

# Noves espècies de sauròpodes al Prepirineu de Catalunya

Albert G. Sellés,<sup>1,2</sup> Bernat Vila,<sup>1,2</sup> Àngel Galobart<sup>1,2</sup>

## Resum:

Durant els darrers anys s'han obtingut noves dades sobre els últims dinosaures sauròpodes del grup dels titanosaures que van poblar la Conca de Tremp (Pallars Jussà, Catalunya) fa 70 milions d'anys. Malgrat trobar-se en curs, els estudis estan permetent identificar una gran quantitat de noves espècies de titanosaures. A l'espera de confirmar aquests resultats, les evidències apunten a una gran biodiversitat d'aquest grup de dinosaures, amb representants tant de mida gegantina com diminuta.

## Paraules clau:

Dinosauria, Titanosauria, cretaci superior, Prepirineu, biodiversitat.

## Introducció

Els estudis sobre dinosaures a Catalunya es van iniciar a principis del segle xx, amb la troballa fortuïta de restes fòssils a prop de Tremp (Marín i Bataller, 1929). Durant bona part del segle passat, les troballes relacionades amb aquests grans saures del mesozoic han estat intermitents i sovint testimonials, i no és fins a les primeres dècades del segle XXI que ha esdevingut una disciplina rellevant dins la paleontologia catalana (Vila, 2018). La rellevància del registre fòssil dinosaurià de Catalunya queda demostrada en el fet que actualment es coneixen prop de 360 jaciments de dinosaures a banda i banda del Pirineu, on s'han identificat petjades, rastres, ous, postes, ossos i fins i tot impressions de pell d'aquests rèptils (Vila *et al.*, 2006, 2016; Fondevilla *et al.*, 2016, 2019). Paral·lelament, la recerca científica en aquest àmbit de la paleontologia de vertebrats ha progressat molt significativament, i a tombants de segle la realització de prospeccions i excavacions sistemàtiques, i posteriors estudis taxonòmics,

sistemàtics, paleobiològics i paleoecològics, s'ha traduït en desenes de noves publicacions científiques amb reconeixement internacional.

El motiu d'aquest treball és presentar breument els resultats dels estudis, molts d'ells encara en curs, sobre els fòssils dels sauròpodes titanosaures recuperats als Pirineus catalans durant els últims 10 anys. Per tal de donar una idea general sobre la diversitat d'aquest grup de dinosaures, es presenta una selecció de les troballes més significatives i les que aporten més dades al coneixement d'aquestes faunes de finals del període cretaci.

## Situació geogràfica i geològica de les localitats

En aquest treball es presenten cinc jaciments diferents. Si bé tots ells es localitzen dins l'anomenada Conca de Tremp, a la comarca del Pallars Jussà (figura 1) i dins els dipòsits sedimentaris

1. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Sabadell, Catalunya.

2. Museu de la Conca Dellà, Isona, Catalunya.

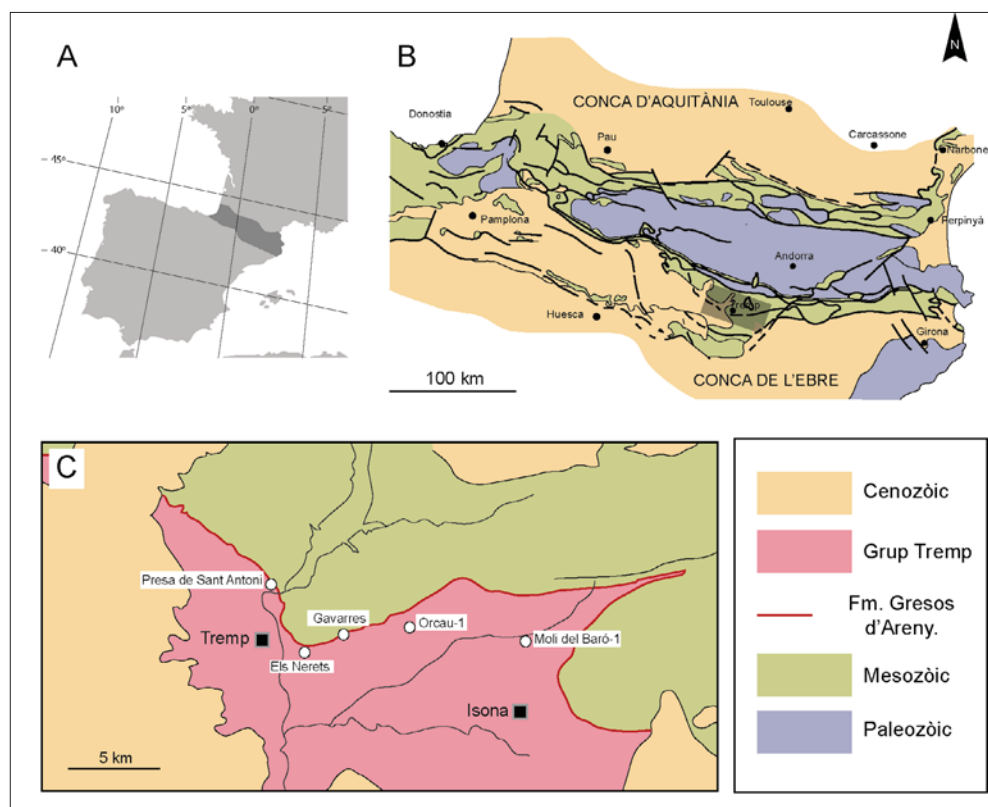


Figura 1. Situació geogràfica i geològica dels jaciments paleontològics que han lliurat les darreres restes fòssils de titanosaure al Prepirineu català. Imatges modificades de Sellés i Vila (2015).

continentals del Grup Tremp, a continuació se'n fa una descripció més detallada.

I) El jaciment paleontològic de la presa de Sant Antoni se situa al sud-est de la població de Talarn i a poc més d'un quilòmetre al nord de Tremp (Pallars Jussà, figura 1C). L'accés al jaciment, situat a la zona del canal de desguàs de la presa, es realitza mitjançant el camí Sector Industrial que passa just pel costat de la central hidroelèctrica de Talarn. Les seves coordenades UTM 31N/ETRS89 són E (X): 327586,9 m; N(Y): 4671743,8 m; H (m): 480 m. Geològicament, el jaciment està ubicat just al límit entre les formacions Gresos d'Areny i Tremp. Per tant, les restes reposen sobre els dipòsits deltaics de la Fm. Gresos d'Areny, però, estan coberts pels sediments de *lagoon* de la base del Grup Tremp (Riera *et al.*, 2009). Cronoestratigràficament, el jaciment està inclòs dins la part alta del *magnetocron* C31r, motiu pel qual la seva edat és maastrichtià inferior final o maastrichtià superior inicial (Fondevilla *et al.*, 2019).

II) La localitat amb fòssils d'Orcau-1 se situa a l'oest del poble homònim, a l'anomenat barranc dels Cantals, al terme municipal

d'Isona i Conca Dellà (Pallars Jussà, figura 1C). L'accés al jaciment es pot fer des d'un camp de conreu situat al sud del barranc o bé per un altre camp de conreu situat a l'extrem occidental del barranc seguint la llera del rierol. Les seves coordenades UTM 31N/ETRS89 són E(X): 332541,1 m; N(Y): 4669472,5 m; H (m): 612 m. Pel que fa a la seva situació geològica, la localitat fòssil es troba al tram inferior de la formació continental i de transició del Grup Tremp (Riera *et al.*, 2009). Cronoestratigràficament, està inclòs dins el *magnetocron* C31r i, per tant, té una edat de maastrichtià inferior (Fondevilla *et al.*, 2019).

III) El jaciment dels Nerets es localitza al nord de la població de Vilamitjana, al terme municipal de Tremp (Pallars Jussà, figura 1C). Al jaciment s'hi arriba per un corriol que surt del camí dels Nerets, al costat de l'antic camp de tir. Les seves coordenades UTM 31N/ETRS89 són E(X): 328746,0 m; N(Y): 4669386,0 m; H: 532,2 m. Estratigràficament es troba dins la unitat grisa del Grup Tremp, desenvolupada en ambients de llacuna salobre. Les restes de vertebrats apareixen en un nivell de calcària margosa amb margues adjacents,

sobre un nivell de paleosòls, aproximadament entre 12 i 14 metres sobre el sostre dels Gresos d'Areny. Les correlacions estratigràfiques i els biomarcadors localitzats prop del jaciment indiquen que té una edat de maastrichtià inferior (Fondevilla *et al.*, 2019).

