

# El Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès: un registre excepcional dels canvis climàtics i faunístics

Isaac Casanovas i Vilar,<sup>1,2</sup> Sílvia Jovells i Vaqué,<sup>2</sup> Daniel De Miguel Cascán,<sup>2,3</sup> Joan Madurell Malapeira,<sup>2</sup> Marc Furió Bruno,<sup>2</sup> Lars W. Van den Hoek Ostende,<sup>4</sup> Àngel Hernández Luján,<sup>4,5</sup> Óscar Sanisidro Morant,<sup>6</sup> Israel García Paredes,<sup>2,6</sup> Josep M. Robles Giménez,<sup>2</sup> Lluís Cabrera Pérez,<sup>7,8</sup> Miguel Garcés Crespo,<sup>7,8</sup> i David Martínez Alba<sup>2</sup>

## Resum:

Les intervencions paleontològiques recents han mostrat que el registre de vertebrats continentals del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès és molt més ric i continu del que es pensava. Avui dia es coneixen una vintena de jaciments que han lliurat tant microvertebrats com macrovertebrats. Els nostres estudis biostratigràfics han permès una datació precisa dels diferents jaciments i també dels principals esdeveniments faunístics i climàtics.

## Paraules clau:

Miocè inferior, península Ibèrica, biostratigrafia, paleoecologia, paleontologia de vertebrats, mamífers fòssils

- 
1. Autor de correspondència: isaac.casanovas@icp.cat
  2. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, Sabadell.
  3. Fundación ARAID, Universidad de Zaragoza, Saragossa.
  4. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, Holanda.
  5. Univerzita Komenského, Bratislava, Eslovàquia.
  6. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid.
  7. Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, Barcelona.
  8. Institut Geomodels, Universitat de Barcelona, Barcelona.

## 1. Introducció

El Miocè inferior fou una època convulsa en l'àmbit climàtic i geogràfic. Pel que fa al clima, prosseguí la tendència general vers l'escalfament global que ja s'havia iniciat durant l'Oligocè superior, fa uns 28 Ma (Zachos *et al.*, 2001). Així, el casquet polar antàrtic es va fondre parcialment i el nivell de l'aigua dels oceans se situà diversos metres per sobre de l'actual. Aquesta tendència a l'alça culminà fa entre 17 i 15 Ma en un episodi conegut com l'Òptim Climàtic del Miocè Mitjà, quan les temperatures mitjanes dels oceans se situaren uns quatre graus centígrads per sobre de les actuals (Zachos *et al.*, 2001). D'aleshores ençà, la tendència general del clima global, per bé que amb fluctuacions, ha estat un refredament progressiu fins a l'actualitat. A més, en el decurs del Miocè inferior s'esdevingueren una sèrie d'importants canvis en la geografia de les regions del Mediterrani. Entre aquests destaca l'establiment d'una connexió entre l'Àfrica i Euràsia mitjançant el Pròxim Orient. L'Àfrica havia estat aïllada d'Euràsia durant tot el Cenozoic, fet que explica que hi evolucionessin una sèrie d'ordres de mamífers autòctons com els pro-

boscidis (elefants), els hiracoïdeus (damans) i els tubulidentats (porcs formiguers). A la vega- da, ordres de mamífers que havien desaparegut d'Europa, com els primats, van sobreviure a l'Àfrica, on seguiren evolucionant. Fa uns 18-19 Ma la placa afroaràbiga col·lidí amb Anatòlia (Turquia) i va permetre així la dispersió de faunes de mamífers entre ambdós continents (Popov *et al.*, 2004; Sen, 2013). Els proboscidis es dispersaren ràpidament per tot el món i van arribar fins a Amèrica del Nord, mentre que els primats, particularment els grans antropomorfs, es van estendre per Euràsia, on van experimentar una important radiació durant el Miocè mitjà i principis del superior. D'altra banda, grups que avui associem als boscos i sabanes africans, com els bòvids i els giràfids, tenen el seu origen a Euràsia i envaïren el continent en aquest moment.

Les successions del Miocè continental de Catalunya, particularment les de la conca del Vallès-Penedès, figuren entre les més completes i ben conegudes d'Euràsia. Aquesta conca és famosa internacionalment pels seus nombrosos i rics jaciments de mamífers fòssils i per ser l'àrea tipus del Vallesian, una de les edats paleomastològiques que formen el Miocè su-

perior europeu (per un resum actualitzat, vegeu Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a). El registre de la conca del Vallès-Penedès comprèn pràcticament la totalitat del Miocè, però ha estat estudiat de manera desigual. Coneixem particularment bé el lapse de temps que s'allarga de finals del Miocè mitjà (Aragonià superior) fins a principis del Miocè superior (Vallesià), és a dir, entre 12,5 i 9 Ma. Es disposa d'una rica mostra de desenes de milers d'exemplars i la majoria de jaciments s'han pogut situar en un marc cronològic detallat emprant dades bioestratigràfiques i magnetostratigràfiques (Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a, b). Per contra, el registre del Miocè inferior ha rebut molta menys atenció, tan sols s'han mostrejat intensivament unes quantes localitats i, per bé que se n'ha pogut establir l'edat relativa (Agustí *et al.*, 1985; Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a), encara cal constrènyer aquesta datació, com s'ha fet en el cas de les successions més recents. L'estudi de les faunes del Miocè inferior a Catalunya és vital per comprendre i datar els importants canvis faunístics i climàtics que succeïren. Amb aquests objectius, des de l'Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP) durant la darrera dècada el nostre equip ha dut a terme una important tasca de prospecció, mostratge, excavació i estudi que resumim en aquest article.

## 2. Antecedents històrics

L'estudi dels vertebrats del Miocè inferior de Catalunya es remunta als inicis de la paleontologia a casa nostra, a finals del segle XIX amb el treball fundacional de mossèn Jaume Almera (1898, 1899). Aquest notable geòleg del Seminari Conciliar de Barcelona cita la troballa d'escasses restes de mamífers fòssils recuperades a les antigues mines de lignit de Subirats (les anomenades *Mines de la Font-santa*, ben a prop d'on avui hi ha el jaciment dels Casots) i a les explotacions d'argiles entorn de Rubí i Valldoreix (Ca n'Obac, Mas Gener i Mas Sunyer). Almera deixà la identificació del material en mans d'alguns dels paleontòlegs més il·lustres del seu temps, com

Marcelin Boule, Charles Depéret i Jean Albert Gaudry, que hi reconegueren diverses espècies de rosegadors, artiodàctils i rinoceròtids. Aquestes restes es dipositaren al Museu de Geologia del Seminari Conciliar de Barcelona i desgraciadament totes, a excepció del fragment de tibia de rinoceròtid, es perderen el 1936 durant la destrucció i saqueig del museu per part de grups anarquistes en iniciar-se la Guerra Civil (Reguant i Serra, 2004). Després d'aquest treball fundacional, les localitats del Miocè inferior van ser objecte de ben pocs estudis durant dècades.

A mitjans del segle XX un equip de paleontòlegs format per Miquel Crusafont Pairó, Josep F. de Villalta i Jaume Truyols, vinculats inicialment al Museu de Sabadell, prospectà intensivament els afloraments miocens de la conca del Vallès-Penedès, inclosos els dipòsits del Miocè inferior. A aquests últims dedicaren una extensa monografia (Crusafont *et al.*, 1955) que es divideix en dues parts principals: estratigràfica (a càrrec de Truyols i Crusafont) i paleontològica (a càrrec de Crusafont i Villalta). A la part estratigràfica s'inclouen mapes i talls geològics i es para especial atenció a la situació dels dipòsits del Miocè inferior per sota de les fàcies marines del Miocè mitjà. A la part paleontològica es descriuen fins a 46 espècies diferents de mamífers, de les quals 10 eren noves per a la ciència. També s'amplia el nombre de jaciments, ja que s'afegeixen nombrosos jaciments entorn de Castellbisbal, Esparreguera, Gelida, Martorell, el Papiol, Rubí i Sant Cugat del Vallès. Un cop publicada aquesta monografia Crusafont i col·laboradors deixaren força de banda els jaciments del Miocè inferior, més pobres que els del mitjà i superior. Tan sols esporàdicament es donen a conèixer noves localitats del Miocè inferior de la conca, com és el cas de la Costa Blanca II a Martorell (Crusafont Pairó *et al.*, 1968).

Més tard Golpe-Posse (1974) revisa la fauna de totes les localitats amb suïformes del Miocè del Vallès-Penedès i en publica llistes actualitzades, mentre que Cabrera (1979) en detalla l'estratigrafia i descobreix alguns nous jaciments, com el Turó de les Forques (Castellbisbal), Sant Andreu de la Barca i Can Martí

Vell (Gelida). Jordi Agustí, en el marc de la seva tesi doctoral, descrigué detalladament la fauna de rosegadors del Miocè inferior de la conca (Agustí, 1981, 1983) i la utilitzà per precisar l'edat dels diferents jaciments (Agustí, 1981, 1982). Això no obstant, a mesura que s'avança en l'estudi de les successions continentals del Vallès-Penedès, cada cop destaca més la pobresa de les localitats del Miocè inferior enfront de les del Miocè mitjà i superior de la mateixa conca (Agustí *et al.*, 1985). Per sort, aquesta situació canviarà amb la descoberta del jaciment dels Casots (Subirats), amb una riquesa comparable a la de les localitats més fructíferes de la conca. Fou excavada intensivament durant la dècada dels noranta per un equip de l'Institut de Paleontologia M. Crusafont de Sabadell (IPS; precursor de l'actual ICP) dirigit per Salvador Moyà-Solà que va resultar en la recuperació de milers de restes de microvertebrats i macrovertebrats, incloent-hi rèptils, aus i mamífers (Casanovas-Vilar *et al.*, 2011b; Moyà-Solà i Rius Font, 1993). En general la preservació és molt bona i ocasionalment apareixen esquelets parcials semiarticulats. Els Casots és la localitat típica per a diverses espècies de mamífers (vegeu més avall) i un dels principals jaciments del Miocè inferior europeu, per bé que gran part del material recuperat encara està pendent d'estudi.

