

[Universidad de Zaragoza, curso 2007-08]

DINOSAURIOS DE LA FORMACIÓN EL CASTELLAR EN MIRAVETE DE LA SIERRA (CRETÁCICO INFERIOR, TERUEL)

[Trabajo Fin de Máster
Máster de Iniciación a la Investigación en Geología]



Autor:
José Manuel Gasca

Tutor:
José Ignacio Canudo
[8 de septiembre de 2008]

Prólogo

Este texto solo debe entenderse como la etapa final de un laborioso proceso que comenzó mucho antes. No hay nada más enriquecedor para un investigador en paleontología que el estudio de los fósiles que uno mismo ha salido a recoger en el campo. Todo el material que se estudia en este trabajo ha sido recuperado en prospecciones paleontológicas en las que el propio autor ha participado directamente.

El Anticlinal de Miravete es un singular enclave geológico, al sur del Parque Geológico de Aliaga, que como un libro abierto ha ido mostrando los secretos de la geología del Cretácico Inferior de la Cuenca Ibérica a muchas promociones de estudiantes de Geológicas de la Universidad de Zaragoza, y entre ellas la que corresponde al autor de estas líneas. ¡Quién me iba a decir en ese momento, que aquella cartografía geológica que a nuestro grupo de campo nos tocó realizar a mitad de carrera, no con pocos quebraderos de cabeza, iba a servirme años después de guía magistral en la búsqueda de mis primeros restos de dinosaurios!

Paseando por los alrededores de Miravete de la Sierra, uno puede perderse por los áridos barrancos que surcan duros estratos calcáreos, o resbaladizos terrenos margosos, salpicados en ocasiones por yesos rojos, y puede saborear el pastel geológico que el tiempo ha ido cocinando. Entre el fondo del valle por el que el río Guadalope ha ido abriéndose camino y la llamada *superficie de erosión fundamental* que limita la altura de estas sierras del Maestrazgo turolense, el afortunado observador puede encontrar infinidad de fallas sintectónicas, en algunos casos realmente espectaculares, afloramientos con esquistosidad asociada al eje del pliegue alpino N-S que forma el famoso anticlinal de Miravete, e incluso, peculiares afloramientos que a uno le pueden sonar a depósitos volcanosedimentarios. Y por supuesto, lo que con este trabajo queda de manifiesto es que también es posible tropezarte con restos fósiles de dinosaurios, seguramente esquirlas inmundas, aunque nunca se sabe... Al indudable interés de la zona de Miravete desde el punto de vista tectónico o sedimentológico habrá que ir sumándole la riqueza de su patrimonio paleontológico en cuanto a vertebrados fósiles en general y a los dinosaurios en particular.

Miravete de la Sierra, Comarca del Maestrazgo, Teruel



Índice

1. Introducción.....	3
1.1. Objetivos	4
1.2. Metodología	4
2. Situación geográfica y geológica.....	6
3. Los yacimientos de Miravete de la Sierra	9
4. Nomenclatura	13
5. Sistemática Paleontológica	15
6. Lista faunística de los dinosaurios de Miravete.....	34
7. Conclusiones	36
8. Bibliografía.....	38

1. Introducción

Las faunas de dinosaurios del Jurásico superior y Cretácico Inferior de Aragón están aportando información clave para interpretar las singulares asociaciones de estos vertebrados fósiles en la Península Ibérica. En esta parte de Europa convivieron formas endémicas con inmigrantes de otras partes de Laurasia (Asia, Norteamérica) y de Gondwana (África). Esta complejidad es el resultado de la posición paleogeográfica de la Placa Ibérica, por una parte, como posible zona de paso entre Gondwana y Laurasia, y por otro el aislamiento entre las masas continentales europeas durante algunos periodos del Cretácico. De hecho, gracias al importante papel paleobiogeográfico que desempeña Iberia en esta edad, las investigaciones sobre dinosaurios en Aragón adquieren proyección internacional. Sirva como ejemplo la reciente publicación en *Science* de *Turiasaurus riodevensis* [Royo-Torres, Cobos y Alcalá 2006](#), el mayor saurópodo descrito en Europa.

El estudio de dientes aislados de dinosaurio es una valiosa fuente de información en regiones, como en la Cordillera Ibérica, donde los yacimientos con restos fósiles más completos son escasos. Tal es el caso de la Formación El Castellar donde el registro de dinosaurios suele ser fragmentario, salvo algún caso significativo como el saurópodo *Aragosaurus ischiaticus* [Sanz, Buscalioni, Casanovas y Santafé 1987](#). Esta unidad litoestratigráfica forma parte de las facies continentales y transicionales del *Weald* en la provincia de Teruel. El material que en este trabajo se estudia procede de afloramientos de la Formación El Castellar en el término municipal de Miravete de la Sierra.

La vecina localidad de Galve ([Fig.1](#)) es bien conocida por su inusual concentración de yacimientos de vertebrados del Cretácico Inferior ([Canudo et al., 1996](#); [Ruiz-Omeñaca et al., 2004](#); [Sánchez-Hernández et al., 2007](#)). La Formación El Castellar en Galve es una de las unidades geológicas de la Cordillera Ibérica con mayor paleobiodiversidad registrada de dinosaurios: terópodos (tetanuros basales, maniraptores, ¿aves?), saurópodos (macronarios basales, titanosauriformes), tireóforos (estegosaurios), ornitópodos (iguanodontios, hipsilofodontios). Esta asociación se compone además de un gran número de taxones de otros grupos vertebrados (mamíferos, cocodrilos, tortugas, "peces", pterosaurios, escamosos...). Sin embargo, poco se conoce hasta el momento del resto de la Subcuenca de Galve. Anteriormente en Miravete sólo se habían descrito dos yacimientos de icnitas de

dinosaurio en la Formación Villar del Arzobispo (Pérez-Lorente y Romero-Molina, 2001) y restos fragmentarios de vertebrados (Alcalá *et al.*, 2007). En este contexto, los trabajos que viene realizando el Grupo de Investigación de la Universidad de Zaragoza para documentar la paleobiodiversidad de vertebrados en la Formación El Castellar están aportando nuevos datos con el hallazgo de nuevos yacimientos, también en Miravete de la Sierra (Gasca *et al.*, 2007).

En el presente estudio se describen y se identifican taxonómicamente restos fósiles aislados de dinosaurio, recuperados en varios de estos yacimientos. La mayor parte son dientes aislados (siete coronas dentales), además de dos centros vertebrales y un fragmento de placa dérmica. Todo este material, que aquí es citado por su sigla de campo, corresponde a la prospección paleontológica con expediente de la D.G.A. nº 173/2007, que se depositará definitivamente en el Museo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

1.1. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es estudiar el contenido fósil de restos directos de dinosaurios de la Formación El Castellar en el término municipal de Miravete de la Sierra (Teruel). Con este estudio paleontológico se pretende:

- Describir e identificar taxonómicamente los restos fósiles de dinosaurio más significativos encontrados en esta localidad durante la campaña de prospección de 2007, comparándolos con el registro conocido.
- Servir como primera aproximación para evaluar la riqueza del registro fósil de dinosaurios en la zona de Miravete de la Sierra y concretamente del correspondiente a la Formación El Castellar, con la idea de plantear futuras campañas paleontológicas en esta zona de campo.
- Comenzar en la investigación en paleontología de dinosaurios familiarizándose con la clasificación sistemática de los principales grupos de dinosaurios del Cretácico Inferior y con el uso de la terminología científica que se emplea en las descripciones anatómicas.

1.2. Metodología

Los métodos de trabajo empleados para la realización de este Trabajo Fin de Máster pueden dividirse en trabajos de campo (prospección paleontológica, recogida de muestras de sedimento), trabajos de laboratorio (lavado-tamizado, triado,

preparación de los materiales) y trabajos de gabinete (revisión bibliográfica, estudio de los fósiles).

Los restos de dinosaurios estudiados en este trabajo proceden del hallazgo en superficie en prospecciones paleontológicas (actuación 173/2007) y del lavado-tamizado de sedimentos, con técnicas de microvertebrados. En estas prospecciones llevadas a cabo por miembros del grupo *Aragosaurus* (incluyendo el autor), se han recuperado restos aislados, generalmente dientes y centros vertebrales, así como gran cantidad de material inidentificable. Para ello se ha prospectado la mayor parte de afloramientos de la Formación El Castellar dentro del término municipal de Miravete de la Sierra, buscando en primer lugar los afloramientos más amplios y mejor expuestos, con la ayuda de mapas topográficos y geológicos. Para la localización geográfica de los yacimientos encontrados se han utilizado también ortofotos del SITAR y el SIGPAC, además de un GPS Garmin eTrex.

En los yacimientos en los que se observan abundantes restos de microvertebrados se realiza el lavado-tamizado de sedimentos. Según los niveles, se han muestreado entre 10 kg y 100 kg de sedimento que se ha procesado en el laboratorio, con agua corriente y tamices circulares de 30 cm de diámetro con diferente luz de malla (habitualmente de: 0.5, 1, 2 mm) que se superponen unos encima de otros. Para la mejor disgregación del sedimento se deja secar previamente en cubos que luego se rellenan con agua, añadiendo además agua oxigenada al 10% y en algún caso ácido acético muy diluido (para sedimento más carbonatado). Del lavado-tamizado de sedimentos se obtiene un concentrado con fragmentos de roca y minerales entre los que se encuentran fragmentos óseos, pequeños huesos y dientes de vertebrados, que son separados manualmente en el proceso denominado triado. El triado consiste en la separación manual, con unas pinzas o un pincel, de todos los fragmentos fósiles identificables. Para el triado del concentrado fino (<2mm) se ha usado un estereomicroscopio (Olympus SZ40). Muchos dientes de pequeños dinosaurios terópodos son recuperados normalmente mediante esta técnica.

La preparación (limpieza y restauración) de los restos fósiles recuperados en la campaña de prospección ha sido realizada por el autor del presente trabajo, en el laboratorio del Área de Paleontología de la Universidad de Zaragoza. Las diferentes técnicas empleadas, que varían en función del tipo y tamaño del resto y del estado de preservación, han sido: limpieza con agua y cepillo, eliminación mecánica de la matriz

adherida al fósil mediante punzón y percutor de aire comprimido, consolidación con polímeros acrílicos (resina Paraloid B72 disuelta en acetona), pegado de fragmentos con cianocrilato (“superglue”) y resina epoxi (“araldit”).

El estudio de los materiales, una vez preparados, incluye las tareas de identificación anatómica, descripción, toma de medidas, determinación taxonómica y sistemática, realización de dibujos y/o fotografías. Los dientes, en general de pequeño tamaño, se han descrito y estudiado con un estereomicroscopio Olympus SZ40, o bien, se ha trabajado con imágenes de M.E.B. La toma de medidas se ha realizado en general con un calibre manual de acero inoxidable templado y para las piezas más pequeñas se ha medido a partir de las fotografías con el software de proceso y análisis de imágenes Matrox Inspector 2.1. La determinación taxonómica y sistemática, que es la parte más importante del estudio, se ha realizado comparando los materiales con los descritos en publicaciones científicas.

Las fotografías de campo han sido tomadas por el autor con cámara fotográfica digital, así como las fotografías del material fósil. El montaje de las figuras y esquemas se ha realizado con Adobe Photoshop e Illustrator. Las fotografías de microscopio electrónico de barrido del material de pequeño tamaño han sido realizadas por Cristina Gallego, en el Servicio de Microscopia Electrónica, Área de Ingeniería de Materiales de la Universidad de Zaragoza

2. Situación geográfica y geológica

Miravete de la Sierra está situado al SE de la provincia de Teruel, en la Comarca del Maestrazgo, dentro del sector central de la Cordillera Ibérica. Dista unos 60 Km. de la capital turolense, desde la que se puede acceder por la carretera A-226 hasta Villarroya de los Pinares y la TE-V-8008 después. El material estudiado en este trabajo proceden de siete nuevos yacimientos denominados: Camino Lucía 1 (CLU-1), Camino Lucía 2 (CLU-2), Senda Miravete-2 (SM-2), Serie Suertes-8 (SS-8), Suertes-1 (SUE-1), Horcajo-1 (HOR-1) y Horcajo-4 (HOR-4). Están situados próximos a la localidad de Miravete hacia el sur (Fig. 2), dentro de su término municipal. La localización exacta, con las coordenadas, puede ser consultada en la Carta Paleontológica de Aragón, accesible mediante petición a la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón.

Geológicamente corresponde al sector oriental de la Subcuenca de Galve, una de las siete subcuencas en que se divide la Cuenca cretácica del Maestrazgo (Fig.1). En este sector la serie mesozoica se encuentra plegada constituyendo el anticlinal de Aliaga-Miravete, un pliegue de dirección aproximada N-S formado por la reactivación con componente inversa, durante la tectónica alpina, de la falla normal cretácica que limitaba la Subcuenca de Galve por el Este (Soria de Miguel, 1997; Simón, 1998; Liesa *et al.*, 2006).

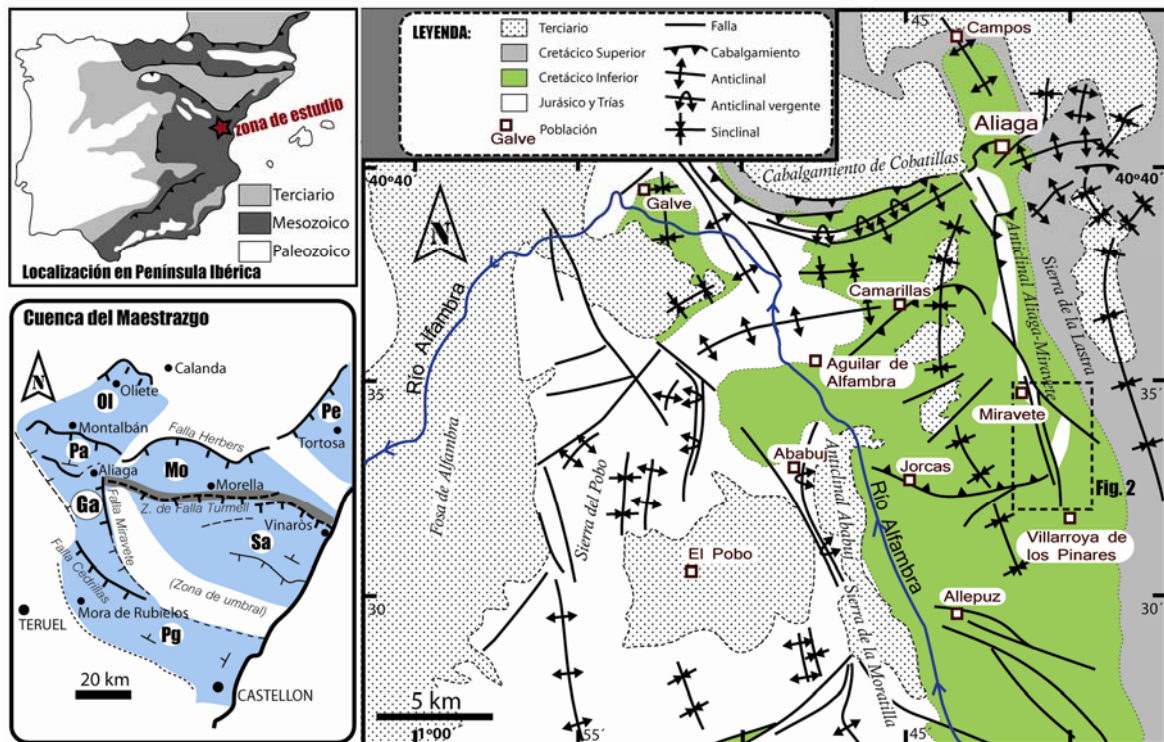


Figura 1. (b) Mapa tectónico simplificado de la Cuenca de Maestrazgo (redibujado de Salas *et al.*, 2001), con su división en subcuencas: Galve (Ga), Morella (Mo), Oliete (Ol), Las Parras (Pa), Perelló (Pe), Penyagolosa (Pg), Salzedella (Sa); **(c)** mapa geológico simplificado de la Subcuenca de Galve, a la derecha, y **(a)** su situación en el Este de España, arriba izquierda (redibujado de Liesa *et al.*, 2006: Fig.1).