**IV)** El jaciment de les Gavarres es troba al nord de la població de Suterranya, al terme municipal de Tremp (Pallars Jussà, figura 1C). Al jaciment s'hi arriba pel carrer Raval de Dalt en direcció nord, fins a l'alçada del barranc de les Gavarres. Les seves coordenades UTM 31N/ETRS89 són E(X): 330231,4 m; N(Y): 4669535,1 m; H: 594 m. Geològicament, la localitat es troba al tram inferior del Grup Tremp. Actualment no hi ha dades cronoestratigràfiques del jaciment, però el nivell fòssilífer sembla que és un equivalent lateral del jaciment dels Nerets; per tant, se li atorga de forma temptativa una edat de maastrichtià inferior.

**V)** El jaciment de Molí del Baró-1 es troba just al nord del poble de Sant Romà d'Abella, prop de l'antiga edificació coneguda amb el nom de Molí del Baró. Al jaciment s'hi accedeix pel camí de la font de Bullic fins arribar al pont del Molí del Baró (figura 1C). Les seves coordenades UTM 31N/ETRS89 són E(X): 338197,2 m; N(Y): 4667811,8 m; H: 624 m. El nivell on van aparèixer les restes fòssils es localitza dins la Formació Talarn, a la part superior del Grup Tremp. Les dades paleomagnètiques obtingudes prop del jaciment indiquen que té una edat magnètica relativa al *magnetocron* C29r superior i, per tant, datat com a maastrichtià terminal (Fondevilla *et al.*, 2019).

## Resultats

Atès que aquest treball versa sobre les restes fòssils de cinc localitats diferents, se n'ha individualitzat l'exposició.

### 1) El saure de la presa de Talarn

*Antecedents històrics:* La primera resta fòssil atribuïda a dinosaures descoberta a Catalunya va tenir lloc de forma fortuïta durant les obres

de construcció de la presa de Talarn. L'obra, realitzada per l'empresa La Canadencsa entre els anys 1912 i 1916, va requerir la creació d'un canal de desguàs, al marge dret del riu Noguera Pallaresa, on els obrers van deixar al descobert ossos fòssils incrustats a la roca (Vila, 2018). Malgrat que la temporització dels esdeveniments no és clara, sembla que aquestes restes no es van treure mai de la roca. No va ser fins anys més tard, cap al 1927, que un operari de la central va avisar el seu cap, l'enginyer Joaquim Maluquer, de la troballa de noves restes prop de la presa. En algun moment de 1927, Maluquer va contactar amb el geòleg i paleontòleg Josep Ramon Bataller, que anys més tard visità el lloc de les descobertes i, de la mà d'Agustí Marín, va donar a conèixer aquelles restes fòssils al món, el 1929.

Passada la guerra, cap a finals de la dècada dels anys 40, el professor de geologia de la Universitat de Barcelona Dr. Josep Fernández de Villalta va retornar a la zona de la presa de Sant Antoni, on va descobrir un fèmur de grans dimensions, element que va incorporar a la seva col·lecció personal. El 1983, el Dr. Villalta donà tota la seva col·lecció de fòssils i minerals al Museu de Geologia de Barcelona, on l'os del dinosaure de Talarn va romandre durant més de 30 anys. Finalment, l'any 2010, un equip d'investigadors de la Universitat de Saragossa i l'Institut Català de Paleontologia van redescobrir el fòssil i l'estudiaren en profunditat.

*Descripció:* Segons l'estudi de Vila *et al.* (2012), l'os descobert a la presa de Talarn (V-10) correspon a un fèmur dret d'un titanosaure, amb una longitud total de 820 mm (figura 2) per a aquest element. La principal característica d'aquest fèmur és el seu aspecte robust, malgrat que se'n poden destacar altres aspectes. El cap femoral projecta cap a la part posterior i es troba ben diferenciat de la diàfisi. Per sota del cap s'hi localitza una depressió delimitada, en part, per un enguixament lateral ben desenvolupat (figura 2A). També s'observen estries associades a la inserció del múscul *M. femoro-tibialis internus* al llarg del marge medial de la diàfisi, la qual presenta una excentricitat força marcada (167%). A més a més, cal destacar la presència d'un pilar accessori prop del cap arti-

cular (figura 2D). El quart trocànter, llarg però de relleu poc marcat, se situa a la cara medial de la diàfisi del fèmur, orientat paral·lelament a l'eix llarg d'aquesta (figura 2D i 2E).

*Comparativa i afinitat taxonòmica:* D'acord amb la mida de l'element (aprox. 820 mm), es pot concloure que el fèmur de la presa de Tremp correspondria a un titanosaure de mida mitjana-petita. La principal característica d'aquest os és la seva robustesa, però també la presència d'un pilar accessori, alta excentricitat i un quart trocànter situat a la cara medial de la diàfisi.

Realitzant una comparativa detallada de la morfologia d'aquest element amb els fèmurs de taxons de titanosaures coneguts a Europa per una edat similar, s'observa que el fèmur de la presa de Talarn mostra un seguit de característiques que no comparteix amb cap altre espècie coneguda. V-10 presenta un pilar accessori a la cara anterior de l'os, un element que no presenten ni *Magyarosaurus dacus* de Romania, ni *Ampelosaurus atacis* del sud de França, ni *Lirainosaurus astibiae* de la península Ibèrica, ni tampoc moltes de les formes descrites als Pirineus per Vila *et al.* (2012).

L'aspecte robust que caracteritza el fèmur de Talarn només és compartit per *Lirainosaurus* —de qui ja hem dit que es diferencia per altres trets anatòmics— i per un fèmur sense assignació taxonòmica provinent del jaciment francès de Bellevue (C3-1278; Vila *et al.*, 2012). Si bé és cert que tant l'element de Talarn com el de Bellevue comparteixen algunes característiques morfològiques (vegeu detalls comparatius a Vila *et al.*, 2012), ambdues restes difereixen en la presència de certes estructures accessorïes (p. ex. trocànter accessori). Finalment, el fèmur de titanosaure descobert pels treballadors de La Canadencs es pot distingir de l'espècie francesa *Atsinganosaurus velauciencis* (Garcia *et al.*, 2010; Díez-Díaz *et al.*, 2018) per la gracilitat que mostra aquesta última espècie.

Amb tot, es pot concloure que les característiques morfològiques que presenta el fèmur de la presa de Talarn són úniques i que cap altre taxó conegut mostra les mateixes peculiaritats. Si bé tot indica que es tracta d'una espècie nova de titanosaure, l'escassetat de restes i l'estat fragmentari de l'element estudiat no permet confirmar de forma inequívoca, per ara, que aquesta sigui la hipòtesi vàlida.