A la dècada dels noranta l'ICP prospectà algunes localitats del Miocè inferior a fi d'obtenir mostres per a l'estudi de micromamífers. Aquestes inclouen les Escletxes del Papiol i Vilobí del Penedès, que han lliurat col·leccions prou riques i que encara són inèdites. D'altra banda, el 1996 s'excavà el jaciment de Sant Andreu de la Barca (Agustí i Galobart, 1997), una rica localitat que data del Ramblà (principis del Miocè inferior) i que actualment ha desaparegut. Finalment, entre el 2011 i el 2017 el nostre equip reprengué la prospecció de les formacions del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès en el marc de diversos projectes de recerca, alguns finançats pel Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya. La nostra atenció se centrà a avaluar l'estat de conservació dels jaciments coneguts i mostrejar-los emprant metodologies modernes, prin-

cipalment de cara a recuperar restes de microvertebrats. També es descobriren diversos nous jaciments i es dugueren a terme diverses campanyes d'excavació sistemàtica del de les Cases de la Valenciana (Gelida). Paral·lelament, s'han realitzat prospeccions magnetostratigràfiques als dipòsits del Miocè inferior i mitjà de l'Alt Penedès, el Vallès Occidental i el Baix Llobregat. La combinació d'aquestes dades magnetostratigràfiques amb estudis bioestratigràfics permetrà acotar l'edat de nombrosos jaciments de la conca del Vallès-Penedès, així com la dels principals esdeveniments faunístics i climàtics del Miocè inferior.

### 3. Materials i mètodes

Les intervencions paleontològiques primerament s'ocuparen de prospectar intensivament les successions del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès en repetides campanyes l'any 2011 i entre el 2014 i el 2017. Això permeté situar adequadament la pràctica totalitat de les localitats conegudes i avaluar-ne l'estat de conservació, a més de descobrir alguns nous jaciments. En paral·lel es dugué a terme un estudi estratigràfic detallat i, en algunes seccions, un mostratge magnetoestratigràfic. Aquestes seccions inclouen llargues sèries, generalment de diversos centenars de metres, a la Costa Blanca (Castellbisbal), Gelida, Martorell-Abrera, el Molí de Can Calopa (Rubí) i el Papiol (M. Garcés, dades inèdites). Atès el seu valor bioestratigràfic, es dedicà especial atenció al mostratge per recuperar micromamífers. Per fer-ho, primerament és necessari avaluar quins nivells estratigràfics poden ser favorables en funció de criteris que consideren la seva litologia i context deposicional. En el cas que ens ocupa, els nivells argilosos dipositats en medis lacustres o pantanosos es mostraren altament productius. A cada jaciment es recollí una mostra de prova d'uns 75-100 kg de sediments superficials i, en cas que els resultats fossin positius i considerant la riquesa i interès del jaciment, es procedí a recol·lectar una mostra definitiva molt més gran, en alguns casos superior a la tona de sediments. Per processar les mostres,

tant les de prova com les definitives, és necessari dur a terme un laboratori rentat i sedassat de sediments. Per fer-ho primer es disgreguen les mostres en aigua dins de cubetes durant unes hores, i seguidament es renten amb mànegues a pressió utilitzant un sedàs especial. Aquest consta de diferents safates esglaonades amb mides de malla decreixents (2,5 mm, 1 mm i 0,5 mm). Així se separa el fang i la fracció de granulometria inferior als 0,5 mm. El sediment resultant, anomenat *concentrat*, representa de vegades menys d'una desena part del volum original, i encara es pot reduir més fent-ne un segon rentat o atacant-lo amb àcids si fos necessari. Després segueix la feixuga i llarga tasca de triatge, en què s'examina el sediment sota un estereomicroscopi per tal de separar-ne les restes fòssils, generalment petits ossos i dents. Finalment, les restes recuperades s'etiqueten i es preparen per a l'estudi les dents postcanines (premolars i molars) de petits mamífers, les peces més diagnòstiques. Aquestes es fixen amb un adhesiu no greixós sobre peces d'un joc de construcció (tipus Lego®) en què s'anota el número de catàleg.

En el marc d'aquestes campanyes també es recol·lectaren restes de macrovertebrats en superfície i s'organitzà una excavació sistemàtica al jaciment de les Cases de la Valenciana (Gelida). Es realitzaren fins a tres campanyes d'excavació (2012, 2014 i 2015) que resultaren en la recuperació de centenars de restes de macrovertebrats. En aquest cas se seguí la metodologia estàndard d'una excavació paleontològica, parant especial atenció a l'enregistrament de la informació associada, bàsica per a eventuais estudis tafonòmics. Així s'enregistrà la posició estratigràfica de les restes i la seva situació a l'espai (en coordenades x, y i z) respecte a una referència fixa. En el cas de les restes amb una clara dimensió més gran, també s'anotà la seva orientació respecte el nord i cabussament. Es dividí la zona d'excavació en quadres d'un metre de costat i se'n realitzà una planimetria detallada mostrant la disposició de tot el material identificable o de més de 10 cm. Durant l'excavació se seguí un estricte protocol de conservació preventiva consistent a netejar la superfície del

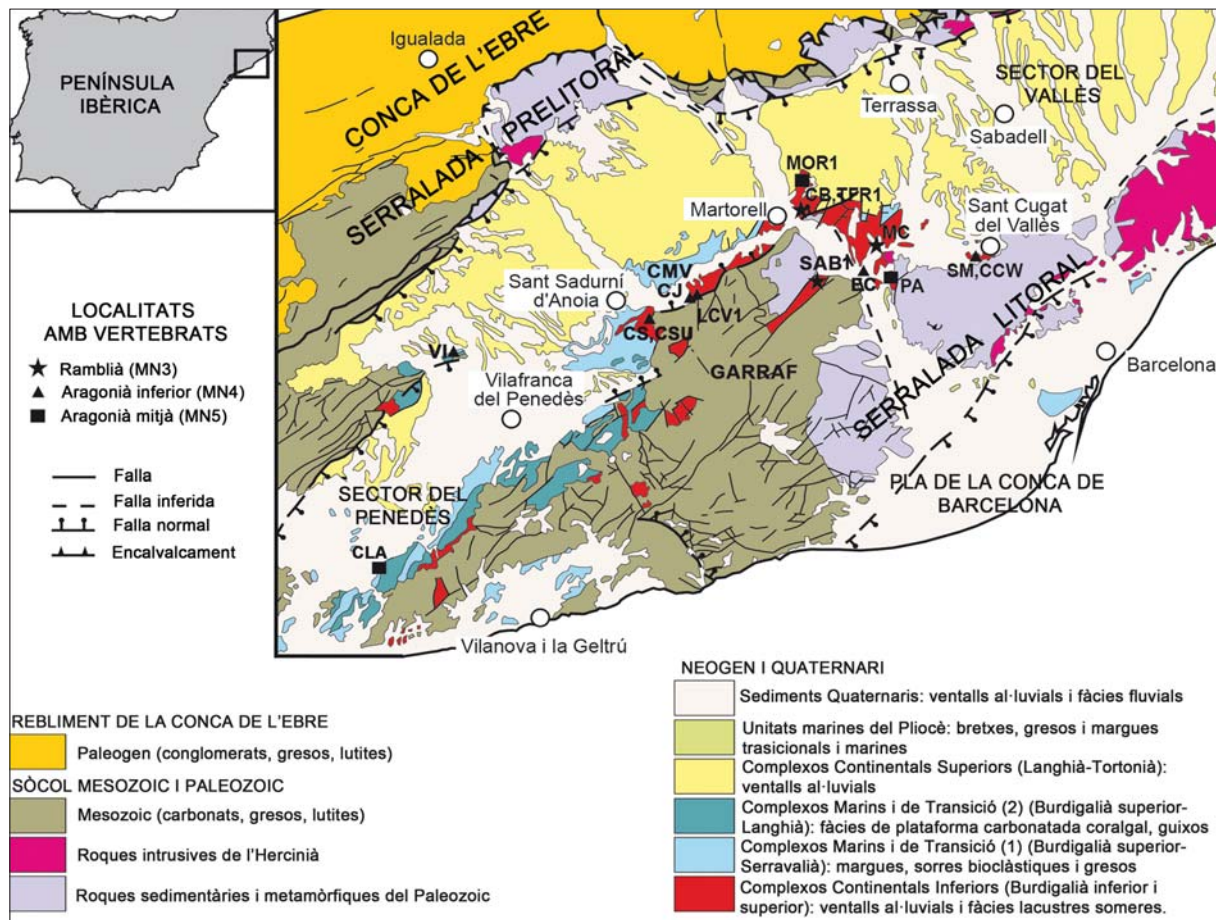
fòssil, delimitar-ne l'extensió i aplicar, en cas que escaigués, materials consolidants i/o adhesius. S'emprà el consolidant Paraloid® B-72 dissolt en acetona al 5% i en alguns casos un adhesiu nitrocel·lulòsic, que és reversible, ja que es pot dissoldre en acetona. Ateses les dimensions relativament petites dels exemplars recuperats, en cap cas fou necessari extreure peces en grans blocs protegits amb escuma de poliuretà (el que en argot paleontològic s'anomenen *mòmies*). Paral·lelament, tot el sediment remogut durant l'excavació fou rentat i sedassat.

Per últim, cal destacar que una gran part del temps i recursos d'aquest projecte es dedicaren a la revisió, preparació i catalogació de les col·leccions de microvertebrats recuperades per l'IPS durant les dècades dels vuitanta i noranta. Aquestes comprenen centenars d'exemplars provinents de diversos jaciments, incloent-hi les riques col·leccions de Sant Andreu de la Barca, els Casots, Vilobí del Penedès, les Escletxes del Papiol i el paleocarst de la Gornal. En el marc d'aquest projecte s'han preparat per a l'estudi i identificat de manera provisional més de 5.100 restes de micromamífers de diverses localitats del Miocè inferior i principis del Miocè mitjà.