La Subcuenca de Galve es una cubeta alargada en dirección NNW-SSE, de 40 km. de largo y 20 km. de anchura (Fig.1), que se formó durante el Hauteriviense superior a consecuencia de la extensión del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Soria *et al.*, 2000; Liesa *et al.*, 2006). La estructura extensional del Cretácico Inferior está determinada por la actividad de dos familias principales de fallas sinsedimentarias con orientación NNW-SSE (fallas con geometría lítrica que producen una notoria estructuración en semigraben) y ENE-WSW (fallas subverticales transversas)

respectivamente. [Soria de Miguel \(1997\)](#) pone de manifiesto que el área de depósito de la Formación El Castellar está estrechamente controlada por las grandes estructuras que limitan la Subcuenca de Galve, suponiendo las fallas de borde (fallas de Miravete, Campos, Cañada-Vellida y Alpeñés-Ababuj) verdaderos límites de sedimentación. En base a las asociaciones de carofitas esta formación está datada como Hauteriviense superior – Barremiense basal ([Martín-Closas, 1989](#); [Soria de Miguel, 1997](#); [Liesa et al. 2006](#)), aunque algunos trabajos la consideren como Valanginiense-Hauteriviense a partir de estratigrafía secuencial ([Salas et al., 1995](#); [Salas et al., 2001](#); [Caja, 2004](#)).

La Formación El Castellar en Miravete de la Sierra se puede dividir litológicamente en dos estadios separados por un intervalo de margas con yesos ([Soria et al., 2001](#); [Liesa et al., 2006](#)) ([Fig. 2](#)). El primer estadio de la unidad es muy heterogéneo litológicamente y está caracterizado por lutitas ocres y rojas con intercalaciones de niveles tabulares y lenticulares de potencia decimétrica-métrica de areniscas, y localmente además se intercalan niveles de conglomerados y de calizas. El segundo estadio se caracteriza por una alternancia de margas y calizas, que [Soria de Miguel \(1997\)](#) relaciona con secuencias de expansión-retracción lacustre. Las margas, grises y masivas, contienen carofitas y frecuentemente bioturbación de hábito vertical. Las calizas grises y bioclásticas, se disponen en cuerpos tabulares y contienen abundantes carofitas, invertebrados y restos vegetales.

El citado nivel guía de margas con yesos marca un cambio paleogeográfico y estructural significativo en la subcuenca. Así, el estadio 1, más detrítico, muestra una gran variedad de facies y subambientes (aluvial, lacustre, palustre) mientras que en el estadio 2 se produce el desarrollo generalizado de un lago carbonatado somero. Este hecho parece estar en relación con una actuación independiente de las fallas y la compartimentación del área de depósito en el primer estadio, mientras en el segundo, y probablemente relacionado con su unión en un único nivel de despegue, el sistema de fallas funciona hundiendo todo el área de sedimentación ([Soria et al., 2001](#); [Liesa et al., 2006](#)).

A pesar de la intensa reestructuración alpina, en todo el área de Miravete la Formación El Castellar suele presentar buenos afloramientos, favorecidos por la escasa cubierta vegetal y los numerosos barrancos que conforman la red de drenaje ([Fig.4.A](#)). Se han documentado una treintena de nuevos lugares dentro del término

municipal con restos directos de vertebrados en esta Formación. La gran mayoría de los yacimientos de vertebrados se localizan en los materiales inferiores del estadio 2 y en algunos niveles del estadio 1.

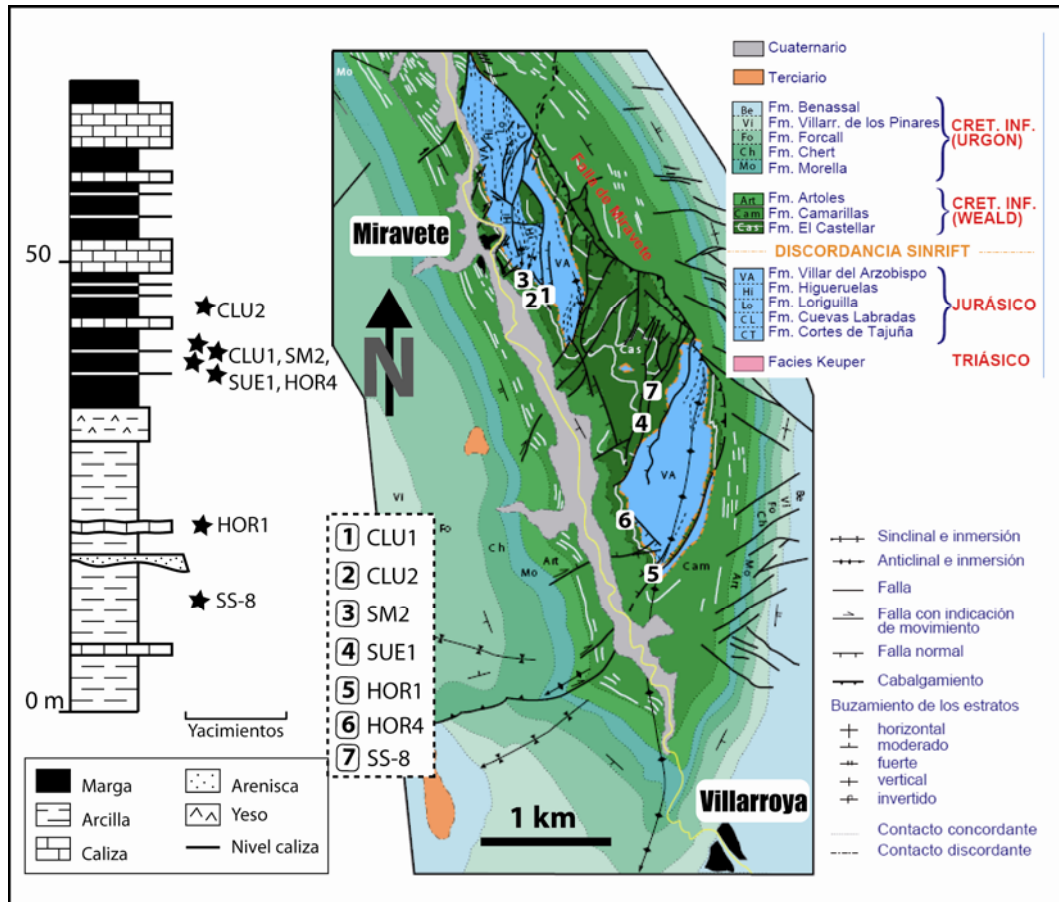


Figura 2. Columna estratigráfica representativa de la Formación El Castellar en el área de Miravete de la Sierra, mapa geológico de detalle en el anticlinal de Miravete (modificado de Liesa *et al.*, 2006: Fig. 6) y situación de los yacimientos estudiados.

3. Los yacimientos de Miravete de la Sierra

La Formación El Castellar en Miravete de la Sierra tiene un contenido rico y diverso en macrofósiles y microfósiles de vertebrados (Fig. 3). Los restos más abundantes son esquilas y dientes aislados, además de fragmentos de cáscaras de huevo y coprolitos de pequeño tamaño. También son frecuentes restos carbonatados y carbonosos de plantas. En la fracción microscópica dominan los oogonios de clavatoráceas y las valvas de ostrácodos (Fig. 3). La lista faunística inferida a partir de los restos de vertebrados identificables está compuesta, además de dinosaurios, por:

Osteichthyes (amiiformes, semionotiformes y picnodontiformes), Chondrichthyes (hibodontiformes), anfibios, escamosos, tortugas, pterosaurios y cocodrilos (familias Atoposauridae, Bernissartidae y Goniopholididae). En cuanto a cáscaras de huevo se han identificado los ootaxones Prismooolitidae indet., *Krokoolithes* sp., *Testudoolithus* sp. y *Macroolithus* sp. (Gasca *et al.*, 2007; este trabajo).

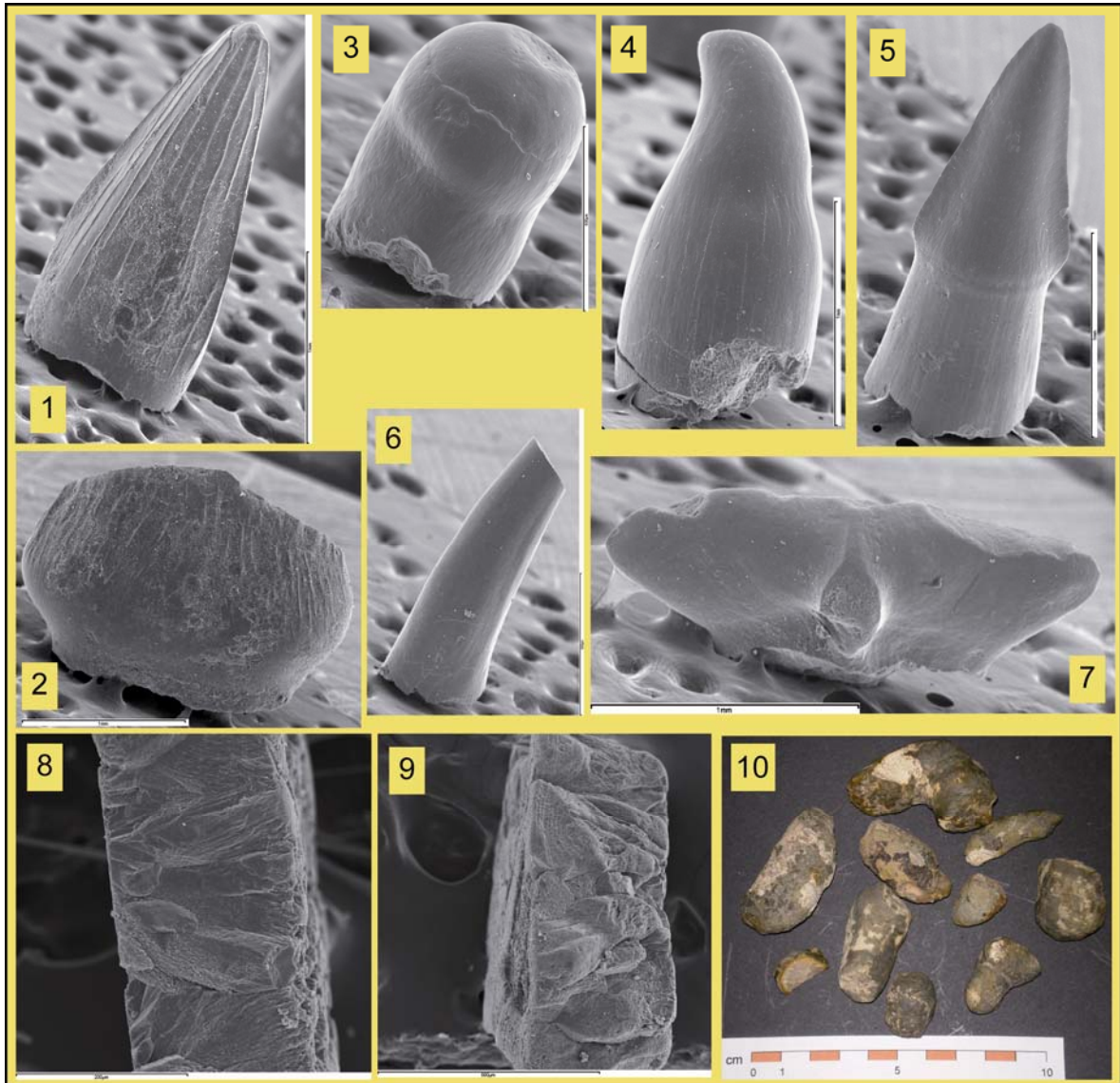


Figura 3. Restos fósiles de los yacimientos de la Formación El Castellar en Miravete de la Sierra. Restos directos (1-7) e indirectos de vertebrados (8-10). 1-9: Fotografías con microscopio electrónico de barrido. **1.** CLU 1/2, **Atoposauridae**, diente vista lingual **2.** CLU1/6, **Bernissartidae**, **3.** CLU1/12, Semionotiforme, diente vista lateral **4.** SS8/10, **Picnodontiforme**, diente vista lateral **5.** SS8/1, **Amiiforme**, diente vista lateral **6.** CLU1/8, **Pterosaurio**, diente vista lateral **7.** SS8/5, **Hibodontiforme** (Lonchidion), diente vista labial diente vista labial **8.** CLU1/11r, fragmento cáscara de huevo *Testudoolithus* **9.** CLU1/5r, fragmento de cáscara de huevo *Krokoolithes* **10.** Coprolitos de pequeño tamaño del yacimiento Camino Lucía-1.

Los yacimientos de Camino Lucía 1 y 2 (Fig. 4. B) son dos niveles de margas grises sucesivos separados por un estrato de calizas masivas con bioturbación de 0,5 a 0,7 metros de potencia. Este tramo de serie se sitúa inmediatamente por encima de un nivel con yesos que marca el inicio del estadio 2 de la Formación El Castellar. Estos depósitos de margas se generarían en un régimen sedimentario eulitoral (facies carbonatadas marginales) dentro del sistema lacustre (Glenn y Kelts, 1991; Soria de Miguel, 1997). En base al abundante material fósil recuperado en este lugar, tanto micro- como macroscópico (Gasca *et al.*, 2007), en ese margen del lago se estaría produciendo una importante acumulación de restos de vertebrados en un sedimento con abundantes carofitas y ostrácodos.

Los yacimientos de Senda Miravete-2, Suertes-1 y Horcajo-4 (Fig. 4. C, D, E) están en una posición estratigráfica similar a los anteriores, en la parte basal del estadio 2 (Fig. 2), y también son facies margosas, por lo que responderían al mismo modelo de depósito.

El yacimiento Serie Suertes-8 (Fig. 4. F) está situado en una ladera del Barranco de las Suertes, que es el afloramiento al sur de Miravete donde más potencia exhibe la parte inferior de la formación El Castellar. Se trata de margas grises muy oscuras con una espectacular concentración de restos de microvertebrados, sobre todo "peces". El nivel fosilífero de unos 50 cm de potencia destaca en el tramo margoso por su color oscuro, ya que por debajo son materiales más amarillentos y por encima grises más claros y con yesos rojos. Este tramo de serie se corresponde con depósitos aluviales y palustres y el nivel en el que se localiza el yacimiento coincide con un episodio de expansión lacustre, mientras que el color oscuro del sedimento indica condiciones reductoras en el medio.

El yacimiento Horcajo-2 (Fig. 4. G) se halla en uno de los afloramientos más meridionales de la Formación El Castellar en el anticlinal de Miravete, que aquí dibuja un marcado cierre periclinal (inmersión hacia el sur). Se trata de un nivel de calizas blanquecinas de la parte inferior de la formación con pequeñas esquirlas de huesos, dientes y escamas de peces, además de granos silíceos. Hay algunas esquirlas con cierto redondeamiento que indicarían reabajamiento por corrientes. Se interpreta como un depósito en un ambiente palustre con cierta energía al que llegarían aportes esporádicos con material resedimentado.

