

PALEOBIODIVERSIDAD Y PALEOAMBIENTE DE FORMACIÓN DEL YACIMIENTO DE VALLIPÓN (FORMACIÓN ARTOLES)

MÁSTER EN GEOLOGÍA: TÉCNICAS Y APLICACIONES

Autora: María Alegre Esteve

Director: José Ignacio Canudo Sanagustín | UNIZAR

ÍNDICE

Resumen	3
Abstract.....	3
Introducción.....	5
Planteamiento y objetivos	5
Antecedentes paleontológicos	5
Formación Blesa.....	5
Formación Camarillas	6
Formación El Castellar.....	6
Yacimiento de Vallipón	7
Situación geológica	8
Cuenca del Maestrazgo	9
Subcuenca de Morella	9
Yacimiento de Vallipón	9
Metodología.....	10
Preparación de muestras	10
Separación de muestra	10
Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo	11
Selección y preparación de muestras	11
Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo.....	12
Nomenclatura.....	12
Resultados.....	18
Sistemática paleontológica y descripción anatómica.....	18
Superorden Batomorphii	18
Superorden Galemorphii	21
Clase Actinopterygii.....	25
Superorden Crocodylomorpha	30
Orden Pterosauria.....	34

Superorden Dinosauria.....	35
Clase Mammalia.....	36
Reino Plantae.....	37
Discusión	39
Conclusiones.....	43
Agradecimientos.....	44
Bibliografía.....	45

Resumen

Este trabajo estudia los microfósiles de vertebrados del yacimiento de Vallipón (Castellote, Teruel), el yacimiento se encuentra en la base de la Formación Artoles de edad Barremiense superior. El estudio ha sido realizado mediante una lupa trilocular de hasta 4,5 aumentos y microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM).

Para recuperar los 1505 ejemplares estudiados se ha llevado a cabo el triado de 7 Kg de muestra que posteriormente han sido identificados y descritos haciendo referencia tanto a sus características anatómicas como tafonómicas.

Una vez clasificados los restos se ha realizado su contaje y se ha observado que más del 90% de éstos pertenecen a vertebrados acuáticos, además, se han recuperado fragmentos de algas rodofíceas que indican que el medio era acuático marino.

Entre los restos no acuáticos se diferencian terópodos cercanos evolutivamente a las aves, un mamífero multituberculado y pterosaurios. En total se han identificado 17 taxones.

Del estudio tafonómico se infiere que los restos han sufrido poco transporte y exposición subaérea y se han depositado por acumulación. Esto unido a la geología del yacimiento permite deducir que el ambiente de formación de Vallipón era un medio costero, posiblemente delimitado por acantilados. En este entorno se acumulaban por una parte restos de organismos terrestres bien conservados y poco transportados y por otra, restos marinos que suelen tener más evidencias de transporte y/o digestión.

Finalmente se realiza una comparación con los yacimientos más cercanos de edad similar a Vallipón, en esta comparación se aprecia una diferencia clara, que es el ambiente de formación, en el caso de Vallipón marino y en el del resto de yacimientos es lacustre/palustre.

Abstract

This work studies the vertebrate microfossils from the Vallipón paleontological site (Castellote, Teruel), which is located at the base of the Artoles Formation Upper Barremian. The study was carried out using a trilocular magnifying glass up to 4.5x magnification and a field emission scanning electron microscope (FESEM).

In order to recover the 1505 specimens studied, 7 Kg of samples were triaged and subsequently identified and described with reference to both their anatomical and taphonomic characteristics.

Once the remains had been classified, they were counted and it was observed that more than 90% of the remains belonged to aquatic vertebrates. In addition, remains of rhodophycean algae were recovered, indicating that the environment was marine.

Continental remains include theropods evolutionarily close to birds, a multituberculate mammal and pterosaurs. It has identified a total of 17 taxa.

From the taphonomic study it is inferred that the remains have undergone little transport and subaerial exposure and have been deposited by accumulation. This, together with the geology of the paleontological site, allows us to deduce that the environment in which Vallipón was formed was a coastal environment, possibly delimited by cliffs. In this environment, on the one hand, the remains of well-preserved terrestrial organisms that were not transported much and, on the other hand, marine remains that tend to have more evidence of transport and/or digestion were accumulated.

Finally, a comparison is made with the nearest sites of a similar age to Vallipón. In this comparison, a clear difference can be seen in the formation environment, which in the case of Vallipón is marine and in the case of the rest of the sites is lacustrine/palustrine.

Introducción

Planteamiento y objetivos

Esta memoria se corresponde con un Trabajo Final de Máster (TFM) del Máster de Geología: Técnicas y aplicaciones impartido en la Universidad de Zaragoza.

El objetivo principal de este TFM es identificar la paleobiodiversidad del yacimiento de Vallipón, así como deducir su ambiente de formación. Para ello se han planteado los siguientes subobjetivos:

- Identificación y clasificación de los restos orgánicos, especialmente de los vertebrados recuperados en la muestra representativa.
- Comparación de la paleobiodiversidad con yacimientos cercanos geográfica y temporalmente.
- Propuesta de un modelo de formación del yacimiento de Vallipón a partir de los datos geológicos y del estudio bioestratinómico de los restos estudiados.
- Aproximación al paleoambiente donde se formó el yacimiento de Vallipón a partir de los datos de los fósiles de vertebrados y la geología del nivel fosilífero.

Antecedentes paleontológicos

Además del yacimiento de Vallipón, en la provincia turolense se han hallado otras acumulaciones de microrrestos fósiles de edad Barremiense que cabe destacar.

Yacimientos de microvertebrados en Teruel

Los yacimientos de microvertebrados del Barremiense suelen encontrarse principalmente en tres formaciones: Formación Blesa, Formación Camarillas y Formación el Castellar.

Formación Blesa

En esta formación cabe destacar el yacimiento del Barranco del Hocino- 1 y La Cantalera-1.

El yacimiento del Barranco del Hocino-1 se sitúa geográficamente en el término municipal de Esteruel (Teruel) y geológicamente en el sector meridional de la subcuenca de Oliete. El afloramiento del yacimiento se encuentra en la parte media de la Formación Blesa, de edad Barremiense (Alonso *et al.*, 2016). Este yacimiento se formó por

acumulación de huesos desarticulados y fragmentados, muchos de ellos inidentificables. Su contenido fósil está compuesto principalmente por macrorrestos de ornitópodos, sin embargo, también se han hallado ejemplares de menor escala como restos dérmicos de anquilosaurios, dientes de terópodos y restos de microvertebrados (dientes de crocodylomorfos y de peces osteíctios), fragmentos de placas de tortugas, coprolitos de tamaño medio-pequeño y cáscaras de huevo (Alonso *et al.*, 2016).

La interpretación del paleoambiente de este yacimiento es una llanura aluvial con exposición aérea, episodios palustres y desarrollo de paleosuelos (Alonso *et al.*, 2016).

Por otra parte, en la Formación Blesa también se ha descrito La Cantalera-1. Este yacimiento se encuentra en los alrededores de la localidad de Josa (Teruel) y geológicamente se sitúa en la subcuenca de Oliete y data de edad Barremiense inferior.

En La Cantalera-1 se hallan principalmente dientes aislados, huesos desarticulados, completos o fragmentados, cáscaras de huevo y coprolitos (Canudo *et al.*, 2010), clasificándose 31 taxones, aunque dada la fragmentariedad de los restos, no pueden llegar a identificarse a nivel de especie en líneas generales.

En este caso la interpretación del paleoambiente de formación se corresponde con un área palustre-lacustre con lámina de agua fluctuante.

Formación Camarillas

Los yacimientos de esta Formación tienen poca continuidad, en este caso lo normal es encontrar restos fósiles de escala macro, sin embargo, las acumulaciones de microfauna también son típicas, aunque su conservación es peor (muestran signos de abrasión y corrosión).

La interpretación del paleoambiente en este caso se explicaría como canales intermareales que aportaron elementos del continente, y que, en momentos de subida de la marea, la corriente marina depositaría los fragmentos de vertebrados e invertebrados marinos (Canudo *et al.* 1996).

Formación El Castellar

Al contrario que en el caso anterior, en esta Formación los yacimientos sí tienen continuidad lateral. En los puntos donde el afloramiento es bueno hay acumulación de microvertebrados y dispersamente algún resto de macrovertebrados.

Estos yacimientos podrían estar en relación con un ambiente palustre en conexión con el mar, donde no habría corrientes que acumularan selectivamente los restos (Canudo *et al.* 1996).

Tanto la Fm. Camarillas como El Castellar se encuentran geográficamente en el municipio de Galve (Teruel) y geológicamente se sitúan en la subcuenca de Galve.

Yacimiento de Vallipón

El yacimiento de Vallipón fue encontrado en 1993 por Eladio Liñán (catedrático en paleontología de la Universidad de Zaragoza) mientras realizaba una visita con miembros del Grupo de Estudios Masinos (GEMA) al yacimiento de troncos fósiles El Barranquillo (Ruiz Omeñaca *et al.*, en línea).

La biodiversidad del yacimiento es muy significativa encontrándose en él tanto organismos marinos como continentales. Entre los elementos de los organismos continentales se hallan pequeños dientes aislados de mamíferos, siendo el grupo más numeroso los multituberculados, del cual se han identificado cuatro taxones (Cuenca *et al.*, 1996).

Sin embargo, los organismos continentales más abundantes del yacimiento son los dinosaurios, reconociéndose diversos grupos de naturaleza herbívora y carnívora. Entre los elementos de dinosaurios herbívoros se han identificado dientes de dinosaurios hipsilofodóntidos e iguanodóntidos, ambos dos pertenecientes al grupo de los ornitópodos (Ruiz-Omeñaca *et al.*, en línea), además también se han recuperado restos vertebrales de iguanodóntidos y ornitópodos indet. (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1997).

Aunque menos comunes, también se han hallado dientes de dinosaurios saurópodos pudiendo llegar a clasificarse en el caso de uno de ellos como *Pleurocoelus cf. valdensis* (Ruiz Omeñaca y Canudo, 2005). Al igual que en el grupo de los ornitópodos también se han hallado restos vertebrales pertenecientes a saurópodos titanosauriformes (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1997).

Finalmente, el tercer grupo de dinosaurios son los terópodos, concretamente se ha conseguido recuperar restos, en su mayoría dientes, de dromeosáuridos, barionícidos y coelurosáuridos (Ruiz Omeñaca *et al.*, 1997).

Se han citado dientes de pterodactyloidea indet. (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1998) así como de crocodylomorfos, distinguiéndose tres taxones: *Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.* y *Goniopholis sp.* (Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2001).

Los restos de organismos marinos son los más abundantes del yacimiento. Entre los diferentes grupos encontrados es de notable interés el hallazgo de dientes de *Eoptolamna eccentricolopha* ya que se corresponde con una especie de tiburón moderno (Kriwet *et al.*, 2008). También se han citado condrictios primitivos como *Hybodus*, *Polyacrodus* y *Lissodus* y varios taxones de rajiformes (Canudo *et al.*, 1996).

Finalmente, es muy común encontrar entre los restos dientes de peces picnodóntidos y amiidos.

Situación geológica

El yacimiento de Vallipón se sitúa en el municipio de Castellote (Teruel, España), geológicamente se encuentra en la subcuenca de Morella, la cual pertenece a la Cuenca de Maestrazgo (Cordillera Ibérica Oriental) (Fig. 1).

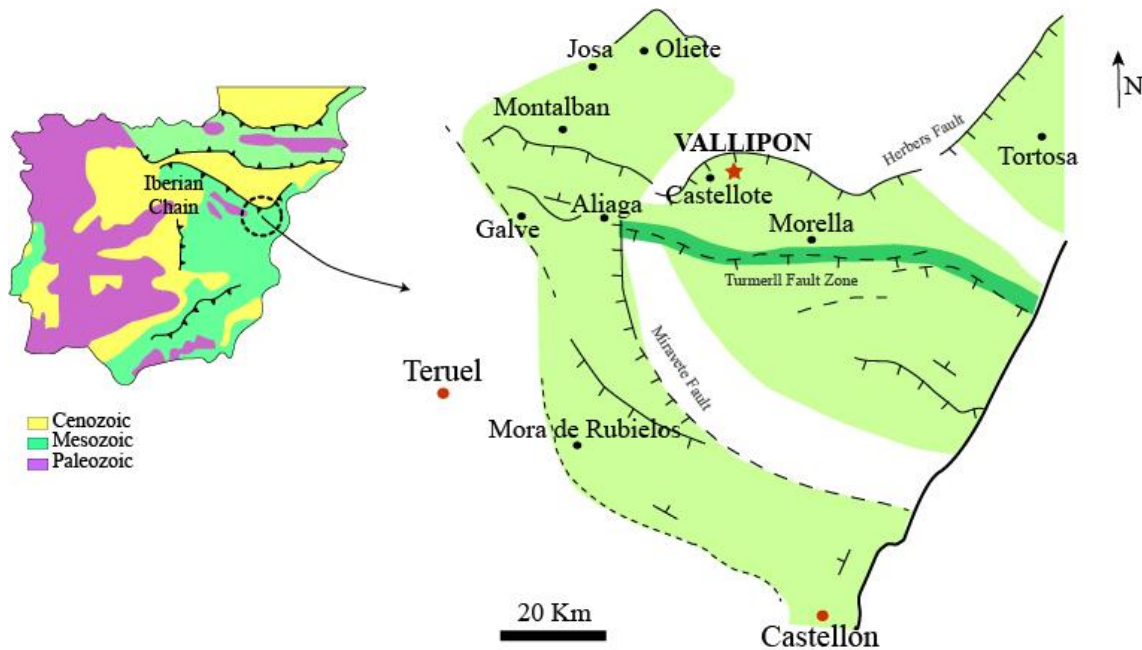


Figura 1. Situación geológica del yacimiento de Vallipón (marcado con una estrella). Mapa modificado de Alonso *et al.* 2018.

Cuenca del Maestrazgo

La cuenca del Maestrazgo se encuentra en el sector oriental de la Cordillera Ibérica, en la provincia de Teruel.

Esta cuenca se originó durante las etapas de *rift* y *postrift* en el Mesozoico, que son: 1) *rift* triásico 2) *postrift* jurásico inferior y medio 3) *rift* jurásico superior neocomiense 4) *postrift* hauteriviense 5) *rift* cretácico inferior y 6) *postrift* cretácico superior (Salas y Guimerà, 1996).

Durante el proceso de adelgazamiento cortical se produjo la fragmentación de las grandes plataformas carbonatadas jurásicas, generando siete subcuencas en la Cuenca del Maestrazgo (Ipas *et al.*, 2005).