#### 4. Situació i context geològic

Tots els jaciments coneguts del Miocè inferior de Catalunya se situen a la conca del Vallès-Penedès i subconques associades, com la petita fossa de Sant Andreu de la Barca (fig. 1). La conca del Vallès-Penedès es formà en el context de l'obertura de la Mediterrània occidental iniciat a l'Oligocè (Cabrera *et al.*, 2004, 2010; Roca *et al.*, 1999). Aquest procés es deriva de la subducció de l'escorça de l'antic oceà Mesozoic de Tetis per sota de la placa ibèrica i que s'originà com a conseqüència de la convergència entre les plaques tectòniques de l'Àfrica i Euràsia, iniciada ja al Cretaci superior. Els processos tectònics reactivaren les antigues falles normals de les serralades costaneres catalanes, formades durant el Mesozoic, que van generar una sèrie de conques de tipus





**Figura 1.** Mapa geològic simplificat de la conca del Vallès-Penedès on s'indiquen els principals jaciments del Miocè inferior i principis del Miocè mitjà. Els sediments del Miocè inferior apareixen marcats en color roig i afloren sobretot al marge meridional de la conca. Els acrònims pels diferents jaciments són: CB, la Costa Blanca; CCW, Can Cabanes Oest; CJ, Can Julià; CLA, Paleocarst de Clariana; CMV, Can Martí Vell; CS, els Casots; CSU, Cal Sutxet; EC, el Canyet; LCV1, les Cases de la Valenciana (nivell 1); MC, el Molí de Can Calopa; MOR1, la Riera del Morral (nivell 1); PA, les Escletxes del Papiol; SAB1, Sant Andreu de la Barca (nivell 1); SM, Sant Mamet; TFR1, el Turó de les Forques (nivell 1); VI, Vilobí del Penedès. Modificat a partir de Casanovas-Vilar et al. (2016a).

graben paral·leles a la costa, com les conques del Camp de Tarragona, el Pla de Barcelona i el Vallès-Penedès. El rebliment sedimentari d'aquestes conques es produí sobretot durant el Miocè i el Pliocè.

Pel que fa al Vallès-Penedès, per norma general el registre sedimentari del Miocè es divideix en tres grans unitats litoestratigràfiques d'edats diferents (Cabrera, 1981; Cabrera i Calvet, 1990; Cabrera et al., 1991, 2004): els Complexos Continentals Inferiors (del Miocè inferior), els Complexos Marins i de Transició (sobretot de principis del Miocè mitjà) i els Complexos Continentals Superiors (de

finals del Miocè mitjà i principis del superior; fig. 1-2). Posteriorment a la seva sedimentació, aquestes unitats foren erosionades en alguns sectors i recobertes per dipòsits d'edat pliocena i quaternària (fig. 1). La totalitat de jaciments de vertebrats continentals del Miocè inferior està inclosa en els anomenats *Complexos Continentals Inferiors* (CCI; fig. 1). La seva sedimentació s'inicià al Ramblia mitjançant ventalls al·luvials procedents dels relleus meridionals del marge de la conca (fig. 3). Atesa la seva proximitat als antics marges tectònicament actius de la conca, els dipòsits del Miocè inferior han estat sotmesos a un

tens procés de fracturació que els ha compartimentat en diversos blocs, fet que dificulta la correlació entre les successions reconegudes a cada un i determinar-ne la potència i l'extensió (Cabrera, 1981; Cabrera *et al.*, 1991). Les successions que afloren dels CCI descansen sobre un basament paleozoic al Vallès, mentre que al Penedès ho fan sobre materials del Mesozoic.

Novament, es reconeixen diverses unitats litoestratigràfiques dins els mateixos CCI (Cabrera, 1979, 1981; Agustí *et al.*, 1985). La més antiga és la Unitat Detrítica Inferior (UDI), que presenta una potència molt variable: és sols de pocs metres a Castellbisbal i arriba a diverses desenes de metres a Rubí. Consta de diferents subunitats, de les quals la primera està definida per bretxes granosuportades generalment de color vermell vinós o en alguns casos grises. Sobre les bretxes hi trobem conglomerats també granosuportats del mateix color amb bases erosives acanalades i de poca continuïtat lateral. Cabrera (1979, 1981) interpreta la subunitat de bretxes basals com dipòsits col·luvials de peu de

mont, mentre que els conglomerats suprajacents correspondrien ja a àrees de ventall al·luvial proximal, amb una àrea font situada als relleus meridionals.

La Unitat Detríticocarbonatada (UDC) és una unitat discontinua que aflora a diversos indrets de la conca, com el Turó de Can Calopa a Rubí, la Costa Blanca a Castellbisbal i els Casots a Subirats. La seva potència també és variable, mesura entorn de 150 m a l'àrea de Rubí i d'uns 65 m a Castellbisbal, per exemple. Consta d'una part basal definida per lutites de color vermell vinós que cap al sostre presenten decoloracions grises i blavoses. Després segueix un potent tram de carbonats de color ocre intercalats amb lutites d'un to gris. També poden aparèixer dipòsits de guix generalment al sostre dels carbonats (per exemple a la Costa Blanca). El sistema lacustre de Subirats forma part de la UDC i presenta unes característiques distintives (Cabrera, 1979, 1981; Agustí i Cabrera, 1980). No s'hi observen dipòsits de guixos i consta principalment de lutites grises i ocres ocasionalment intercalades amb nivells de carbonats i

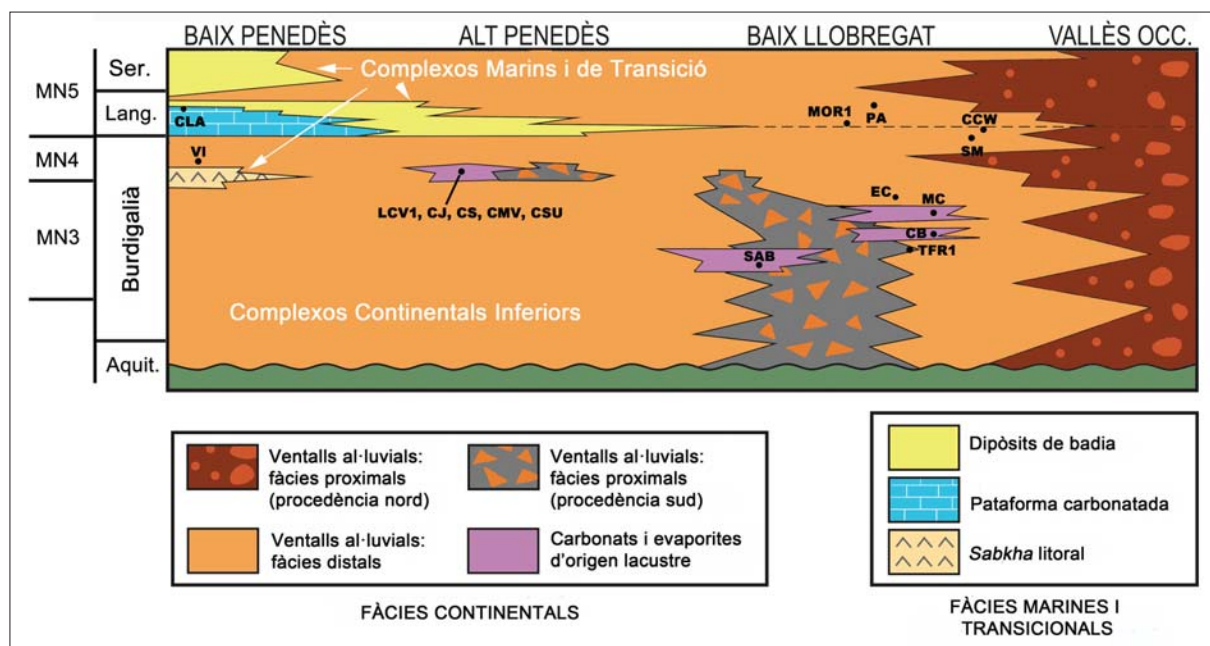


Figura 2. Esquema estratigràfic general dels dipòsits del Miocè inferior i principis del mitjà de la conca del Vallès-Penedès mostrant les principals unitats litoestratigràfiques (modificat a partir de Cabrera *et al.*, 1991 i De Gibert i Casanovas-Vilar, 2011). Noteu l'existència de diversos sistemes lacustres al Miocè inferior que contenen la majoria de localitats. Per als acrònims dels diferents jaciments vegeu la figura 1.

lignits de poca potència. En aquesta unitat se situen els principals jaciments de mamífers del Miocè inferior del Vallès-Penedès, incloent-hi no només els Casots sinó també els de Can Julià, Can Martí Vell i les Cases de la Valenciana a Gelida (Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a; Jovells-Vaqué *et al.*, 2018). En conjunt s'interpreten com zones distals de ventalls al·luvials on coexistien planes d'inundació amb ambients palustres i lacustres generalment efímers. A la subconca de Sant Andreu de la Barca hi afloren dipòsits d'edat i característiques similars que també són rics en fòssils de vertebrats.

Finalment, la Unitat Detrítica Superior (UDS) destaca com la més potent de les tres que defineixen els CCI (Cabrera, 1979, 1981; Agustí *et al.*, 1985; Cabrera *et al.*, 1991): arriba a assolir gairebé 600 m de potència i aflora al sector del Vallès i el Baix Llobregat (Rubí, Martorell; Parcerisa i Duocastella, 2002). Està formada per alternances de conglomerats, gresos i lutites de color vermell o ataronjat. Cabrera (1979, 1981) interpreta aquesta unitat com a corresponent a fàcies de mitjanes a distals de ventalls al·luvials, però que tindrien una àrea font situada als relleus septentrionals de la conca i un radi més gran de distribució de sediments que els associats a la UDI. La UDS és molt pobra en contingut fòssil, per bé que hi podríem situar les localitats del Papiol i Sant Mamet a Sant Cugat del Vallès (vegeu més avall).