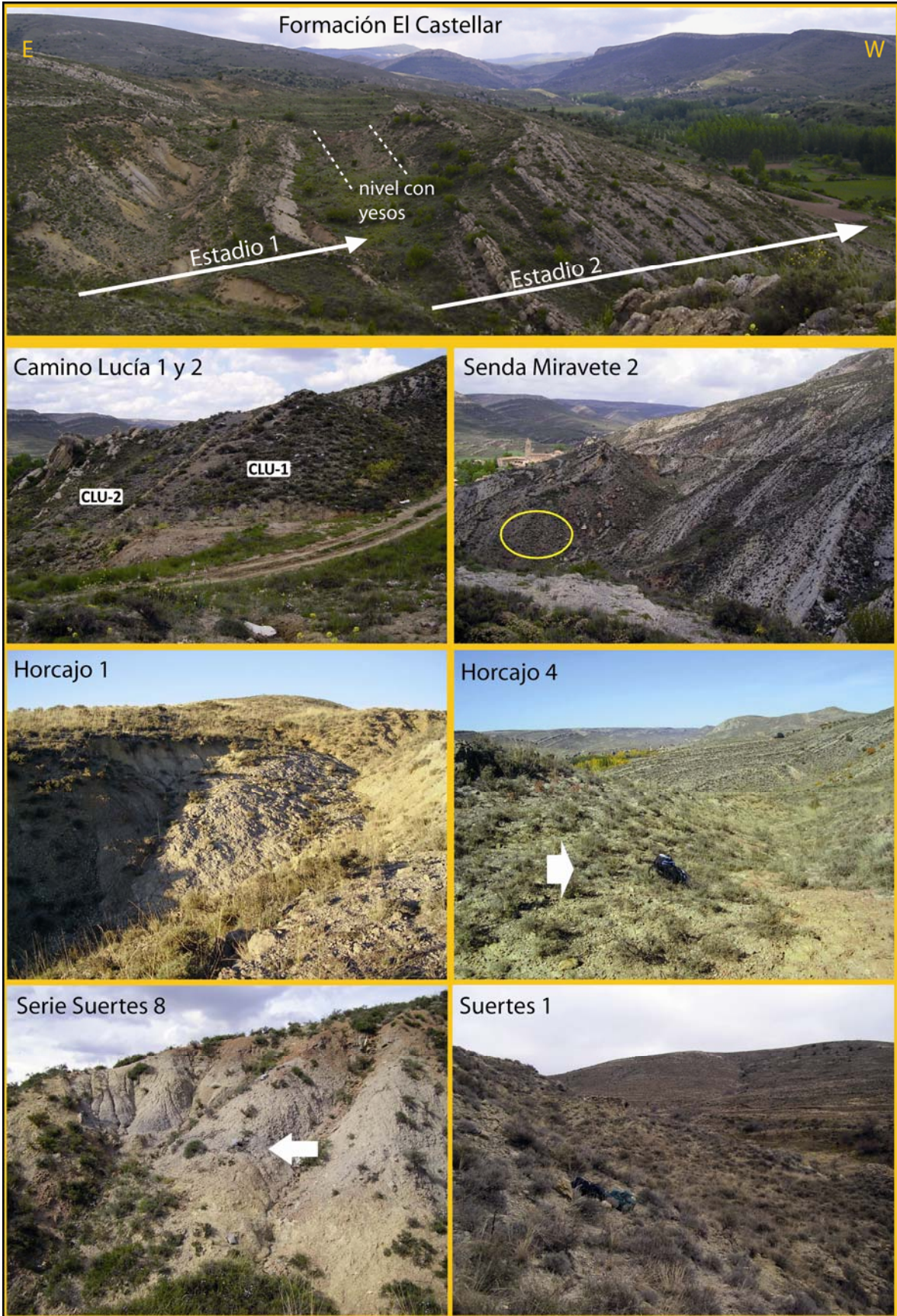


Figura 4. Vistas generales de los yacimientos de Miravete de la Sierra que se estudian en este trabajo.

4. Nomenclatura

Los dientes de los vertebrados, al igual que los huesos, están compuestos de variedades de apatito (fosfato cálcico) y proteínas, pero este apatito puede presentarse de dos formas. El interior del diente está formado por dentina, una variedad de hueso pero sin células, y ésta está recubierta de esmalte, con cristales de apatito mayores, por lo que es más duro y resistente, y con un aspecto brillante (Devillers y Clairambault, 1977). Gracias a la dureza del esmalte, los dientes son la parte del esqueleto más resistente y son muchas veces el único resto que queda de un vertebrado después de sufrir un transporte más o menos largo (Lyman, 1994). Un diente está formado por la corona y la raíz. Los dientes son la parte del esqueleto de un dinosaurio más abundante en los sedimentos, especialmente en yacimientos en los que se aplican técnicas micropaleontológicas (lavado-tamizado de sedimentos). En muchas ocasiones los taxones están únicamente representados por dientes aislados. Esto sucede sobre todo con los pequeños terópodos, generalmente referidos como "celurosaurios", ya que sus restos óseos son menos abundantes que los de otros dinosaurios, puesto que debido a su fragilidad (huesos bastante huecos), los procesos físicos "post-mortem" conducen a la rápida maceración y fragmentación de sus restos. Denominamos diente aislado a aquel que no está insertado en las mandíbulas, si no que aparece individualizado como una entidad única. Los diferentes grupos de dinosaurios pueden identificarse a partir de sus dientes aislados, ya que tienen una morfología característica (Ruiz-Omeñaca, 2006).

Los dientes se describen usando una nomenclatura basada en términos de odontología humana (Thulborn, 1973): la superficie del diente que se dirige hacia afuera, hacia los labios, se llama **labial** (=bucal =lateral), y la superficie dirigida hacia adentro, hacia la lengua, se llama **lingual** (=medial). La superficie más cercana a la sínfisis mandibular se llama **mesial** (=anterior), y la más cercana a la articulación de la mandíbula se llama **distal** (=posterior). El extremo masticatorio del diente se llama superficie **oclusal** o **ápice**, y el extremo de la raíz se llama **apex**. Las estructuras que se dirigen hacia el ápice se llaman **apicales**. Las estructuras que se dirigen hacia la raíz se llaman **adapicales**. Por tanto en los dientes se pueden establecer tres ejes principales en dirección: **labio-lingual**, **mesio-distal** y **oclusal-adapical** (ver Fig. 5).

Las medidas básicas que se realizan en los dientes son: **longitud** (máxima distancia mesiodistal, medida entre los extremos mesial y distal), **anchura** (máxima

distancia labiolingual), **altura** (máxima distancia oclusal-adapical, medida entre la base y el ápice del diente). También se suelen medir longitud, anchura y altura de la corona y de la raíz (cuando la presentan), respectivamente, y relaciones altura/longitud y longitud/anchura.

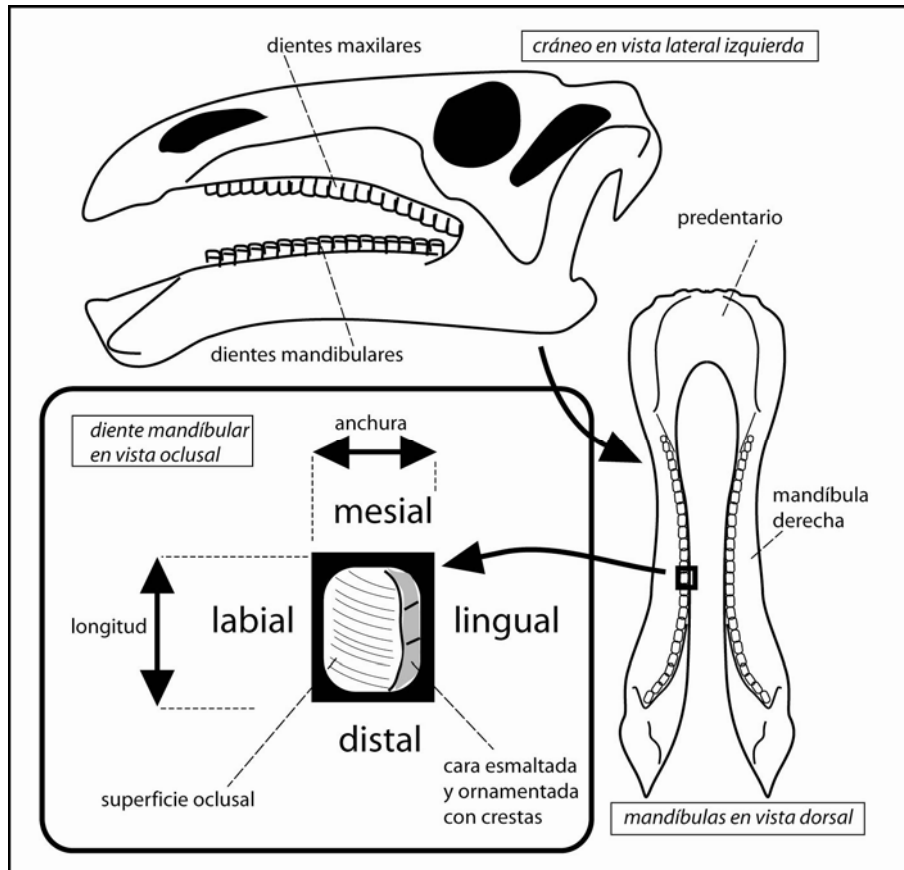


Figura 5. Nomenclatura para la descripción de dientes aplicada sobre los dientes de un iguanodontoideo.

En la descripción de restos óseos como las vértebras (esqueleto axial) se utilizan una serie de términos específicos, y se consideran diferentes regiones para orientar los elementos esqueléticos (ventral, dorsal, anterior, posterior) que se recogen en la siguiente figura 6.

La terminología para la vértebras es la propuesta por [Romer \(1956\)](#). El **centro vertebral** es el cuerpo principal de la vértebra, con forma más o menos cilíndrica. Puede ser de diferentes tipos (anficélica, anfiplatiana, opistocélica, platicélica o procélica) según sus extremos sean planos, cóncavos o convexos. Un centro vertebral es **anficélico** cuando tiene ambos extremos (caras que articulan con la vertebra anterior y posterior) cóncavos. El **canal neural** es un tubo circular que atraviesa las

vértebras y en el cual se aloja el cordón nervioso. El **arco neural** es la parte de la vértebra que queda por encima del centro vertebral y rodea el canal neural. Los **pedicelos** son la parte ventral del arco neural, en la zona de unión con el centro vertebral. Las **facetas para el chevron** son superficies planas, redondeadas o en forma de media luna presentes en las vértebras caudales para la fijación de los chevrones, en el borde ventral. El chevron es un elemento óseo que se articula entre dos vértebras caudales sucesivas, que es alargado y se proyecta hacia atrás.

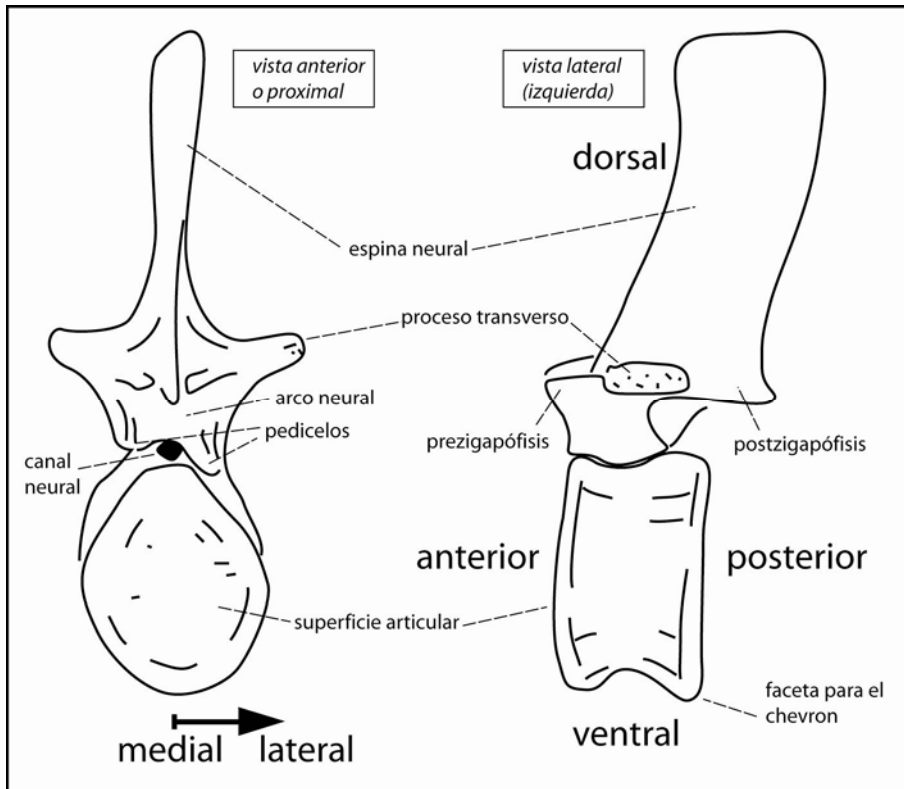


Figura 6. Nomenclatura para la descripción de vértebras.

Vistas de vértebra caudal de iguanodontoideo.

5. Sistemática Paleontológica

En este capítulo, el más extenso de este Trabajo Fin de Máster, se describen y discuten los restos directos de dinosaurios más significativos, estudiados hasta ahora, de los yacimientos de la Formación El Castellar de Miravete de la Sierra. A pesar de la gran abundancia de restos fósiles de vertebrados en estos yacimientos, la mayoría se trata de restos inidentificables o solo se pueden interpretar como restos de dinosaurios, por su tamaño y su contexto temporal. En el presente texto, los taxones

se ordenan siguiendo la jerarquía sistemática, y dentro de cada taxón identificado se establecen las siguientes partes: material, descripción y discusión.

ORNITHISCHIA [Seeley, 1888](#)

GENASAURIA [Sereno, 1986](#)

THYREOPHORA [Nopcsa, 1915](#)

EURYPODA [Sereno, 1986](#)

ANKYLOSAURIA [Osborn, 1923](#)

Ankylosauria indet.

Material.

Fragmento de placa dérmica siglado como HOR-4/D1 ([Fig. 7.A](#)), procedente del yacimiento Horcajo-4.

Descripción.

Se trata de un fragmento de osteodermo aplanado, de pequeño tamaño. Presenta una superficie externa y otra interna. La superficie externa es irregular y no conserva la ornamentación original por haberse erosionado, mientras que la superficie interna es aplanada y presenta una ornamentación muy característica constituida por dos familias de fibras paralelas que se cruzan formando ángulo de unos 120° (=ángulo complementario de unos 60°) dando un aspecto de enrejado.

Discusión.

Los ankylosaurios son un grupo de dinosaurios ornitisquios, cuadrúpedos y con el cuerpo cubierto de placas dérmicas ([Coombs, 1978](#)). Se incluyen dentro de a junto a Stegosauria y otros taxones relacionados ([Sereno, 1999](#); [Ruiz-Omeñaca, 2006](#)). Los restos fósiles de Ankylosauria son relativamente frecuentes en Laurasia a partir del Aptiense, sin embargo hay pocos taxones descritos en el Cretácico inferior y suelen estar representados por material fragmentario ([Ruiz-Omeñaca, 2006](#)). En el Cretácico Inferior de España los restos de ankylosaurios también son escasos y fragmentarios ([Pereda Suberbiola y Galton, 2001](#)). Todos los yacimientos se localizan en la Cordillera Ibérica ([Ruiz-Omeñaca, 2006](#)).

En la Formación El Castellar no se conocía registro de ankylosaurios hasta ahora. El único resto de tireóforo correspondiente a la Formación El Castellar se trata de una espina dérmica aislada, pequeña y delgada, identificada como Stegosauria

indet. ([Pereda Suberbiola et al., 2005](#)), que procede del yacimiento de La Canaleta, en Galve, localizado en la parte basal de la Formación (Hauteriviense superior). Los otros restos de tireóforos que se conocen en el registro del tránsito Hauteriviense-Barremiense en la provincia de Teruel son de anquilosaurio; se trata de dos dientes Polacanthidae indet. de La Cantalera, Josa, Formación Blesa ([Canudo et al., 2004](#); [Ruiz-Omeñaca, 2006](#)).

