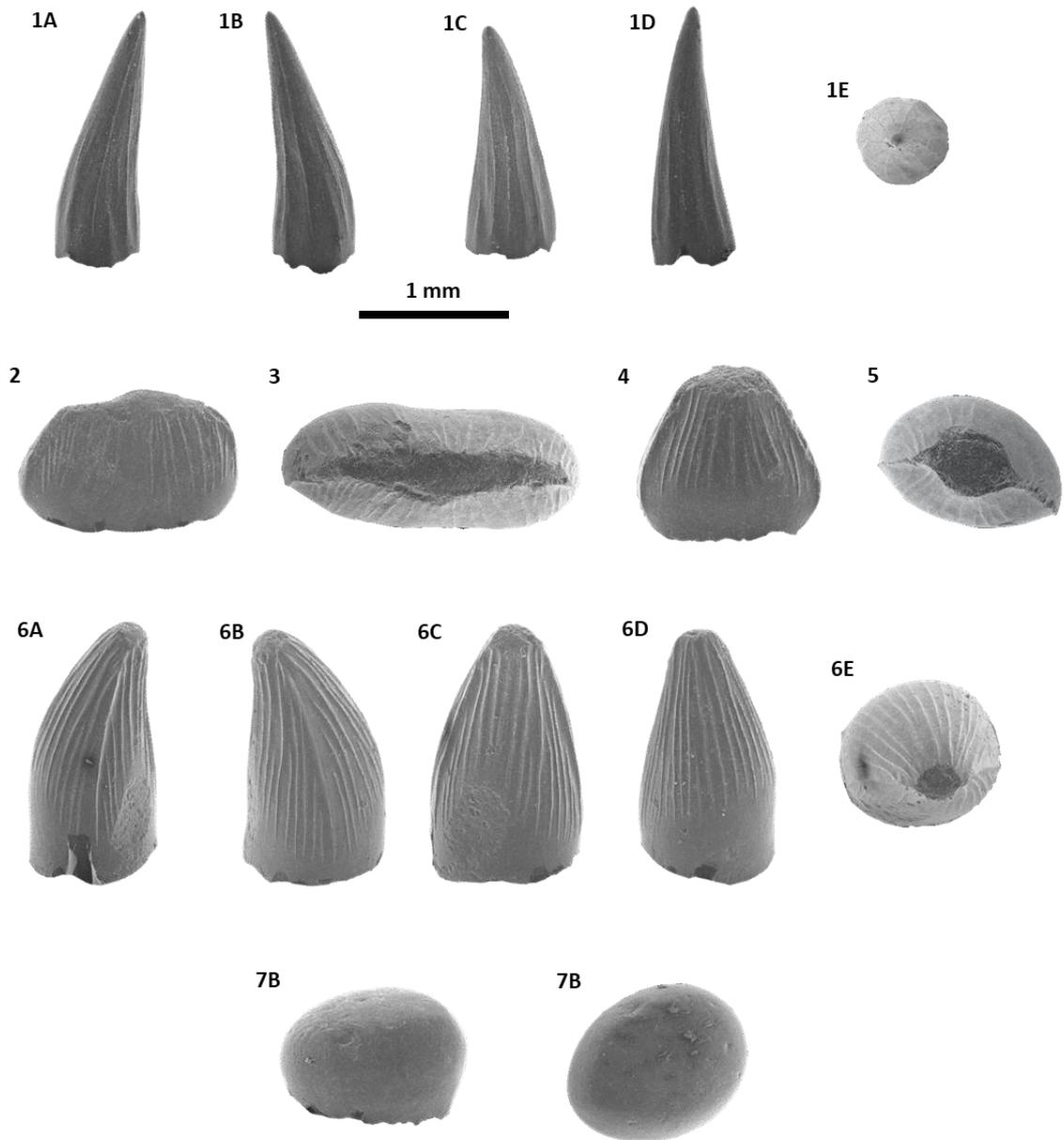
Fotografías de microscopio electrónico de la muestra denominada HOC-3 N1/1 correspondiente a un diente de terópodo. Las fotografías muestran diferentes vistas del diente: labial (A), lingual (B), distal (C), mesial (D) y apical (E); y de las carenas de las caras distal (F) y mesial (G) con un poco más de detalle.

ANEXO II



Fotografías de microscopio electrónico de las muestras denominadas HOC-3 N1/2 (1-4) en vista lateral (1 y 2) y apical (3 y 4) y de HOC-3 N1/3, en vista labial (5A), lingual (5B), distal (5C), mesial (5D) y apical (5E), asociadas a Bernissartiidae. Se observan las crestas que poseen y la baja altura en comparación con el ancho de la base. También se observan las fotografías de microscopio electrónico de las muestras denominadas HOC-3 N1/2 (6-7), en vista lateral (6 y 7) y apical (8 y 9), asociadas a peces, con una superficie lisa, una forma redondeada y sin ornamentación.

ANEXO III



Fotografías de microscopio electrónico de HOC-3 N3/1 asociada a Goniopholididae, en vistas mesial (1A), distal (1B), lingual, (1C), labial (1D) y apical (1E), de HOC-3 N3 /3 (A-D) asociada a Bernissartiidae, en vistas laterales (2 y 4) y apicales (3 y 5), de HOC-3 N3/4A asociada a Atoposauridae, en vistas mesial (6A), distal (6B), lingual (6C), labial (6D) y apical (6E), y de HOC-3 N3/4C asociada a peces durófagos en vista lateral (7A) y apical (7B) en las que se pueden observar sus diferentes vistas para ver sus características más en detalle.