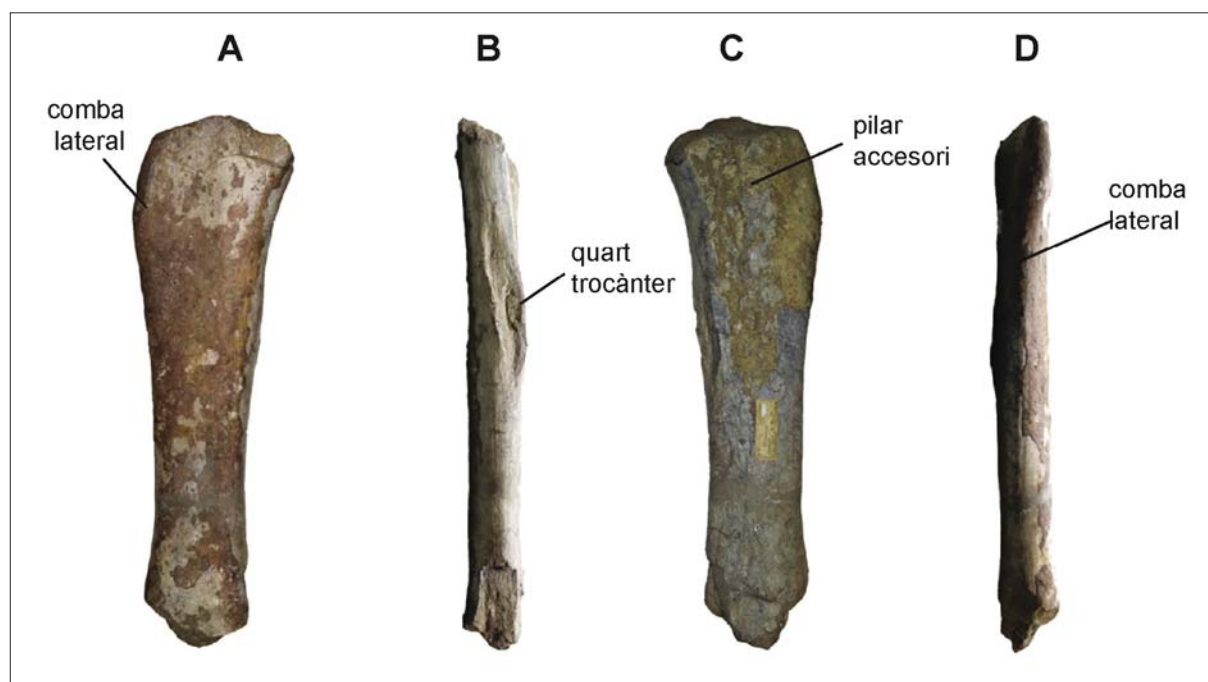


Figura 2. Fèmur dret (V-10) del jaciment de la presa de Talarn en vista anterior (A), medial (B), posterior (C) i lateral (D). Imatge modificada de Vila *et al.* (2012).

## II) *El gegant d'Orcau*

*Antecedents històrics:* La història de la descoberta d'aquest dinosaure ha estat explicada amb tot detall per Vila (2022) i per aquest motiu en aquest estudi només se'n fa un breu resum. Els materials fòssils inclosos en aquest treball corresponen a aquells que foren recuperats durant el transcurs de les excavacions realitzades entre els anys 2012 i 2014 per part de l'Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. No obstant això, l'equip de treball va poder recopilar material original descobert el 1954 pel paleontòleg alemany W. G. Kühne i referenciats breument en els treballs de Talens (1955), Lapparent i Aguirre (1956), Casanovas *et al.* (1987), i Martín-Jiménez *et al.* (2017). Aquest material històric s'ha exclòs d'aquest estudi.

*Descripció:* Els fòssils recuperats al jaciment d'Orcau-1 corresponen als elements esquelètics axials i apendiculars d'un únic individu de sauròpode, parcialment articulat i disposat en posició anatòmica (figura 3A). Són destacables les costelles dorsals anteriors articulades amb les respectives vèrtebres, juntament amb la disposició molt propera de tots els elements que conformen la cintura escapular dreta i la caixa toràcica. La resta de costelles dorsals es troben desarticulades però força completes i amb pocs senyals de transport. Les costelles cervicals es troben articulades a les superfícies lateroventrals dels centres cervicals. Els elements apendiculars presenten una disposició coherent amb la resta d'elements, i respecten així la lateralitat. A continuació es fa una breu descripció de les restes axials i apendiculars del titanosaure d'Orcau-1 (figura 3D).

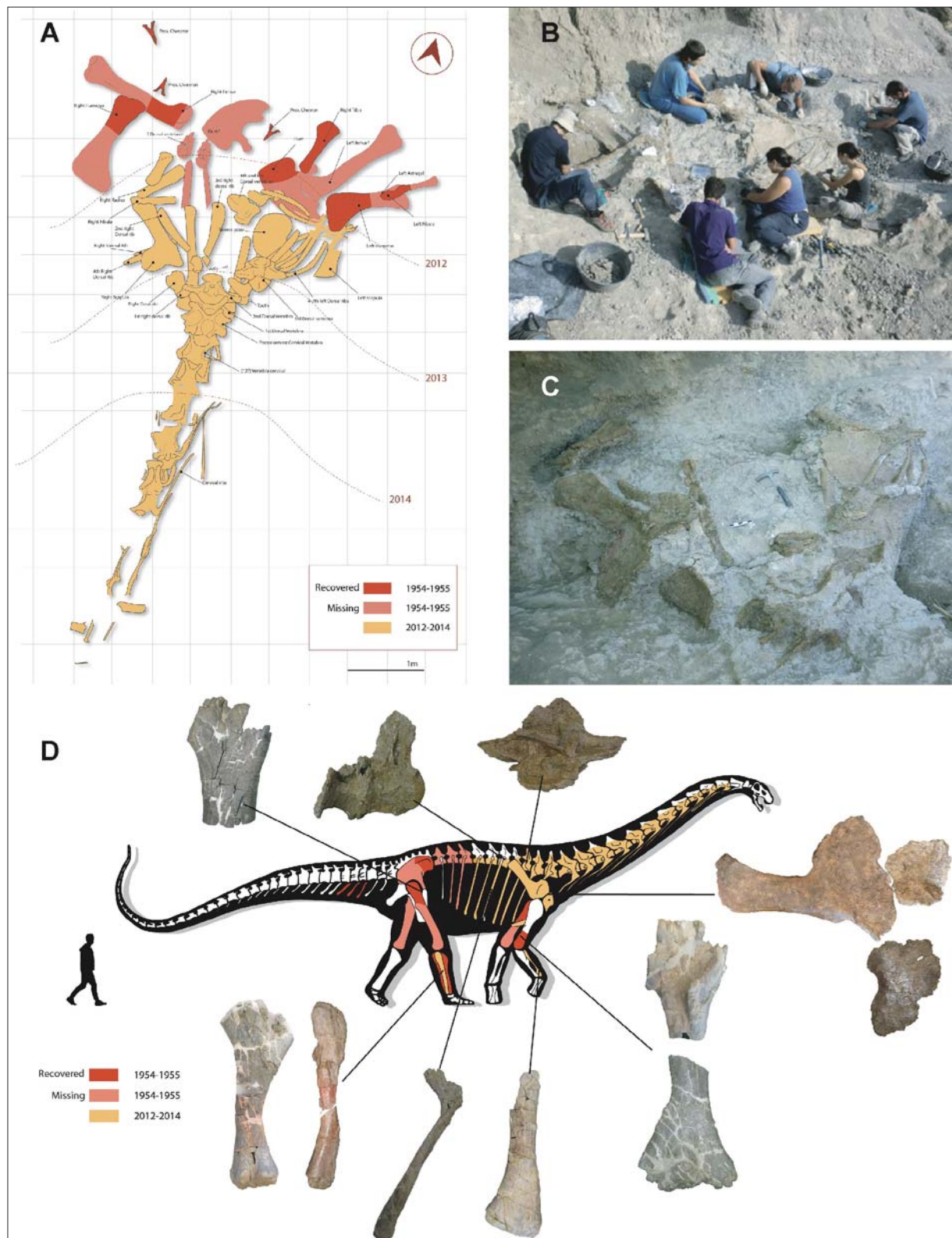
La sèrie de vèrtebres cervicals està composta per tretze vèrtebres amb les seves corresponents costelles cervicals projectades lateralment o lleugerament en direcció ventral des de les parapòfisis. Els centres són opistocèlics i presenten una pneumaticitat interna marcada amb petites cavitats. Les costelles cervicals són llargues i se superposen al llarg de tota la sèrie cervical. S'han conservat cinc o sis vèrtebres dorsals anteriors i mitjanes amb centres opistocèlics i d'aspecte robust. Tres d'elles es tro-

ben en connexió i adossades a la sèrie cervical. S'han conservat de forma parcial o completa set costelles dorsals esquerres i sis costelles dorsals dretes. Les tres primeres costelles esquerres es trobaven articulades a les vèrtebres. Les costelles de posició I a IV presenten un extrem distal en forma de cullera. La longitud dorsoventral màxima es troba a la quarta costella, que és de 125 cm.