Los dinosaurios anquilosaurios están provistos de una armadura dérmica que protege la región cervical y está formada por placas y espinas dérmicas. Las principales incógnitas se centran en la distribución y orientación de los diferentes elementos que componen la armadura dérmica ya estos restos fósiles suelen encontrarse desarticulados. [Naish y Martill, \(2001: 180, fig.7-9\)](#) asignan una placa dérmica de anquilosaurio a *Polacanthus* al presentar en la superficie proximal (interior) un patrón de hueso fibroso característico en enrejado, semejante al que presenta el ejemplar HOR-4/D1. El fósil procede de la Isla de Wight (Wessex Formation). A diferencia del fósil de Miravete, el de Inglaterra además conserva la ornamentación de la superficie externa. Sin embargo, según [Naish y Martill, \(2001\)](#) esta asignación debe tomarse con cautela, ya que tanto los osteodermos de ankylosaurios como los de estegosaurios esta característica histológica. El fragmento de placa dérmica HOR-4/D1 se ha asignado a Ankylosauria indet. por presentar la ornamentación en enrejado característica.

ORNITHOPODA [Marsh, 1881](#)

Ornithopoda indet.

Material.

Fragmento de centro vertebral siglado como CLU-1/D2 ([Fig. 7.B](#)) y fragmento de centro vertebral siglado como CLU-1/D3 ([Fig. 7.C](#)), procedentes del yacimiento Camino Lucía-1.

Descripción.

CLU-1/D2 es un fragmento de una vértebra caudal, de pequeño tamaño, bien conservada con sección hexagonal. Está conservada la mitad izquierda del centro vertebral, parte de los pedicelos base del arco neural y el margen izquierdo del canal neural. Es una vértebra relativamente alargada (más larga que alta). La vértebra es

anficélica. Las superficies articulares son subcirculares, tienen los bordes erosionados. En el borde anterior de la vertebra la faceta del chevron está erosionada. El borde ventral de la cara articular posterior se curva posteroventralmente y presenta la faceta del chevron erosionada.

CLU-1/D3 es un fragmento de centro vertebral caudal bien conservado, de tamaño medio (mayor que CLU-1/D2) con la única superficie articular que se preserva cóncava y contorno pentagonal. Se conserva menos de la mitad del centro vertebral, sin tener criterios para identificarla como mitad anterior o posterior. Se distingue la base del canal neural y una pequeña porción de la base del arco neural. Por la erosión las facetas de chevron se conservan parcialmente. El centro vertebral presenta sección hexagonal, muy evidente en el plano de fractura que corta la vértebra transversalmente. Esta sección es más reducida hacia la parte media.

Discusión.

Los ornitópodos son dinosaurios herbívoros de tamaño muy variable. Por lo general, los ornitópodos encontrados en el Cretácico Inferior en España se han asignado a géneros clásicos del Cretácico Inferior europeo como *Iguanodon* o *Hypsilophodon*, aunque muchas de estas asignaciones genéricas son muy discutibles (Ruiz-Omeñaca, 2006).

CLU1/D2 y CLU1/D3 son centros vertebrales correspondientes a vértebras caudales por la presencia de facetas para el chevron. La forma general de ambas vértebras (sección hexagonal, anficélicas) que presentan es típica de las vértebras caudales de los ornitópodos. Por la diferencia de tamaño parecen corresponder a individuos diferentes. CLU1/D2 correspondería a una vértebra caudal media-posterior por ser bastante alargada. CLU1/D3 es de mayor tamaño que CLU1/D2 y podría representar una vértebra caudal más anterior, aunque no se puede medir su longitud al conservarse incompleta, lo que impide precisar su posición en la serie caudal. Aunque la forma general de estas vértebras puede encajar en las formas descritas de iguanodontoides, muy frecuentes en el Cretácico Inferior de Teruel y también en el registro de la Formación El Castellar (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2004; Ruiz-Omeñaca, 2006), se asignan a Ornithopoda indet. por ser material rodado y fragmentario, y no estar asociados a restos más completos.

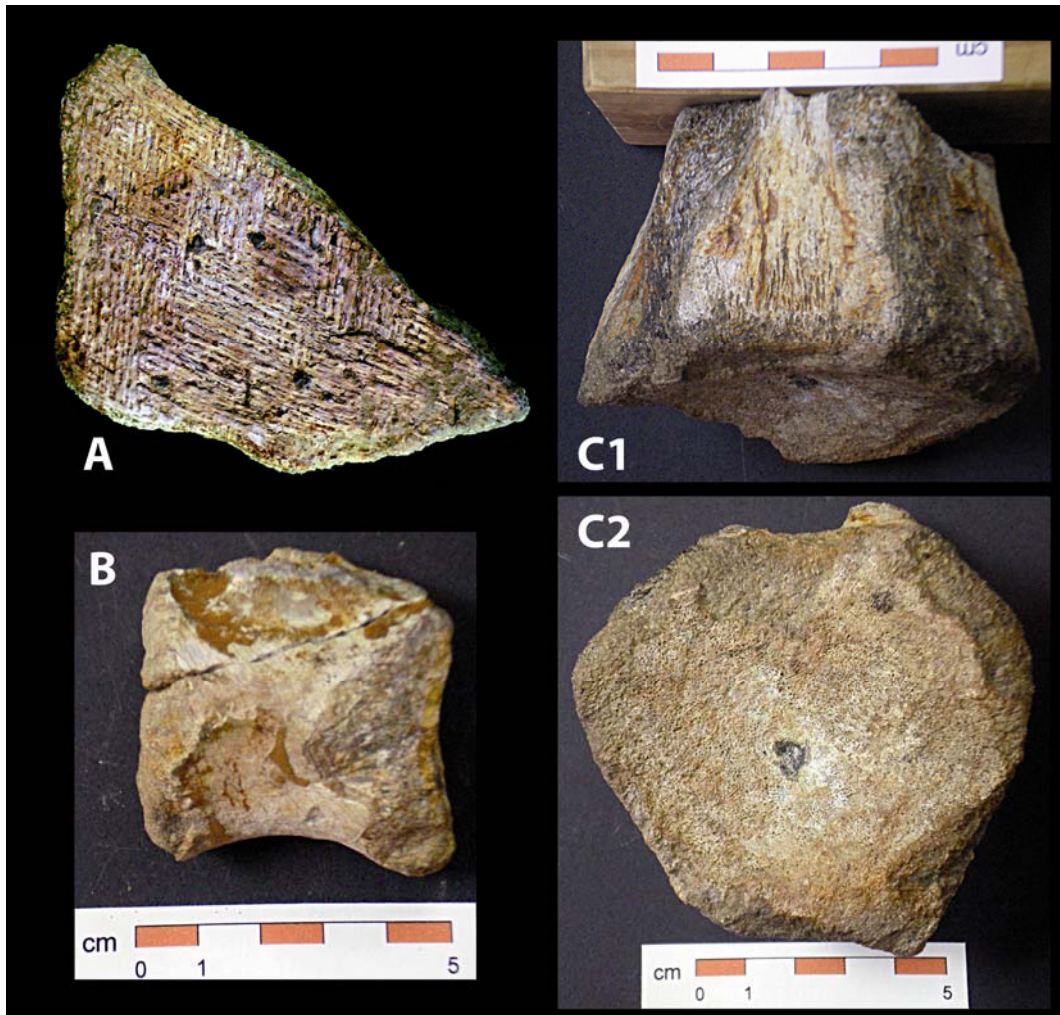


Figura 7. Restos de ornitisquios. **A:** fragmento de placa dérmica **HOR4/D1 Ankylosauria indet.** en vista interna. **B:** fragmento de vértebra **CLU1/D2 Ornithopoda indet.** en vista lateral izquierda. **C:** fragmento de vértebra **CLU1/D2 Ornithopoda indet.** en vista dorsal (1) y anterior? o posterior? (2).

EUORNITHOPODA [Sereno 1986](#)

HYPSILOPHODONTIDAE [Dollo 1882](#)

“Hypsilophodontidae” indet.

Material.

Diente siglado como SUE-1/D1 ([Fig. 8.A](#)) procedente del yacimiento Suertes-1.

Descripción.

Se trata de una corona dental de reemplazamiento identificada como maxilar izquierda (ver discusión). Está comprimida labiolingualmente y ligeramente curvada en sentido lingual. Está fracturada tanto hacia el ápice (carece de la superficie oclusal)

como hacia la raíz. Presenta una sección elíptica, haciéndose los bordes mesial y distal progresivamente más agudos hacia el ápice. Las medidas observadas son: altura máxima conservada de 16,26 mm, anchura máxima (labiolingual) de 8,50 mm, longitud máxima (mesiodistal) de 18,03 mm. El esmalte prácticamente ha desaparecido, posiblemente por reabsorción. Una cara es lisa (lingual) y la otra cara (labial) está ornamentada con cuatro suaves crestas subiguales (Fig. 8.A4), desarrolladas en sentido oclusal-adapical, aproximadamente perpendiculares a la superficie oclusal, y paralelas entre sí. El margen mesial (Fig. 8.A3) presenta una superficie claramente cóncava desarrollada en sentido oclusal-adapical y ligeramente orientada lingualmente. El margen distal, con ligera orientación labial, es más suave y sin una concavidad marcada. Aunque presenta fractura fresca hacia la raíz, se observan algunas depresiones en la superficie de la corona que se pueden interpretar como evidencias de reabsorción. Este efecto se hace más notorio hacia la zona adapical dando una falsa estructura cingular irregular en la base de la corona.

Discusión.

Los “hipsilofodontidos” son dinosaurios herbívoros, bípedos, y corredores, conocidos desde el Jurásico Medio al Cretácico Superior (Sues y Norman, 1990), y uno de los grupos clásicos de pequeños dinosaurios ornitópodos del Jurásico-Cretácico de Europa, aunque sólo se han descrito *Hypsilophodon foxii* Huxley 1869 en el Cretácico Inferior de Inglaterra, y *Phyllodon henkeli* Thulborn 1973 en el Jurásico Superior de Portugal. En España únicamente han aparecido “hipsilofodontidos” en el Cretácico Inferior, concretamente en yacimientos de Burgos, Castellón, Cuenca, La Rioja, Soria y Teruel (Ruiz-Omeñaca, 2006). Las citas anteriores de dinosaurios hipsilofodontidos en la Formación El Castellar son únicamente dos dientes de Galve: Hypsilophodontidae indet. (Estes y Sanchiz, 1982 =cf. *Hypsilophodon* sp.; Ruiz-Omeñaca, 2001) del yacimiento Colladico Blanco y cf. *Hypsilophodon* sp. (Buscalioni y Sanz, 1984; Ruiz-Omeñaca, 2001) del “Cabezo de las Zabacheras”.

Normalmente, en los ornitópodos la cara ornamentada en un diente mandibular, es la lingual, y en un diente maxilar es la labial. La principal diferencia entre los dientes maxilares y mandibulares de *Hypsilophodon* es el desarrollo prominente de la cresta central en los dientes mandibulares (Galton, 1974; Ruiz-Omeñaca et al. 1997). En los dientes superiores (maxilares) se desarrollan varias crestas iguales, mientras que en los dientes inferiores (mandibulares) la cresta central está bien desarrollada, y cuando la corona se desgasta por el uso, esta cresta, más

resistente a la abrasión, forma una "espinas afiladas" (Ruiz-Omeñaca *et al.* 1997). Según Galton (1974) en los dientes maxilares de *Hypsilophodon*, hay normalmente tres crestas, una de ellas inclinada y situada en el margen antero-dorsal de la corona. Además, en los dientes maxilares aparece una superficie cóncava en el borde mesial, alargada en sentido oclusal-adapical, que Galton (1974: fig. 14a) identifica en *Hypsilophodon foxii* como "depresión para el diente más anterior".

Según lo anterior, el desarrollo de varias crestas subiguales (ausencia de una cresta primaria central marcada) y la presencia de una superficie cóncava en el borde mesial, permiten identificar a SUE-1/D1 como maxilar izquierdo. La cara ornamentada sería la labial (Fig. 8.A4) y la faceta de desgaste, aunque no se ha conservado por rotura, se situaría en el lado lingual. Tampoco se observan denticulos en los márgenes distal y mesial, descritos en otros "hipsilofodóntidos", probablemente por la ausencia por rotura del tercio apical de la corona y por desgaste. El desgaste general de la superficie y los signos de reabsorción de la raíz indican que probablemente se trata de una corona dental de reemplazamiento. Según Galton (1974), debido a una reabsorción de la raíz por parte de la corona de reemplazamiento que crece por debajo, las raíces de los dientes funcionales son mucho más cortas que la longitud de la corona; en este estado del diente funcional es fácilmente mudado y reemplazado por el nuevo diente, que puede continuar creciendo. Lo más significativo del diente de Miravete es su tamaño, ya que su longitud (18,03 mm) supera a la mayoría de hipsilofodóntidos descritos, salvo alguna excepción como un diente maxilar de la Cantalera que alcanza 2,7 cm. (Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2001: 17. Fig.12).

El ejemplar SUE-1/D1 (Fig. 8.A) tiene una forma general similar a los dientes maxilares de Hypsilophodontidae indet. descritos en el yacimiento de la Cantalera, Teruel (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1997; Ruiz-Omeñaca, 2006), también datado como Hauteriviense superior-Barremiense Basal, habiéndose clasificado de igual forma. El diente del Cabezo de las Zabacheras (Buscalioni y Sanz, 1984) parece pertenecer al mismo taxón. Hemos considerado apropiado emplear el término "Hypsilophodontidae", ya que en trabajos recientes se considera parafilético a este grupo de ornitópodos (Butler *et al.*, 2008).

IGUANODONTIA Dollo, 1888

DRYOMORPHA Sereno, 1986

ANKYLOPOLLEXIA Sereno, 1986

IGUANODONTOIDEA [Cope, 1869](#)

Iguanodontoidea indet.

Material.

Diente CLU-2/D1 ([Fig. 8.B](#)) procedente del yacimiento Camino Lucía-2 y fragmento de diente HOR-1/D1 ([Fig. 8.C](#)) procedente del yacimiento Horcajo-1.

Descripción.

CLU-2/D1 es una pequeña corona dental completa con buen estado de conservación que presenta una fractura fresca hacia la raíz. La altura conservada es de 12,19 mm, de los que 10,22 mm corresponden a la corona, 5,22 mm de anchura (labiolingual) y 6,14 mm de longitud (mesiodistal) en la base de la corona. Está comprimida labiolingualmente y solo una cara está esmaltada (labial). En esta misma cara presenta una cresta principal prominente desde la base hasta el ápice de la corona, desplazada hacia el margen distal, y tres accesorias subparalelas situadas mesialmente ([Fig. 8.B4](#)). El esmalte está ornamentado por una suave estriación entre crestas (perpendicular a ellas) con ligera concavidad hacia el ápice. Presenta diminutos dentículos en los márgenes mesial y distal solamente en su culminación apical. En ambos márgenes se desarrolla hacia la raíz (oclusal-adapical) una superficie de atrición ([Fig. 8.B1, B2](#)) [*superficie de contacto con el diente contiguo*] como resultado del contacto con los dientes adyacentes en la batería dental. La superficie oclusal es inclinada hacia el lado lingual, y la parte más lingual ha desaparecido por fractura.