Estas subcuencas estaban controladas por alineaciones del basamento de direcciones NO-SE y NE-SO que definieron un conjunto de bloques con subsidencia diferencial y activados por mecanismos de fallas lístricas (Salas, 1987; Liesa *et al.*, 2006). El yacimiento de Vallipón se encuentra en la subcuenca de Morella y representa uno de los puntos de mayor subsidencia de la Cuenca del Maestrazgo.

Subcuenca de Morella

Durante el Barremiense-Aptiense prevaleció una condición claramente marina en la subcuenca de Morella registrando hasta 1100 m de depósitos de carbonato de plataformas marinas poco profundas, con abundantes moluscos, orbitolínidos, algas calcáreas y rudistas. Estas plataformas, aunque muy extensas, pasaban localmente a ambientes transicionales siliciclásticos poco profundos (Ipas *et al.*, 2005).

Yacimiento de Vallipón

Geográficamente el yacimiento de Vallipón se encuentra en el municipio de Castellote (Teruel) y geológicamente se halla en el extremo noroccidental de la Cuenca de Morella.

Estratigráficamente el yacimiento se sitúa en la base de la Formación Artoles, datada por la presencia del foraminífero *Paleorbitolina lenticularis lenticularis* como Barremiense superior (Canudo *et al.* 2001). Esta formación agrupa los primeros niveles marinos del Barremiense que indican un gran desarrollo de plataformas carbonatas en la Cordillera Ibérica oriental, enmarcándose por tanto en un contexto sedimentario marino.

La acumulación de restos fósiles de Vallipón se agrupa en bloques de conglomerados cuya matriz es de arenisca. Pese a que los bloques con fósiles pertenecen al mismo nivel se pueden diferenciar dos litologías.

Por una parte, se aprecian conglomerados de arenisca cuyo esqueleto está formado por fósiles de vertebrados, cantos carbonatados, cantos ferruginizados y cantos cuarcíticos cuyo cemento es de naturaleza calcítica. Por otra parte, se observan conglomerados con características parecidas a la primera litología, sin embargo, en este caso el cemento es calcítico- ferruginoso y los fósiles están aleatoriamente cubiertos por una costra de esta composición, además los fósiles son más delicados y se encuentran más fracturados (Canudo *et al.*, 1996).

Metodología

Preparación de muestras

Este trabajo se ha realizado a partir de la fase de triado, sin embargo, ha habido un proceso previo para la obtención de los fósiles.

El método para recuperar los restos es el habitual de disgregación de cemento calcáreo con fósiles de vertebrados. En síntesis, consiste en sumergir los bloques de conglomerado en ácido fórmico al 5% durante 24 horas y repetir el proceso durante semanas o meses.

La muestra se neutraliza para quitar los restos de ácido que podrían alterar la consistencia de los fósiles.

Separación de muestra

Los bloques disgregados con ácido se han tamizado para separar el residuo según el tamaño de las partículas. En este estudio se ha analizado una muestra representativa del yacimiento (de alrededor de 5 Kg) de fracción 150 μm y otra muestra (de alrededor de 2 Kg) de fracción 0,5 cm (Fig. 2).

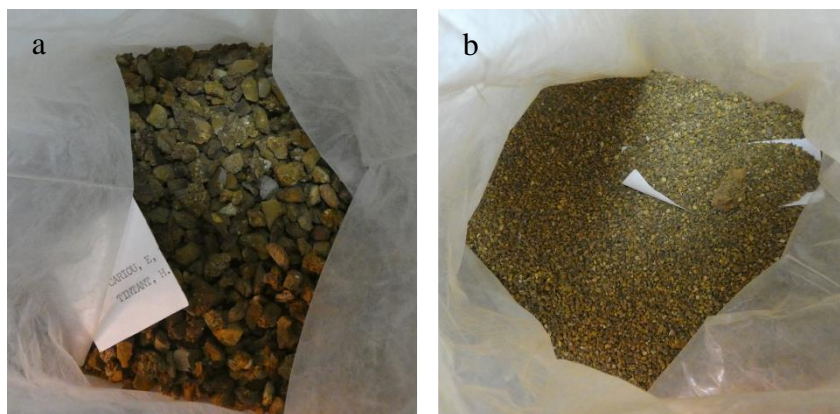


Figura 2. Submuestras tamizadas, la figura 2a se corresponde con el sedimento pasado por la luz de malla de 0,5 cm y 2b con el sedimento pasado por la luz de malla de 150 μ m.

Los restos fósiles se han separado mediante la técnica de triado, seleccionando los fósiles identificables y desechando los no identificables y los cantos de roca.

En la muestra pasada por luz de malla de 150 μ m el triado se ha llevado a cabo con ayuda de una lupa trilocular. Con la cámara acoplada a la lupa se han realizado las fotos presentes en la memoria, las cuales han sido procesadas con el programa Optika Vision Lite 2.1.

Para llevar a cabo la separación de la muestra estudiada se ha utilizado punzón y pincel de brocha muy fina, introduciendo pequeñas cantidades de los restos en una bandeja de triado, además, para la selección de fósiles se han usado unas pinzas de precisión, guardando los fósiles, agrupados por género o especie, en cajas de metacrilato de pequeño tamaño.

Por otra parte, en la muestra formada por elementos de 0,5 cm, el triado se ha realizado sin necesidad de lupa, separando los fósiles manualmente y con pinzas.

Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo

Selección y preparación de muestras

Se han seleccionado un total de 43 ejemplares para ser estudiados en microscopio electrónico.

La elección de los ejemplares se ha realizado con el objetivo de tener una representación completa de la biodiversidad presente en el yacimiento y la conservación de los distintos restos, escogiendo tantos ejemplares de un mismo taxón como características anatómicas y tafonómicas posea.

Una vez seleccionados los ejemplares se ha realizado la preparación de las muestras para llevar a microscopio. Este proceso consiste en colocar los fósiles en platinas de latón, y para asegurar la fijación de los fósiles, éstos se han puestos sobre cintas de carbono de doble cara. Finalmente, las muestras han sido recubiertas con oro.

Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo

Esta parte del estudio se ha realizado en el servicio de microscopía electrónica de material del SAI (Servicio General de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza) con el microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FESEM) Carl Zeiss MERLIN™.

Nomenclatura

En este apartado se presentan los términos usados para la descripción de los fósiles y una breve descripción de las principales morfologías, además se muestra la nomenclatura utilizada para nombrar las distintas vistas de un diente (Fig.3). Las fotografías han sido tomadas durante el triado.

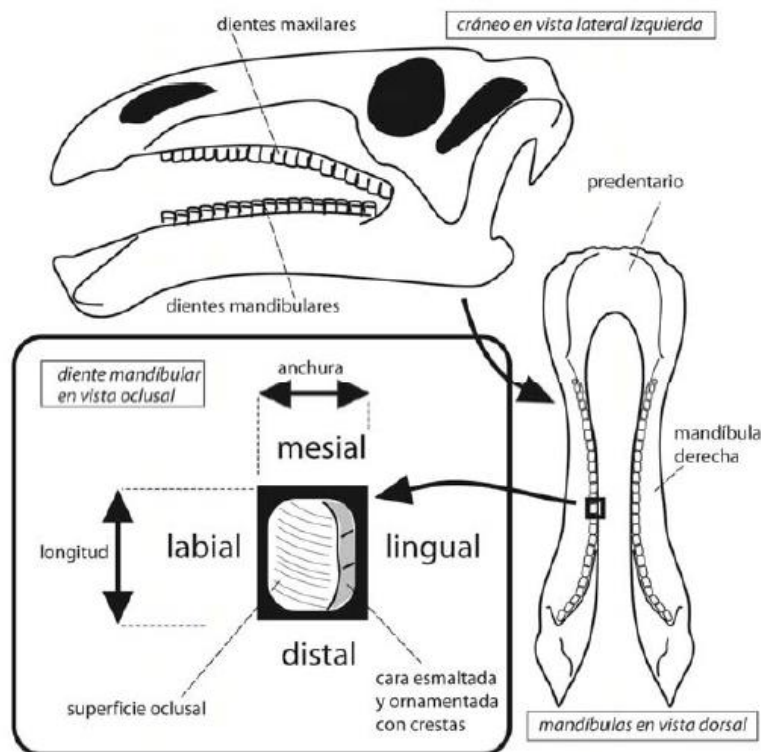


Figura 3. Nomenclatura para la descripción de dientes aplicada sobre los dientes de un ornitópodo iguanodóntido. Tomado de Gasca 2015.

Los dientes de hybodóntidos (Fig. 4) tienen estructuras típicas, entre las cuales destacan las crestas longitudinales, que van desde el ápice del diente hasta su base, y la cresta transversal, de la cual surgen las crestas longitudinales en la parte más superior del diente y lo cruza longitudinalmente. Además, también poseen una cúspide central y varias cúspides accesorias de menor tamaño.

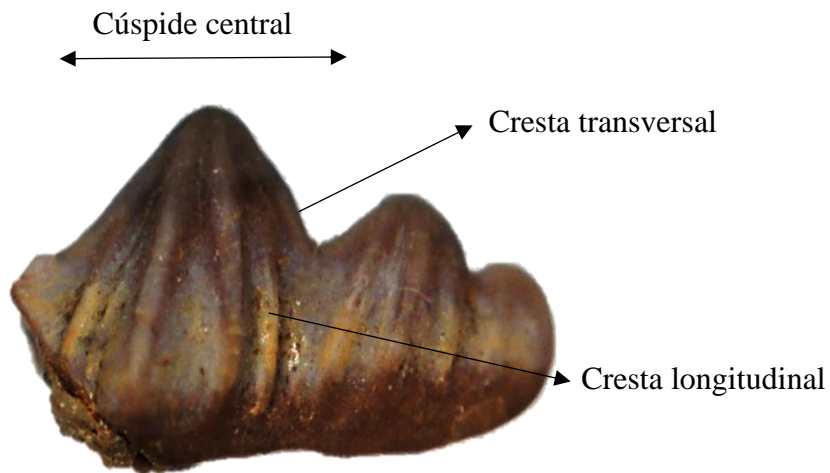


Figura 4. Nomenclatura de un diente incompleto de *Hybodus parvidens* en vista labial.

Los dientes pertenecientes a *Lissodus* poseen una protuberancia labial (Fig. 5b) que se encuentra muy próxima a la única cúspide que presentan (Fig. 5a). Son dientes con poca o nula ornamentación, con un perfil de corona muy bajo y de morfología triangular. Su base es ovalada.

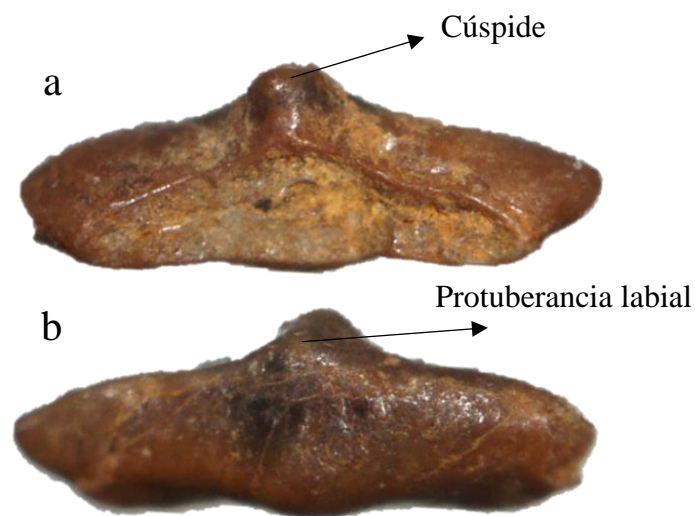


Figura 5. Partes distinguibles de un diente de *Lissodus* en vista lingual (a) y labial (b).

En *Eoptolamna eccentrolopha* cabe destacar las crestas longitudinales que surcan su corona desde la base hasta la parte media (Fig. 6). Son dientes con una cúspide central alargada y estrecha y dos cúspides accesorias más pequeñas y anchas, que no suelen preservarse.

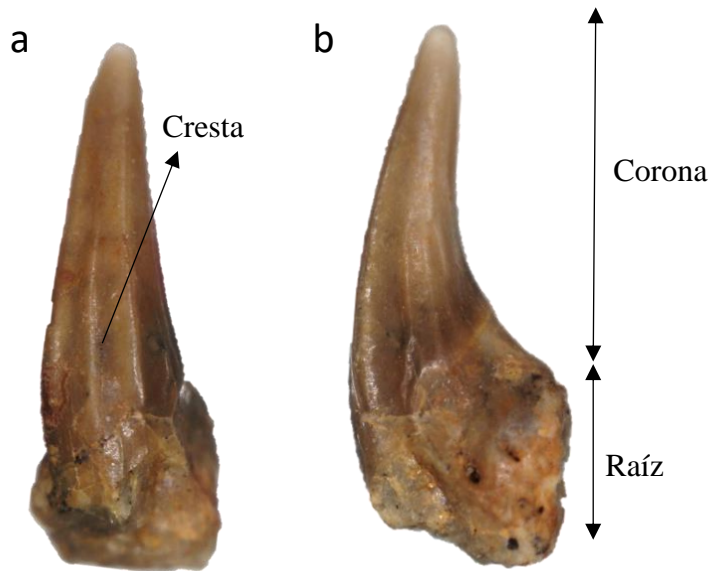


Figura 6. Estructuras que forman un diente de *Eoptolamna eccentrolopha* en vista labial (a) y lateral (b).

Los dientes de rajiformes son de morfología romboidal y poseen una raíz de la misma forma que se bifurca (Fig. 7).

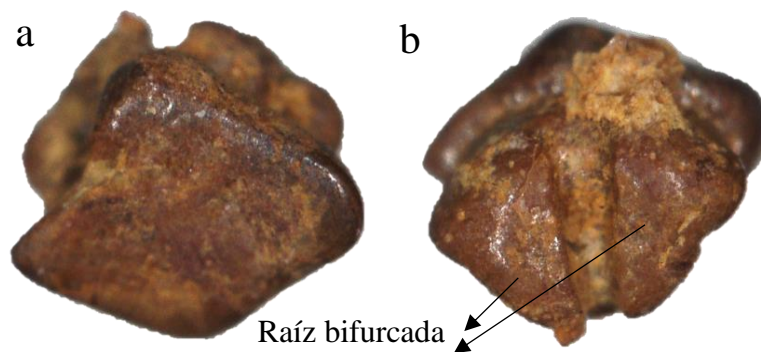


Figura 7. Diente de *Pseudohypolophus mcultyi* en vista oclusal (a) y morfología de la raíz (b).

Los picnodóntidos presentan distintas morfologías (Fig. 8). En a y b se aprecian formas redondeadas y presencia de cúspides en la zona oclusal, en e y f también pueden apreciarse cúspides, pero la morfología es más alargadas y cilíndricas, y finalmente, en c

y d no se aprecian cúspides ni redondez y son dientes planos con una cuenca la zona lingual.