L'escàpula dreta s'ha conservat completament, mentre que de l'escàpula esquerra se'n conserva únicament l'extrem distal de la làmina escapular. En el primer cas s'observa un element robust. La làmina escapular és expandida i presenta una forma de D a la base, i es disposa en un angle de 45° en relació amb l'articulació del coracoide. Només es preserva el coracoide dret, el qual es va trobar desarticulat respecte a l'escàpula. Té un aspecte robust i massiu, i presenta marges rectangulars. El foramen coracoidal se situa al centre del coracoide, fet que indicaria una edat adulta de l'individu. Es conserva una placa esternal dreta, pràcticament completa, que presenta una clara forma de semilluna. De la cintura escapular/toràcica cal destacar-ne la troballa d'una costella esternal. Es tracta d'una estructura amb forma de bastó, amb estries longitudinals i de secció circular a subcircular. Els seus extrems són acuminats però no punxeguts ni plans o espatulats.

De l'esquelet apendicular se'n destaca el radi i la fíbula. El radi dret es conserva parcialment, però en manca el terç proximal. Es tracta d'un element de complexió robusta, amb una cresta interòssia ben definida. Presenta uns còndils distals tombats aproximadament 20° en relació amb l'eix llarg de la diàfisi. Del jaciment d'Orcau-1 se n'han recuperat les dues fíbules. Es tracta d'elements gràcils, de forma clarament sigmoide en vista lateral. La fíbula dreta, la més completa, presenta un trocànter lateral prominent, allargat, simple, i de forma el·líptica.

*Comparativa i atribució taxonòmica:* Una de les característiques més notables del titanosaure d'Orcau és la seva talla, ja que és dels més grans trobats fins ara a tot Europa. La majoria de les espècies europees de titanosaure són de mida petita i d'aspecte gràcil, com *Magyaro-*



**Figura 3.** Restes postcranials del sauròpode del jaciment d'Orcau-1. Planimetria del jaciment (A) i detalls del procés d'excavació de la regió toràctica de l'animal (B i C). Reconstrucció preliminar del titanosaure d'Orcau-1 a partir de les restes recuperades durant totes les campanyes d'excavació, incloent-hi les dels anys 50, i indicació dels elements més característics del fòssil (D). Autors: Bernat Vila i Albert G. Sellés.

*saurus*, *Paludititan*, *Lirainosaurus* o *Atsninganosaurus*, i sols *Lohuecotitan* i *Ampleosaurus* es poden considerar titanosaures de mida mitjana i relativament robustos. Existeixen també tot un seguit de trets anatòmics que fan únic el dinosaure d'Orcau, com són: una escàpula amb molt desenvolupament distal, un coracoides quadrangular, una placa esternal amb forma de semilluna, elements apendiculars extremadament massius i robustos. Cap dels tàxons de titanosaures del cretaci superior d'Europa mostra una combinació de caràcters com els mencionats anteriorment. Això fa que puguem parlar d'una nova espècie de titanosaure, que hem anomenat *Abditosaurus kuenhei* (Vila *et al.*, 2022).

### III) *El crani d'Els Nerets*

*Antecedents:* El 1984 la geòloga Sabina Krauss va descobrir el jaciment dels Nerets, durant els treballs de caracterització estratigràfica de la zona. Un equip format per membres de l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell i de les universitats autònomes de Barcelona i Madrid va visitar, entre els anys 1984 i 1985, la localitat i va publicar-ne les primeres restes de dinosaure i de cocodril (Casanovas *et al.*, 1985; Buscalioni *et al.*, 1986). Anys més tard, el 2003, els paleontòlegs de l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell, del Museu d'Isona i Conca Dellà i del Museu Comarcal de Ciències Naturals de Tremp van realitzar una nova campanya en aquesta localitat, en la qual van descobrir noves restes de vertebrats del cretaci superior (Gaete i Bravo, 2002). L'estiu de 2013 es van reprendre els treballs d'excavació i es va descobrir un nou punt fòssilífer (B1) que va proporcionar restes òssies de dinosaure de gran interès. Durant les campanyes posteriors dels anys 2013 a 2018 es van recuperar noves restes de dinosaures sauròpodes i també d'hadrosaures, a més de dents de cocodrils. La localitat d'Els Nerets s'ha erigit com un punt bioestratigràficament molt destacat, atesa la seva edat i la diversitat de tàxons, tant d'animals com de plantes (Casanovas *et al.* 1985; 1987; 1995; Bus-

calioni *et al.* 1986; Sellés *et al.* 2017; Sellés i Vila, 2015; Torices *et al.* 2015; Blanco *et al.*, 2017).

En les campanyes paleontològiques dutes a terme durant els anys 2013 i 2016 es van recuperar diverses restes cranials atribuïdes a un sauròpode titanosaure. Es tracta d'elements molt delicats, de conservació molt inusual. Tots els elements estaven concentrats en una àrea relativament reduïda del jaciment (figura 4A-C). Aquest fet, juntament amb l'absència de repetició d'elements anatòmics, fa pensar que totes les restes fòssils pertanyen a un sol individu. Actualment, les restes continuen en estudi i es fa impossible proporcionar una descripció detallada de cada un dels elements. No obstant això, a continuació es proporciona una descripció abreujada dels principals trets que configuren els ossos cranials d'aquest dinosaure.

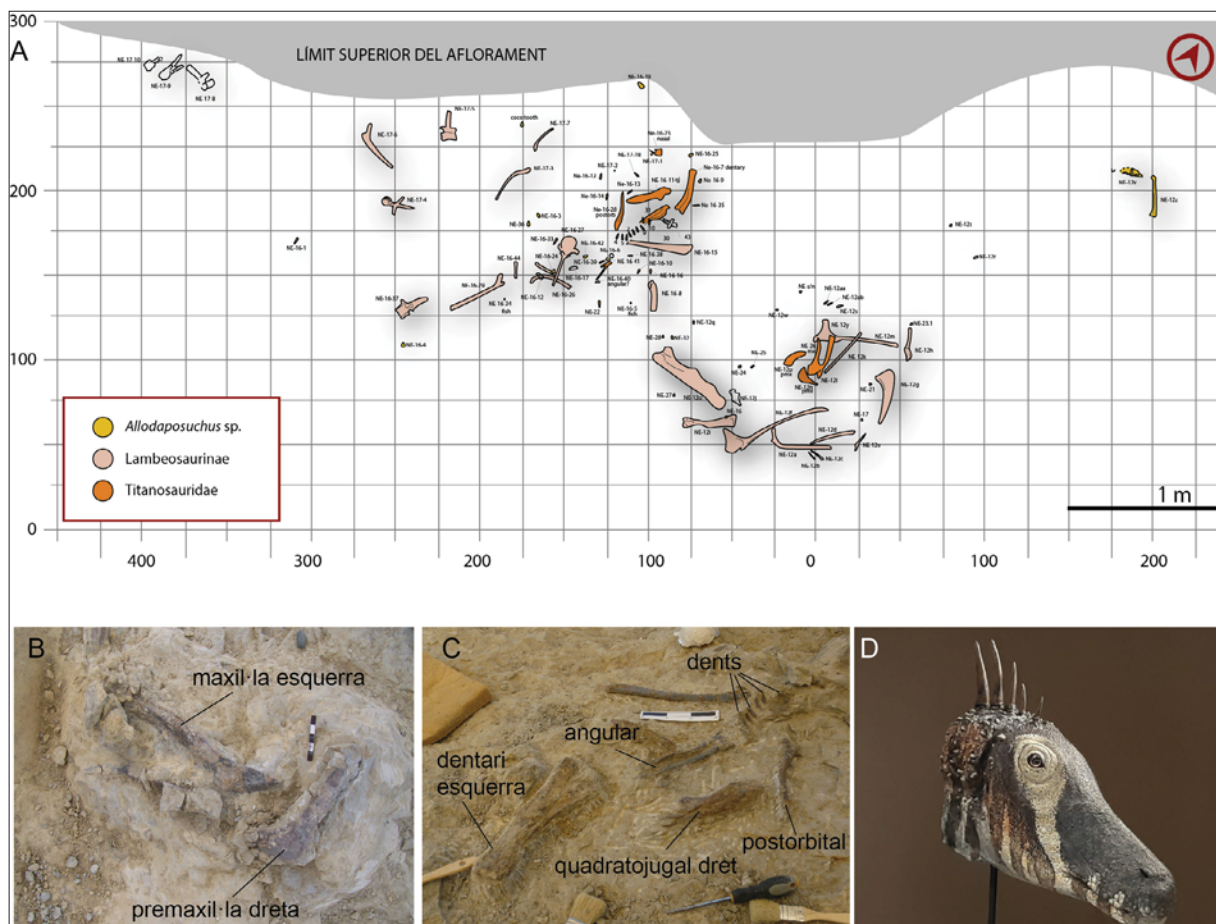
*Descripció:* S'han recuperat les dues premaxil·les, les quals conserven el seu cos principal —robust i de forma triangular— fins a l'alçada del procés posterior-dorsal nasal. Cada premaxil·la conserva quatre alvèols disposats en arc al llarg del marge lingual de l'os, separats entre si per una fina barra interdentina. Cada alvèol té associat un foramen en forma de diamant. Només es preserva la maxil·la dreta, que està força ben conservada. Es tracta d'un element baix i allargat, i el seu cos principal alveolar ocupa la meitat de la longitud de l'element. La maxil·la es divideix en un procés dorsal ascendent i un procés jugal ventral en la seva part posterior, que limiten una finestra antorbital molt desenvolupada. Prop del marge anteriorventral de la finestra antorbital s'hi localitza una obertura preantorbital el·líptica que connecta amb el marge lingual de la maxil·la. El jugal és un element tetraradial. El procés maxil·lar és el més allargat dels quatre que conformen aquest os. El quadratojugal és un os allargat que defineix el marge ventrolateral de la finestra infratemporal i forma el marge ventral posterior del crani. El marge anterior del quadratojugal presenta una forma lanceolada; mentre que la part anterior, parcialment trencada, es caracteritza per mostrar dos processos ben definits. El fragment proximal de l'esquamós esquerre es defineix com un