HOR-1/D1 es un fragmento de diente con la superficie muy desgastada y unas dimensiones de 10,91 mm de altura conservada, 8,69 mm de longitud y 4,84 mm de anchura. Está formado por dos caras casi perpendiculares formando un margen agudo ([Fig. 8.C4](#)) y conserva un trozo de la superficie oclusal, que se dispone aproximadamente horizontal (perpendicular a las caras conservadas).

Discusión.

Los iguanodontoideos son dinosaurios ornitópodos de tamaño mediano a grande, herbívoros y generalmente bípedos, aunque a veces se comportan como cuadrúpedos. En Europa, los restos de grandes ornitópodos del Cretácico Inferior se han asignado al género *Iguanodon*, que está presente en el Cretácico Inferior de Alemania, Bélgica, España, Francia y Reino Unido ([Norman, 2004](#); [Weishampel et al.](#),

2004), aunque recientemente se ha adscrito al género *Mantellisaurus* a alguna de las especies de *Iguanodon* (Paul, 2006). En España se han encontrado restos de *Iguanodon* en las provincias de Burgos, Castellón, Cuenca, Soria y Teruel (Ruiz-Omeñaca, 2006). Iguanodontoideos de la Formación El Castellar se conocen en yacimientos de Galve: dos dientes de cf. *Iguanodon* sp. de Cuesta Corrales 1 (Buscalioni y Sanz, 1984 = *Iguanodon bernissartensis*; Ruiz-Omeñaca y Canudo, 2003 = *Iguanodon* sp.; Ruiz-Omeñaca, 2006) y Pelejón 3 (Sanz et al., 1987 = Ornithopoda indet.; Sanz y Buscalioni, 1992 = "joven iguanodóntido", Ruiz-Omeñaca, 2006) respectivamente.

Según Sanz (2005) la morfología dental de *Iguanodon* es característica, con coronas (especialmente en región yugal) altas y lanceoladas, frecuentemente asimétricas, con una sola capa de esmalte (situada bucalmente en los dientes maxilares y lingualmente en los mandibulares). El esmalte forma crestas denticuladas mesiales y distales. Las coronas maxilares están ornamentadas con una fuerte cresta primaria de posición ligeramente distal y accesorias adyacentes. La presencia de una cresta primaria prominente y, mesialmente, crestas secundarias en la cara esmaltada (Fig. 8.B4) de CLU-2/D1 permite incluirlo en Iguanodontoidea indet. y deducir su posición anatómica como la de un diente maxilar izquierdo (Gasca et al., 2007). En la Cantalera (Josa) hay dientes maxilares que corresponden al mismo morfotipo que CLU-2/D1, aunque con evidencias de reabsorción. Ruiz-Omeñaca et al. (1997) los identifica como dientes mandibulares de *Iguanodon* sp., al considerar el borde mesial de la superficie ornamentada como una cresta secundaria y las crestas accesorias como terciarias. En concreto se trata de los dientes MPZ 97/469, MPZ 97/470 y MPZ 97/471 (Ruiz-Omeñaca et al., 1997: figs. 5 y 6.10-11). Sin embargo, representan una fase más avanzada de reemplazamiento dental que CLU-2/D1 y en este sentido, la presencia de facetas de reabsorción en la cara opuesta a la ornamentada en los dientes de la Cantalera es un criterio definitivo para identificar estos dientes como maxilares (Norman, 1986: 297, figs. 21 y 22). Por tanto, MPZ 97/469 (diente maxilar izquierdo), MPZ 97/470 y MPZ 97/471 (dientes maxilares derechos) deberían tener la misma asignación que CLU-2/D1.

La suave estriación del esmalte entre crestas también está presente en el diente de Pelejón 3 (Sanz et al., 1987: lám. 4, fig. B) y en ejemplares asignados tradicionalmente a *Iguanodon* (Mantell, 1848). El patrón de crestas secundarias es claramente distinto en CLU-2/D1 y en el iguanodontoideo de Pelejón 3 (ambos dientes

maxilares izquierdos), ya que en este último la cresta primaria se sitúa más centrada y además presenta cresta secundaria en la región distal, lo cual indica que seguramente se trata de taxones distintos. A pesar de encajar en las descripciones de dientes de *Iguanodon*, no consideramos conveniente determinar CLU-2/D1 más allá de Iguanodontoidea indet. En este sentido, Norman (1986: 294) dice que: "los dientes de *Iguanodon* (= *Mantellisaurus*) *atherfieldensis* son virtualmente indistinguibles de los de *I. bernissartensis* (Norman, 1980) de tal manera que la descripción aplicada al último puede igualmente aplicarse a *I. atherfieldensis*", sin embargo, el estatus sistemático de *Iguanodon* está en discusión. Upchurch *et al.* (2002) incluyen una hipótesis general de relaciones de parentesco en Ornithischia en la que aparece *Iguanodon* como parafilético (*Ouranosaurus* de posición intermedia entre *I. atherfieldensis* e *I. bernissartensis*) (Sanz, 2005) y Paul (2006) considera *I. atherfieldensis* otro género distinto que denomina *Mantellisaurus*, un iguanodóntido más grácil que *Iguanodon*.

Por otra parte, pese a ser asignado el diente de Pelejón 3 a "un individuo joven de iguanodóntido" (Sanz y Buscalioni, 1992: fig. 21C), se trata de un ejemplar claramente de mayor tamaño que CLU-2/D1, con una longitud de 11 mm. (Ruiz-Omeñaca, 2006) frente a 7,65 mm de longitud máxima. Además las formas del género *Iguanodon* descritas tienen de 12 a 20 mm de longitud en la base de la superficie esmaltada (Norman y Weishampel, 1990), frente a los 6,14 mm de CLU-2/D1 por lo que consideramos que podría pertenecer a un individuo juvenil. Por último, el buen grado de conservación y la fractura fresca hacia la raíz, sin signos de reabsorción indican que se trata de un diente funcional. La faceta de desgaste está más desarrollada que en el diente de Pelejón 3 (también funcional), habiendo desaparecido por el uso casi toda la región apical con dentículos en el margen.

La asignación del fragmento de corona dental HOR-1/D1 a Iguanodontoidea indet. es coherente con el registro fósil conocido y, por el ángulo que forman las caras entre sí y la posición subhorizontal de la faceta de desgaste (perpendicular al eje oclusal-adapical), se propone una reconstrucción hipotética (Fig. 8.C1) del diente por comparación con CLU-2/D1. Aunque no existen criterios reales para identificar su posición anatómica, en esta reconstrucción el trozo conservado correspondería al margen mesio-labial del diente, que tendría un tamaño mayor que CLU-2/D1 (Fig. 8.B), dentro del rango habitual de formas de iguanodontoideas descritas (Norman y Weishampel, 1990). Sobre una de las caras (Fig. 8.C1, C2) se observa una pequeña irregularidad en la superficie, oblicua al margen, que deja intuir una región triangular

hacia la base que recuerda precisamente a la parte más apical de la faceta de atrición que aparece mesialmente en CLU-2/D1 (Fig. 8.B3). El estado de desgaste que presenta sugiere que se trata de un diente mudado.

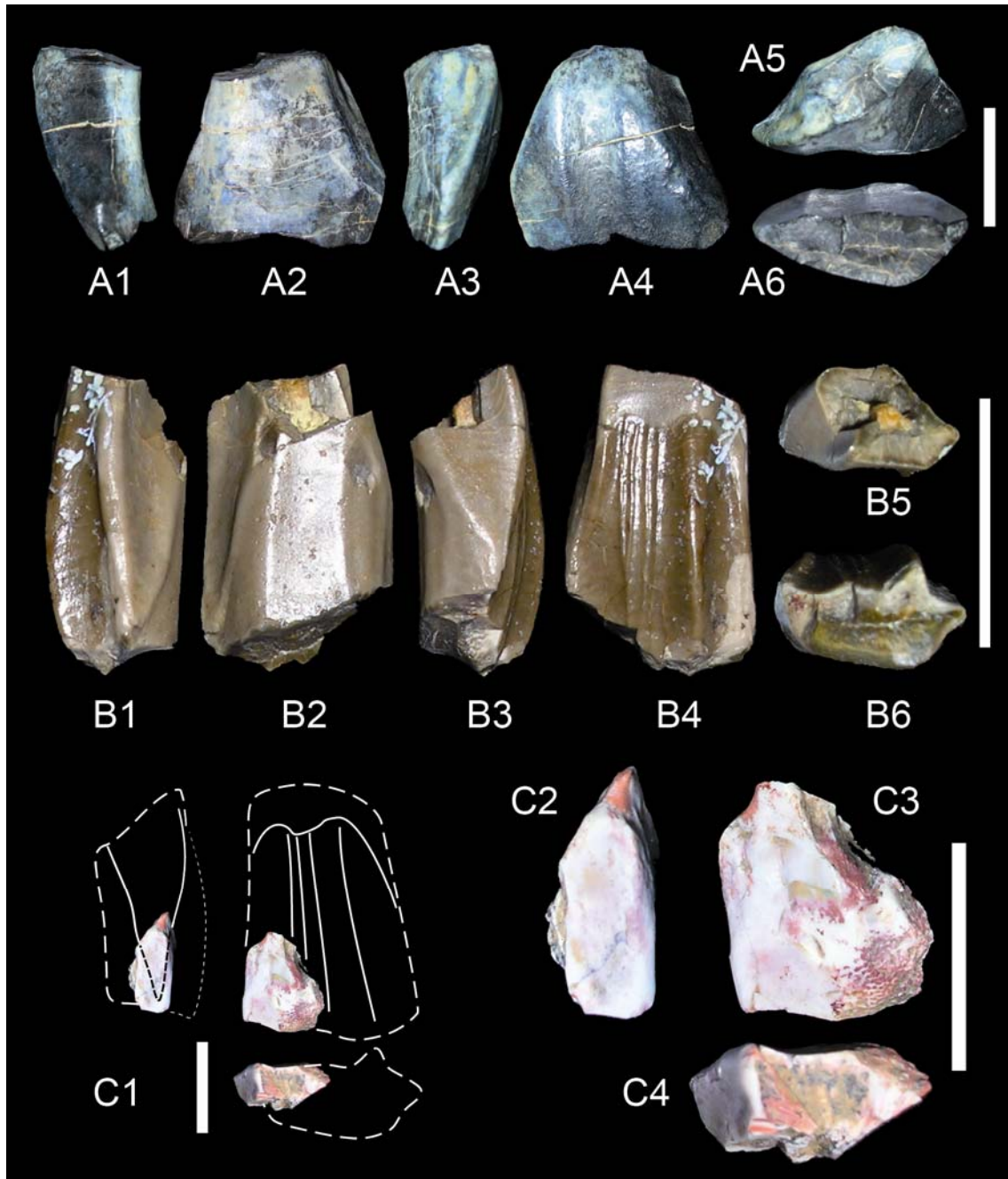


Figura 8. Dientes de Ornithopoda. **A:** diente “*Hipsilophodontidae*” SUE-1/D1, en vistas distal (A1), lingual (A2), mesial (A3), labial (A4), adapical (A5), oclusal (A6). **B:** diente *Iguanodontoidea* CLU-2/D1, en vistas distal (B1), lingual (B2), mesial (B3), labial (B4), adapical (B5), oclusal (B6). **C:** fragmento de diente *Iguanodontoidea* HOR-1/D1, reconstrucción de la corona dental HOR-1/D1 por comparación con CLU-2/D1 (C1); mesial? (C2), vistas labial? (C3), oclusal (C4). Escalas A, B y C = 1cm.

SAURISCHIA [Seeley, 1888](#)

THEROPODA [Marsh, 1881](#)

Theropoda indet.

Material.

Fragmento de diente siglado como SS-8/D1 ([Fig. 9.A](#)) y fragmento de diente siglado como SS-8/D2 ([Fig. 9.B](#)) procedente del yacimiento Senda Miravete-2.

Descripción.

SS-8/D1 y SS-8/D2 son dos fragmentos de diente diferentes que presentan borde con denticulos. Representan una porción tan pequeña de la totalidad del diente que no hay criterios para orientarlos: no se puede distinguir entre sentido apical y adapical, ni distinguir si corresponden a bordes mesiales o distales.

El fragmento SS-8/D2 presenta un borde con denticulos rectos, mal conservados y parcialmente rotos o erosionados. Conserva una altura de 2,4 mm en el borde y presenta 6,5 denticulos por mm. La superficie esmaltada está afectada por fracturas longitudinales como consecuencia de la alteración subaerea.

El fragmento SS-8/D2 presenta un borde con denticulos redondeados en sentido labiolingual y apuntados en sentido apical-adapical, sin saber si se inclina hacia el ápice o hacia la raíz. Conserva una altura de 1,8 mm en el borde y presenta 3,3 denticulos por mm. La superficie esmaltada está muy alterada y parcialmente cubierta por una pátina ferruginosa.

Discusión.

Los terópodos son dinosaurios carnívoros, bípedos y de tamaños muy diferentes. En el Cretácico Inferior de Teruel existe una importante diversidad de dinosaurios terópodos (ver [Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003](#)).

La presencia de denticulos en los márgenes mesial y distal de los dientes es un carácter típico de los dinosaurios terópodos. Hay que hacer constar que numerosos arcosauromorfos del Triásico tienen dientes zifodontos (aserrados, comprimidos lateralmente y curvados), parecidos a los de los terópodos. Además, algunos cocodrilomorfos también presentan dientes zifodontos ([Ruiz-Omeñaca, 2006](#)). Sin embargo ningún cocodrilomorfo descrito en el Cretácico Inferior de Teruel presenta denticulos confundibles con los de los dinosaurios terópodos. Por la presencia de

dentículos característicos en los fragmentos de diente SS-8/D1 y SS-8/D2 estos se asignan a Theropoda indet. Además por el tamaño y forma diferentes de los dentículos en los dos ejemplares parece que corresponden a dos morfotipos diferentes, sin que existan más criterios para poder relacionarlos con alguno de los grupos dentro de los terópodos.

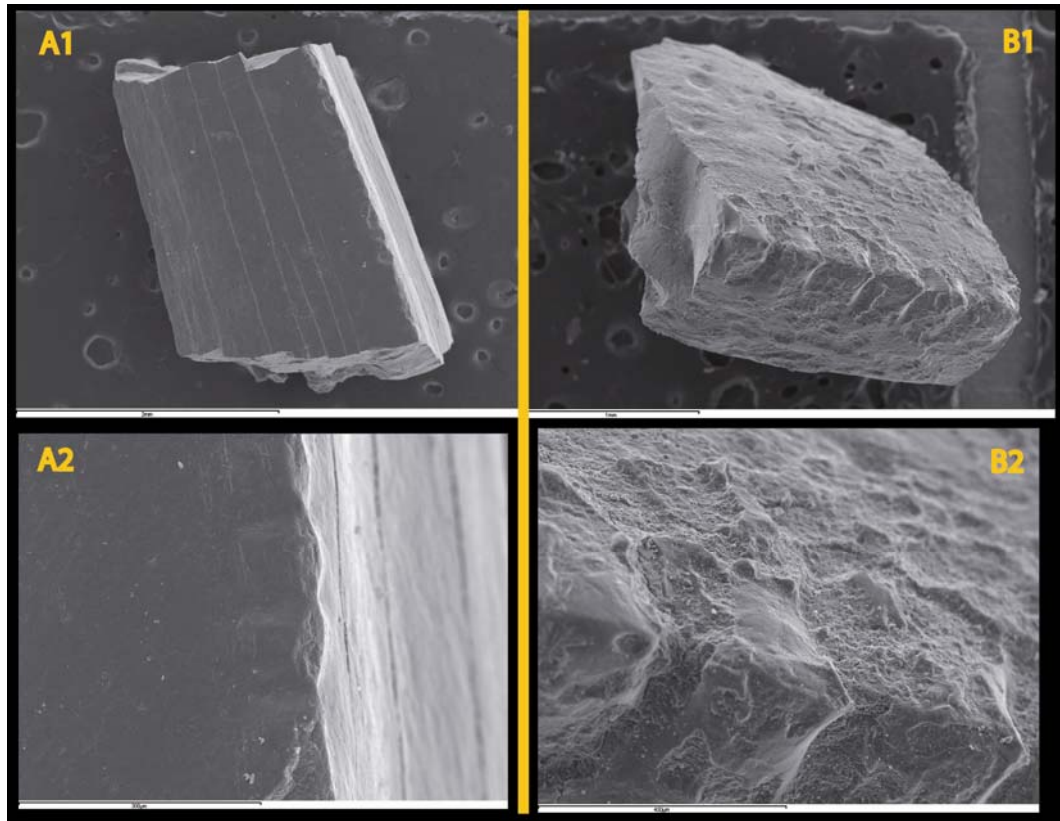


Figura 9. Theropoda indet. Fragmentos de diente **A: SS8/D1** y **B: SS8/D2**. 1 Vistas generales y 2 detalles de los dentículos.