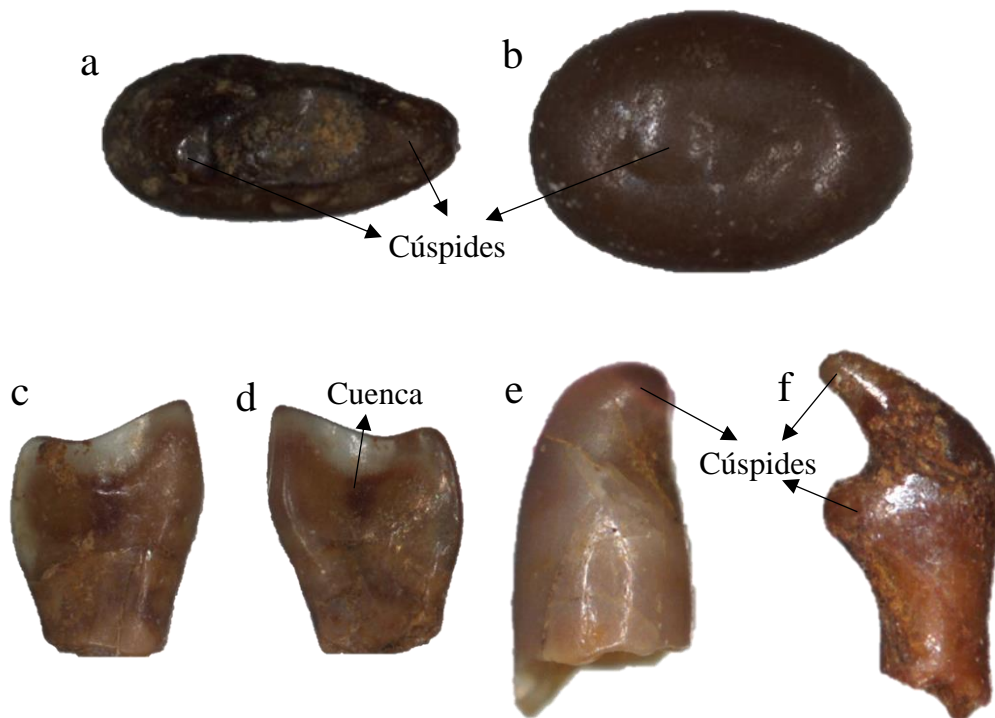


Figura 8. Distintas morfologías de Pycnodontidae indet. con sus estructuras más reseñables.

Los amiidos presentan de dientes cónicos con morfología lanceolada y poseen el esmalte transparente (Fig. 9).

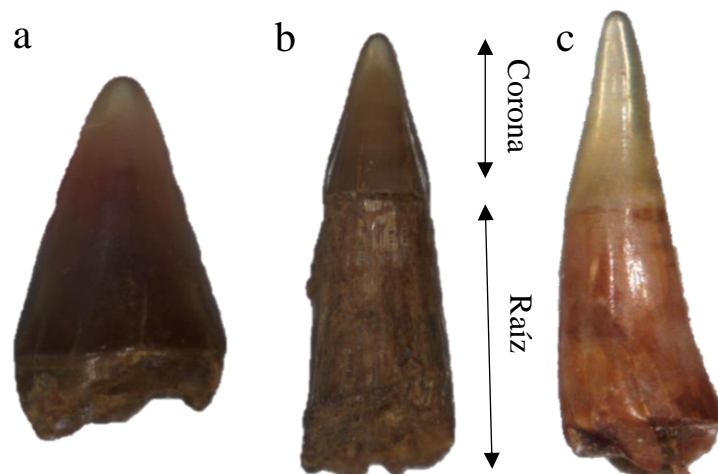


Figura 9. En a se observa únicamente la corona de un diente de Amiidae indet., sin embargo, en b y c se aprecia la raíz conservada.

Se diferencian tres taxones distintos de crocodylomorfos: *Teriosuchus sp.* (Fig. 10), *Bernissartia sp.* (Fig. 11) y *Goniopholis sp.* (Fig. 12). En las distintas figuras se señalan sus características principales.

Teriosuchus sp. presenta heterodoncia, pudiéndose observar dos morfologías distintas, en a las crestas están separadas por surcos bien marcados y tiene morfología triangular, y en b se observan estrías y el diente tiene forma de hoja (Fig. 10).

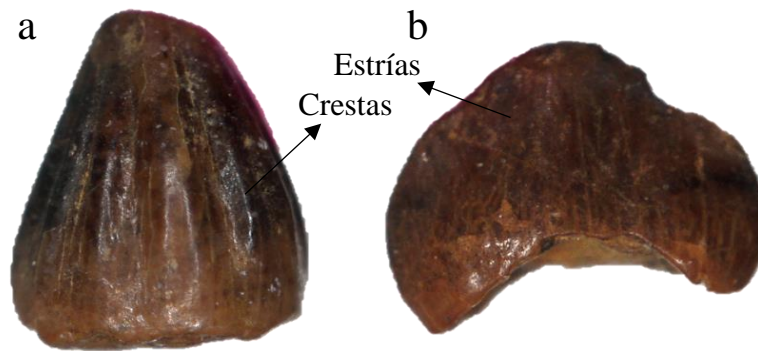


Figura 10. Distintas morfologías de dientes de *Theriosuchus sp.*.

La principal característica de *Bernissartia sp.* es su morfología redonda y bulbosa y la presencia de crestas (Fig. 11). También presenta heterodoncia, siendo unos dientes más afilados (Fig. 11b) y otros más bulbosos (Fig. 11a).

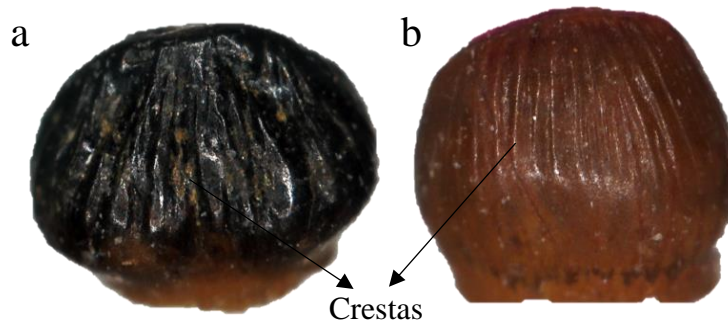


Figura 11. Se observan dos morfologías distintas de diente de *Bernissartia sp.*

Finalmente, *Goniopholis sp.* es la tercera especie de crocodylomorfos que se ha encontrado en el triado, estos dientes son alargados y poseen estrías y uno de sus rasgos más característicos es la sección circular (Fig.12).

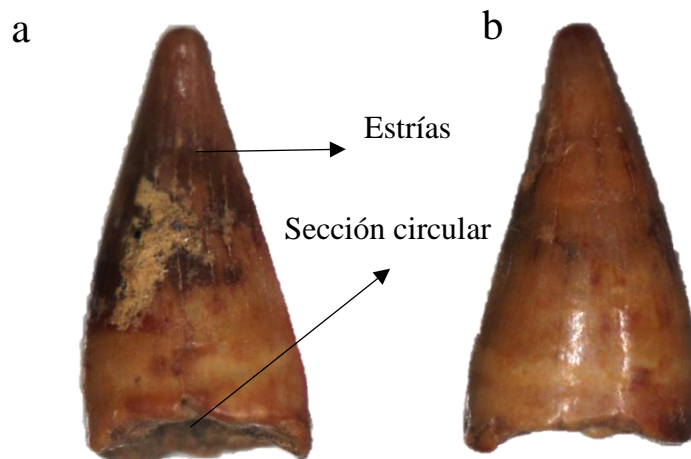


Figura 12. En 12a se muestra un diente de *Goniopholis sp* en vista lingual, además se distinguen las crestas que forman la corona y la sección circular donde iría unida la raíz. En 12b se aprecia en vista labial.

Los pterodáctilos tienen dientes alargados y con estrías (Fig. 13), pero en este caso la sección es elíptica, dándole morfología aplanada al diente (en lugar de cónica como ocurre con *Goniopholis sp.*).

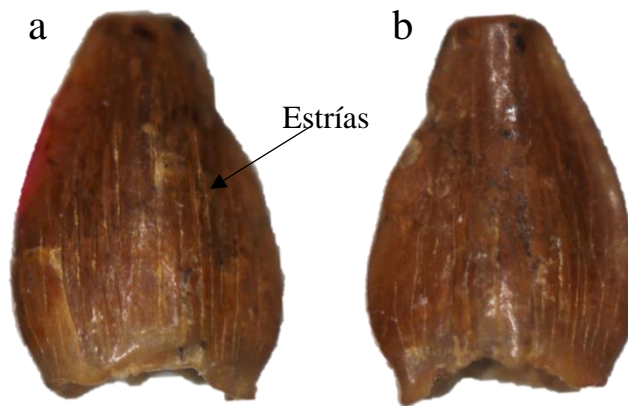


Figura 13. En a se aprecia un diente de Pterodactyloidea indet. en vista labial y en b en vista lingual.

Finalmente, los terópodos poseen dientes con la sección ovalada y curvatura hacia la zona lingual (Fig. 14).

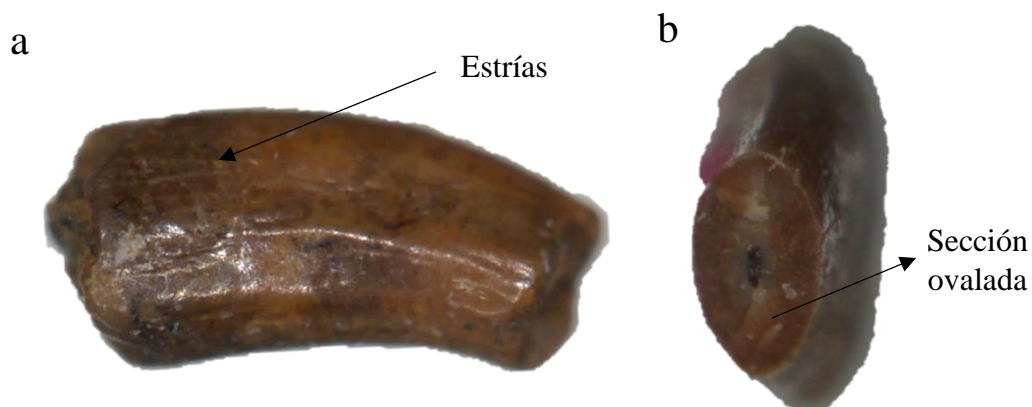


Figura 14. En a se diferencia un fragmento de diente de Theropoda indet. y en b la sección ovalada típica de un diente de Theropoda indet.

Resultados

Sistemática paleontológica y descripción anatómica

Superorden Batomorphii

Orden Hybodontiformes

Familia Hybodontidae

Género *Hybodus*

Hybodus parvidens

Material: 16 dientes fragmentados y 125 fragmentos. Figurados VALL1-24, VALL1-25 y VALL1-26.

Descripción: los dientes asignados a este taxón tienen mala conservación ya que en su mayoría lo que se ha recuperado son cúspides centrales y en una minoría de casos dientes incompletos, sin embargo, en todos ellos se aprecia la ornamentación poco desgastada.

Tienen unas coronas dentales de 1,9 mm longitud mínima y 4 mm longitud máxima. Tienen una cúspide central ancha y cúspides accesorias de menor tamaño a ambos lados de la principal. Son dientes con una ornamentación muy marcada formada por crestas longitudinales, tanto en la cara labial como lingual, que están bien espaciadas entre sí (Fig. 15c) y se bifurcan en la parte baja de la corona (Fig. 15 b y d). Poseen una cresta transversal, que atraviesa todas las cúspides, en la cual se inician las crestas longitudinales (Fig. 15a). En estos ejemplares no se ha conservado la raíz.

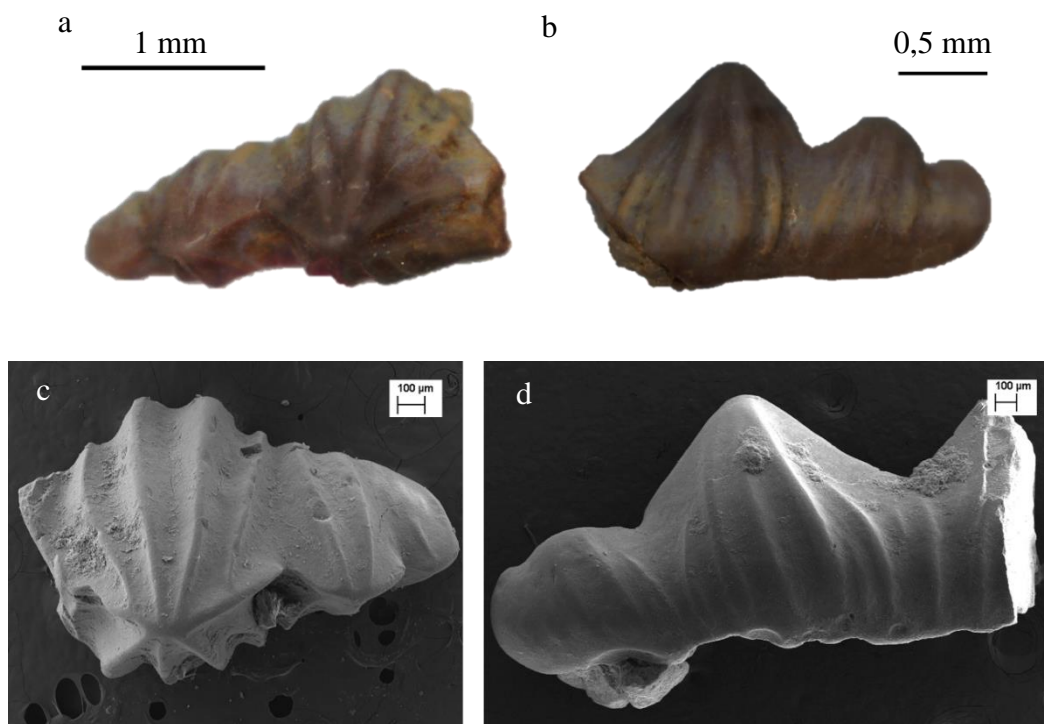


Figura 15. *Hybodus parvidens*. En a se aprecia VALL1-24 de *Hybodus parvidens* en vista oclusal, en el que pueden diferenciarse tres cúspides, la cresta transversal y las crestas longitudinales y en b en vista labial, en el que se pueden observar las crestas longitudinales bifurcadas en la parte media baja de la corona. C y d se corresponde con VALL1-25 y VALL1-26, en c se ve el diente en vista oclusal en la cual pueden observarse las crestas longitudinales a partir de la transversal, finalmente en d se observan las crestas longitudinales y su bifurcación en vista lingual.