element triradiat que limita la part posterior del crani. Els postorbitals es troben representats únicament pel procés ventral d'aquest os, que es defineix perquè es tracta d'un element allargat i lleugerament rotat en sentit horari en la seva part més distal. S'identifica temptativament una resta com a porció del complex lateroesfenoid-orbitoesfenoid. Aquest os es caracteritza per ser un element pla, en forma d'ala i amb diversos foràmens associats a diferents nervis cranials.

El dentari està quasi complet. Es tracta d'un element allargat que conté nou alvèols, alguns dels quals encara disposen de dents de reemplaçament en la seva posició original. Una de les característiques més destacables del dentari és la presència d'una expansió ventral de la regió anterior pròxima a la sínfisi dentària, una estructura que ha estat definida com a «bar-

beta» per Sallam *et al.* (2018). El surangular és un element de forma ovalada. El marge lateral d'aquest os presenta un foramen circular pròxim a la zona d'inflexió del marge dorsal. Finalment, l'os angular és un element rectilini allargat i acabat anteriorment amb punta que defineix la base de la porció posterior de la mandíbula. La dentició del titanosaure d'Els Nerets pot ser caracteritzada per mostrar dents cilíndriques allargades, amb una corona en forma de llança i amb unes crestes marginals ben definides, fet que li confereix una forma de D en secció tangencial.

*Comparativa i atribució taxonòmica:* Actualment només es coneixen cinc cranis sencers de titanosaure a tot el món: *Nemegtosaurus*, *Quaesitosaurus*, *Rapetosaurus*, *Tapuiasaurus* i *Sarmientosaurus* (Wilson *et al.*, 2016). Si ens restringim al registre europeu, de les sis espè-



**Figura 4.** Restes cranials del sauròpode del jaciment d'Els Nerets. Planimetria del jaciment (A) i detalls de les diferents restes facials en el moment de la seva troballa (B i C). Recreació artística del cap del titanosaure «en vida» realitzada per ICRA-ART. (D). Autor: Albert G. Sellés.



cies de titanosaures descrites fins ara, només *Ampelosaurus*, *Lirainosaurus* i *Magyarosaurus* conserven restes cranials.

Els elements cranials més diagnòstics del titanosaure d'Els Nerets són la maxil·la, el quadratojugal i el dentari. D'una banda, la maxil·la és similar a les dels titanosaures asiàtics *Nemegtosaurus* i *Quaesitosaurus* (Wilson, 2005), però la presència d'una finestra antorbital molt desenvolupada és un caràcter compartit amb *Rapetosaurus* (Curry Rogers i Forster, 2004). Per contra, la marcada reducció de posicions dentàries del titanosaure dels Nerets és compartida únicament per l'espècimen MAU-Pv-AC-01 (Calvo *et al.*, 1997) i *Narambuenatitan* (Fillipi *et al.*, 2011) d'Amèrica del Sud. El quadratojugal d'Els Nerets torna a ser molt semblant al de *Nemegtosaurus* i *Quaesitosaurus* (Wilson, 2005). Finalment, el dentari dels Nerets presenta una combinació única de caràcters, com un nombre reduït de dents (nou) i la presència d'una «barbeta» a la part anterior del dentari. Únicament el titanosaure francès *Ampelosaurus* presenta un nombre similar de dents (Le Loeuff, 2005), però no mostra l'expansió ventral anterior de l'espècimen d'Els Nerets, una estructura que només presenta el taxó egipci *Mansourasaurus* (Sallam *et al.*, 2018).

En resum, els resultats preliminars apunten que el titanosaure del jaciment d'Els Nerets mostra una combinació única de caràcters anatòmics que el fa únic i distingible de la resta de titanosaures coneguts fins ara, tot apuntant que podria tractar-se d'una nova espècie. Tanmateix, no queda clara quina podria ser la seva afinitat, ja que combina característiques tant d'animals d'origen asiàtic com d'origen africà.

#### IV) El colós de les Gavarres

*Antecedents històrics:* La descoberta del jaciment de les Gavarres és molt recent i per aquest motiu la informació que es proporciona en aquest article s'ha de prendre de forma preliminar. Arran d'una informació proporcionada per part d'un veí de Tremp, els membres del Museu de la Conca Dellà van tenir coneixement de l'existència de

restes fòssils en superfície prop del poble de Suterranya. Excavat per primera vegada l'estiu de 2019, el jaciment de les Gavarres se situa dins un aflorament d'argiles ocre localitzades al marge occidental d'una petita torrentera. Malgrat la gran quantitat de sediment extret del jaciment, fins a dia d'avui només s'han recuperat tres elements: un metacarpí IV dret, una ulna dreta i una costella cervical. A falta d'una anàlisi més detallada, tots ells són atribuïts temptativament a un únic individu.

*Descripció:* Amb 450 mm de longitud, el quart metacarpí de la mà dreta (Mc IV; figura 5) és un element robust amb la diàfisi recta. El còndil proximal presenta forma de L, a causa de la gran cavitat lateral destinada a l'acomodació del cinquè metacarpí. Per



**Figura 5.** *Jaciment de les Gavarres (Suterranya).* Vista general del jaciment durant la campanya de l'any 2019 (A) i feines d'excavació de l'ulna (B) i la costella cervical (D), així com imatges de detall (C i E) dels dos elements recuperats durant la campanya d'intervenció. Autors: Albert G. Sellés i Bernat Vila.

contra, el marge medial, el que articula amb el tercer metacarpí, és llarg i recte. En secció, la meitat proximal de la diàfisi mostra una forma triangular mentre que la distal és subel·líptica. L'angle de torsió entre el còndil distal i l'expansió proximal és d'aproximadament 80°.

L'ulna dreta està completament preservada. Presenta un aspecte robust i té una longitud màxima de 950 mm. En vista proximal, l'ulna mostra un perfil triradiat, amb uns processos anterolateral i anteromedial molt desenvolupats. Per contra, el procés posterior és menys marcat. Aquesta configuració causa que la fosa radial estigui fortament marcada. El procés de l'olècranon no mostra un desenvolupament significatiu respecte al procés alteromedial. La diàfisi de l'ulna és moderadament recta i acaba distalment amb una epífisi subcircular a subtriangular.

Tot i no estar del tot completa, la costella cervical és un element extremadament llarg (2.160 mm preservats). Al llarg de la seva longitud la costella cervical presenta una secció circular, i és lleugerament més el·líptica en la seva part més proximal.