Els CCI del Miocè inferior estan recoberts de manera discordant pels Complexos Marins i de Transició (CMT) que es relacionen amb els diversos polsos eustàtics que van permetre que les aigües marines envaïssin la conca des del seu marge sud-oest, connectat al Mediterrani (fig. 3). Durant el Miocè es poden reconèixer fins a tres seqüències sedimentàries marines (Agustí *et al.*, 1990; Cabrera *et al.*, 1991; De Gilbert i Casanovas-Vilar, 2011; Casanovas-Vilar *et al.*, 2019):

1. La més antiga data del Burdigalià superior (finals del Miocè inferior) i presenta una extensió limitada a l'àrea de l'Alt Penedès. Aquesta seqüència inclouria unitats d'evaporites, els anomenats guixos de Vilobí del Penedès, di-

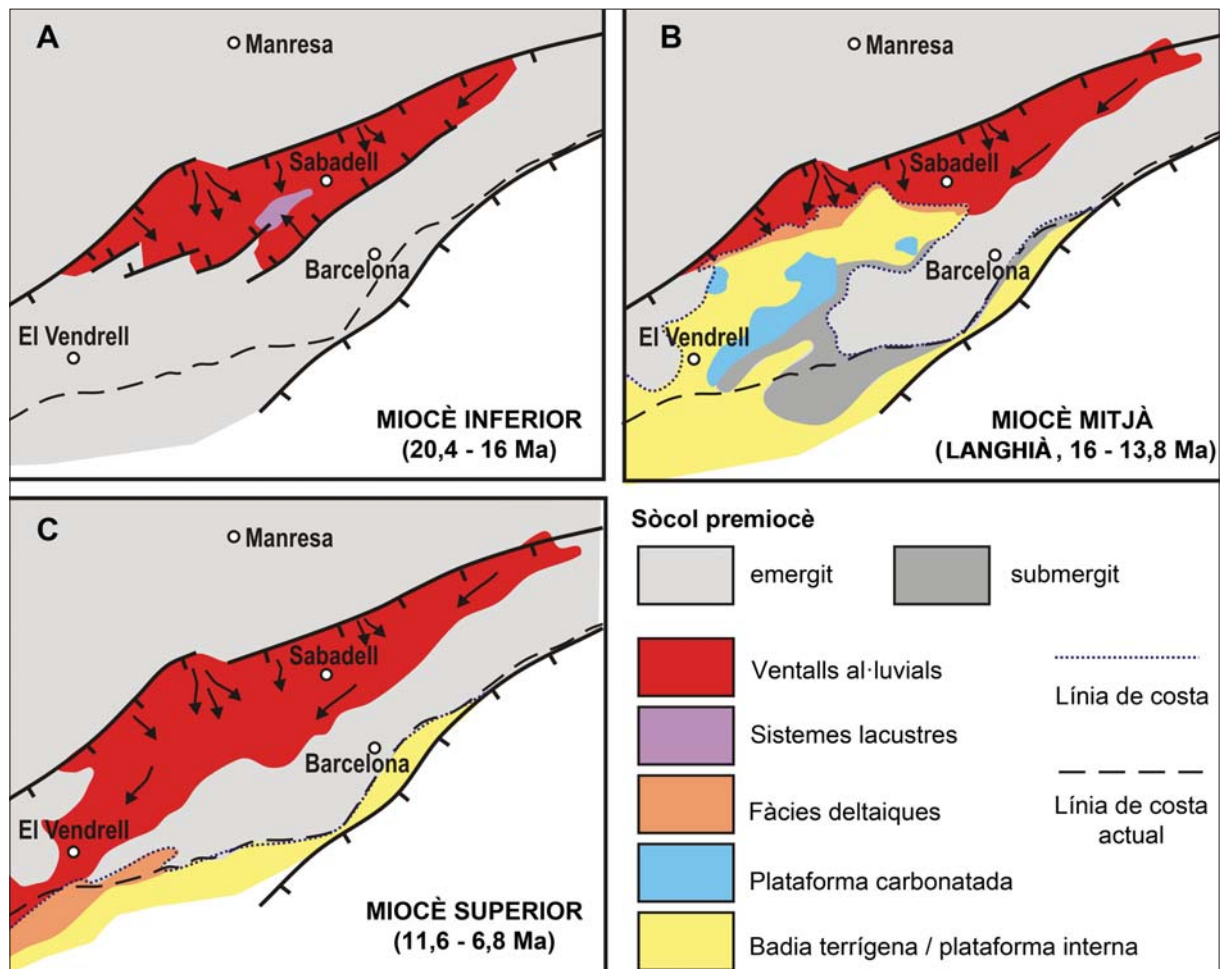
positats en *sabkhas* litorals (Ortí i Pueyo, 1976; Agustí *et al.*, 1990). El jaciment paleontològic de Vilobí del Penedès se situa just per sobre d'aquesta unitat de guixos.

2. La successió marina del Langhià (inici del Miocè mitjà, 16-13,6 Ma) és la més ben representada, tant per la seva distribució geogràfica com per la seva potència estratigràfica. Afectà tota la conca i en el seu punt àlgid el mar arribà fins a Cerdanyola del Vallès. En aquestes localitats hi trobem dipòsits formats per sorres i lutites dipositades en ventalls costaners relacionats amb sistemes al·luvials amb capçalera als relleus septentrionals de la conca. Aquests dipòsits passen lateralment a fàcies de margues grises blavoses molt riques en fauna, principalment mol·luscs. Contemporàniament a aquests sistemes terrígens es desenvoluparen extensos dipòsits de plataforma carbonatada al Penedès (Castellet i la Gornal, Sant Sadurní d'Anoia) i fins i tot en alguns punts del Vallès Occidental (el Papiol). Al marge sud-est de la conca s'hi formà un sistema d'esculls coral·lins franjants que arriba a assolir una longitud total de 20 km i una amplada màxima d'entre 1 i 2 km i que aflora especialment bé a la zona de Castellet i la Gornal, on arriba a assolir una potència màxima de 60 m (Permanyer, 1990; Cabrera *et al.*, 1991; Domènech *et al.*, 2011). Als petits alts estructurals de la conca també s'hi formaren petits sistemes d'esculls en pinacle (Sant Pau d'Ordal, Sant Sadurní d'Anoia; Permanyer, 1990; Cabrera *et al.*, 1991; Domènech *et al.*, 2011).

3. El tercer conjunt d'unitats marines respon a plataformes mixtes (detríticocarbonatades) que daten del Serraval·lià (Miocè mitjà) i que sols afloren prop del marge sud-oest de la conca (entorn del Vendrell). Recentment, les nostres prospeccions han demostrat la presència de dipòsits marins que daten d'inicis del Tortonià a punts de l'Alt Penedès (Sant Jaume de Domenys, Torrelles de Foix; Casanovas-Vilar *et al.*, 2019).

Finalment, sobre les diferents unitats dels CMT es desenvoluparen durant el Serraval·lià i el Tortonià (Miocè mitjà i superior) els anomenats Complexos Continentals Superiors (CCS), novament definits per dipòsits de ven-





**Figura 3.** Evolució paleogeogràfica de la conca del Vallès-Penedès durant el Miocè. **A)** La conca a finals del Miocè inferior (fa entre 20,4 i 16 Ma). Noteu el desenvolupament de zones lacustres a les àrees més deprimides de la conca **B)** La conca durant el màxim transgressiu del Langhià (principis del Miocè mitjà, fa entre 16 i 13,8 Ma). Els ambients marins somers (en groc) arriben fins al Vallès Occidental, i es desenvolupen diversos sistemes d'esculls franjants vorejant els relleus del marge sud-est de la conca. **C)** La conca durant el Miocè superior (fa entre 11,6 i 6,8 Ma). En enretirar-se les aigües del mar s'ha restablert la sedimentació continental per mitjà de ventalls al·luvials que tenen la capçalera situada als relleus del marge septentrional de la conca. Modificat a partir de De Gibert i Casanovas-Vilar (2011).

talls al·luvials. Els sistemes de ventalls tenien generalment un radi important i la seva àrea font se situava als relleus del marge septentrional de la conca (fig. 3). Tot i que l'ambient sedimentari és similar, la litologia dels CCS difereix de la dels CCI pel fet que no hi predominen els tons rojos intensos, sinó que hi són més freqüents els ocres, grocs i grisos (Agustí *et al.*, 1985; Cabrera i Calvet, 1990; Cabrera *et al.*, 1991; De Gibert i Casanovas-Vilar, 2011). Els CCS inclouen la majoria de jaciments amb mamífers fòssils de la conca del Vallès-Penedès (Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a).

## 5. Els jaciments de vertebrats continentals: situació, context geològic i edat

### 5.1. Els jaciments del Ramblà

Els dipòsits d'aquesta edat afloren sols al sector del Vallès de la conca, concretament en una petita franja adossada als relleus de la Serra-lada Litoral (fig. 1). Les successions estan afectades per falles més o menys importants que sovint les han desplaçat en blocs inconnexos

(Cabrera, 1981; Cabrera *et al.*, 1991). Exceptuant Sant Andreu de la Barca, els jaciments són en general pobres. La fauna recuperada permet correlacionar-los amb la biozona local A del Ramblà (Daams *et al.*, 1987; Daams i Freudenthal, 1989), equivalent a la part alta de la biozona de mamífers MN3 del Neogen europeu (vegeu Agustí *et al.*, 2001; Hilgen *et al.*, 2012). Per tant, la seva edat oscil·laria entre aproximadament els 19,5 i els 17 Ma (límits segons Larrasoña *et al.*, 2006; fig. 4). Així doncs, al registre del Vallès-Penedès li mancaria l'inici del Miocè (Agenià i Ramblà inferior, entre els 23 i 19,5 Ma).

### 5.1.1. Sant Andreu de la Barca

El jaciment de Sant Andreu de la Barca no se situa estrictament a la conca del Vallès-Penedès, sinó a una reduïda fossa que se separà durant les primeres etapes extensives (fig. 1). Cabrera (1979) és el primer a citar la presència de fòssils de vertebrats (estelles i dents de cocodrils) en dipòsits lacustres del Miocè inferior que afloren prop la piscina municipal. Tot i que també mostren influències evaporítiques, aquests nivells lacustres tenen unes característiques força diferents a d'altres de la mateixa edat del Vallès-Penedès, com per exemple la Costa Blanca. A Sant Andreu de la Barca els dipòsits de guixos són molt reduïts (Cabrera, 1979).