Discusión: La altura moderada de la cúspide central respecto a las accesorias, la tosquedad de las estrías que llegan hasta la cúspide y el bajo número de cúspides accesorias indican que estos ejemplares pertenecen a *Hybodus parvidens* (Canudo *et al.*, 1996).

Familia Polyacrodontidae

Género *Lissodus*

Material: 84 dientes completos. Figurados VALL1-16 y VALL1-17

Descripción: Se aprecian superficies muy pulidas, pero dada la poca ornamentación que presenta este taxón la forma original está bien conservada, siendo distinguible la protuberancia labial de la cúspide, aunque no la cresta que las une.

Dientes de longitud mínima 1,2 mm y longitud máxima 3,3 mm. Posee una protuberancia labial central de morfología subcircular (Fig. 16a), en algunos casos se observan otras protuberancias a los laterales de la central, pero de menor tamaño que ésta. El perfil de la corona es bajo y no se observa ornamentación (Fig. 16 b y c). Se aprecia una cúspide

central poco acentuada que se une con la protuberancia labial (16 d y e). No tiene cúspides accesorias.

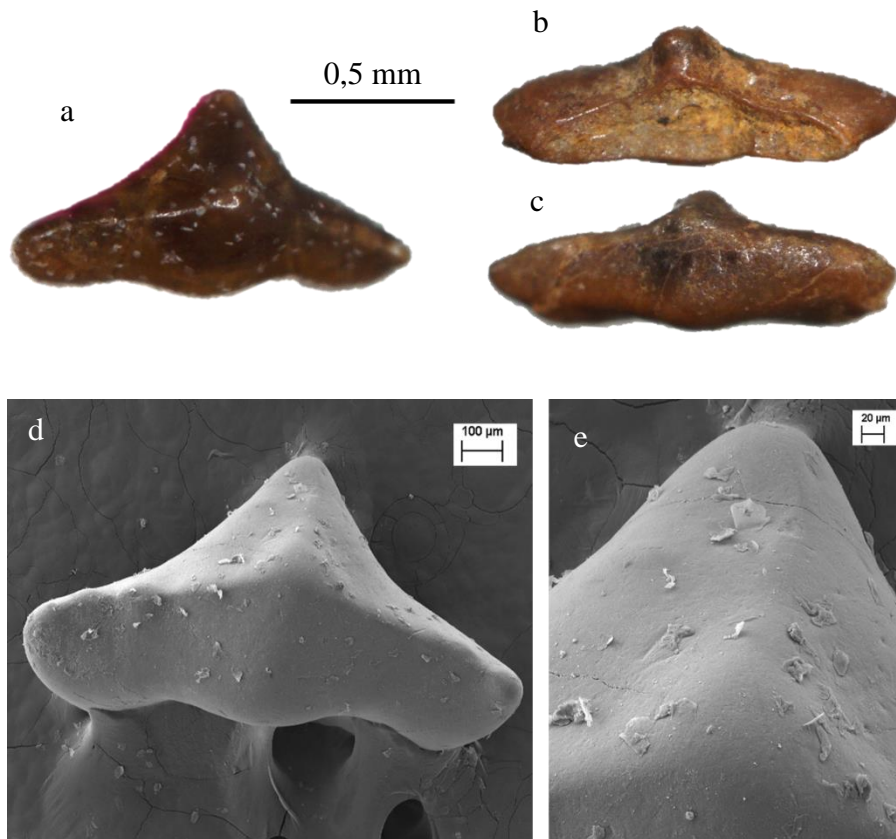


Figura 16. *Lissodus*. En a se observa VALL1-16 en vista labial en el que se aprecia la protuberancia labial unida a la cúspide principal del diente. En b y c se presenta VAL1-17 en vista lingual y labial respectivamente, finalmente en d se aprecia con más claridad la protuberancia labial unida a la cúspide, e es una ampliación de d.

Discusión: Son ejemplares con una morfología muy triangular, que no presentan cúspides accesorias ni ornamentación. Todos ellos poseen una protuberancia labial circular que se une a la cúspide por una cresta poco marcada. Todas estas características le sitúan como un morfotipo de *Lissodus* (Canudo *et al.*, 1996).

Orden Rajiformes

Familia Platyrrhinidae

Pseudohypolophus mcnultyi

Material: 8 dientes. Figurado VALL1-12.

Descripción: De los 8 dientes 6 presentan buena conservación y los otros dos presentan desgaste y fracturación.

En vista oclusal la morfología de la corona es romboidal y lisa, y en vista basal se observa la raíz bifurcada separada por un surco en dos triángulos (Fig. 17).

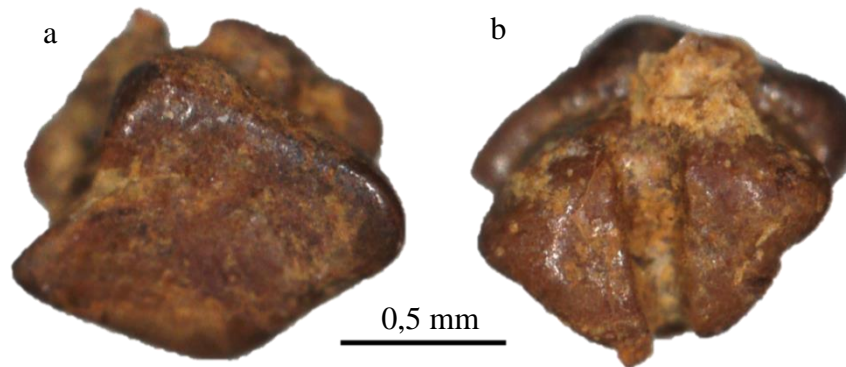


Figura 17. *Pseudohypolophus mcultyi*. En 17 a se observa VALL1-12 en vista oclusal y en b (vista basal) se aprecia la raíz.

Discusión: la morfología rómbica de estos ejemplares y la forma de su raíz los sitúa como *Pseudohypolophus mcultyi* (Canudo *et al.*, 1996).

Superorden Galemorphii

Orden Lamniformes

Familia Eoptolamnidae

Género Eoptolamna

Eoptolamna eccentricolopha

Material: 50 dientes completos y 140 fragmentos. Figurados VALL1-27, VALL1-28, VALL1-29, VALL1-44 y VALL1-45.

Descripción: Las conservaciones de los restos son muy variadas, 50 de ellos están bien preservados, sin embargo, los otros 140 presentan signos de desgaste y digestión (Fig. 18).

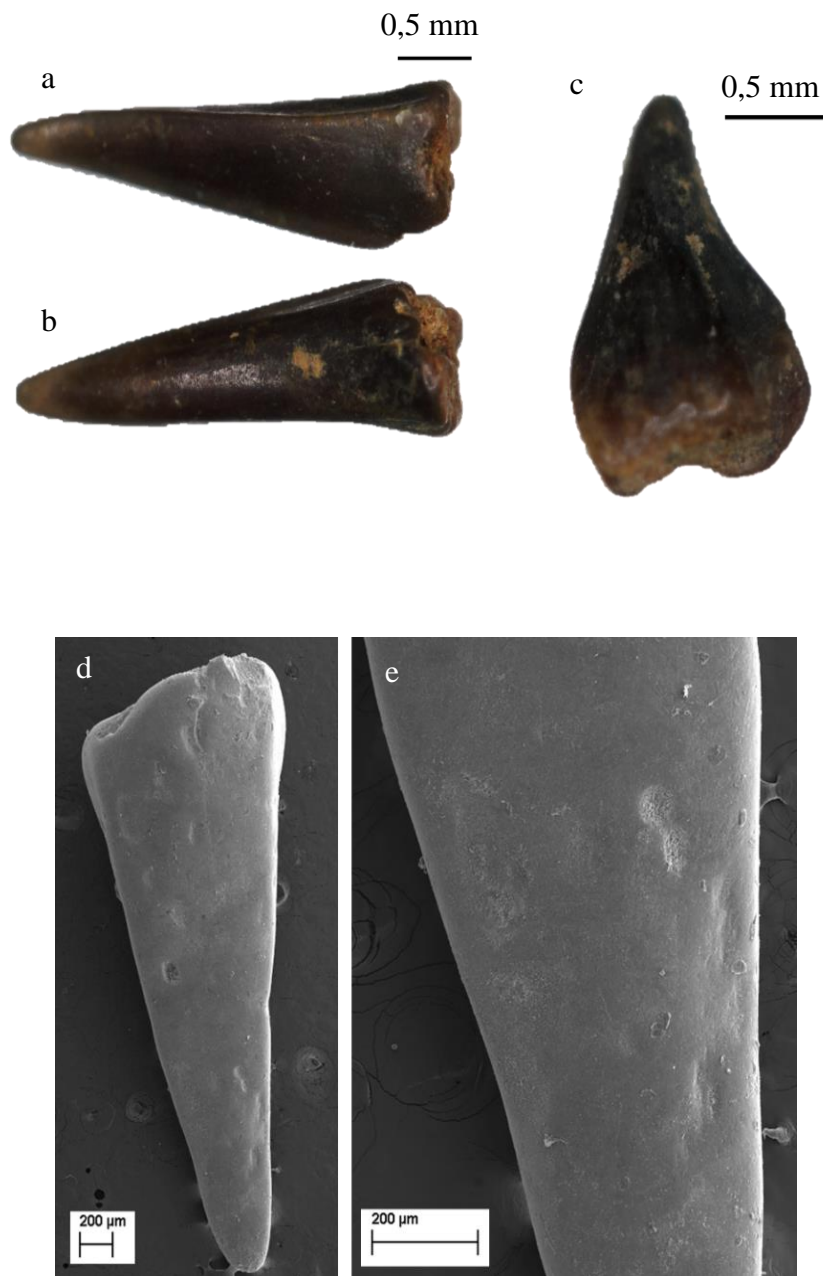


Figura 18. *Eoptolamna eccentrolopha* . En esta figura se observan dientes desgastados de *Eoptolamna eccentrolopha* correspondiéndose a y b (VALL1-44) con cúspides centrales y c con cúspide accesoria (VALL1-45). En d puede apreciarse una cúspide principal con marcas de digestión (VALL1-29).

Las coronas dentales tienen longitud mínima de 0,8 mm y longitud máxima de 5,7 mm. Posee una cúspide central alargada, estrecha y sigmoidal y dos cúspides accesorias de menor tamaño y anchas (Fig. 19a), en la parte lingual de la corona pueden observarse crestas longitudinales que se inician en la base de la corona y terminan en la parte media de ésta (Fig. 19 c y d). Se aprecia que los dientes poseen curvatura hacia la zona lingual (Fig. 19 b y d). La raíz está mal conservada.

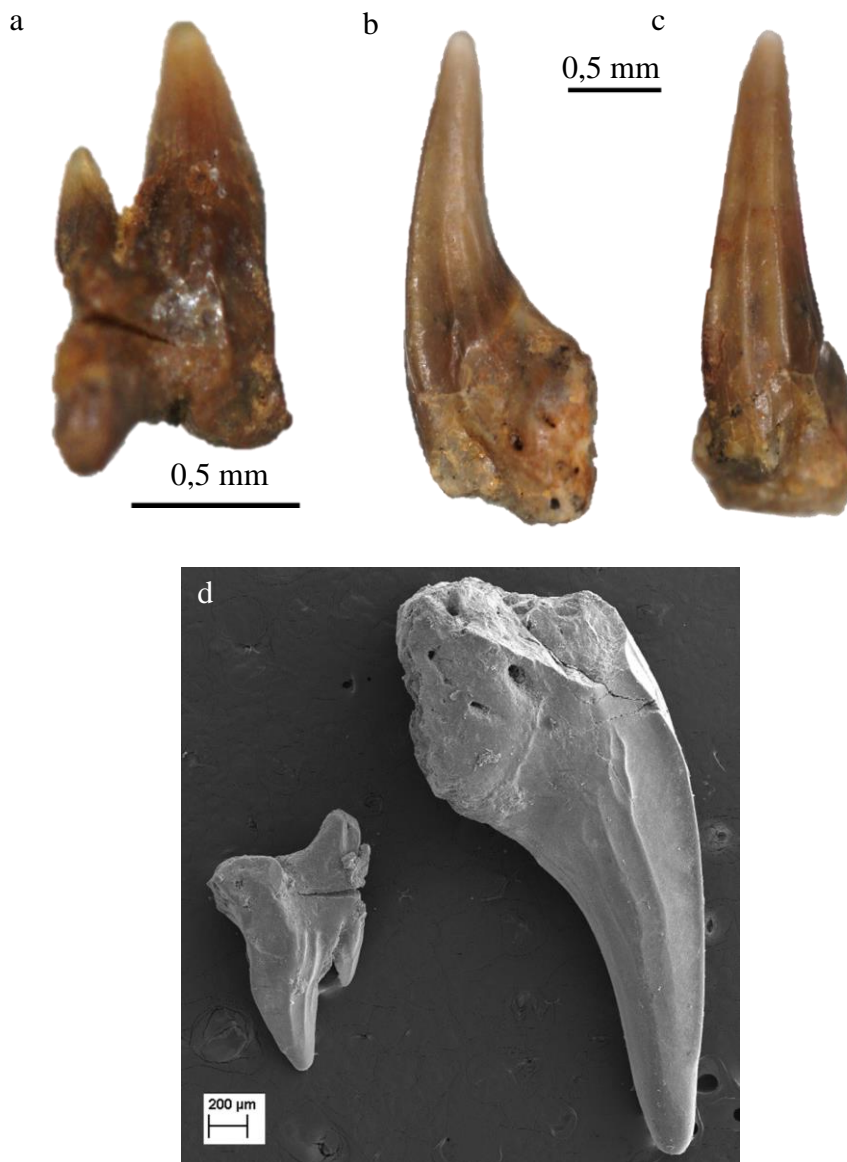


Figura 19. *Eoptolamna eccentrolopha* . En a y b (VALL1-27) se aprecia la cúspide central bien conservada de *Eoptolamna eccentrolopha* en vista labial (a) y lateral (b). En c (VALL1-28) se aprecia una cúspide áccesoría conservada, finalmente, en d se observa con mayor detalle que la crestas longitudinales no llegan hasta el final de la corona.

Discusión: las características que hacen clasificar estos dientes como *Eoptolamna eccentrolopha* son principalmente las crestas bien marcadas desde la base de la corona sin llegar al ápice, la presencia de cúspides laterales más anchas y cortas unidas a la cúspide principal y la cara lingual de la cúspide principal fuertemente combada (Kriwet *et al.*, 2008).

Chondrichthyes indet.

Material: Una escama. Figurado VALL1-45.

Descripción: La muestra se corresponde con un fragmento de escama de chondrichthyes, su conservación es buena (Fig. 20).

Desde la zona exterior a la interior se observan crestas que se bifurcan, haciéndose más notables hacia la base. La base de la escama es ovalada.