*Comparativa i afinitat taxonòmica:* Tal com s'ha esmentat en l'apartat introductori, les restes fòssils del jaciment de les Gavarres es troben en una fase molt preliminar d'estudi científic i això complica la seva comparativa amb la resta de titanosaures coneguts del mateix període. La principal singularitat de l'esquelet de les Gavarres és la robustesa i les dimensions dels seus ossos apendiculars. L'ulna és molt més robusta que el taxó ibèric *Lirainosaurus astibiae* (Díez-Díaz *et al.*, 2013), o els francesos *Ampelosaurus atacis* (Le Loeuff, 2005) i *Atsinganosaurus velauciensis* (Díez-Díaz *et al.*, 2018). Per dimensions i morfologia, l'individu excavat a les Gavarres també difereix significativament del de l'espècie romana *Magyarosaurus*. Malgrat que actualment no es disposa de solapament d'elements apendiculars, a partir de la mida de les costelles cervicals es pot realitzar una comparació entre el fòssil de les Gavarres i el titanosaure del jaciment d'Orcau-1. Recordem que la costella de les Gavarres fa 2.160 mm —i no està completa—, mentre que la costella cervical més llarga mesurada en el coll del dino-

saure d'Orcau fa 1.720 mm. Això implicaria que, com a mínim, el titanosaure de les Gavarres seria un 25% més gran que el d'Orcau, i seria així el titanosaure més gran descobert a Europa del cretaci superior fins aquest moment. A l'espera de poder recuperar més restes esquelètiques i realitzar nous estudis comparatius, les evidències actuals suggereixen que el titanosaure de les Gavarres podria representar una nova espècie.

## V) *El nan del Molí*

*Antecedents històrics:* Descobert l'any 2001 per Rodrigo Gaete i Ana Maria Bravo durant unes campanyes de prospecció als afloraments cretacis de la Conca Dellà (Gaete i Bravo, 2002), el jaciment paleontològic de Molí del Baró-2 només ha lliurat un únic element fòssil fins a dia d'avui: un fèmur esquerre de titanosaure (MCD-5031) actualment dipositat al Museu de la Conca Dellà. El 2012, aquesta resta fòssil fou estudiada per investigadors de la Universitat de Saragossa, la Universitat Autònoma de Barcelona i l'Institut Català de Paleontologia, juntament amb altres restes apendiculars de titanosaure provinents d'ambdues vessants dels Pirineus (Vila *et al.*, 2012); i poc després es va realitzar una anàlisi histològica del fèmur amb motiu d'un treball de final de màster dirigit des de l'ICP (Bachtsevanidou-Strantzali, 2014)

*Descripció:* El fèmur de Molí del Baró-2 es troba en força bon estat de preservació i només li manca una petita porció de la part distal de l'element (figura 6). Amb tot, s'estima que la longitud màxima que devia assolir aquesta resta no superaria els 900 mm. D'acord amb Vila *et al.* (2012), el cap articular del fèmur i el trocànter major estan poc desenvolupats (figura 6A). El cap articular està lleugerament inclinat cap a la cara medial respecte a l'eix de la diàfisi. La curvatura lateral està molt desenvolupada medialment i s'estén distalment fins a l'alçada del quart trocànter (figura 6A). La diàfisi del fèmur és recta i presenta una secció el·líptica (figura 6B). En el marge posterior s'hi situa una plataforma trocantèrica molt ben desenvolupada i que s'orienta paral·lela a la cur-

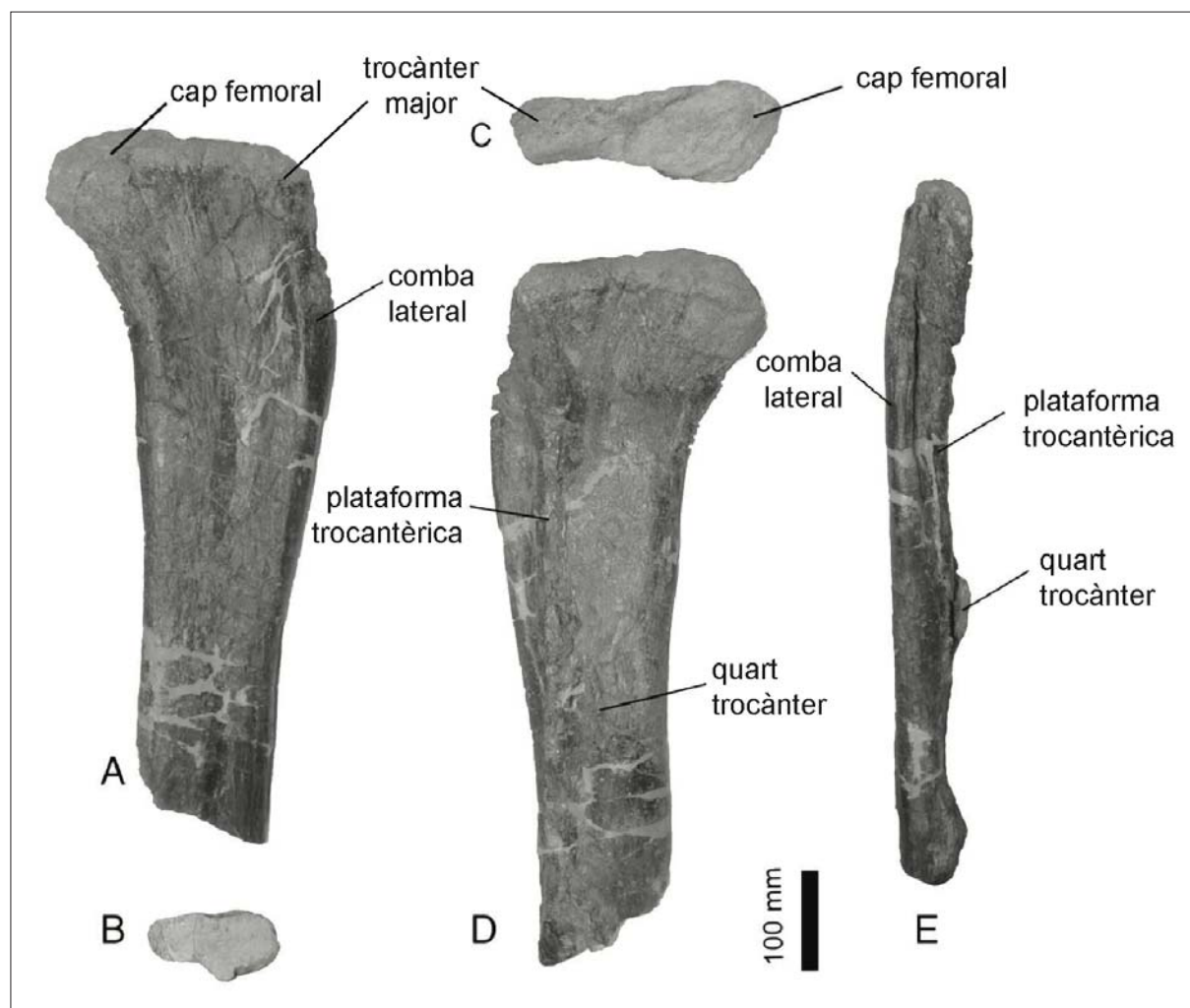


Figura 6. Fèmur esquerra (MCD-5031) del titanosaure nan del jaciment de Molí del Baró-2 en vista anterior (A), ventral (B), dorsal (C), posterior (D) i lateral (E). Imatge modificada de Vila et al. (2012).

vatura lateral (figura 6D). El quart trocànter, ben desenvolupat, se situa a la cara posterior de la diàfisi (figures 6D i 6E).

L'anàlisi histològica d'aquest fèmur (Bachtsevanidou-Strantzali, 2014) va mostrar un alt grau de remodelació òssia, on la major part del còrtex estava ocupat per teixit haversià, a excepció de la part més externa del còrtex que encara conservava restes del teixit primari original. Aquest és del tipus fibrolamel·lar, amb una distribució laminar de les fibres òssies i una vascularització longitudinal.

*Comparativa i afinitat taxonòmica:* Les característiques histològiques que presenta MCD-5031 —alt grau de remodelació— són concordants amb l'estadi HOS-13 definit per Klein i Sander (2008), que caracteritza els in-

dividus adults d'edat avançada. Això indica que el fèmur de Molí del Baró-2 pertany a un animal senil.