TETANURAE [Gauthier, 1986](#)

SPINOSAUROIDEA [Stromer, 1915](#)

SPINOSAURIDAE [Stromer, 1915](#)

BARYONYCHINAE [Charig y Milner, 1986](#)

Baryonychinae indet.

Material.

Diente SM-2/D1 ([Fig. 10.A](#)) procedente del yacimiento Senda Miravete-2.

Descripción.

SM-2/D1 es una corona dental fracturada que le falta la parte apical, conservando una altura de 11,60 mm, estando la raíz también ausente por rotura. Se ha medido en la base de la corona una longitud (mesiodistal) de 8,97 mm y anchura (labiolingual) de 6,83 mm. La relación longitud/anchura es 1,31. Aunque su forma general es cónica, está comprimido lateromedialmente y curvado hacia atrás, presentando sección subcircular algo elíptica (Fig. 10.A5, A6), con el margen mesial más suave y amplio y el margen distal más agudo. Además el ápice se inclina ligeramente hacia el lado lingual (Fig. 10.A1, A3) por lo que se trata de un diente maxilar derecho o mandibular izquierdo, sin que haya otros criterios que permitan distinguir entre uno u otro. Como resultado de la curvatura, el margen anterior es convexo y el posterior cóncavo. En sentido longitudinal, La cara labial es convexa y la lingual con ligera concavidad. Presenta carenas en los márgenes mesial y distal, ambas desarrolladas hasta la base de la corona. La carena mesial, en posición descentrada hacia el lado labial, es suave y lisa mientras que la carena distal, en posición más lingual, es más marcada y con fina denticulación. Los denticulos son finos, rectos y regulares, con el margen desgastado o roto, habiéndose medido 8,6 denticulos/mm.

El esmalte está distintivamente ornamentado por varias estructuras. Presenta unas marcadas crestas longitudinales y una pequeña rugosidad. Esta rugosidad da un aspecto granuloso en toda la superficie de la corona, pero más intenso hacia la base. Vista en detalle se distribuye longitudinalmente, paralelo a las crestas, y se abre dirigiéndose hacia las carenas en los bordes mesial y distal. Las crestas longitudinales forman una estriación más marcada hacia el margen distal, mientras el margen mesial tiende a ser más liso. Hay seis crestas tanto en la cara labial como en la lingual. Son bastante irregulares, con alguna truncada, aunque en general se desarrollan en toda la corona hasta su base. El estriación más intensa se encuentra en el sector labiodistal con surcos abruptos y crestas más amplias y subdivididas por otro surco menor en el centro.

Discusión.

La curvatura distal del ápice y la compresión labiolingual son, en general, caracteres plesiomórficos de los dientes de terópodo que conserva SM-2/D1, aunque poco marcados. La presencia de una denticulación fina característica y la ornamentación a base de estrías longitudinales, caracteres sinapomórficos respecto a la condición Theropoda primitiva, permite identificar este diente como barionicino

(Sereno *et al.*, 1998). Los dientes aislados de espinosáuridos barionínicos cercanos a *Baryonyx* son relativamente frecuentes en el Hauteriviense superior y el Barremiense de España (Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003). De forma habitual las formas con ornamentación de crestas longitudinales en el Cretácico Inferior se asignan a Spinosauridae (Kellner y Campos, 1996; Martill y Hutt, 1996; Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003). En este sentido, Sereno *et al.* (1998) definen dos clados en los espinosáuridos, por una parte Baryonychinae como todos los espinosáuridos más cercanos a *Baryonyx* que a *Spinosaurus*, en este clado se incluyen taxones como *Baryonyx* y *Suchomimus*. El otro clado lo denomina Spinosaurinae incluyendo a todos los espinosáuridos más cercanos a *Spinosaurus* que a *Baryonyx*, como el propio *Spinosaurus* o *Irritator*. Los representantes de estos clados presentan dos tipos distintos de dientes que caracteriza a estas subfamilias (Sereno *et al.*, 1998). La diferencia radica en que los dientes de los espinosaurinos son menos curvados, mientras que los barionínicos están más cercanos a la curvatura original en vista lateral que presentan mayoritariamente los terópodos. Además los barionínicos tienen una ornamentación a base de crestas longitudinales bien desarrollada. Sin embargo los espinosaurinos han perdido esta ornamentación, o la tienen extremadamente suave (Martill y Hutt, 1996). La presencia de unas crestas bien desarrolladas en el diente de Miravete lo sitúan en Baryonychinae.

Además de las crestas longitudinales, el diente SM-2/D1 presentan pequeñas granulaciones en la superficie del esmalte, lo que le diferencia de la mayoría de los terópodos que presentan un esmalte totalmente liso. Este esmalte con pequeñas granulaciones está presente en el holotipo de *Baryonyx walkeri* Charig y Milner 1986 como señalan Charig y Milner (1997), en dientes aislados del Weald inglés (Martill y Hutt, 1996), del Cretácico Inferior de la Península Ibérica (Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003) y en *Suchomimus tenerensis* Sereno *et al.* 1998, lo que parece indicar que es una sinapomorfía, al menos de los barionínicos. Otra de las sinapomorfías presentes en SM-2/D1, es el pequeño tamaño de los dentículos de la carena distal y su ausencia en la carena mesial. La mayoría de los dientes de los terópodos presentan bordes aserrados con desarrollo de dentículos, cuyo tamaño se ha utilizado tradicionalmente en la identificación de dientes aislados (Farlow *et al.*, 1991). El número de dentículos en los terópodos de medio o gran tamaño suele oscilar entre 2 y 3 por mm, sin embargo en los barionínicos se observa una miniaturización de los dentículos (Martill y Hutt, 1996). El aumento del número de dentículos, como paso anterior a la desaparición es una evolución convergente descrita en diferentes grupos de

dinosaurios. Así dinosaurios con un elevado número de dentículos se observa en Maniraptoriformes como *Saurornitholestes langstoni* Sues 1978, que en la carena anterior presenta 7 dentículos por mm. De manera independiente en los espinosaurinos hay una miniaturización de los dentículos en el grupo de los barionícinos: 7 dentículos por mm en *Baryonyx* (Charig y Milner, 1997), o 7-8 en *Suchomimus* (Sereno *et al.*, 1998) y 8,6 en SM-2/D1. En formas más derivadas se presenta una pérdida de los dentículos, como sucede en los espinosaurinos (Martill y Hutt, 1996).

Anteriormente no se han citado restos de espinosáuridos en la Formación El Castellar, salvo un “posible diente de barionícino” que Sánchez-Hernández *et al.* (2007) describen en Galve, con sigla MPG PX-23, procedente de “PX outcrop (El Castellar Formation, lower Barremian)”. Este yacimiento, nunca descrito anteriormente, no se ha situado geográfica ni geológicamente. Argumenta su asignación basándose únicamente en la presencia de una denticulación fina característica, que sitúa restringida a la carena distal en su discusión, contradiciendo una afirmación anterior en la que consideran los dentículos ausentes en la carena distal. Al margen de esta clara incongruencia, también citan la ausencia en el ejemplar de la “estriación vertical típica de los dientes de barionícinos”. Por tanto, no aporta ningún criterio que distinga dicho diente de otros espinosáuridos o de otros grupos de terópodos que también pueden presentar fina denticulación y además la figuración es muy deficiente (Sánchez-Hernández *et al.*, 2007: Fig.7), por lo que es necesario revisar este diente para poder conocer su posición sistemática.

Sí aparecen dientes identificados como Baryonychinae indet. en la La Cantalera, Josa (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 2005; Ruiz-Omeñaca, 2006) y también, en la provincia de Teruel, en los yacimientos barremienses de Vallipón (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1998a; Ruiz-Omeñaca, 2006) y Ladruñán (Infante *et al.*, 2005; Ruiz-Omeñaca, 2006), ambos en la localidad de Castellote. Además se han descrito dientes aislados de barionícinos en varias localidades del Cretácico Inferior de la Península Ibérica e Inglaterra. Martill y Hutt (1996) describen dientes aislados de un posible barionícino en la Formación Wessex (*Wealden Group*) del Barremiense inferior de la isla de Wight (Reino Unido). Estudia una muestra, de cinco dientes morfológicamente similares al holotipo de *Baryonyx walkeri* con unas carenas compuestas por 5 dentículos por mm. También se han descrito en yacimientos de Burgos (Torcida *et al.*, 1997; Torcida *et al.* 2003) y Castellón (Canudo *et al.*, 2004).

SM-2/D1, al igual que algunos dientes de barioníquinos de España, se diferencia de los de *Baryonyx* por tener ambos lados labial y lingual ornamentados (sólo el lado lingual está ornamentado en *B. walkeri*; Charig y Milner, 1997), y por carecer de dentículos en la carena mesial. Los dientes de La Cantalera (Hauteriviense superior-Barremiense basal) son los barioníquinos más antiguos de la Península Ibérica (Ruiz-Omeñaca, 2006), junto a SM-2/D1. Los de la Cantalera se diferencian principalmente porque presentan dentículos mesiales, que sería una condición más primitiva. Aunque trabajando con material tan fragmentario se debe tener en cuenta la heterodoncia como un posible factor en la variabilidad morfológica, el carácter ausencia/presencia de dentículos mesiales parece demasiado significativo para ser explicado de esta forma y sugiere más bien que se trate de taxones distintos.

Según Ruiz-Omeñaca (2006) es probable que haya al menos dos barioníquinos diferentes en la Península Ibérica (Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003), y ambos diferentes de *B. walkeri*, con ornamentación en el lado labial. Denomina a ambos morfotipos: Baryonychidae indet. 1 (con dentículos mesiales y distales), presentes en La Cantalera, y Baryonychidae indet. 2 (sin dentículos mesiales), presentes en Ladruñán 0 y Vallipón (Castellote). Puesto que SM-2/D1 no tiene dentículos mesiales debería incluirse en el segundo grupo, sin embargo, mantiene ciertas diferencias con éstos: más comprimido lateromedialmente (relación longitud/anchura de 1,31 en SM-2/D1 frente a 1,17-1,25 en los dientes de Vallipón), presencia de rugosidad en el esmalte y las estrías longitudinales son más notorias.

COELUROSAURIA Huene, 1914

TYRANNORAPTORA Sereno, 1999b

MANIRAPTORIFORMES Holtz, 1996

Maniraptoriformes indet.

Material.

Diente CLU-1/D1 (Fig. 10.B) procedente del yacimiento Camino Lucía-1.

Descripción.

Se trata de una corona dental de pequeño tamaño conservada parcialmente, con fractura fresca hacia el ápice y hacia la raíz. Está comprimida lateromedialmente y

curvada distalmente. Conserva una altura de 1,20 mm y tiene en la base una longitud de 0,75 mm y una anchura de 0,33 mm. Las caras labial y lingual son bastante planas y no se han encontrado criterios para distinguir las entre sí. Los márgenes mesial y distal son redondeados, siendo el mesial convexo y el distal cóncavo. Carece de dentículos mesiales y distales y tampoco presenta carenas. Tanto la cara labial como la lingual están ornamentadas con una serie de suaves surcos y crestas longitudinales subparalelos, que se curvan en vista lateral siguiendo la forma general del diente (Fig. 10. B2, B4). El esmalte es totalmente liso y solo a una alta magnificación (Fig. 10.B6) se observa la microestructura de la superficie, con un patrón de desarrollo longitudinal (oclusal-adapical). Carece de evidencias de reabsorción.

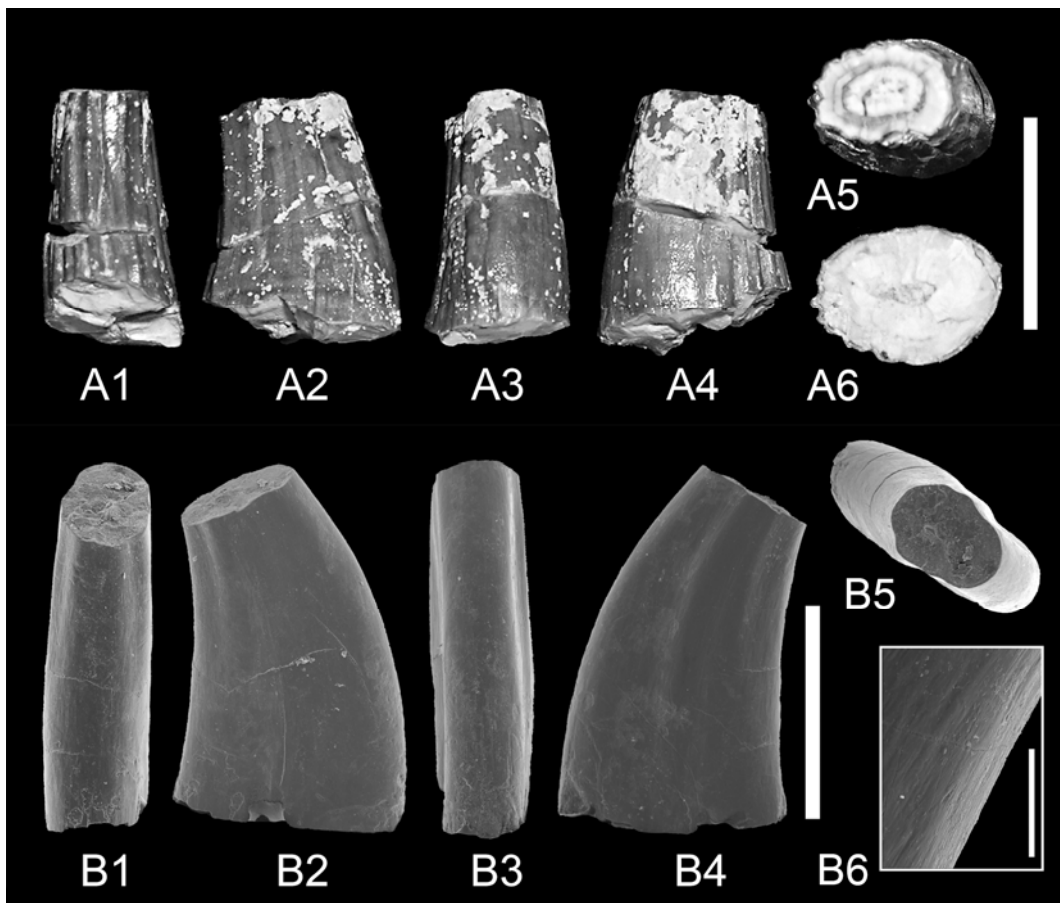


Figura 10. Dientes de Theropoda. **A:** diente **Baryonychinae SM-2/D1**, en vistas distal (A1), lingual (A2), mesial (A3), labial (A4), oclusal (A5), adapical (A6). **B:** diente **Maniraptoriformes CLU-1/D1**, en vistas distal (B1), lateral-1 (B2), mesial (B3), lateral-2 (B4), oclusal (B5), y detalle del esmalte en el margen distal (B6), B1-6: imágenes tomadas con Microscopio Electrónico de Barrido. Escalas: A = 1cm, B1-5 = 700 μ m, B6 = 60 μ m.