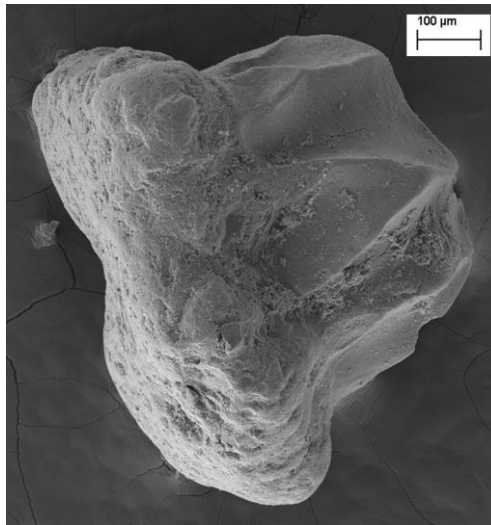


Figura 20. Escama de chondrichthyes vista lateralmente.

Discusión: Con este ejemplar no puede inferirse a que taxon de los anteriores condriictios pertenece.

Clase Actinopterygii

Orden: Pycnodontiformes

Familia Pycnodontidae

Pycnodontidae indet.

Material: 478 dientes. Figurados VALL1-18, VALL1-19, VALL1-20, VALL1-21 y VALL1-22.

Descripción: Se incluyen tres morfologías.

Morfotipo 1: dientes redondeados con una pequeña cuenca central y cúspides poco marcadas (Fig. 21 d y e).

Morfotipo 2: son alargados y presentan una cúspide central y en algunos casos también se aprecia una segunda cúspide más lateral dando una apariencia de pinza (Fig. 21 a, b y c).

Morfotipo 3: Son estrechos y se engrosan en la parte más baja de la corona. Tienen perfil cóncavo-convexo y tanto en vista lingual como labial poseen forma rectangular (Fig. 21g).

La conservación de estos fósiles es variable, los dientes correspondientes al morfotipo 1 presentan en su gran mayoría superficies muy pulidas (Fig. 21d) y en algunos casos signos de digestión (Fig. 21 e y f). los del morfotipo 2 por el contrario presentan una muy buena conservación, y finalmente, los del morfotipo 3, se observan bien preservados (Fig. 21g), aunque desgastados (Fig. 21h).

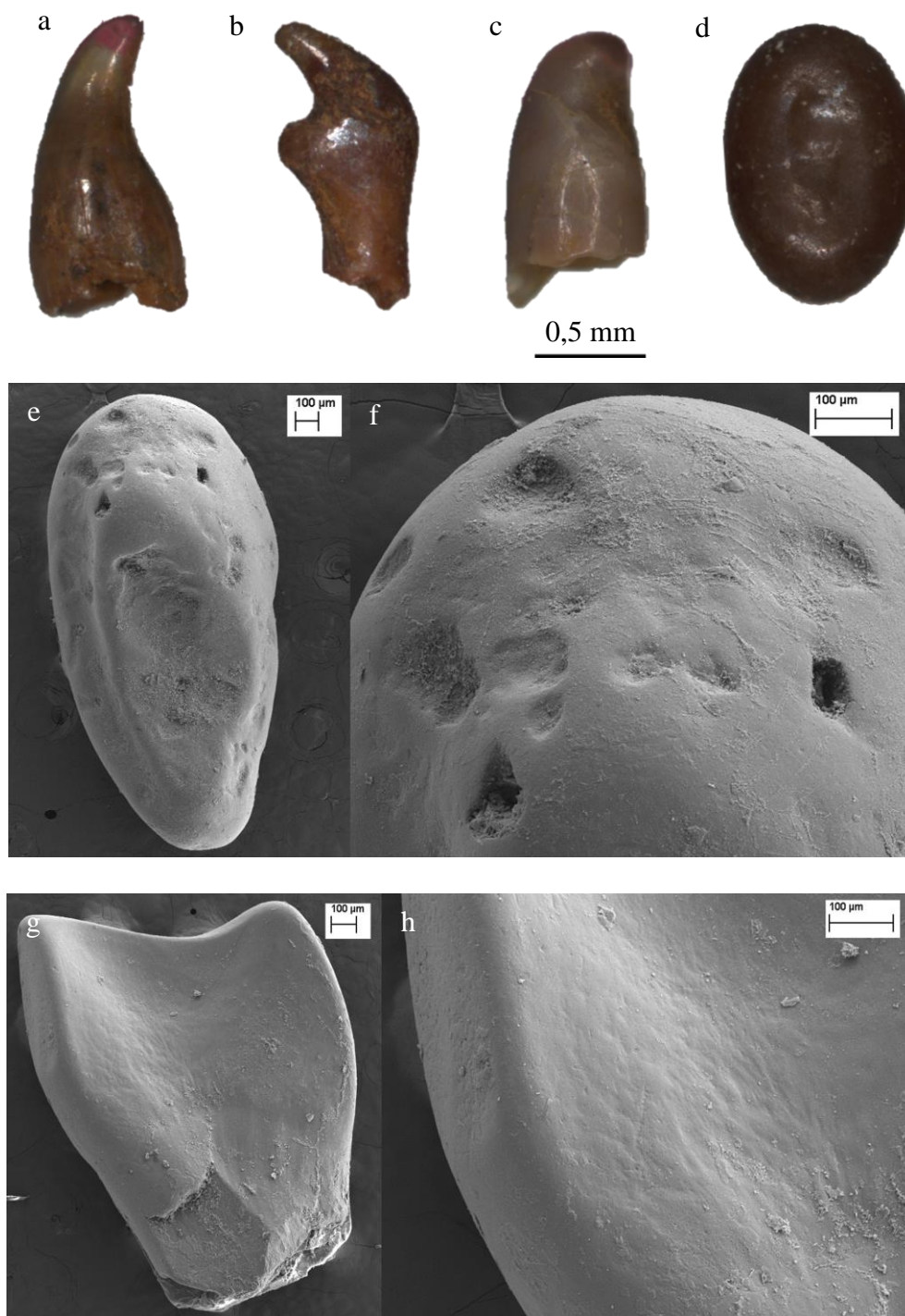


Figura 21. *Pycnodontidae indet.*. En a, b y c se aprecian tres dientes pertenecientes al morfotipo 2 (VALL1-18, VALL1-19 y VALL1-20) en d y e se observan dos dientes del morfotipo 1 (VALL1-21 y VALL1-22) distinguiéndose en f marcas de digestión. Finalmente en g y h se ve un incisivo en vista lingual y marcas de desgaste.

Discusión: Son los restos más abundantes del yacimiento, al igual que en Galve (Canudo *et al.*, 1996). En la Cantalera, por el contrario, el grupo de restos fósiles más abundantes son los dientes de dinosaurios (Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2001).

La variabilidad morfológica es alta, esto se debe a que cada morfotipo se corresponde con diferentes posiciones dentales: los dientes del morfotipo 1 son anteriores, los del morfotipo 2 marginales y finalmente los del morfotipo 3 son incisivos (Estes y Sanchíz, 1982).

Orden: Amiiformes

Familia Amiidae

Amiidae indet

Material: 180 dientes. Figurados VALL1-14 y VALL1-15

Descripción: Estos dientes se encuentran bien conservados, no presentan fracturas, ni signos de digestión ni superficies demasiado desgastadas.

Dientes de longitud mínima 0,8 mm y longitud máxima 2 mm, son alargados con morfología lanceolada, en algunos casos conservan la raíz (Fig. 22)

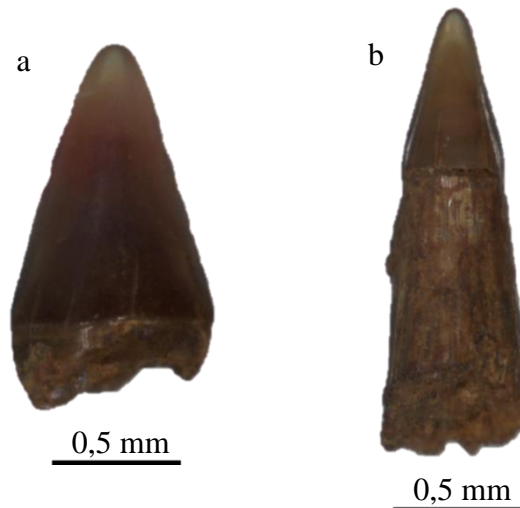


Figura 22. *Amiidae indet*. En a se observa únicamente la corona de VALL1-14 con forma lanceolada y en b se aprecia VALL1-15 con la raíz conservada.

Discusión: El esmalte translúcido, la falta de estrías en las coronas y las formas cónicas los sitúan dentro del grupo de los amiidos. Al igual que en Galve los dientes pertenecientes a este grupo se corresponden con posiciones marginales (Estes y Sanchiz, 1982).

Osteichthyes indet. 1

Material: 300 fragmentos de escamas. Figurado VALL1-32 y VALL1-33.

Descripción: Se observan distintos estados de conservación, pero en líneas generales son restos incompletos y desgastados.

Se aprecian tamaños de fragmentos de escamas muy variables. Son restos planos, con morfologías que van desde romboidales a redondeadas dependiendo de la conservación de la escama (Fig. 23).



Figura 23. En a se diferencia una escama con morfología romboidal (VALL1-32) y en b con morfología redondeada (VALL1-33).

Discusión: de estos restos no puede deducirse a que taxón de los anteriores pertenecen, por tanto, se clasifican como escamas de osteíctios indet.

Osteichthyes indet. 2

Material: 21 vértebras. Figurados VALL1- 38, VALL1-39, VALL1-50, VALL1-51 y VALL1-52

Descripción: Son restos muy desgastados y redondeados en los que solo se ha conservado el centro vertebral.

El diámetro mínimo es de 0,7 mm y el máximo de 1,6 cm. En dos de los diecinueve elementos pueden observarse dos apófisis transversas mientras que en el resto solo ha prevalecido el centro vertebral. El cuerpo vertebral es redondeado con espesores variables y su morfología va de circular a cuadrada (Fig. 24).

Hay mucha variabilidad morfológica entre las muestras, lo que indicaría que pertenecen a taxones distintos, sin embargo, también presentan similitudes, todas ellas son bicóncavas y poseen una sección circular o subcircular de sus caras articulares.

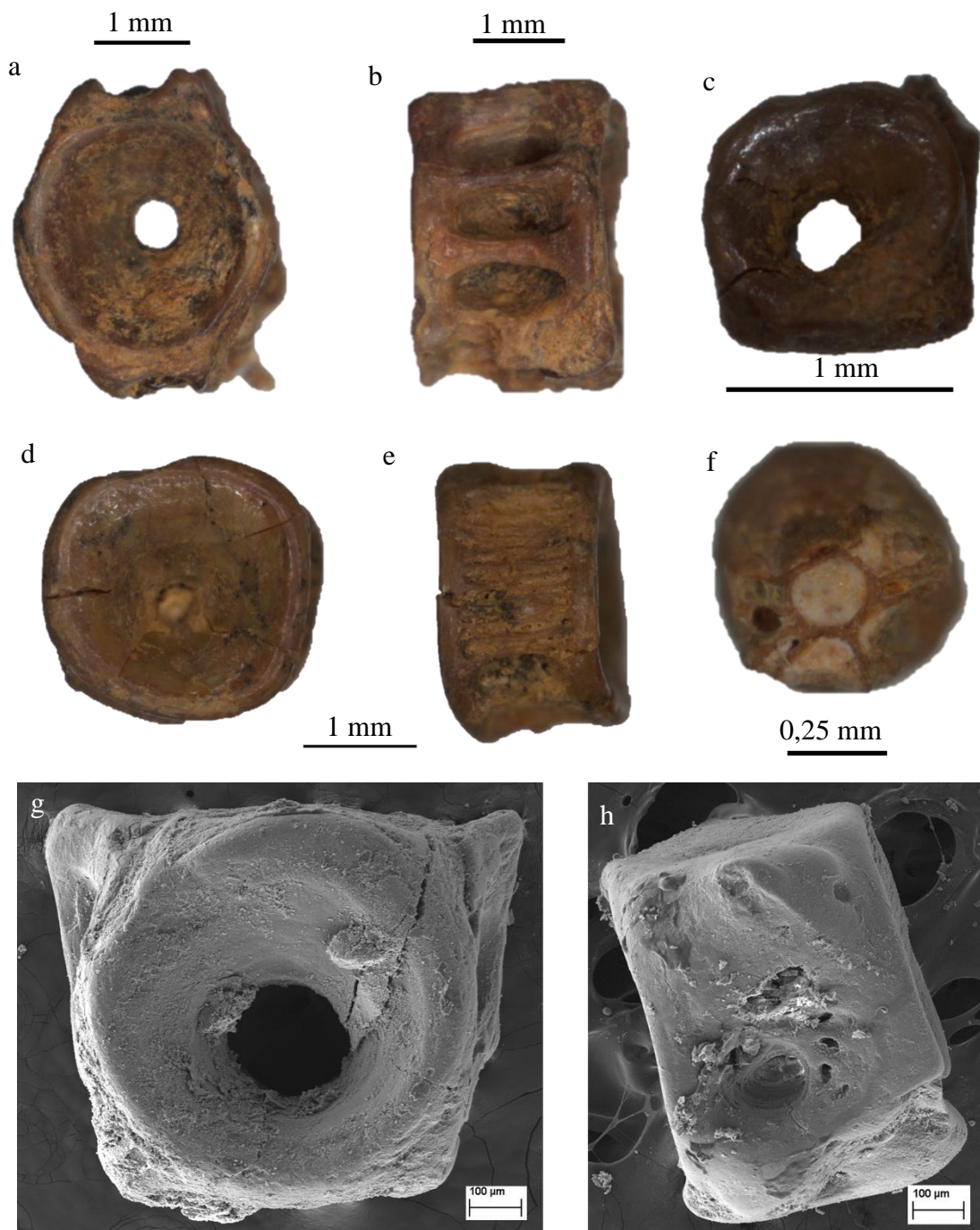


Figura 24. En a y b se observa VALL1-38 en vista frontal y lateral, en c se aprecia VALL1-39 la cual está muy desgastada, en d y e se presenta VALL1-50 en vista frontal y lateral, y en f se ve una vértebra muy fracturada (VALL1-51). Finalmente en g y h se observa VALL1-52 que aun preserva las apófisis transversas. Todas las vertebras son de pez.

Discusión: de estos restos no puede deducirse a que taxón de los anteriores pertenecen, por tanto, se clasifican como vértebras de osteíctios indet.

Superorden Crocodylomorpha

Orden Crocodylia

Familia Atoposauridae

Género *Theriosuchus*

Theriosuchus sp.

Material: 24 dientes, de los cuales 18 son anteriores y 10 posteriores. Figurados VALL1-5, VALL1-6, VALL1-7 y VALL1-8.