Anatòmicament, els estudis de Vila *et al.* (2012) mostren que el fèmur de Molí del Baró-2 presenta una combinació única de característiques, així com la presència d'una plataforma trocantèrica posterior. Aquest últim tret només és present en alguns titanosaures argentins (p. ex. *Saltasaurus loricatus*, *Rocasaurus muniozi* i *Neuquensaurus australis*) i africans (p. ex. *Rapetosaurus krausei* i *Jainosaurus septentrionalis*). A grans trets, també es pot assegurar que MCD-5031 difereix de la majoria de fèmurs i tàxons de titanosaure coneguts a Europa durant el cretaci superior per la seva combinació exclusiva de caràcters anatòmics. Sense entrar

en gaires detalls, cal destacar que el titanosaure de Molí del Baró-2 presenta algunes similituds amb *Lohuecotitan pandafileandi* de Cuenca (Castilla-La Mancha; Díaz-Díez *et al.*, 2016). Ambdues espècies presenten una plataforma trocantèrica i un quart trocànter situats a la cara posterior del fèmur. Tanmateix, la plataforma trocantèrica està més desenvolupada en MCD-5031 i el quart trocànter ocupa una posició més centrada que en *Lohuecotitan* (Díaz-Díez *et al.*, 2016). A més, el fèmur del titanosaure de Molí del Baró-2, a part de ser més petit, és molt més robust que el taxó de Cuenca. Amb tot, es pot suggerir que el fèmur de titanosaure del jaciment de Molí del Baró-2 correspon a un nou taxó no identificat fins ara.

## Discussió i conclusions

Els sauròpodes titanosaures van ser un dels grups més abundants i diversos de dinosaures que van viure al final del període cretaci dins l'anomenat *domini iberoarmoricà* (actual península Ibèrica i sud de França), i era la fauna dominant dels ecosistemes terrestres durant el campanià superior i el maastrichtià inferior (Vila *et al.*, 2016). Fins ara s'han descrit formalment quatre espècies de titanosaures en aquesta regió, malgrat que la seva diversitat taxonòmica podria haver estat molt més elevada (Vila *et al.*, 2012).

Les recents troballes de fòssils de titanosaures en els jaciments del cretaci superior de la vessant sud dels pirineus han proporcionat noves dades sobre la biodiversitat d'aquest grup de dinosaures de coll llarg. Malgrat que molts dels estudis es troben actualment en una fase molt primerenca, els resultats preliminars són prou concloents per suggerir la presència de fins a cinc espècies totalment noves de sauròpodes titanosaures als Pirineus catalans. Un bon exemple de la feina que s'està duent a terme és la recent descripció d'*Abditosaurus kuehnei* del jaciment d'Orcau-1 (Vila *et al.*, 2022).

Deixant de banda les singularitats morfològiques i anatòmiques de cada una d'aquestes possibles noves espècies, una de les característiques més destacades és la gran disparitat de

mida corporal que hi ha entre elles. D'una banda, s'identifiquen dues espècies de mida petita/mitjana —inferior als vuit metres de longitud—, una localitzada prop de la presa hidroelèctrica de Talarn i l'altra en el jaciment de Molí del Baró-2. Per contra, s'ha detectat la presència de dues espècies de dimensions considerables, una al jaciment d'Orcau-1 (amb una longitud aproximada de 15 metres) i l'altra al jaciment de les Gavarres (amb una talla corporal d'entre 18 i 20 metres de longitud), que són els titanosaures més grans per a la seva època de tot el continent europeu. Finalment, s'ha descobert una de les restes cranials més completes de titanosaure del món. Si bé les dimensions del crani no són vàlides per fer una estimació de la longitud total de l'animal, sí que les característiques anatòmiques d'elements apendiculars associats a aquest crani són prou diferents per assegurar que es tracta d'una espècie diferent a les mencionades anteriorment.

La disparitat de mides corporals de les noves restes representa tota una incògnita per als paleontòlegs atès el context paleogeogràfic en el qual s'han recuperat les noves espècies. Durant bona part del cretaci, Europa era una amalgama d'illes que formaven un arxipèlag. Segons els estudis més recents, cada una de les illes tenia la seva pròpia fauna singular (Csiki *et al.*, 2015). Un tret comú entre moltes d'aquestes illes és la presència de tàxons de dinosaure de mida més reduïda que la dels seus parents continentals. Aquest fenomen, conegut com a nanisme insular segons les teories ecològiques actuals, ha estat àmpliament demostrat en el cas dels sauròpodes del cretaci terminal d'Europa, en què *Magyarosaurus dacus* i *Lirainosaurus astibiae* era el paradigma del nanisme en titanosaures. En aquest sentit, els titanosaures descoberts als jaciments de la presa de Tremp i el Molí del Baró-2 presentarien una mida similar a *Lirainosaurus*, amb uns 8 metres de llarg i, per tant, encaixarien bé dins la teoria de nanisme insular.

Per contra, la presència de tàxons amb una mida corporal similar a espècies pròpies d'entorns geogràficament més extensos (p. ex. continents) constitueix un interrogant ecològic. Una de les premisses actuals dels efectes eco-

lògics de la insularitat és que aquest fenomen pot afectar de la mateixa manera totes les espècies que viuen dins el mateix entorn. Per tant, caldria esperar que tots els sauròpodes que van viure dins el domini ibreoarmoricà presentessin evidències d'una reducció de mida o del seu metabolisme. En ambdós casos, aquestes modificacions comportarien una disminució de les necessitats biològiques, i afavoririen la supervivència de les espècies en entorns amb recursos naturals limitats. Tanmateix, tant els sauròpodes de les Gavarres com el d'Orcau semblen no estar subjectes a aquestes limitacions.

Una possible explicació, tot i que encara s'hauria de demostrar, és que els tàxons de mida més gran fossin espècies nouvingudes, provinents d'entorns continentals geogràficament més extensos, com per exemple Àfrica, Àsia o Amèrica, i que encara no haguessin experimentat les conseqüències de la pressió ecològica lligada a entorns insulars. En aquest escenari hipotètic, tant el titanosaure d'Orcau-1 com el de les Gavarres podrien formar part dels primers representants de llinatges no europeus de sauròpodes que haurien migrat a Europa durant el mastrichtià inferior, fa uns 72-70 milions d'anys.

## ■ Agraïments

Els treballs d'excavació i estudi de les restes fòssils de dinosaures sauròpodes han comptat amb la col·laboració econòmica dels ajuts quadriennals «Dinàmica ecològica de la darrera extinció en massa: el Prepirineu com a laboratori fòssil» 2014/100927 i «Xarxes paleoecològiques dels jaciments amb dinosaures del cretaci català» CLT009/18/00067 del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, del projecte «Revealing biodiversity for the latest dinosaurs in southwestern Europe - new paleontological excavations at the Late Cretaceous of the Tremp basin (Catalonia, Spain)» 9148-12 concedit pel Comitè de Recerca i Exploració de la National Geography Foundation, dels projectes del Ministerio de Ciencia e Innovación CGL2011-30069-C02-01,

CGL2010-16447 i CGL2016-77230-P. Part dels projectes d' I+D+i/PID2020-119811GB-I00 i PLEC2021-007903 finançats per MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ i MCIN/AEI/10.13039/501100011033 i «NextGenerationEU»/PRTR. La recerca ha estat realitzada amb el suport del Departament de Cultura (Generalitat de Catalunya). I dues subvencions per a excavacions paleontològiques de l'IEI/Diputació de Lleida.

Els treballs de preparació paleontològica han estat possibles gràcies a subvencions en matèria de preparació i restauració de l'Institut d'Estudis Ilerdencs de la Diputació de Lleida, dues subvencions per a la conservació preventiva i conservació-restauració dels béns culturals mobles del patrimoni cultural català atorgats per l'Oficina de Suport a la Iniciativa Cultural del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya i la participació de l'IDAPA (Institut pel Desenvolupament de l'Alt Pirineu i Aran). Els directores agraeixen la col·laboració i el suport de tots els participants en les excavacions i en el procés de restauració, del Sr. Antoni Lacasa (Institut d'Estudis Ilerdencs), del Sr. Josep Montané, dels Agents Rurals de Tremp, del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural i del Servei d'Arqueologia i Paleontologia del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya en les activitats realitzades.