Poc després de les primeres troballes, Agustí (1981) descriu escasses restes de rosegadors recuperades en dos nivells diferents al barri del Palau, situats més al nord i avui desapareguts. A la dècada dels noranta es començà a construir un abocador als entorns de la piscina municipal i això motivà una intervenció d'urgència (Agustí i Galobart, 1997). Els resultats d'aquesta intervenció foren molt positius; es recuperaren nombroses restes de macrovertebrats en superfície durant una breu campanya d'excavació i també es localitzaren tres nivells rics en fòssils de microvertebrats (Agustí i Galobart, 1997). Es disposa d'una rica mostra de macrovertebrats, a més d'una col·lecció de micromamífers que

comprèn més de 140 exemplars identificats. Durant la campanya del 2011 es visità l'àrea del jaciment per comprovar que havia desaparegut totalment a causa de la clausura de l'abocador i la construcció d'unes noves pistes d'atletisme. La majoria d'afloraments de dipòsits del Miocè inferior en aquest sector també han desaparegut. Es tracta d'un fet especialment greu, ja que aquest jaciment representa un dels registres més antics de mastodonts a tota Europa (vegeu més avall).

### 5.1.2. El Turó de les Forques

Aquest jaciment es menciona per primer cop a Cabrera (1979) i també s'anomena *Turó del Telègraf*. Se situa entorn del punt geodèsic que hi ha al capdamunt del Turó de les Forques, ben a prop del pont del Diable de Martorell. A la dècada dels vuitanta s'hi recuperaren escasses restes en superfície i anys més tard, el 2005, es recol·lectà una petita mostra de prova per a l'estudi de microvertebrats (Robles *et al.*, 2005). Correspon a un petit aflorament de sols uns metres d'extensió de bretxes granosuportades de color gris que estan dipositades de manera discordant just a sobre del sòcol paleozoic (Cabrera, 1979). Els clastos són molt angulosos i formats per roques metamòrfiques paleozoiques (pissarres i lidites) que precisament en aquest punt constitueixen els materials del sòcol. Aquest nivell forma part de la UDI i defineix la base de la sèrie de la Costa Blanca (Cabrera, 1979; vegeu més avall); és un dels dipòsits més antics de tota la conca. S'interpreta com a dipòsits col·luvials d'esbaldregalls dipositats en zones amb influència palustre.

Considerant els resultats positius de Robles *et al.* (2005), a la campanya de prospeccions i mostratges del 2011 es recol·lectà una mostra d'aproximadament 1.500 kg de sediment. El material, encara en estudi, comprèn entorn de 300 dents postcanines de micromamífers, a més d'algunes restes de petits artiodàctils (*Cainotherium*) i cocodrils. La fauna de micromamífers inclou alguns gèneres que fins ara no s'havien citat al Miocè català, com per

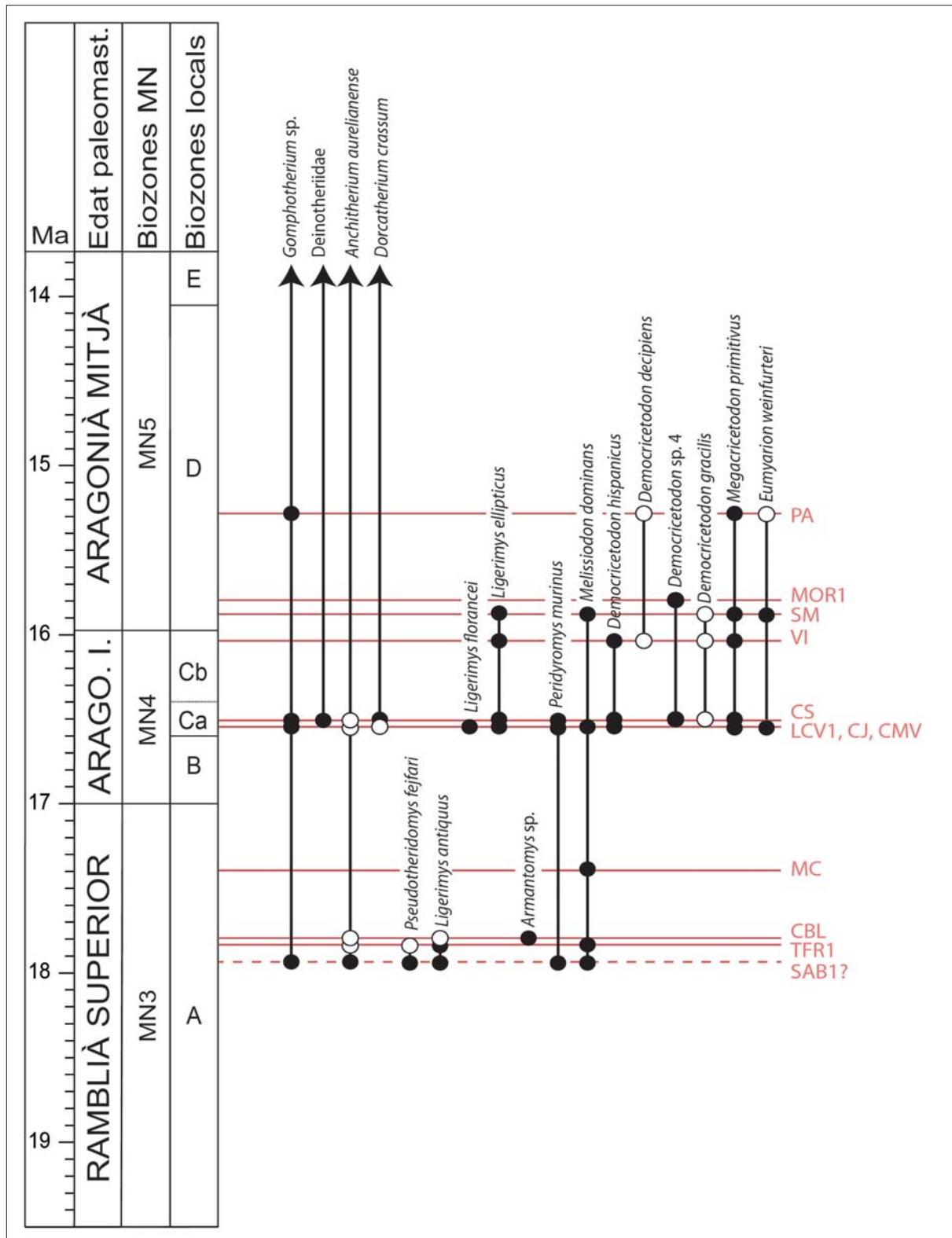


Figura 4. Correlació biostratigràfica dels principals jaciments amb mamífers fòssils del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès. També s’hi indiquen els rangs dels tàxons bioestratigràficament més importants. La presència d’un tàxon a una localitat s’indica amb un cercle negre, mentre que els cercles blancs indiquen una atribució incerta a aquell tàxon. Els límits de les edats paleomastològiques del Miocè europeu i les biozones MN segueix Hilgen et al. (2012), les biozones locals del Ramblí i l’Aragonià a l’àrea tipus són segons Van der Meulen et al. (2012). La posició de les localitats és aproximada i es basa en dades litoestratogràfiques i magnetoestratogràfiques inèdites. Pels acrònims dels diferents jaciments vegeu la figura 1.

exemple el glírid *Pseudotheridomys* o l'insectívor especialitzat *Chainodus* (Van den Hoek Ostende *et al.*, 2020).

### 5.1.3. La Costa Blanca

Els dipòsits del Miocè inferior estan ben representats a les urbanitzacions de la Costa Blanca i la Colònia del Carme, al límit del terme municipal de Castellbisbal. Nombroses carreteres i vies de tren creuen aquest indret, i ofereixen afloraments excel·lents de dipòsits lacustres i de plana al·luvial. Crusafont *et al.* (1955) són els primers a mencionar la troballa de fòssils en aquest indret, i anys més tard es descobreix un nivell més ric, anomenat Costablanca II, on predominen els fòssils de mida petita, com ara dents aïllades (Crusafont Pairó *et al.*, 1968). Posteriorment, Cabrera (1979) realitzà una sèrie estratigràfica detallada i situà els diferents nivells lutítics amb fòssils de vertebrats, així com diverses capes de carbonats i gresos riques en gastròpodes d'aigua dolça i macrorestes vegetals. Aquestes foren estudiades per Sanz de Siria Catalán (1981, 1993) que identificà fins a 30 tàxons diferents. Pel que fa als vertebrats, durant les dècades de 1980 i 1990 es recol·lectaren esporàdicament alguns exemplars en superfície i, més endavant, Robles *et al.* (2005) recol·lectaren una mostra de prova per a microvertebrats a la Costablanca II que donà resultats positius.

La sèrie miocena de la Costa Blanca té una potència de prop de 200 m i, per bé que està afectada per diverses falles, representa un dels millors afloraments del Ramblà a tota la conca (Cabrera, 1979). A la base de la sèrie, que també aflora al Turó de les Forques (vegeu més amunt), també hi trobem dipòsits de bretxes col·luvials directament reposant sobre el sòcol paleozoic. Segueix un potent tram (prop de 30 m) de lutites d'un color roig intens amb algunes intercalacions sorrenques que corresponen a dipòsits de plana al·luvial distal. Tots aquests dipòsits correspondrien a la UDI i donen pas gradualment a una successió cíclica de dipòsits lacustres corresponents a la UDC definits per carbonats i guixos (Cabrera, 1979, 1981). Els

sediments lacustres alternen amb lutites vermelles que correspondrien a fàcies distals de ventalls al·luvials (fig. 5A). L'alternança lutites-carbonats-guixos es repeteix diversos cops i reflecteix l'assecamment periòdic d'un petit sistema lacustre en un clima càlid i àrid (Cabrera, 1979, 1981; Cabrera *et al.*, 1991).

La sèrie de la Costa Blanca fou prospectada el 2011 i el 2014. Es constatà que les recents obres ferroviàries havien destruït bona part dels jaciments de flora, per bé que encara existeixen dipòsits equivalents a la trinxera del ferrocarril de rodalies de la línia R4. Pel que fa a les restes de vertebrats, es recuperaren una vintena de restes de petita mida a la superfície del jaciment de la Costablanca II. A més, es distingiren dos nivells potencialment rics en microvertebrats (CBL2-A i CBL2-B) i es mostrejà intensivament el més ric (CBL2-A), equivalent al ja mostrejat per Robles *et al.* (2005). En conjunt s'ha recuperat una rica col·lecció de micromamífers que inclou entorn de 60 exemplars i que permet fer-se una idea precisa de la fauna existent en aquest moment i afinar la datació. Hi destaca la presència d'*Armantomys*, un glírid endèmic de les conques interiors ibèriques i que no s'havia citat encara a Catalunya.