Descripción: Presenta 3 morfologías distintas. La primera se corresponde con dientes anteriores (Fig. 25a), la longitud mínima es 0,9 mm y la longitud máxima es 1,7 mm, estos dientes poseen crestas longitudinales que en la mayoría de los elementos están muy marcadas, yendo desde el ápice hasta la base de la corona. Este tipo de dientes tiene forma lanceolada y se engrosa en la parte más baja de la corona. En la cara lingual son planos mientras que en la labial son convexos.

La segunda morfología se corresponde con dientes posteriores (6 elementos) (Fig. 25b), en este caso el tamaño de los seis elementos es parecido (1,7 mm de longitud). Presenta forma de hoja y estrías que se observan desde el ápice hasta la base de la corona (Fig. 25d). Las superficies labiales de estos dientes son convexas, y las superficies linguales son más planas en la base y cóncavas hacia el ápice.

Finalmente, la tercera morfología se corresponde también con dientes posteriores (4 elementos). Estos dientes son estrechos y afilados (Fig. 25c) y poseen estrías paralelas que van desde el filo del diente hasta la base de la corona. Tanto lingual como labialmente tienen un perfil rectangular.

En las tres morfologías puede diferenciarse bien la ornamentación que poseen, sin embargo, se aprecian signos notables de desgaste y en el caso de los dientes posteriores se observan zonas pequeñas fracturadas (Fig. 25e) y fragilidad al manipularlos.

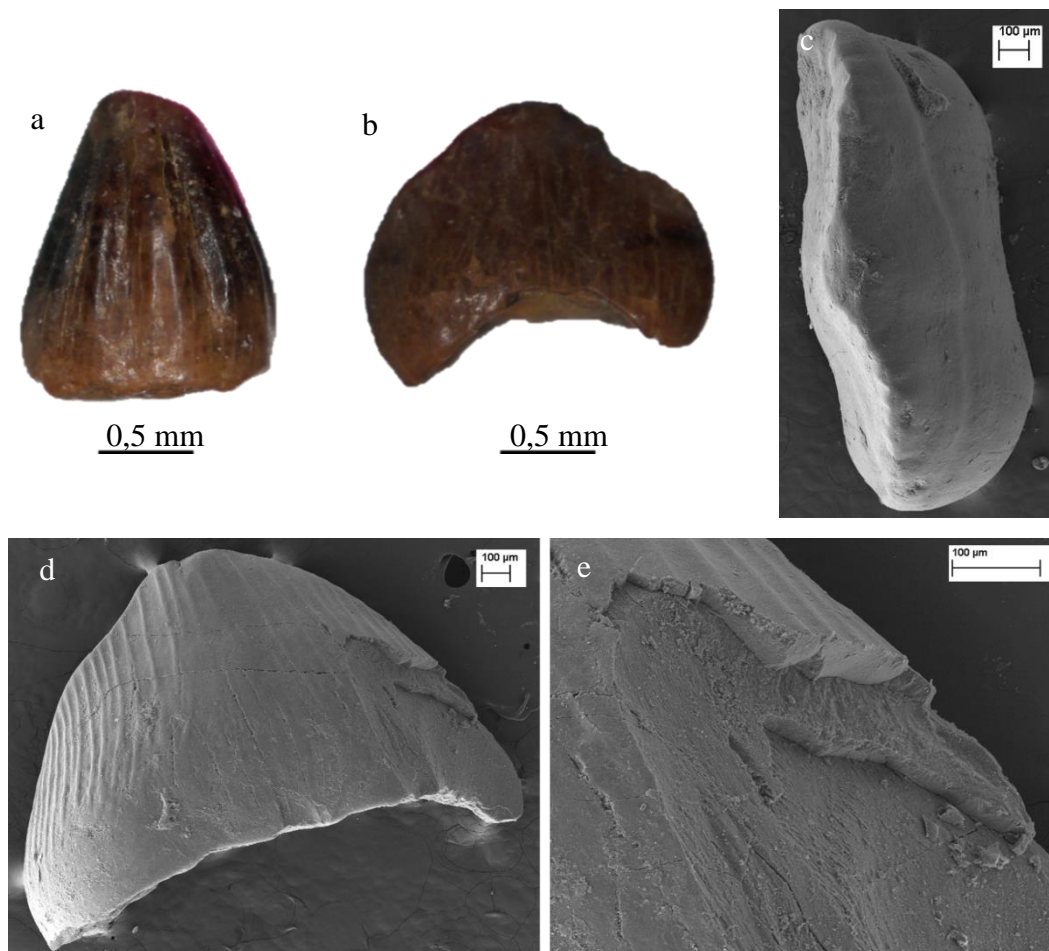


Figura 25. *Theriosuchus sp.*. En a se observa VALL1-5 y en b un diente posterior (VALL1-6), ambos en vista labial, además en d se aprecian las estrías hasta la parte media de la corona (VALL1-7). La tercera morfología se observan en c (VALL1-8). Finalmente en e se aprecia una zona fracturada de d.

Discusión: las características que hacen situar estos ejemplares como *Theriosuchus sp.* son la estrechez de los dientes (comprimidos labiolingualmente), los ápices ligeramente curvados hacia la zona lingual, crestas que llegan hasta el ápice, las formas lanceoladas y la variabilidad morfológica por heterodoncia.

Al igual que en el yacimiento de La Cantalera este taxón presenta mucha variabilidad morfológica incluso dentro de los morfotipos descritos. Por otra parte, en La Cantalera, los dientes correspondientes a este taxón poseen una buena conservación del esmalte en el cual puede observarse variabilidad, lo que podría indicar que realmente los dientes no se corresponden con esta clasificación o que la variabilidad intraespecífica es muy alta, sin embargo, en Vallipón debido a los signos de desgaste y fracturas no se pueden apreciar con claridad estas diferencias (Puértolas-Pascual *et al.*, 2015).

Familia Bernissartiidae

Género *Bernissartia*

Bernissartia sp.

Material: 19 dientes. Figurados VALL1-1, VALL1-2 y VALL1-3.

Descripción: La longitud mínima es 1 mm y la máxima 2 mm. Son dientes bulbosos y redondeados con perfil de corona bajo, su morfología puede variar en vista oclusal (circular, elíptica o en forma de cocho), sin embargo, en vista labial/lingual presentan un patrón elíptico- rectangular. La ornamentación consiste en delgadas crestas que van desde la parte media de la corona hasta el ápice (Fig. 26 a y b).

En este caso son dientes muy bien conservados que únicamente presentan cierto desgaste en la superficie oclusal (Fig. 26c).

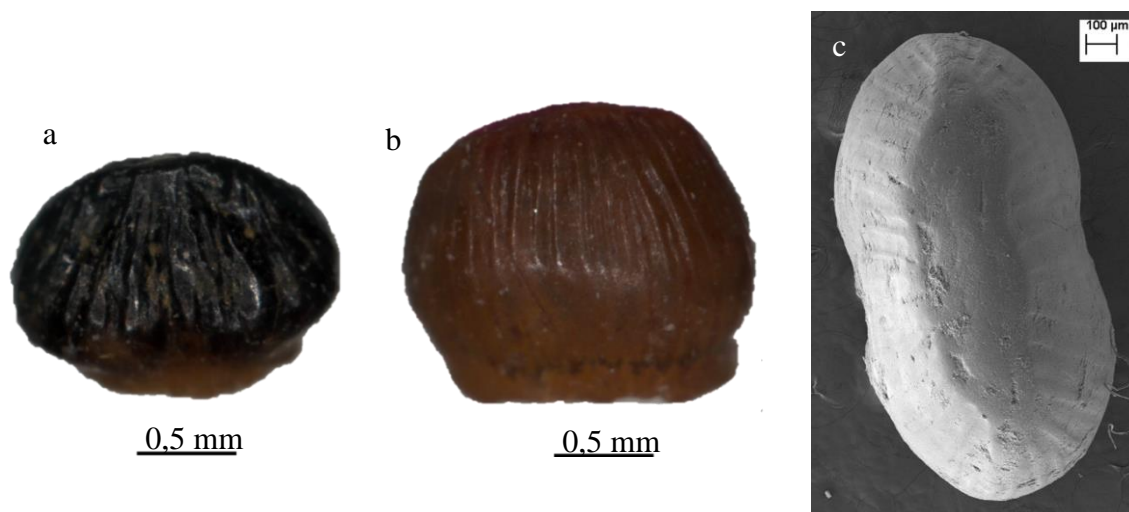


Figura 26. *Bernissartia* sp.. En a y b se aprecian dos morfologías distintas de Bernissartiidae VALL1-1 y VALL1-2 y en c se aprecia una sección con forma de ocho y la superficie oclusal desgastada (VALL1-3).

Discusión: Las formas bulbosas y la ornamentación bien marcada sitúa a estos ejemplares como *Bernissartia* sp., además la presencia de heterodoncia también es típica de este taxón. En este yacimiento solo se han encontrado este tipo de morfologías bulbosas correspondientes a este taxón, sin embargo, en La Cantalera se han atribuido a esta misma clasificación otro morfotipo de dientes con formas más cónicas y mayor altura de corona que se corresponderían con dientes anteriores (Puértolas-Pascual *et al.*, 2015).

Familia Goniopholididae

Género *Goniopholis*

Goniopholis sp.

Material: 19 dientes. Figurados VALL1-10 y VALL1-11.

Descripción: la altura mínima es 1,2 mm y la máxima 7 mm, aunque solo hay dos ejemplares de esta altura. Son dientes con coronas alta y agudas, de forma cónica y sección circular, con el ápice curvado ligeramente hacia el lado lingual (Fig. 27 b). Posee estrías longitudinales, paralelas entre sí y poco marcadas.

Al igual que en el caso anterior presentan buena conservación, sin embargo, se aprecian los ápices poco afilados (Fig. 27 a y b).

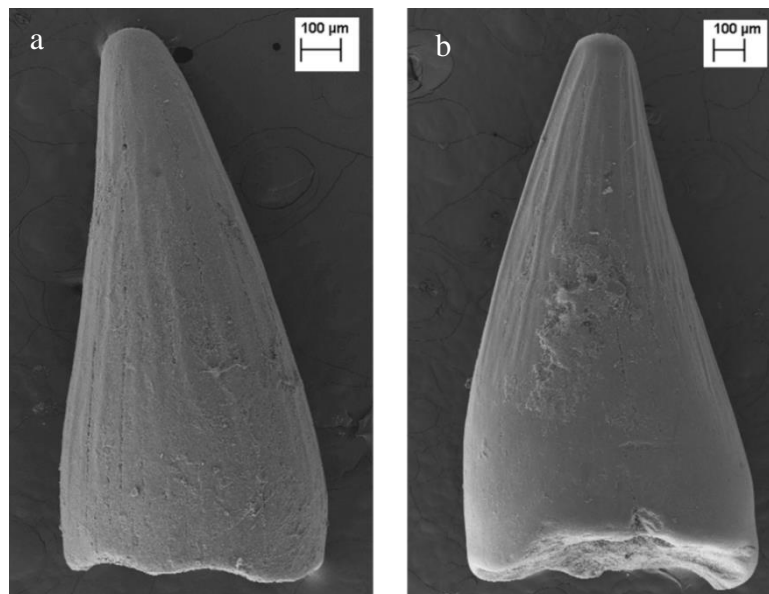


Figura 27. *Goniopholis sp.*. En a se observa VALL1-10 en vista labial y en b se corresponde con VALL1-11 en vista lingual.

Discusión: la morfología cónica es típica de *Goniopholis sp.* aunque también de dientes anteriores de otros tipos de crocodylomorfos, sin embargo, el número de ejemplares es alto con respecto a los dientes de crocodylomorfos recuperados, por tanto, lo más probable es que este tipo de dientes se corresponda con *Goniopholis sp.* (Puértolas-Pascual *et al.*, 2015).

Crocodylomorpha indet.

Material: 2 fragmentos. Figurados VALL1- 46 y VALL1-47

Descripción: Fragmentos de osteodermos de crocodilomorfos en los que se aprecia su típica ornamentación con depresiones redondeadas (Fig. 28). No puede observarse la morfología original del osteodermo por el grado de fracturación de los restos.

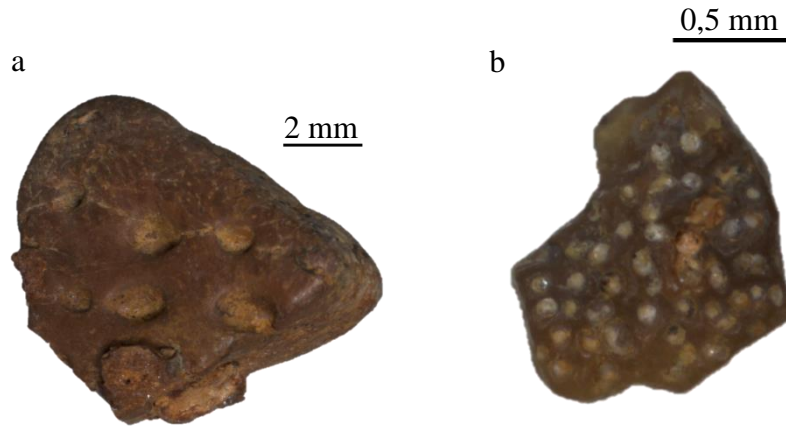


Figura 28. En a y b (VALL1- 46 y VALL1-47) se aprecian dos frsgmento de osteodermos de crocodilomorfo.

Orden Pterosauria

Pterodactyloidea indet.

Material: 5 dientes. Figurados VALL1-34.

Descripción: Todos presentan una altura similar de en torno a 1 mm. Son dientes con morfología lanceolada que poseen estrías que van desde la parte media de la corona hasta la base. En este caso los ápices están bastante desgastados (Fig. 29). Poseen sección elíptica y son convexos tanto en vista lingual como labial.

La preservación de estos dientes es mala, todos ellos poseen zonas fracturadas, superficies desgastadas y mucha fragilidad al manipularlos.

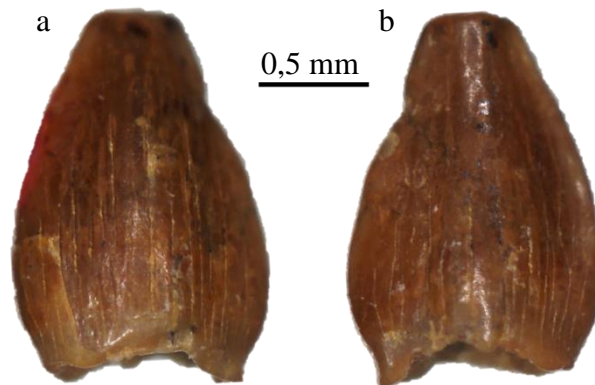


Figura 29. *Pterodactyloidea indet.* En a se VALL1-34 en vista labial y en b en vista lingual.