També agraeixen al Museu de la Conca Dellà, lloc de dipòsit de les restes estudiades, la facilitat en la consulta i estudi dels materials, així com l'aprofitament dels resultats científics en la divulgació que es fa al Museu.

## ■ Bibliografia

- BACHTSEVANIDOU STRANTZALI, Ioanna (2014). «Bone histology of the Late Cretaceous small-sized Titanosaur femur from Moli del Baró-2 (Spain). Insights on its growth stage». Treball final de màster. Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra), pàg. 16.
- BLANCO, Alejandro [*et al.*] (2017). «Late Cretaceous (Maastrichtian) Chondrichthyes and

- Osteichthyes from northeastern Iberia». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 465, pàg. 278-294.
- BUSCALIONI, Àngela [et al.] (1986). «An Eusuchian crocodile from the Upper Cretaceous of Spain (Vilamitjana, province of Lèrida)». *Journal of Vertebrate Paleontology*, 6, pàg. 209-214.
- CALVO, Jorge [et al.] (1997). «Uno de los más completos titanosáuridos (Dinosauria-Sauropoda) registrados en el mundo». *Ameghiniana*, 34, pàg. 534.
- CASANOVAS, Maria Lourdes [et al.] (1985). «*Orthomerus* (Hadrosaurinae, Ornithopoda) del Cretácico Superior del yacimiento de «Els Nerets» (Trempt, España)». *Paleontologia i Evolució*, 19, pàg. 155-162.
- CASANOVAS, Maria Lourdes [et al.] (1987). «Arcosaurios (Crocòdilia, Dinosauria) del Cretácico superior de la Conca de Trempt (Lleida, España)». *Estudios geológicos* [Galve-Trempt], volumen extraordinario, pàg. 95-110.
- CASANOVAS, Maria Lourdes [et al.] (1995). «Nuevos restos de dinosaurios (Titanosauria y Ornithopoda) en el Cretácico superior de las cuencas de Trempt y Dellà (Lleida, España)». *Estudios Geológicos*, 51, pàg. 277-283.
- CSIKI-SAVA, Z., [et al.] (2015). «Island life in the Cretaceous – faunal composition, biogeography, evolution, and extinction of land-living vertebrates on the Late Cretaceous European archipelago». *ZooKeys*, 469, pàg. 1-161.
- CURRY ROGERS, Kristina & FORSTER, Catherin A. (2004). «The skull of *Rapetosaurus krausei* (Sauropoda: Titanosauria) from the Late Cretaceous of Madagascar». *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24, pàg. 121-144.
- DÍEZ DÍAZ, Veronica [et al.] (2016). «A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Lo Hueco (Cuenca, Spain)». *Cretaceous Research*, 68, pàg. 4-60.
- DÍEZ DÍAZ, Veronica [et al.] (2013). «Appendicular skeleton and dermal armour of the Late Cretaceous titanosaur *Lirainosaurus astibiae* (Dinosauria: Sauropoda) from Spain». *Palaeontologia Electronica*, 19, 18.
- DÍEZ DÍAZ, Veronica [et al.] (2018). «The titanosaurian dinosaur *Atsinganosaurus velauciensis* (Sauropoda) from the Upper Cretaceous of southern France: New material, phylogenetic affinities, and palaeobiogeographical implications». *Cretaceous Research*, 91, pàg. 429-456.
- FILIPPI, Leonardo S. [et al.] (2011). «A new titanosaur sauropod dinosaur from the Upper Cretaceous of North Patagonia, Argentina». *Acta Palaeontologica Polonica*, 56, 505-520.
- FONDEVILLA, Víctor [et al.] (2016). «Skin impressions of the last European dinosaurs». *Geological Magazine*, 154(2), pàg. 393-398.
- FONDEVILLA, Víctor [et al.] (2019). «Chronostratigraphic synthesis of the latest Cretaceous dinosaur turnover in South-Western Europe». *Earth-Science Reviews*, 191, pàg. 168-189.
- GAETE, Rodrigo; BRAVO, Ana María (2002). «Nuevos yacimientos de vertebrados del Cretácico superior de la Cuenca de Trempt (Lleida)». A: *Congreso Internacional sobre Dinosaurios y otros Reptiles Mesozoicos de España. Resúmenes*, pàg. 18.
- GARCIA, Geraldine [et al.] (2010). «A new Titanosaur genus (Dinosauria, Sauropoda) from the Late Cretaceous of southern France and its paleobiogeographic implications». *Bulletin de la Société Géologique de France*, 181, pàg. 269-277.
- KLEIN, Nicole & SANDER, Paul Martin (2008). «Ontogenetic stages in the bone histology of sauropod dinosaurs». *Paleobiology*, 34, 247-263.
- LAPPARENT, Albert-Félix de; AGUIRRE, Emiliano (1956a). «Présence de Dinosauriens dans le Crétacé supérieur du bassin de Trempt (province de Lèrida, Espagne)». *Comptes Rendus Sommaire des Sciences de*

- la Société Géologique de la France*, 14, pàg. 261-262.
- LE LOEUFF, J. (2005). «Osteology of *Ampelosaurus atacis* (Titanosauria) from Southern France». Dins Tidwell, V.; Carpenter, K. (ed.). *Thunder-Lizards: The Sauropodomorph Dinosaurs*. Bloomington: Indiana University Press, pàg. 115-137.
- MARÍN, Agustín; BATALLER, Josep Ramon. (1929). «Nuevos datos sobre el Cretácico superior de la cuenca de Tremp (Lérida)». Madrid: Asociación Española para el Programa de las Ciencias; Congreso de Barcelona, pàg. 25-28.
- MARTÍN-JIMÉNEZ, Marcos [et al.] (2017). «Systematic study of the historical material of Upper Cretaceous reptiles from the Tremp Basin (Catalonia, Spain) housed at the Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid)». *Journal of Iberian Geology*, 43, pàg. 217-233.
- RIERA, Violeta [et al.] (2009). «The end-Cretaceous dinosaur succession in Europe: The Tremp Basin record (Spain)». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 283, pàg. 160-171.
- SALLAM, Hasham M. [et al.] (2018). «New Egyptian sauropod reveals Late Cretaceous dinosaur dispersal between Europe and Africa». *Nature Ecology & Evolution*, 2, pàg. 445-451.
- SELLÉS, Albert, G.; VILA, Bernat (2015). «Re-evaluation of the age of some dinosaur localities from the southern Pyrenees by means of megaloolithid oospecies». *Journal of Iberian Geology*, 41(1), pàg. 125-139.
- SELLÉS, Albert, G. [et al.] (2017). «Evidence of reproductive stress in titanosaurian sauropods triggered by an increase in ecological competition». *Scientific Reports*, 7, pàg. 13827.
- TALENS, Jacinto (1955). «Descubrimiento de dinosaurios en Tremp (Lleida)». *Estudios Geológicos*, 11, pàg. 86.
- TORICES, Angelica [et al.] (2015). «Theropod dinosaurs from the Upper Cretaceous of the South Pyrenees Basin of Spain» *Acta Palaeontologica Polonica*, 60, 611-626.
- VILA, Bernat [et al.] (2006). «Nuevos hallazgos de dinosaurios y otros tetrápodos continentales en los Pirineos Sur-centrales y orientales: resultados preliminares». A: Colectivo Arqueológico-Paleontológico Salense, Ed.: *Actas de las III Jornadas sobre Dinosaurios y su Entorno*, pàg. 365-378.
- VILA, Bernat [et al.] (2016). «Diversity and faunal changes in the latest Cretaceous dinosaur communities of south-western Europe». *Cretaceous Research*, 57, pàg. 552-564.
- VILA, Bernat [et al.] (2012). «The diversity of sauropod dinosaurs and their first taxonomic succession from the latest Cretaceous of southwestern Europe: Clues to demise and extinction». *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 350-352, pàg. 19-38.
- VILA, Bernat (2018). «Resum històric de les troballes de dinosaures al Pirineu». *Tribuna d'Arqueologia 2015-2016*, pàg. 57-71.
- WILSON, Jeff (2005). «Redescription of the Mongolian sauropod *Nemegtosaurus mongoliensis* Nowinski (Dinosauria: Saurischia) and comments on Late Cretaceous sauropod diversity». *Journal of Systematic Palaeontology*, 3, pàg. 283-318.