### 5.1.4. El Molí de Can Calopa

El Molí de Can Calopa (sovint anomenat *Molí Calopa*) és un jaciment situat a Rubí, al Polígon Industrial de Can Calopa, prop de les runes del mas i el molí que li dona nom. Les capes fossilíferes d'aquest indret es coneixen des de finals del segle XIX, quan Almera (1891, 1898, 1899) cita diversos punts que proporcionaren restes de mamífers. Més tard, Crusafont *et al.* (1955) recol·lectaren restes molt fragmentàries de vertebrats, però que representen una diversitat notable que inclou carnívors (amficionids, vivèrrids i fèlids), perissodàctils (rinoceròtids, èquids), artiodàctils (suïformes, cenotèrids, paleomerícids, cèrvids), lagomorfs, rosegadors i alguns rèptils. A més, és la localitat típica de l'espècie *Heteroxerus rubricati* Crusafont *et al.*, 1955, un





**Figura 5.** *Jaciments del Miocè inferior i principis del Miocè mitjà de la conca del Vallès-Penedès. A) La sèrie lacustre de la Costa Blanca (Castellbisbal) prop la trinxera del ferrocarril. Observeu l'alternança cíclica de trams lutítics grisos i de carbonats i guixos menys potents. B) Afloraments de conglomerats, gresos i lutites roges entorn del Molí de Can Calopa (Rubí). C) Excavació d'un fèmur del rinoceront *Dromoceraetherium mirallesi* a les Cases de la Valenciana (Gelida). L'exemplar preparat es mostra a la figura 7C. D) Afloraments de dipòsits lacustres a Can Martí Vell (Gelida). Els nivells de lutites grises, clarament visibles, corresponen a jaciments de microvertebrats. E) Els pèlags de Vilobí del Penedès. Els nivells grisos corresponen a la unitat de guixos que s'havia explotat comercialment, mentre que els nivells de lutites ocre que hi ha per sobre s'associen a fàcies transicionals i inclouen un ric jaciment de microvertebrats. F) Vista d'una de les pedreres de Clariana (Castellet i la Gornal). Els nivells blancs són fàcies esculloses molt diagenetitzades que s'exploten comercialment, els dipòsits marronosos (a la dreta de la imatge) que reposen discordantment a sobre corresponen a fàcies continentals (ventall al·luvial) del Miocè mitjà. En alguns punts les fàcies esculloses presenten fissures i petites dolines, originades al Miocè mitjà, extremadament riques en fòssils de microvertebrats.*

esquirol terrestre. Tot aquest material històric segurament provenia de diversos nivells fòssils entorn de la masia de Can Calopa.

En aquest indret els dipòsits miocens destaquen pel seu marcat to roig vinós i consisteixen en alternances de lutites, gresos i conglomerats (fig. 5B). Els conglomerats defineixen dipòsits potents i de gran continuïtat lateral i predominen a la part baixa de la sèrie, mentre que a la part alta s'imposen els sediments lutítics (Cabrera, 1979, 1981; Parcerisa i Duocastella, 2002). Aquests sediments terrígens s'interpreten com a dipòsits proximals a distals marginals de petits ventalls al·luvials de radi curt i són recoberts per sediments lacustres (lutites grises, margocalcàries, petits nivells de guixos) que defineixen el relleu del Turó de Can Calopa. Aquests dipòsits correspondrien a petits llacs primer perennes i carbonàtics i finalment carbonàtics evaporítics efimers desenvolupats a la zona distal dels ventalls al·luvials i formen part de la UDC, mentre que els trams lutítics de la part baixa de la sèrie corresponen a la UDI (Cabrera, 1979, 1981). Durant la intervenció del 2011 es prospectaren els trams de lutites vermelles i es recol·lectaren dues mostres de prova per a l'estudi de microvertebrats. En ambdós casos els resultats foren positius, encara que sols es recuperaren algunes restes de lagomorf del gènere *Lagopsis*. El jaciment se situa molt a prop d'un actiu polígon industrial i podria veure's afectat per possibles ampliacions.

### 5.1.5. Jaciments menors del Ramblíà

Crusafont *et al.* (1955) mencionen una sèrie de jaciments poc importants entorn de Rubí: Ca n'Estaper, Torrent de can Serrafussà, el Fallol, Torrent de Vilaroc i Ca n'Ubach. A excepció del Fallol (situat en nivells equivalents al jaciment de Molí Calopa, immediatament per sota dels primers nivells lacustres carbonàtics), la ubicació de la majoria d'aquests jaciments és imprecisa, encara que sabem que tots ells eren més moderns i molts se situaven lleugerament al nord del Turó de Can Calopa, del qual quedaven separats per una falla. És molt possible

que l'expansió dels polígons industrials del terme de Rubí hagi destruït aquests jaciments. També a Rubí, Blaya Martí (2014) cita la presència d'icnites de vertebrats, corresponents per exemple a petits artiodàctils, a la pedrera de Can Balasc, al nord de les localitats esmentades. Aquestes icnites se situen en lutites roges pocs metres per sota de nivells marins que podrien correspondre al Miocè inferior. En el marc de les darreres campanyes d'intervencions s'han prospectat sense èxit aquests nivells.

### 5.2. Els jaciments de l'Aragonià inferior

Els dipòsits d'aquesta edat afloren tant al sector del Vallès com al del Penedès, però generalment prop dels relleus de la Serralada Litoral (fig. 1). Els jaciments coneguts són força més rics que els del Ramblíà, principalment els del sector del Penedès. La fauna recuperada permet correlacionar-los amb la biozona local C de l'Aragonià inferior (Daams *et al.*, 1999; Van der Meulen *et al.*, 2012), equivalent a la part alta de la biozona de mamífers MN4 (vegeu Agustí *et al.*, 2001; Hilgen *et al.*, 2012; fig. 4). Per tant, la seva edat oscil·laria entre aproximadament els 16,5 i els 16 Ma (límits segons Van der Meulen *et al.*, 2012). A l'àrea tipus de l'Aragonià, la conca de Calatayud-Montalbán, la biozona C es divideix en dues subzones, Ca (16,5-16,3 Ma) i Cb (16,3-16 Ma), que mostren diferents associacions de rosegadors eòmids i cricètids (Van der Meulen *et al.*, 2012). Pel que fa als eòmids, durant la subzona Ca coexisteixen dues espècies del gènere *Ligerimys*, *Ligerimys florancei* i el seu suposat descendent *Ligerimys ellipticus*. També caracteritza la subzona Ca la primera aparició del cricètid *Megacricetodon primitivus* i la presència del cricètid *Democricetodon decipiens*, que passa a reemplaçar *Democricetodon hispanicus*, propi de la biozona B i la part terminal de l'A. A la subzona Cb *Ligerimys ellipticus* és l'única espècie d'eòmid present a Calatayud-Montalbán, i *Democricetodon moralesi* passa a reemplaçar el seu antecessor *D. decipiens*. Cal destacar que al registre del Vallès-Penedès hi manca la part



més baixa de l'Aragonià (biozona local B), que representa un hiata de mig milió d'anys (17,0-16,5 Ma). Pel que fa a la zona C, hi està molt ben representada, i basant-nos en les diferents espècies de *Ligerimys* presents podríem correlacionar algunes localitats amb la subzona Ca (les Cases de la Valenciana, Can Martí Vell) i d'altres amb la Cb (per exemple, els Casots, Vilobí del Penedès, Sant Mamet; vegeu Jovells-Vaqué *et al.*, 2017, 2018). Això no obstant, cal remarcar que la successió de cricètids és diferent al Vallès-Penedès, on l'espècie *D. hispanicus* persisteix durant la zona C (Jovells-Vaqué *et al.*, 2017, 2018). D'altra banda, les espècies *D. decipiens* i *D. moralesi* no han pogut ser identificades amb fiabilitat, i en cas de ser-hi presents es registrarien durant la subzona Cb (els Casots, Vilobí del Penedès, Sant Mamet, Can Cabanes Oest) i també durant la zona D (Riera del Morral, Escletxes del Papiol). Presenten, per tant, un rang més llarg que a Calatayud-Montalbán (vegeu Van der Meulen *et al.*, 2012). Aquestes diferències fan que sigui recomanable certa precaució a l'hora de correlacionar les localitats del Vallès-Penedès amb la biozonació local de la conca aragonesa, ja que és probable que els límits de les biozones no coincideixin exactament. Els estudis magnetoestratigràfics en curs permetran escatir aquesta qüestió. Finalment, cal remarcar que el límit superior de la subzona Cb i l'inici de l'Aragonià mitjà (Miocè mitjà) generalment es defineix per l'extinció de *Ligerimys ellipticus* (Hilgen *et al.*, 2012; Van der Meulen *et al.*, 2012). Aquesta espècie està absent a localitats com les Escletxes del Papiol i la Riera del Morral, que ja correspondrien al Miocè mitjà.

### 5.2.1. Les Cases de la Valenciana

Els jaciments del terme de Gelida inclouen aquesta localitat, a més de Can Martí Vell i Can Julià, i tots se situen entorn de la carretera C-243b, en dipòsits de lutites grises corresponents a la UDC de Subirats, associada a antics llacs soms i estacionals i també a zones palustres (Cabrera, 1979, 1981; Agustí i Cabrera, 1980). Les Cases de la Valenciana

fou descobert fa més de 60 anys (Crusafont i Villalta, 1952; Crusafont *et al.*, 1955) i lliurà algunes restes de vertebrats, incloent-hi carnívors amficióndids, cèrvids, tragúlids, tortugues i petits cocodrils. Per bé que altres jaciments de Gelida foren mostrejats posteriorment (vegeu més avall), les Cases de la Valenciana restà abandonat i sols fou visitat per paleontòlegs *amateurs* que fins i tot recolliren algunes restes de mamífers (Vicente Castells, 1987). Molt més tard es descobriren restes de macrovertebrats en un nivell de calcàries situat a pocs metres per sobre del jaciment (Robles *et al.*, 2005) que serien retirades en una intervenció d'urgència força més tard (Llenas Avellandeda, 2015).