Discusión: En Vallipón se han encontrado dos morfologías distintas, el morfotipo A y el B que podrían pertenecer a taxones distintos o a posiciones diferentes en la dentadura, siendo los pertenecientes al morfotipo A (más pequeños) posteriores y al B (más grandes y alargados) anteriores (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1997). En este caso todos los ejemplares pertenecerían a los del morfotipo A.

Superorden Dinosauria

Orden Saurischia

Suborden Theropoda

Theropoda indet.

Material: 23 dientes. Figurados VALL1-23 y VALL1-35.

Descripción: Son restos mal preservados en los que no se diferencian con claridad las estrías (Fig. 30a) y en ningún caso presentan la parte alta de la corona.

No se pueden tomar medidas de altura ya que todos los dientes carecen de ápice. Son dientes con secciones elípticas (Fig. 30b), estrechos y alargados que poseen estrías. Se puede observar que tienen cierta curvatura hacia la zona lingual.

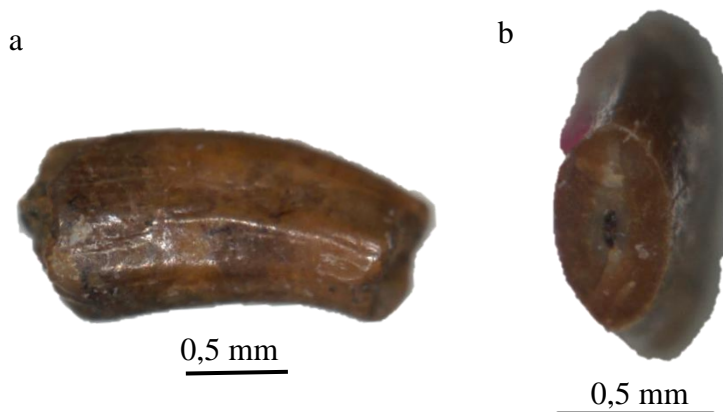


Figura 30. **Theropoda indet.** En a se aprecia VALL1-23 en vista lateral donde puede observarse la curvatura típica, en b se diferencia la sección elíptica habitual (VALL1-35).

Discusión: Los dientes de terópodos son comunes a todos los yacimientos de la zona. En Galve, se han descrito dientes de tamaño grande y pequeño (como los encontrados en este estudio), estos últimos pertenecen a Coelurosauria (Canudo *et al.*, 1996), un tipo de dinosaurio terópodo de pequeño tamaño al que podrían corresponder los dientes de Vallipón dada su menuda dimensión y la falta de denticulos, sin embargo, la mala conservación de los restos dificulta su clasificación más allá de Theropoda indet.

Clase Mammalia

Suborden Plagiaulacoidea

Familia Plagiaulacidae

Subfamilia Eobaatarinae

Material: 1 diente. Figurado VALL1- 43.

Descripción: la longitud del diente es 1,8 mm. La corona del diente posee perfil bajo, se pueden intuir dos líneas paralelas de cúspides, aunque el área oclusal está desgastada. En la zona lingual se diferenciar claramente cuatro cúspides, sin embargo, en la zona labial tres (Fig. 31a). Se puede apreciar que las cúspides están separadas por surcos.

Posee dos raíces, puede observarse que la raíz posterior es recta (Fig. 31d) y está fracturada, sin embargo, la raíz anterior es más ancha y se desvía hacia la zona mesial (Fig. 31c).

Discusión: Se trata de un molar superior derecho de Eobaatarinae ya que los molares de esta familia están caracterizados por tener dos líneas de cúspides paralelas, generalmente suelen tener el mismo número de cúspides, pero en ocasiones puede variar siendo más numerosas en la zona lingual (Cuenca *et al.*, 1996).

Tanto en Vallipón como en otros yacimientos de edad similar cercanos a éste se han encontrado más dientes asilados de mamíferos (premolares y molares principalmente y algún incisivo). En La Cantalera se han clasificado dientes de mamíferos de tres taxones distintos (Canudo *et al.*, 2010), mientras que en los yacimientos de Galve la variedad es mayor, llegando a clasificarse nueve taxones de los cuales seis son exclusivos de este municipio (Canudo *et al.*, 1996).

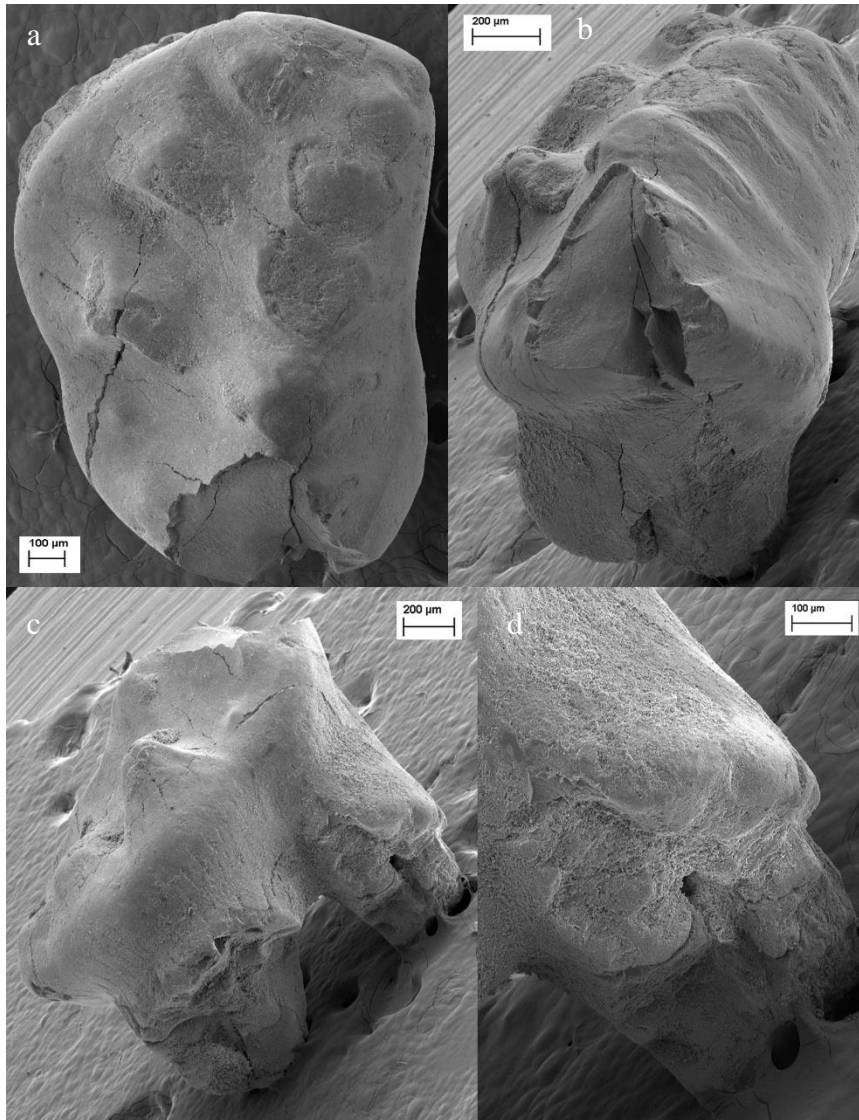


Figura 31. *Eobaatarinae*. En a se aprecia VALL1-43 en vista oclusal, en b se diferencia la fracción de la zona posterior y en c y d se diferencian las dos raíces.

Reino Plantae

División Spermatophyta

Género *Spermatites*

Material: 6 semillas completas. Figurados VALL1-48 y VALL1-49

Descripción: Los seis ejemplares tienen en mismo tamaño, son semillas redondeadas con sección ovalada. Presentan ornamentación por toda la superficie que consiste en un patrón hexagonal, aunque hay hexágonos con las caras muy bien desarrolladas y otros que no (Fig. 32).

Discusión: Las semillas son fósiles poco comunes y resulta difícil su clasificación cuando se encuentran aislados de otras partes de la planta. La posición sistemática de *Spermatites* es incierta y podría ser una angiosperma o una gimnosperma.

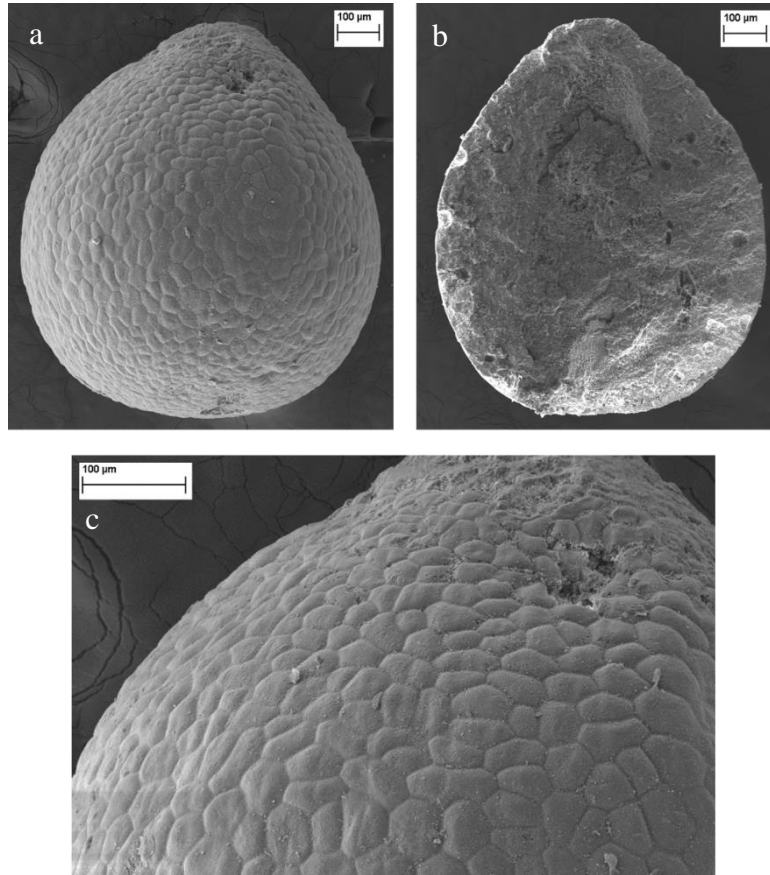


Figura 32. *Spermatites*. En a se aprecia VALL1-48 y en c una ampliación de ésta en la que se observa la ornamentación, en b se presenta VALL1-49 que se corresponde con una semilla partida por la mitad.

Discusión

La abundancia de restos fósiles de cada grupo es muy variable (Fig. 33)

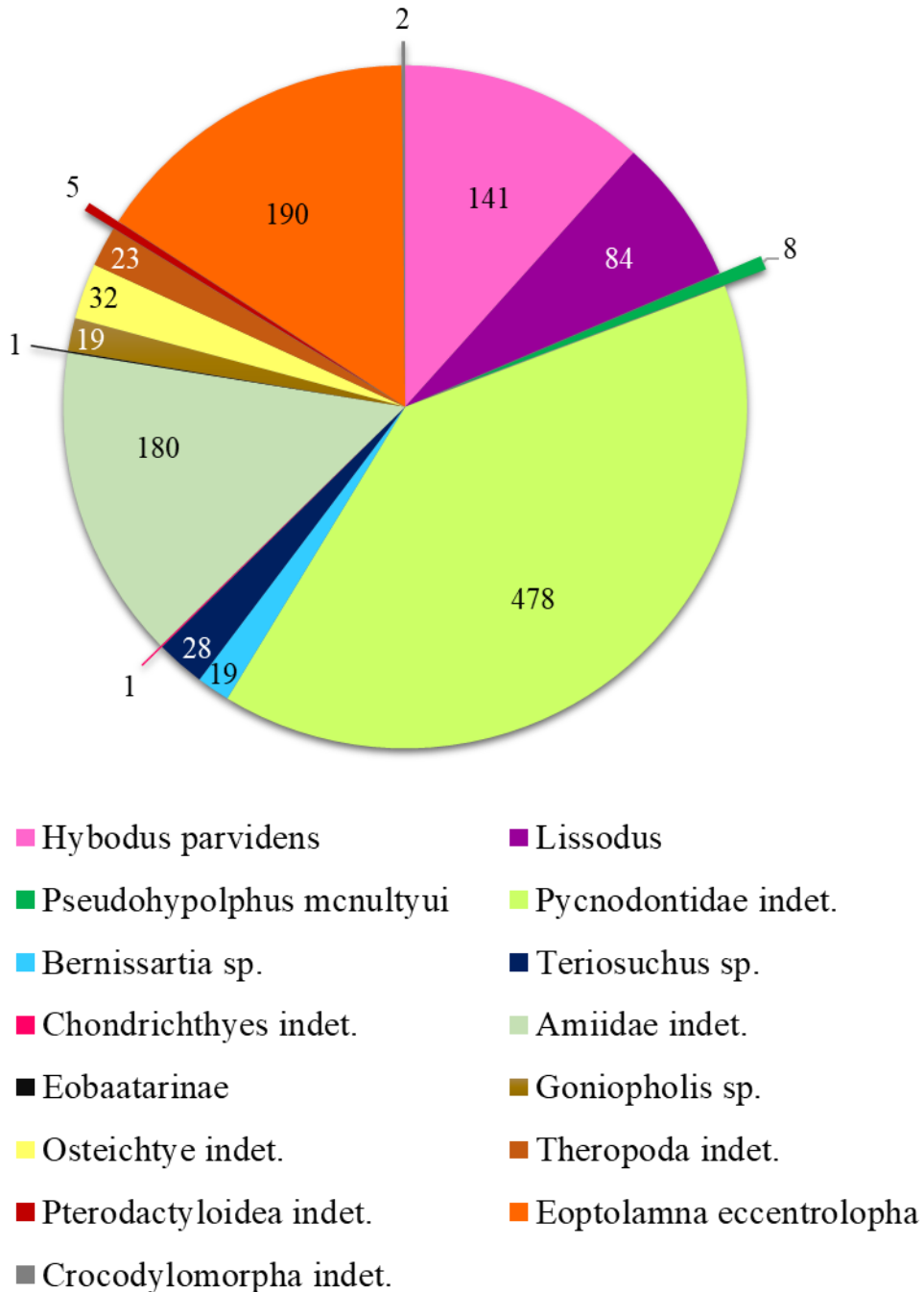


Figura 33. Diagrama circular de los ejemplares de vertebrados recuperados agrupados según los taxones clasificados. Realizado con Excel.