Discusión.

CLU-1/D1 es una corona dental de un terópodo de pequeño tamaño. Presenta caracteres plesiomórficos de este grupo como la compresión lateromedial y estar curvado el ápice hacia el lado distal, además de mostrar caracteres derivados para los terópodos, como es la ausencia de denticulos mesiales y distales, lo que permite incluirlo dentro de Coelurosauria.

En Galve existe un registro de dinosaurios terópodos de la Formación El Castellar bastante variado (carnosaurios y celurosaurios) y más abundante que el de ornitópodos. Se trata de material fragmentario, principalmente dientes aislados ([Estes y Sanchiz, 1982](#); [Buscalioni y Sanz, 1984](#); [Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1998b, 2004](#); [Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003](#); [Ruiz-Omeñaca, 2006](#); [Sánchez-Hernández *et al.*, 2007](#)).

[Ruiz-Omeñaca \(2006\)](#) asigna varios dientes de los yacimientos Colladico Blanco, Pantano 1 y Herrero 2 al clado Maniraptoriformes que responden a la descripción "comprimidos lateromedialmente, curvados distalmente, con esmalte liso y con márgenes mesial y distal no denticulados, y son de tamaño pequeño". CLU-1/D1 responde a la misma descripción pero es más pequeño, ya que el menor de todos ellos mide 1,02 mm de longitud frente a 0,75 mm del diente de Miravete. Además ninguno presenta surcos en las caras como CLU-1/D1.

Varios grupos de terópodos han desarrollado independientemente dientes sin denticulos (carácter considerado derivado): espinosaurinos, ornitomimosaurios, *Ornitholestes*, compsognátidos, ovirraptorosaurios, "paronicodóntidos", troodóntidos, dromeosáuridos, alvarezsáuridos y aves mesozoicas ([Ruiz-Omeñaca, 2006](#)). Todos, excepto los espinosaurinos, pertenecen al clado Coelurosauria y más concretamente al clado Maniraptoriformes. CLU-1/D1 se diferencia de los dientes de espinosaurinos por su pequeño tamaño y por carecer de sección subcircular. [Hwang *et al.* \(2004\)](#) y [Makovicky *et al.* \(2005\)](#) consideran que la ausencia de denticulos en los dientes maxilares y mandibulares es una sinapomorfía de Maniraptoriformes ([Hwang *et al.*, 2004: información suplementaria: carácter 84, estado 2](#); [Makovicky *et al.*, 2005: información suplementaria carácter 83, estado 2](#)) [según [Hwang *et al.*, 2004: información suplementaria](#), el carácter se habría revertido en Compsognathidae y Deinonychosauria; [carácter 84: 2-->1](#)]. Siguiendo este criterio incluimos a CLU-1/D1 en Maniraptoriformes.

La presencia de surcos sobre las caras labial y lingual (Fig. 10.B2, B4), es un carácter que aproximaría CLU-1/D1 a los “paronicodóntidos”, una denominación informal en la que se agrupan dientes aislados de terópodo con surcos sobre las caras labial y/o lingual, generalmente descritos bajo los géneros *Paronychodon* y *Euronychodon*, definidos en el Cretácico Superior. La sistemática y clasificación de estos taxones es problemática. Rauhut (2002) propone dientes de cf. *Paronychodon* como posible diente de ave archaeopterigiforme, aunque los caracteres a favor de esa identificación (constricción entre la corona y la raíz, carena recurvada hacia el interior y ápice del diente dirigido labiodistalmente) no se pueden estudiar en CLU-1/D1. Hay un diente identificado como “Paronicodóntido” indet. en la Formación El Castellar del yacimiento Camino Canales (Ruiz-Omeñaca *et al.*, 1998b; Canudo y Ruiz-Omeñaca, 2003; Ruiz-Omeñaca, 2006: Fig.4.3.15) que se diferencia claramente de CLU-1/D1 por presentar dentículos distales.

6. Lista faunística de los dinosaurios de Miravete

El registro de dinosaurios de Miravete de la Sierra, por ahora, está formado por restos directos e indirectos (cáscaras de huevo, coprolitos?) procedentes de la Formación El Castellar y que se han estudiado en este trabajo, y por restos indirectos (icnitas) de la Formación Villar del Arzobispo (Pérez-Lorente y Romero Molina, 2001).

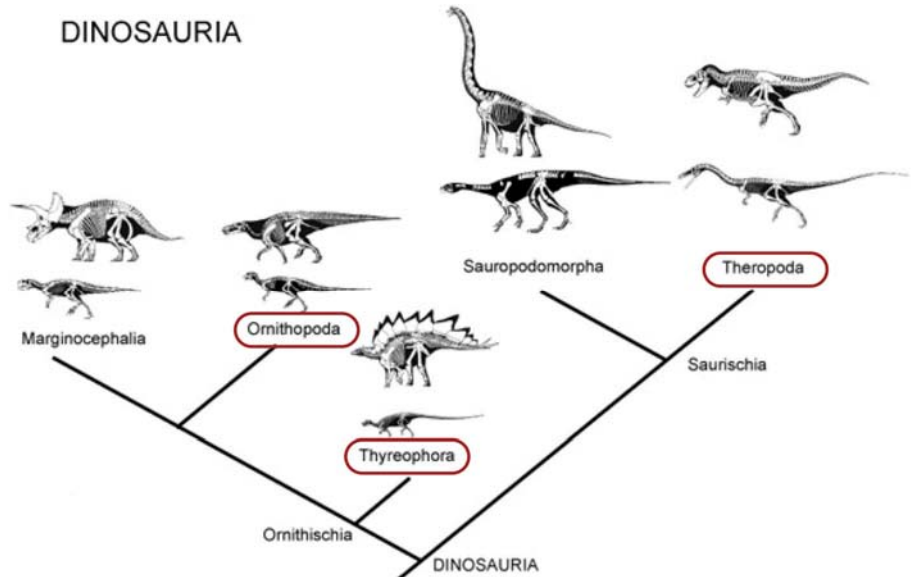
Formación(edad)	taxón	material	yacimiento	referencias
Fm. Villar del Arzobispo (Titónico-Berriasiense)	saurópodos	icnitas	Miravete-1 y Miravete-2	Pérez-Lorente y Romero-Molina, 2001
	terópodos	icnitas	Miravete-2	
Fm. El Castellar (Hauteriviense superior – Barremiense basal)	<i>Macroolithus</i> sp.	Cáscaras de huevo	Camino Lucía-1	Este trabajo
	Ankylosauria indet.	1 osteodermo	Horcajo-4	
	Ornithopoda indet.	2 vértebras	Camino Lucía-1	
	“Hypsilophodontidae” indet.	1 diente	Suertes-1	
	Iguanodontoidea indet.	2 dientes	Camino Lucía-2 y Horcajo-2	
	Theropoda indet.	2 dientes	Serie Suertes-8	
	Baryonychinae indet.	1 diente	Senda Miravete-2	
Maniraptoriformes indet.	1 diente	Camino Lucía-1		

Tabla 1. Restos directos e indirectos de dinosaurios en el término municipal de Miravete de la Sierra.

Por tanto, en Miravete en la Formación El Castellar están representados la mayoría de los grupos de dinosaurios principales (figura 11) y que están presentes también en los clásicos yacimientos de Galve, aunque en esta localidad hay además saurópodos. La continuación de los trabajos paleontológicos en Miravete de la Sierra puede aportar más información en los próximos años ampliando la lista faunística que se recoge en este trabajo (tabla 1).

Figura 11.

Cladograma general de los dinosaurios en el que se marcan los principales grupos que se han encontrado en la Fm El Castellar en Miravete de la Sierra. Imagen tomada de la web de University of Maryland, Department of Geology.



La gran paleobiodiversidad evidenciada en la Formación El Castellar en este sector es comparable con los ecosistemas descritos en Galve en el sector occidental, por lo que se habrían dado unas condiciones paleoecológicas similares en ambas zonas de la Subcuenca de Galve, conectadas paleobiogeográficamente.

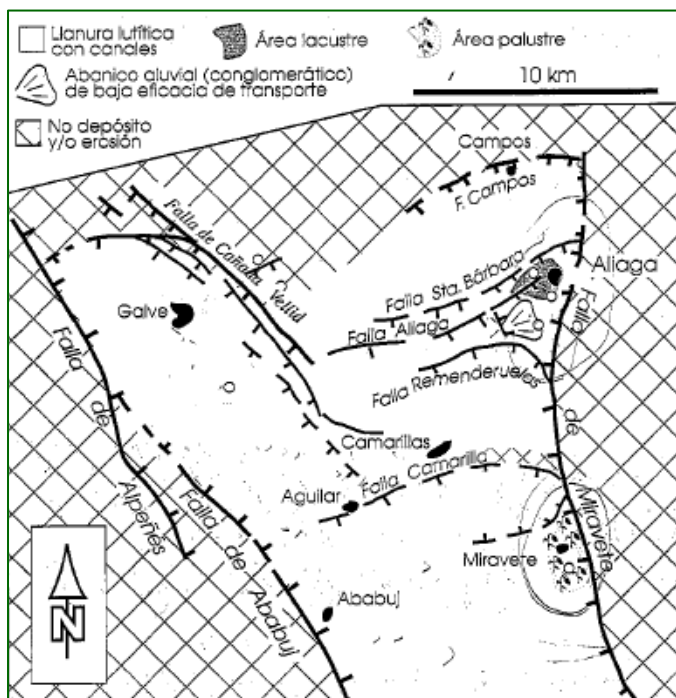


Figura 12. Esquema paleogeográfico simplificado para el primer estadio de la Fm. El Castellar, en donde se muestran las principales estructuras tectónicas que han actuado durante el depósito de esta unidad. (Tomada de Soria *et al.*, 2001).

Gracias a la biozonación con carofitas (Martín-Closas, 1989) o al empleo de fósiles guía como el ootaxón *Macrolithus turolensis* (Moreno-Azanza *et al.*, en prensa) se puede correlacionar el registro de dinosaurios de la Formación El Castellar con el de la Formación Blesa y la Formación Mirambel. En este sentido, se van a poder comparar restos de dinosaurios de la misma edad procedentes de yacimientos de la provincia de Teruel (Fig. 13) tan significativos como los yacimientos clásicos de Galve, la Cantalera (Josa), Ladruñán (Castellote) y también los de Miravete de la Sierra. Esto nos va a permitir estudiar la paleobiodiversidad de vertebrados del tránsito Hauteriviense-Barremiense en una amplia región de cientos de kilómetros, pudiendo identificar los cambios en las asociaciones y relacionarlos con los diferentes ambientes de sedimentación.

7. Conclusiones

Se ha aplicado la metodología y la nomenclatura científica apropiada para el estudio taxonómico y sistemático de restos de dinosaurios del Cretácico Inferior recuperados en proyecciones paleontológicas llevadas a cabo por el grupo *Aragosaurus* en Miravete de la Sierra (Formación El Castellar).

El material estudiado en este Trabajo Fin de Máster (los dientes aislados SUE-1/D1, CLU-2/D1, HOR-1/D1, SM-2/D1, CLU-1/D1, los fragmentos de dientes SS-8/D1 y SS-8/D2, los fragmentos de vértebras CLU-1/D2 y CLU-1/D3 y el fragmento de osteodermo HOR-4/D1) son los primeros restos directos de dinosaurios descritos en Miravete de la Sierra (Teruel) y también los primeros en la Formación El Castellar fuera del término municipal de Galve, identificándose tres dientes y dos vértebras de ornitópodos (Ornithopoda indet., Hysilophodontidae indet., Iguanodontoidea indet.) y cuatro dientes de terópodos (Theropoda indet., Baryonychinae indet., Maniraptoriformes indet.), además de un osteodermo de anquilosaurio (Ankylosauria indet).

El fragmento de osteodermo HOR4/D1 es la primera cita de Ankylosauria de la Formación El Castellar. HOR4/D1 y la espina dérmica del yacimiento de La Canaleta, en Galve, son el único registro de tireóforos de la Formación El Castellar. Aparte de

Miravete, el registro de Ankylosauria del tránsito Hauteriviense-Barremiense de Teruel se reduce a dos dientes de La Cantalera, en Josa.

Anteriormente se conocía registro en la Formación El Castellar, en Galve, de "hypsilofodóntidos" (dos dientes) y de iguanodóntidos (2 dientes). SUE-1/D1 es un diente similar a los dientes maxilares de "hypsilofodóntidos" descritos en el Hauteriviense-Barremiense de La Cantalera (Josa) y al del Cabezo de Las Zabacheras (Galve) aunque de tamaño significativamente grande. La comparación de CLU-2/D1 con el diente cf. *Iguanodon* sp. de Pelejón 3 (Galve) sugiere que se tratan de taxones distintos y por tanto se puede inferir la presencia de dos formas diferentes de iguanodontoideos en la Subcuenca de Galve durante el tránsito Hauteriviense-Barremiense.

SM-2/D1 se puede considerar como la primera cita de Baryonychinae (Spinosauridae) en la Formación El Castellar. El barionicino de Miravete sería el más antiguo descrito de la Península Ibérica junto a los de la Formación Blesa en la Cantalera (Josa), unidad geológica geográficamente cercana y de similar edad. Sin embargo presentan diferencias con SM-2/D1 por lo que podrían tratarse de taxones diferentes, especialmente por la ausencia de denticulos en la carena mesial.

El diente de Maniraptoriformes CLU-1/D1 viene a confirmar la presencia también en el sector oriental de la Subcuenca de Galve de terópodos derivados y de pequeño tamaño, con dientes sin denticulos, de los que ya se tenían evidencias (dientes aislados) en Galve, en el sector occidental de la Subcuenca.

En Miravete de la Sierra se reconocen casi todos los principales grupos de dinosaurios conocidos en el tránsito Hauteriviense-Barremiense. Este material va a ser útil en la reconstrucción de la paleobiodiversidad de dinosaurios en este intervalo temporal y en la paleobiogeografía de dinosaurios en las subcuencas occidentales del Maestrazgo.