D'altra banda, fa pocs anys, l'ampliació del voral de la carretera en aquest indret deixà al descobert algunes restes de rinoceròtid que nosaltres localitzàrem durant la campanya de prospecció del 2011. Això motivà una sèrie de campanyes successives d'excavació sistemàtica i mostratge durant els anys 2012, 2014 i 2015 amb resultats molt positius. Gràcies a aquestes intervencions s'han recuperat entorn de 450 restes de macrovertebrats i un nombre lleugerament superior de restes identificables de microvertebrats. Destaca, però, la troballa de dos esquelets parcials, un d'atribuïble a la tortuga gegant *Titanochelon cf. bolivari* (Luján *et al.*, 2017; fig. 7E-F) i un altre del rinoceròtid *Dromoceraetherium mirallesi* (Sanisidro *et al.*, 2018; fig. 5C, 7A-C), una espècie molt mal coneguda i actualment en estudi. Pel que fa a la fauna de petits mamífers, inclou una diversitat més que notable de rosegadors, 11 espècies entre esciúrids, glírids, eòmids i cricètids que han permès correlacionar el jaciment amb la subzona local Ca de l'Aragonià (16,5-16,3 Ma, Jovells-Vaqué *et al.*, 2018; fig. 4). Els petits mamífers també inclouen una espècie de lagomorf ocotònid, tres d'insectívors i el petit marsupial *Amphiperatherium* (Jovells-Vaqué *et al.*, 2018). Les excavacions i estudis dedicats a aquest jaciment despertaren l'interès dels veïns i les autoritats municipals de Gelida, fet que comportà la realització de jornades de portes obertes durant les campanyes d'excavació i fins i tot l'edició d'un petit volum divulgatiu (Casanovas-Vilar *et al.*, 2018).

### 5.2.2. Can Martí Vell

Es tracta d'un jaciment descobert a finals de la dècada dels setanta per Lluís Cabrera en el marc d'un estudi de l'estratigrafia dels dipòsits del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès (Cabrera, 1979, 1981). Comprèn diversos nivells fossilífers situats en argiles de color grisós associats a la UDC de Subirats que afloren entorn de la masia de Can Martí de Dalt (fig. 5D), a tocar de la carretera C-243b entre Gelida i Sant Sadurní d'Anoia (Agustí i Cabrera, 1980). Es mostrejaren dos nivells que lliuraren una rica mostra de microvertebrats, que comprèn sobretot rosegadors, descrita per Agustí (1983) i que inclouen cricètids, eòmids i diversos glírids. La microfauna és molt semblant a la recuperada a les Cases de la Valenciana (Jovells-Vaqué *et al.*, 2018), fet que indica que els dos jaciments tenen una edat similar (subzona local Ca, 16,5-16,3 Ma). El 2015 es realitzaren obres per habilitar els camps entorn de la masia de Can Martí de Dalt per plantar-hi vinya, fet que afectà els jaciments i comportà una intervenció paleontològica d'urgència. En aquesta intervenció es recol·lectaren de nou mostres de prova de tres nivells (CMV1, CMV2, CMV3), que donaren resultats positius. Es decidí mostrejar intensivament el nivell més ric, CMV3, que arribà a lliurar prop de 500 restes identificables de micromamífers (Llenas Avellaneda *et al.*, 2016), fet que el converteix en un dels jaciments més rics en microvertebrats del Miocè inferior de tota la Conca del Vallès-Penedès, rivalitzant amb els Casots. La fauna recuperada és anàloga a la descrita per Agustí (1983), però permet afegir-hi diversos rosegadors que encara no s'havien citat d'aquesta localitat, una fauna d'insectívors molt diversa i el marsupial *Amphiperatherium* (Llenas Avellaneda *et al.*, 2016; Van den Hoek Ostende *et al.*, 2020).

### 5.2.3. Can Julià

El jaciment de Can Julià se situa a la mateixa carretera i fàcies que Can Martí Vell i les Cases de la Valenciana (vegeu més amunt) i fou donat a conèixer per Crusafont *et al.* (1955). De tots

els jaciments de Gelida descoberts per Crusafont i els seus col·laboradors aquest fou el que lliurà el màxim nombre de restes, incloent-hi fèlids (el mal conegut *Felis vireti*), mastodonts (*Gomphotherium angustidens*), rinoceròtids (és la localitat tipus de *Dromoceratherium mirallesi*), suïds, cèrvids i paleomerícids (Crusafont *et al.*, 1955). A finals de la dècada dels setanta, en el marc d'un estudi detallat de la geologia d'aquests dipòsits (Cabrera, 1979, 1981), es mostrejaren els nivells de Can Julià i es recolliren algunes mostres pel rentat que lliuraren alguns rosegadors (Agustí i Cabrera, 1980; Agustí, 1981). La fauna sobretot inclou glírids, però la presència de l'eòmida *Ligerimys ellipticus* i del cricètid *Megacricetodon primitivus* permet correlacionar aquest jaciment amb la biozona local C de l'Aragonià; indica, doncs, una edat propera a les altres localitats de Gelida (Agustí i Cabrera, 1980; Agustí, 1981; Agustí *et al.*, 1985). Aquest jaciment fou parcialment afectat per obres d'urbanització en algun moment de la dècada dels vuitanta i en l'actualitat es troba molt cobert de vegetació.

### 5.2.4. Els Casots, Cal Sutxet i les Mines de la Font Santa

Tots aquests jaciments formen part de la UDC de Subirats i se situen a l'entorn del terme dels Casots, entre Subirats i Sant Sadurní d'Anoia. Es tracta de dipòsits associats a ambients lacustres soms en què alternava cíclicament la sedimentació dominant de lutites amb la menys desenvolupada de calcàries, i amb la formació ocasional de dipòsits poc potents de carbó (Cabrera, 1979, 1981; Agustí i Cabrera, 1980). Als antecedents històrics ja hem parlat de la troballa de les primeres restes de vertebrats fòssils descobertes a Catalunya a les mines de lignits, avui abandonades i inundades.

Pel que fa a l'excel·lent jaciment dels Casots, és increïblement ric; representa la localitat més important del Miocè inferior de la conca i una de les principals d'Europa. Fou descobert per Toni Adell, veí de Sant Sadurní d'Anoia, el 1989 i s'excavà en diverses campanyes sota la direcció de Salvador Moyà-Solà (IPS) durant



la dècada dels noranta (Moyà-Solà i Rius Font, 1993; Casanovas-Vilar *et al.*, 2011b). En total es recuperaren més de 3.000 restes de macrovertebrats, incloent-hi alguns esquelets molt complets de carnívors amficionids (*Amphicyon olisiponensis*), suïds (*Eurolestriodon adelli*) i remugants paleomericids (*Ampelomeryx ginsburgi*). També es recuperà una abundant mostra de microvertebrats que inclou centenars d'exemplars, sobretot rosegadors. La fauna ha estat ben estudiada, especialment els artiodàctils, carnívors, rosegadors i cocodrils, però s'ha dedicat poca atenció als altres grups. Els Casots és la localitat típica de dues espècies de mamífers, el paleomericid *Ampelomeryx ginsburgi* (Duranthon *et al.*, 1995) i el suïd *Eurolestriodon adelli* (Pickford i Moyà-Solà, 1995), espècie dedicada al descobridor del jaciment. L'estudi dels rosegadors en particular ha permès afinar la cronologia d'aquest jaciment i situar-lo a la subzona local Cb de l'Aragonià; per tant, seria lleugerament més recent que els jaciments de Gelida (16,3-16 Ma; Jovells-Vaqué *et al.*, 2017; fig. 4). Actualment, l'ICP ha reprès les excavacions al jaciment dels Casots combinant-les amb un ambiciós pla de conservació i socialització en col·laboració amb l'Ajuntament de Subirats.

Finalment, cal fer menció del jaciment de Cal Sutxet, que se situa molt a prop del dels Casots, a tocar de la masia que du el mateix nom. Aquest jaciment fou descobert durant la campanya de prospeccions del 2011 i se'n recollí una mostra de prova. El que el fa remarcable és que es troba en materials situats de manera discordant just damunt del sòcol premiocè, que en aquest punt de la conca consisteix en carbonats mesozoics (Casanovas-Vilar *et al.*, 2011b, 2016a). Aquests materials estan formats per una matriu dominant de lutites ocre que engloben grans clastes i blocs de calcàries cretàiques. La matriu lutítica conté, entre d'altres, macrorestes vegetals i traces d'edafització palustre. Aquest dipòsit registraria l'acció de fluxos massius, colades, dominats pel fang. Així doncs, Cal Sutxet se situa en els dipòsits més antics de la conca en aquest sector, i representa una situació anàloga a la del Turó de

les Forques (vegeu més amunt). La fauna de rosegadors recuperada és escassa però similar a la dels Casots, fet que permet suposar una edat equivalent.

### 5.2.5. Vilobí del Penedès

Al terme de Vilobí del Penedès hi ha una sèrie de pedreres abandonades on s'han format petits llacs que avui representen un espai d'interès natural conegut com els Pèlags de Vilobí. Els guixos que s'hi explotaven defineixen una potent unitat litostratigràfica d'uns 60 m de gruix que es diposità en el context de llacunes salades litorals (*sabkhas*) a finals del Miocè inferior (Burdigalià superior). Aquests guixos alternen amb fines capes de lutites i carbonats al tram basal i després esdevenen més massius (Ortí i Pueyo, 1976; Agustí *et al.*, 1990; fig. 5E). Tota la unitat està recoberta per un tram de margues de colors ocre i finalment una lumauella d'ostreïdes, que representen ambients somers i de transició (Agustí *et al.*, 1990). Els nivells margosos han lliurat foraminífers bentònics (Magné, 1978) i una rica mostra de pol·len fòssil que indica la presència de manglars costaners (Bessedik i Cabrera, 1985).