De los 1505 ejemplares recuperados 1493 son restos de organismos acuáticos, lo que representa un 99,2% del total (Fig. 34), si bien es cierto que cada uno de los restos

estudiados no tienen por qué pertenecer a un individuo distinto, sino que es muy probable que varios de ellos hubiesen sido parte del mismo individuo en vida. Por ejemplo, los dientes de Pycnodontidae indet. son los más numerosos, concretamente los dientes anteriores (400 ejemplares), sin embargo, este tipo de dientes son muy abundantes durante la vida del animal, por tanto, es más fácil que se recuperen más ejemplares.

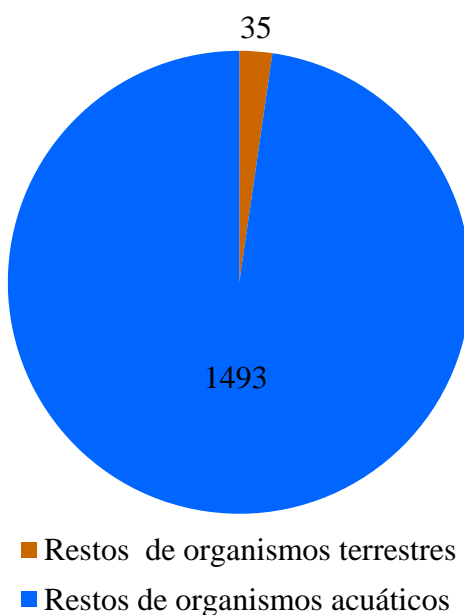


Figura 34. Gráfico comparativo de la evidencia de restos de organismos acuáticos y terrestres del triado realizado en este estudio. Realizado con Excel.

La abundancia de organismos acuáticos no implicaría necesariamente que el yacimiento se formase en un medio marino, de hecho, algunos de ellos como los peces picnodontiformes y amiiformes y los tiburones hybodóntidos toleran grandes fluctuaciones de salinidad pudiendo vivir tanto en medios de agua salada como dulce. Sin embargo, durante el triado se han encontrado también restos de algas rodofíceas que son exclusivamente marinas, además, individuos como los rajiformes o los lamniformes son individuos también exclusivamente marinos, esto sumado a que no se han recuperado restos de organismos que solo puedan habitar medios de agua dulce hace confirmar la hipótesis de que el yacimiento se formó en un medio marino.

También puede apreciarse mayor abundancia de restos craneales que de post-craneales (Fig. 35), este hecho es algo que se repite en los yacimientos de microvertebrados

cercanos a Vallipón (en edad y espacio), como La Cantalera y los yacimientos de Galve (Canudo *et al.*, 2010 y Canudo *et al.*, 1996).

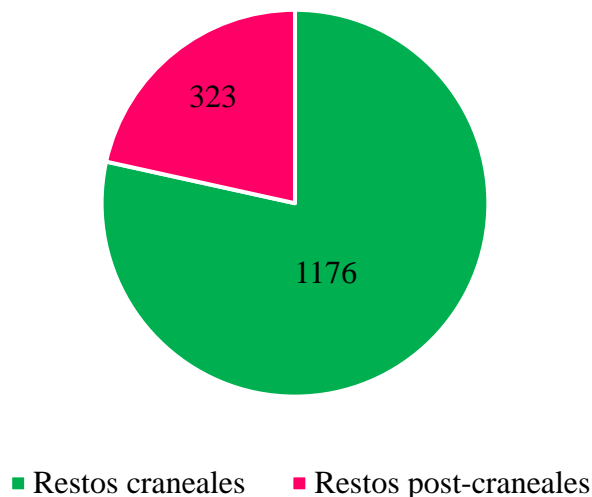


Figura 35. Gráfico comparativo de la evidencia de restos craneales y post-craneales del triado realizado en este estudio. Realizado con Excel.

Por otra parte, hay un 0,8% de las especies que no son acuáticas, entre ellas, merece mención especial VALL1-43 (diente de mamífero). Este diente perteneció a un individuo multituberculado y presenta buen estado de conservación, aunque con la superficie oclusal desgastada, por tanto, no presenta signos de haber sido transportado grandes distancias.

El resto de los ejemplares no acuáticos pertenecen a dientes de crocodylomorfos (*Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.* y *Goniopholis sp.*), de pterosaurios, de terópodos, y a semillas. Respecto a los dientes de crocodylomorfos es remarcable su pequeño tamaño, que indicaría que pertenece a individuos juveniles, ya que solo en 2 ejemplares de los 66 superan los 2 mm de altura (Puértolas *et al.*, 2015). Los de pterosaurio, por otra parte, son los únicos ejemplares pertenecientes a un organismo volador. En lo que a los dientes de terópodo respecta, que no exista presencia de dentículos permite deducir que pertenecían a un grupo de terópodos cercano evolutivamente a las aves.

Tafonómicamente, los dientes presentan signos de desgaste, pero en líneas generales poseen una buena conservación, por tanto, se puede inferir que ha habido poco transporte. Sin embargo, hay otros signos presentes en algunos fósiles, como son las oquedades

formadas por la acción de ácidos gástricos. Estos signos se observan en los dientes anteriores de picnodóntidos y en los dientes de *Eoptolamna eccentrolopha*. Estas marcas es muy posible que fuesen causadas por los crocodilomorfos que, aunque suelen destruir los huesos en su tracto digestivo, cuando hay abundancia de alimentos y son individuos juveniles sus excrementos contienen restos óseos con estos signos (Canudo *et al.*, 1996).

De esta forma, la buena conservación de los huesos demuestra que han estado poco expuestos subaereamente y que han sufrido poco transporte, por tanto, lo más probable es que el yacimiento se formase por acumulación. Teniendo esto en cuenta, lo más posible es que el yacimiento se encontrase en un medio marino transicional, como una cala o bahía, limitado por alguna barrera geográfica, como acantilados a través de los que cayeran los restos fósiles terrestres sin ser transportados grandes distancias (Canudo *et al.*, 1996). Además, dadas estas características geológicas es lógica la presencia de pterosaurios, ya que dada su condición voladora podría acceder a la cala o bahía a alimentarse y descansar o anidar en las paredes de los acantilados (Canudo *et al.*, 2001).

Las deducciones sacadas de los datos recogidos en este trabajo son coherentes con propuestas anteriores de la formación de este yacimiento.

A lo largo de la memoria se ha comparado el yacimiento de Vallipón con el yacimiento de La Cantalera y los yacimientos de Galve, ya que son similares en edad y presentan cercanía, sin embargo, en lo que al ambiente de formación respecta, son diferentes, presentando el yacimiento de Vallipón cierta excepcionalidad.

En el caso de La Cantalera el paleoambiente de formación es un área lacustre/palustre (Canudo *et al.*, 2010) y en el caso de Galve palustre (Canudo *et al.*, 1996). En ambos yacimientos los restos encontrados son mayoritariamente terrestres y en caso de los acuáticos son de agua dulce, es decir, son yacimientos de origen continental.

En el resto del Sistema Ibérico también se encuentran otros yacimientos de microvertebrados como Las Hoyas y Uña que, al igual que Galve, son de origen lacustre (Declòs *et al.*, 2004).

Así pues, el yacimiento de Vallipón presenta una notable diferencia en lo que al ambiente formación respecta, siendo éste de origen transicional con restos terrestres y marinos y el resto de origen continental con restos terrestres y de agua dulce.

Conclusiones

Se han reconocido 12 taxones de vertebrados en el yacimiento barremiense de Vallipón. Se trata de una biodiversidad menor que la descrita por otros autores posiblemente debido a que se ha procesado una pequeña muestra del yacimiento. A pesar de esto están representados los taxones más abundantes y significativos del yacimiento.

Entre los taxones típicos de facies acuáticas se encuentran condriictios hybodóntidos y lamniformes, osteíctios (picnodóntidos y amiidos), rayas y cocodrilos (*Theriosuchus sp.*, *Bernissartia sp.* y *Goniopholis sp.*), mientras que los taxones terrestres se corresponden con un mamífero multituberculado, dinosaurios terópodos y pterosaurios.

El estudio tafonómico indica que el yacimiento se formó por acumulación de restos, ya que presentan, en general, buena conservación, lo que indica escasa exposición subaérea. Sin embargo, algunos de los restos (dientes anteriores de picnodóntidos y dientes de lamniformes) tienen marcas formadas por ácidos gástricos, resultado de la digestión, por lo tanto, una parte de la acumulación de los restos fósiles puede ser por causa de predadores.

El yacimiento de Vallipón se formó bajo condiciones marinas en un medio transicional posiblemente delimitados por un relieve donde se posarían los pterosaurios que podrían ser los acumuladores de la mayor parte de los restos. Es la explicación más probable para que se encuentren mezclados restos fragmentarios de taxones continentales y marinos

Finalmente, en comparación con otros yacimientos de edad similar, Vallipón presenta unas características distintas, ya que se formó en un ambiente marino mientras que el resto de yacimientos cercanos se formaron en ambiente lacustres/palustres.

Agradecimientos

Agradezco al Instituto Universitario en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) por haber permitido el uso de sus instalaciones para la realización de la parte práctica del trabajo.

Reconocer el uso del Servicio General de Apoyo a la Investigación-SAI, Universidad de Zaragoza, y agradecer los consejos de Cristina.

Gracias al Dr. Luis Miguel Sender por aclarar dudas relacionadas con los restos fósiles de semillas.

Finalmente, gracias al director de este TFM, José Ignacio Canudo, por proponerme este tema y facilitarme todo el material necesario, así como estar siempre dispuesto a solucionar dudas y ayudarme a mejorar a lo largo de la realización del trabajo.

Bibliografía

Alonso, A., Gasca, J.M., Navarro-Lorbés, P., Núñez-Lahuerta, C., Galán, J., Parrilla-Bel, J., Rubio, C. y Canudo, J.I. (2016): La asociación faunística de Barranco del Hocino 1, un nuevo yacimiento de vertebrados del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel. En: Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Cuadernos del Museo Geominero, 20: 303-307.

Alonso, A., Medrano-Aguado, E., Pérez-Pueyo, M., Núñez-Lahuerta, C. y Canudo, J.I. (2018): Isolated theropod teeth from the Lower Cretaceous (Upper Barremian) of Vallipón (Teruel, NE Spain). En: 3 IMPERP Krasiejów (Ópole).

Canudo, J.I., Cuenca-Bescós, G. y Ruíz-Omeñaca, J.I. (1996): Tiburones y rayas (Chondrichthyes, Elasmobranchii) del Barremiense Superior de Vallipón (Castellote, Teruel). Mas de las Matas, 15.

Canudo, J.I., Cuenca-Bescós, G., Ruíz-Omeñaca, J.I., y Soria, A.R. (1996): Estratigrafía y Paleoecología de los vertebrados del Barremiense superior (Cretácico inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). Academia Ciencias de Zaragoza, 51: 221-236.

Canudo, J.I., Cuenca-Bescós, G., Ruíz-Omeñaca, J.I., y Soria, A.R. (1996): Registro fósil de vertebrados en el tránsito Jurásico-Cretácico de Galve (Teruel, España). Mas de las Matas, 15: 9-34.

Canudo, J.I., Gasca, J.M., Aurell, M., Badiola, A., Blain, H.-A., Cruzado- Caballero, P., Gómez-Fernández, D., Moreno-Azanza, M., Parrilla, J., Rabal, R. y 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.

Cuenca-Bescós, G., Canudo, J.I., y Ruiz-Omeñaca, J.I. (1996): Los mamíferos del Barremiense Superior (Cretácico Inferior) de Vallipón, Mas de las Matas (Teruel, España). Mas de las Matas, 15: 105-137.

Delclòs, X., Martín-Closas, C., Buscalioni, A.D., Fregenal-Martínez, M.A., de la Fuente, M., Gomez, B., Poyato-Ariza, F.J., y Soriano, C. (2004): Tafonomía y paleoecología del

ecosistema acuático de Las Hoyas (Barremiense superior, Serranía de Cuenca). *Geotemas*, 6: 39-42.

Estes, R. y Sanchíz, B. (1982): Early Cretaceous lower vertebrates from Galve (Teruel), Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2: 21-39.

Gasca, J.M. (2015): Aportaciones al conocimiento sobre los dinosaurios del Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de Teruel, España: asociaciones fósiles, sistemática, paleobiodiversidad y afinidades paleobiogeográficas. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, España, 170 pp.

Ipas, J., Aurell, M. y Bádenas, B. (2005): Las unidades del tránsito Jurásico-Cretácico del Maestrazgo Septentrional (NE de Teruel). *Geogaceta*, 38: 7-10.

Kriwet, J., Klug, S., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (2008): A new lamniform shark *Eoptolamna eccentrolopha* gen. et sp. nov. (Chondrichthyes: Lamniformes) from the Lower Cretaceous of Iberia. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154: 278-290.

Liesa, C.L., Soria, A.R., Meléndez, N. y Meléndez, A. (2006): Extensional fault control on the sedimentation patterns in a continental rift basin: El Castellar Formation, Galve sub-basin, Spain. *Journal of the Geological Society, London*, 163: 487-498.

Puértolas-Pascual, E., Rabal-Garcés, R. y Canudo, J.I. (2015): Exceptional crocodylomorph biodiversity of “La Cantalera” site (lower Barremian; Lower Cretaceous) in Teruel, Spain. *Palaeontologia Electronica*, 18.2.28A (2): 1-16.

Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (1997): Primera evidencia de un área de alimentación de dinosaurios herbívoros en el Cretácico Inferior de España (Teruel). *Monografías de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza*, 10: 1-48.

Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (1997): Dientes de dinosaurios (Ornithischia y Saurischia) del Barremiense superior (Cretácico inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*, 14: 59-103.

Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (1998): Primeros restos de reptiles voladores (Pterosauria: Pterodactyloidea) en el Barremiense superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas*, 17: 225-249.

Ruiz-Omeñaca, J.I. y Canudo, J.I. (2001): Dos yacimientos excepcionales con vertebrados continentales del Barremiense (Cretácico Inferior) de Teruel: Vallipón y La Cantalera. *Naturaleza Aragonesa*, 8: 8-17.

Ruiz-Omeñaca, J.I. y Canudo, J.I. (2005): "Pleurocoelus" valdensis Lydekker, 1889 (Saurischia, Sauropoda) en el Cretácico Inferior (Barremiense) de la Península Ibérica. *Geogaceta*, 38, 43-46.

Ruiz-Omeñaca, J.I., Canudo, J.I. y Cuenca-Bescós, G. (en línea): Vallipón, el yacimiento con vertebrados continentales del Cretácico Inferior más completo de Europa. Grupo de estudios masinos, 2003 (fecha de consulta: 15/05/2020). Disponible en: < <http://www.elmasino.com/264/vallipon.htm> >

Salas, R. (1987): El Malm i el Cretaci inferior entre el Massíf de Garraf i de la Serra d'Espadà. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, 345 pp.

Salas, R. y Guimera, J. (1996): Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Iberica oriental). *Geogaceta*, 20: 1704-1707.