8. Bibliografía

- Alcalá, L., Aberasturi, A., Cobos, A., Espílez, E., Fierro, I., González, A., Luque, L., Mampel, L. y Royo-Torres, R. (2007): New Late Jurassic-Lower Cretaceous dinosaur remains from Teruel, Spain. En: *5th Meeting of the European Association of the Vertebrate Palaeontologists*. Comunicaciones.
- Buscalioni, A. D. y Sanz, J. L. (1984): Los Arcosaurios (Reptilia) del Jurásico Superior - Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Teruel* 71: 9-28.
- Butler, R. J., Upchurch, P. y Norman, D. B. 2008. The phylogeny of the ornithischian dinosaurs. *Journal of Systematic Palaeontology* 6: 1-40.
- Caja, M. A. (2004): *Procedencia y diagénesis de los sedimentos del Jurásico superior – Cretácico inferior (facies Weald) en las subcuencas occidentales de la Cuenca del Maestrazgo, Cordillera Ibérica Oriental*. Tesis Doctoral. Departamento de Petrología y Geoquímica. Universidad Complutense de Madrid, 293 p.
- Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G., Ruiz-Omeñaca, J. I. y Soria, A. R. (1996): Registro fósil de vertebrados en el tránsito Jurásico-Cretácico de Galve (Teruel). *Revista de la Academia de Ciencias de Zaragoza* 51: 221-236.
- Canudo, J. I. y Ruiz-Omeñaca, J. I. (2003): Los restos directos de dinosaurios terópodos (excluyendo Aves) en España. En: *Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos en España* (F. Pérez-Lorente, Coord.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 347-374.
- Canudo, J. I., Gasulla, J.M., Ortega, F. y Ruiz-Omeñaca, J. I. (2004): Presencia de Baryonychinae (Theropoda) en el Aptiense inferior (Cretácico inferior) de Laurasia: Cantera Mas de la Parreta, Formación Arcillas de Morella (Morella, Castellón). En: *III Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios y su entorno*. Comunicaciones
- Charig, A. J. y Milner, A. C. (1986): *Baryonyx*, a remarkable new theropod dinosaur. *Nature* 324: 359-361.
- Charig, A. J. y Milner, A. C. (1997): *Baryonyx walkeri*, a fish-eating dinosaur from the Wealden of Surrey. *Bulletin of the Natural History Museum of London (Geology Series)* 53: 11-70.
- Coombs Jr., W. P. (1978): The families of the Ornithischian dinosaur order Ankylosauria. *Palaeontology*, 21, 1,143-170.
- Cope, E. D. (1869): Synopsis of the extinct Batrachia, Reptilia and Aves of North America. *Transactions of the American Philosophical Society* 14: 1–252.
- Devillers, C. y Clairambault, P. (1977): *Zoología / bajo la dirección de P.P. Grassé. T. 2, Vertebrados: anatomía comparada*. Toray-Masson, Barcelona, 545 p.
- Dollo, L. (1882): Première note sur les dinosauriens de Bernissart. *Bulletin du Musée Royal d'Historie Naturelle de Belgique* 1: 161-178.

- Dollo, L. (1888): Iguanodontidae et Camptonotidae. *Comptes Rendus de Academie des Sciences (Paris)*, 106: 775-777.
- Estes, R. y Sanchiz, B. (1982): Early Cretaceous lower vertebrates from Galve (Teruel), Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology* 2(1): 21-39.
- Farlow, J. O., Brinkman, D. L., Abler, D. L. y Currie, P. J. (1991): Size, shape, and serration density of theropod dinosaur lateral teeth. *Modern Geology* 16: 161-198.
- Galton, P. M. (1974): The ornithischian dinosaur *Hypsilophodon* from the Wealden of the Isle of Wight. Bulletin of The British Museum (Natural History). *Geology*, 25(1): 152 p.
- Gasca, J. M., Canudo, J. I. y Moreno-Azanza, M. (2007): Nuevos datos sobre los dinosaurios de la Formación El Castellar en el sector oriental de la Subcuenca de Galve (Cretácico Inferior, Teruel). En: *XXIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Comunicaciones
- Gauthier, J. A. (1986): Saurischian monophyly and the origin of birds. *Memoirs of the California Academy of Sciences* 8: 1-55
- Glenn, C. y Kelts, K. (1991): Sedimentary rhythms in lake deposits. En: *Cycles and Events in Stratigraphy* (G. Einsele, W. Ricken y A. Seilacher, Eds.), Springer-Verlag, Berlin, 188-221.
- Holtz, T. R. Jr. (1996): Phylogenetic taxonomy of the Coelurosauria (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Paleontology* 70(3): 536-538.
- Huene, F. (1914): Das natürliche System der Saurischia. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Abteilung B* 1914: 154-158.
- Huxley, T. H. (1869). On *Hypsilophodon*, a new genus of Dinosauria. *Proceedings of the Geological Society of London* 205: 3-4.
- Hwang, S. H., Norell, M. A., Ji Q. y Gao, K. (2004): A new troodontid from the lower Yixian Formation of China and its affinities to mongolian troodontids. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24(supplement to number 3): 73A.
- Infante, P., Canudo, J. I. y Ruiz-Omeñaca, J. I. (2005): Primera evidencia de dinosaurios terópodos en la Formación Mirambel (Barremiense inferior, Cretácico inferior) en Castellote, Teruel. *Geogaceta* 38: 31-34.
- Kellner, A. W. A. y Campos, D. A. (1996): First early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil, with comments on Spinosauridae. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 199: 151-166.
- 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.
- Lyman, R. L. (1994): *Vertebrate taphonomy*. Cambridge University Press, Cambridge, 524 p.

- Makovicky, P. J., Apesteguía, S. y Agnolín, F. L. (2005): The earliest dromaeosaurid theropod from South America. *Nature* 437: 1007-1011.
- Mantell, G. A. (1848): On the structure of the jaws and teeth of the Iguanodon. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 138, 183 -202.
- Marsh, O. C. (1881): Principal characters of American Jurassic dinosaurs. Part V. *American Journal of Science (Series 3)* 21: 417-423.
- Martill, D. M. y Hutt, S. (1996): Possible baryonychid dinosaur teeth from the Wessex Formation (Lower Cretaceous, Barremian) of the isle of Wight, England. *Proceedings of the Geologists' Association* 107: 81-84.
- Martín-Closas, C. (1989): *Els caròfits del Cretaci inferior de les conques perifèriques del Bloc de l'Ebre*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona, 581 pp.
- Moreno-Azanza, M., Gasca, J.M. y Canudo, I. (en prensa): *Macroolithus turolensis* como fósil guía para el Hauteriviense superior-Barremiensebasal de Teruel. En: *XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Comunicaciones
- Naish, D. y Martill, D. M. (2001): Armoured dinosaurs: thyreophorans. En: *Dinosaurs of the Isle of Wight*. D.M. Martill & D. Naish (eds.). The Paleontological Association. London, 147- 84.
- Norman, D. B. (1980): On the ornithischian dinosaur *Iguanodon bernissartensis* from the Lower Cretaceous of Bernissart (Belgium). *Mémoires de l' Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 178: 1-105.
- Norman, D.B. (1986): On the anatomy of *Iguanodon atherfieldensis* (Ornithischia: Ornithopoda). *Bulletin de l' Institute Royale des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 56: 281-372.
- Norman, D. B. (2004): Basal Iguanodontia. En: *The Dinosauria, Second Edition* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds.). University of California Press, Berkeley, Los Ángeles y Londres, 413-437.
- Norman, D. B. y Weishampel, D. B. (1990). Iguanodontidae and related Ornithopoda. En: *The Dinosauria* (D. B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds.). University of California Press, Berkeley, 510-533
- Paul, G. S. (2006): Turning the old into the new: a separate genus for the gracile iguanodont from the Wealden of England. En: *Horns and Beaks: Ceratopsian and Ornithopod Dinosaurs* (K. Carpenter, Ed.), Indiana University Press, Bloomington, 69-77.
- Pereda-Suberbiola, X. y Galton, P. M. (2001): Thyreophoran ornithischian dinosaurs from the Iberian peninsula. *Actas de las I Jornadas internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su entorno*. CAS (ed.).Salas de los Infantes,147-161.

- Pereda Suberbiola, X. Galton, P. M., Ruiz-Omeñaca J. I. y Canudo, J. I. (2005): Dermal spines of stegosaurian dinosaurs from the Lower Cretaceous (Hauterivian-Barremian) of Galve (Teruel, Aragón, Spain). *Geogaceta*, 38, 35-38.
- Pérez-Lorente, F. y Romero-Molina, M. M. (2001): Nuevas icnitas de dinosaurios terópodos y saurópodos en Galve y Miravete de la Sierra (Teruel, España). *Geogaceta* 30: 115-118.
- Rauhut, O. W. M. (2002): Dinosaur teeth from the Barremian of Uña, Province of Cuenca, Spain. *Cretaceous Research* 23, 255-263.
- Romer, A. S. 1956. *Osteology of the Reptiles*. Ed. University of Chicago Press, 722 p.
- Royo-Torres, R., Cobos, A. y Alcalá, L. (2006): A giant european dinosaur and a new sauropod clade. *Science*, 314, 1925-1927.
- Ruiz-Omeñaca, J. I. (2001): Dinosaurios hipsilofodóntidos (Ornithischia: Ornithopoda) en la Península Ibérica. En: *Actas I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno* (Colectivo Arqueológico-Paleontológico de Salas, Ed.). Salas de los Infantes, 175-266.
- Ruiz-Omeñaca, J. I. (2006): *Restos directos de dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) en el Barremiense (Cretácico Inferior) de la Cordillera Ibérica en Aragón (Teruel, España)*. Tesis Doctoral de la Universidad de Zaragoza, 432 pp.
- 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. (1998a): Primera cita de dinosaurios barionícidos (Saurischia: Theropoda) en el Barremiense superior (Cretácico Inferior) de Vallipón (Castellote, Teruel). *Mas de las Matas* 17: 201-223.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., Cuenca-Bescós, G. y Amo, O. (1998b): Theropod teeth from the Lower Cretaceous of Galve (Teruel, Spain). En: *Third European Workshop on Vertebrate Paleontology*. Comunicaciones.
- Ruiz-Omeñaca, J. I. y Canudo, J. I. (2001): Vallipón y La Cantalera: dos yacimientos paleontológicos excepcionales. *Naturaleza Aragonesa* 8: 8-17.
- Ruiz-Omeñaca, J. I. y Canudo, J. I. (2003): Dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) en el Barremiense (Cretácico Inferior) de la Península Ibérica. En: *Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos en España* (F. Pérez-Lorente, Coord.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 269-312.
- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., Aurell, M., Badenas, B., Cuenca-Bescós, G. y Ipas, J. (2004): Estado de las investigaciones sobre los vertebrados del Jurásico superior y el Cretácico inferior de Galve (Teruel). *Estudios geológicos* 60: 179-202.

- Ruiz-Omeñaca, J. I., Canudo, J. I., Cruzado-Caballero, P., Infante, P. y Moreno-Azanza, M. (2005): Baryonychine teeth (Theropoda: Spinosauridae) from the Lower Cretaceous of La Cantalera (Josa, NE Spain). *Kaupia/Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte* 14: 59–63.
- Salas, R., Martín-Closas, C., Querol, X., Guimera, J. y Roca, E. (1995): Evolución tectonosedimentaria de las Cuencas del Maestrazgo y Aliaga-Penyagolosa durante el Cretácico Inferior. En: *El Cretácico Inferior del Nordeste de Iberia. Guía de las excursiones científicas realizadas durante el III Coloquio del Cretácico de España* (R. Salas y C. Martín-Closas, Coords.). Publicaciones de la Universitat de Barcelona, Barcelona, 11-94.
- Salas, R., Guimerà, J., Más, R., Martín-Closas, C., Meléndez, A. y Alonso, A. (2001): Evolution of the Mesozoic central Iberian Rift System and its Cainozoic inversion (Iberian Chain). *Mémoires du Muséum Nationale de l'Histoire Naturelle* 186: 145–185.
- Sánchez-Hernández, B., Benton, M. J. y Naish, D. (2007): Dinosaurs and other fossil vertebrates from the Late Jurassic and Early Cretaceous of the Galve area, NE Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 249: 180-215.
- Sanz, J. L. (2005): Aproximación histórica al género *Iguanodon*. *Revista Española de Paleontología*, Número especial X: 5-14.
- Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., Casanovas, M. L. y Santafé, J. V. (1987): Dinosaurios del Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios geológicos, vol. extr. Galve – Tremp*: 45-64.
- Sanz, J. L. y Buscalioni, A. D. (1992): Introducción a los dinosaurios. En: *Los Dinosaurios y su entorno biótico* (J. L. Sanz y A. D. Buscalioni, Coords.). Instituto Juan de Valdés, Cuenca, 7-99.
- Seeley, H. G. (1888): On the classification of the fossil animals commonly called Dinosauria. *Proceedings of the Royal Society, London* 43: 165-171.
- Sereno, P. C. (1986): Phylogeny of the bird-hipped dinosaurs (Order Ornithischia). *National Geographic Research*, 2, 234-256.
- Sereno, P. C. (1986): The evolution of dinosaurs. *Science* 284: 2137-2147.
- Sereno, P. C. (1999): A rationale for dinosaurian taxonomy. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19(4), 788-790.
- Sereno, P. C. (1999b): The evolution of dinosaurs. *Science*, 284, 2137-2147.
- Sereno, P. C., Beck, A. L., Dutheil, D. B., Gado, B., Larsson, C. E., Lyon, G. H., Marcot, J. D., Rauhut, O. W., Sadleir, R. W., Sidor, C. A., Varricchio, D. D., Wilson, G. P. y Wilson, J. A. (1998): A long-snouted predatory dinosaur from Africa and the evolution of spinosaurids. *Science* 282: 1298-1302.
- Simón, J. L. coord. (1998): *Guía del Parque Geológico de Aliaga*. Ayuntamiento de Aliaga, Centro para el Desarrollo del Maestrazgo y Departamento de Geología de la Universidad de Zaragoza, 155pp.

- Soria de Miguel, A. R. (1997): *La sedimentación en las cuencas marginales del Surco Ibérico durante el Cretácico Inferior y su contorno estructural*. Tesis doctoral, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza (Departamento de Ciencias de la Tierra, Estratigrafía), Zaragoza, 363 pp.
- Soria, A. R., Meléndez, M. N., Meléndez, A., Liesa, C. L., Aurell, M. y Gómez-Fernández, J. C. (2000): The Early Cretaceous of the Iberian Basin (Northeastern Spain). *AAPG Studies in Geology* 46: 285–294.
- Soria, A. R., Liesa, C. L., Meléndez, A. y Meléndez, N. (2001): Sedimentación sintectónica de la Formación El Castellar (Cretácico Inferior) en la Subcuenca de Galve (Cuenca Ibérica). *Geo-temas* 3(2): 257-260.
- Stromer, E. (1915): Ergebnisse der Forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Aegyptens. II: Wirbeltier-Reste der Baharije-Stufe (Unterstes Cenoman). 3. Das Original des Theropoden *Spinosaurus aegyptiacus* nov. gen. nov. spec. *Abhandlungen der Koniglich Bayerischen Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Physikalische Klasse* 28(3): 1–32.
- Sues, H. D. (1978): A new small theropod dinosaur from the Judith River Formation (Campanian) of Alberta, Canada. *Zoological Journal of the Linnean Society* 62: 381–400.
- Sues, H. D. y Norman, D. B. (1990): Hypsilophodontidae, *Tenontosaurus* and Dryosauridae. En: *The Dinosauria, Second Edition* (D. B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds.). University of California Press, Berkeley, Los Ángeles y Londres, 498-509.
- Thulborn, R. A. (1973): Teeth of ornithischian dinosaurs from the Upper Jurassic of Portugal, with description of a new hypsilophodontid (*Phyllodon henkeli* gen. et sp. nov.) from the Guimarota lignite. *Serviços Geológicos de Portugal, Memória* 22 (nova série): 89-134.
- Torcida, F., Fuentes, C., Izquierdo, L. A., Montero, D. y Urién, V. (1997): Dientes de Dinosaurios Terópodos (cf. *Baryonyx*) en el Weald de Burgos (España). *Studia Geologica Salmanticensia* 33(4): 59-65.
- Torcida Fernández, F., Izquierdo Montero, L. A., Huerta Hurtado, P., Montero Huerta, D. y Pérez Martínez, G. (2003): Dientes de dinosaurios (Theropoda, Sauropoda), en el Cretácico inferior de Burgos (España). En: *Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos en España* (F. Pérez-Lorente, Coord.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 335-346.
- Upchurch, P., Huxley, C. A. y Norman, D. B. (2002): An analysis of dinosaurian biogeography: evidence for the existence of vicariance and dispersal patterns caused by geological events. *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences* 269: 613-621.
- Weishampel, D. B., Barrett, P. M., Coria, R., Le Loeuff, J., Xu X., Zhao X., Shani, A., Goman, E. M. P. y Noto, C. R. (2004): Dinosaur distribution. En: *The Dinosauria, Second Edition* (D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmólska, Eds.). University of California Press, Berkeley, Los Ángeles y Londres, 517-606.