Magné (1978) fou el primer en citar la presència de microvertebrats (una única molar atribuïda al cricètid *Megacricetodon minor*) en aquesta lumauella. Altres autors hi afegixen escasses restes de rosegadors del mateix nivell (Aguilar, 1981; Agustí *et al.*, 1985, 1990). Durant la dècada dels noranta investigadors de la Universitat de Barcelona i l'IPS recol·lectaren mostres d'aquest jaciment que anomenaren *Vilobí Ostrea*, així com d'un nivell inferior situat a les intercalacions lutítiques a la base de la unitat de guixos. Cap d'aquestes mostres havia estat estudiada. La mostra del tram inferior (anomenada *Vilobí 1*) no lliurà cap resta diagnòstica, però la de la lumauella superior ha proporcionat una mostra que inclou més de 300 dents identificables de rosegadors (cricètids, eòmids, glírids, esciúrids), insectívors (erinaceïdes, sorícids) i lagomorfs. La presència, encara que pràcticament anecdòtica, del rosegador eòmid *Ligerimys ellipticus*, indica

que aquest jaciment data de finals del Miocè inferior, subzona Cb (fig. 4), i que tindria una edat propera als 16 Ma. Destaca també la troballa del cricètid *Democricetodon* cf. *decipiens*, propi de les conques de l'interior de la península Ibèrica i citat per primer cop a Catalunya.

### 5.2.6. Sant Mamet

Aquest jaciment, donat a conèixer per Crusafont *et al.* (1955), es troba situat al terme de Sant Cugat del Vallès, a un petit turó on s'aixeca l'ermita de Santa Maria de Campanya (dedicada al sant que dona nom al jaciment). A la dècada dels cinquanta en aquest indret hi havia un terral, fet que va permetre recuperar una rica fauna de vertebrats, generalment de mida petita, que inclou rosegadors, artiodàctils i carnívors (Crusafont *et al.*, 1955; Agustí *et al.*, 1985). Sant Mamet és la localitat tipus de diverses espècies de mamífers (Crusafont *et al.*, 1955), entre les quals, el diminut artiodàctil *Cainotherium miocaenicum*, molt abundant als jaciments del Miocè inferior a tota la conca. La col·lecció clàssica del jaciment prové de diversos nivells diferents que segurament han desaparegut arran de la construcció del polígon industrial de Sant Mamet III. Durant l'ampliació del polígon industrial, a principis de la dècada dels noranta, es prospectà la zona i es recolliren algunes mostres de prova per a l'estudi de microvertebrats que lliuraren escasses dents de rosegadors i lagomorfs. Més o menys al mateix temps, se situaren els nivells fossilífers en sèrie magnetoestratigràfica (Garcés Crespo, 1995). Els nivells fossilífers, tant els clàssics com els visibles actualment, corresponen a lutites situades per sota d'una lumaquel·la d'ostreïds del Miocè mitjà (Languià) on s'aixeca l'ermita. Els estudis magnetoestratigràfics han permès relacionar aquest tram lutític amb el cron C5Br (Garcés Crespo, 1995), fet que implicaria una edat que oscil·laria entre els 16 i 15 Ma, que seria coherent amb la informació aportada per la fauna.

Durant la campanya del 2016 es localitzaren dos nivells grisos rics en restes de microverte-

brats a un dels vessants del turó on hi ha l'ermita, una desena de metres per sota la lumaquel·la. El 2017 es mostrejà intensivament el nivell més ric i es recuperà una cinquantena de restes identificables de petits mamífers (rosegadors, lagomorfs i insectívors) a més d'algunes dents aïllades de *Cainotherium miocaenicum* i d'un petit suïd. La fauna de rosegadors recuperada inclou els cricètids *Megacricetodon primitivus*, *Democricetodon* cf. *decipiens*, *Democricetodon gracilis* i un únic eòmid, *Ligerimys ellipticus*, fet que afavoreix una correlació amb la subzona local Cb de l'Aragonià i per tant una edat propera als 16 Ma (fig. 4).

### 5.2.7. Can Cabanes Oest

Aquest jaciment se situa també a Sant Cugat, a menys d'un quilòmetre del jaciment de Sant Mamet (vegeu més amunt) i en un context sedimentari similar. Localitzat a un talús de la línia de ferrocarril de rodalies R8, prop del Centre d'Alt Rendiment Esportiu, es tracta d'un nivell de lutites grises situat just per sota d'una lumaquel·la corresponent al Miocè mitjà i lliurà escasses restes de rosegadors (De Gibert i Robles, 2005). Se situa en fàcies de transició i hi són abundants els *burrows* (galeries fossilitzades d'animals excavadors) de crustacis decàpodes (De Gibert i Robles, 2005). El 2015 es recol·lectà una nova mostra de prova d'aquest nivell que permeté recuperar algunes restes de rosegador, però el jaciment és massa pobre per justificar un mostratge intensiu. Tenint en compte la seva posició estratigràfica i la fauna recuperada se li assigna una edat pràcticament equivalent a la de Sant Mamet.

### 5.2.8. Jaciments menors de l'Aragonià inferior

Existeixen, o més ben dit existien, diverses localitats d'aquesta edat que foren donades a conèixer per Crusafont *et al.* (1955). Entre aquestes destaquen Can Canals, Can Cerdà i Can Mas, tres localitats situades entorn del Papiol, als dipòsits d'argiles vermelles que hi ha al nord i nord-oest de la vila i situades alguns

metres per sota de les lumaquel·les del Miocè mitjà i clarament per sota de la localitat de les Escletxes del Papiol. Correspondrien, per tant, a la UDS dels CCCI. En general es tracta de localitats pobres, però que lliuraren algunes troballes espectaculars, com una magnífica mandíbula del mastodont *Gomphotherium angustidens* en el cas de Can Mas (Crusafont *et al.*, 1955). D'altra banda, a Can Cerdà es recuperà un fèmur de pangolí (*Necromanis cf. francònica*), un grup escassament representat al registre fòssil europeu (Alba *et al.*, 2018). Tots aquests jaciments foren destruïts a causa de l'activitat de les pedreres a les rodalies del Papiol i a la posterior construcció d'abocadors en aquests emplaçaments. Altres localitats prou importants inclouen el Canyet, entorn de Castellbisbal i avui desapareguda, i la Vinya Vella, al nord d'Esparreguera. Aquest darrer jaciment destaca pel fet que és l'únic jaciment suposadament del Miocè inferior que no se situa prop del marge meridional de la conca.

### 5.3. Els dipòsits marins i els jaciments de l'Aragonià mitjà

La part més baixa del Miocè mitjà és una època mal representada als dipòsits continentals de la conca del Vallès-Penedès, ja que durant aquest període bona part de la conca fou envaïda per mars poc profunds en el decurs de diversos episodis transgressius (Agustí *et al.*, 1990; Cabrera *et al.*, 1991; De Gibert i Casanovas-Vilar, 2011; Casanovas-Vilar *et al.*, 2016a). Els escassos jaciments continentals els trobem generalment en fàcies de transició o molt propers als nivells marins. Cal destacar les Escletxes del Papiol, que se situa en dipòsits ben diferents, en nivells lutítics rojos entre els nivells de lumaquel·les del Langhià i les calcàries esculloses que defineixen les anomenades *Escletxes del Papiol*, d'edat lleugerament més recent. Mostrejat el 1990, ha lliurat una rica mostra de micromamífers que inclou més de 130 restes dentals identificables, la majoria corresponents al cricètid *Megacricetodon primitivus*. L'absència de l'eòmid *Ligerimys* permet correlacionar aquesta

localitat amb la biozona local D, corresponent a inicis de l'Aragonià mitjà (MN5; vegeu Van der Meulen *et al.*, 2012, fig. 4).

Entre les localitats d'aquesta edat també destaca la Riera del Morral, descoberta en el marc de la campanya de prospecció del 2015 i situada en dipòsits transicionals al terme municipal d'Abrera, prop de Santa Maria de Vilalba. Se'n recol·lectà una mostra per a l'estudi de microvertebrats el 2016 que sols lliurà algunes dents d'una espècie de gran mida del cricètid *Democricetodon* (Casanovas-Vilar i Jovells-Vaqué, 2017), de morfologia semblant a *Democricetodon moralesi*, una espècie pròpia de l'Aragonià inferior (Van der Meulen *et al.*, 2012).

Finalment, el millor jaciment d'aquesta edat a la Conca del Vallès-Penedès és el paleocarst de Clariana, a Castellet i la Gornal a les pedreres de carbonat al sud-oest del municipi. Aquestes estan actives i exploten el sistema d'esculls franjants del Langhià, que aquí estan molt afectats per la diagènesi i destaquen pel seu color blanc intens (Permanyer, 1990; Agustí *et al.*, 1990, Cabrera *et al.*, 1991, 2004; Domènech *et al.*, 2011; fig. 5F). Durant el Miocè mitjà, en retirar-se les aigües, aquests esculls quedaren emergits i a causa dels processos de cavitats càrstiques on s'acumularen nombroses restes de vertebrats, sobretot micromamífers (Cabrera, 2000). Aquestes són més aviat menudes, en forma d'embut o bé de petita dolina. Algunes foren mostrejades per un equip de l'IPS a mitjans de la dècada dels noranta i figuren a les col·leccions de l'IPS amb el nom de la *Gornal*. D'altres, descobertes en el marc de les nostres campanyes de prospecció, es mostrejaren més recentment. Són excepcionalment riques en restes de mamífers de mida petita i mitjana, i en conjunt han lliurat entorn de 3.000 dents identificables només de petits mamífers. Tot i l'enorme quantitat d'exemplars, la microfauna recuperada és poc diversa i inclou sobretot cricètids dels gèneres *Cricetodon*, *Democricetodon* i *Megacricetodon* (Casanovas-Vilar *et al.*, 2019). La presència de *Cricetodon* indica que aquesta localitat correspon a l'Aragonià mitjà (biozona local E, MN5; vegeu Van der Meulen

et al., 2012) i que seria força més recent que les Escletxes del Papiol i la Riera del Morral.

## 6. Faunes i paleoambient al Miocè inferior

### 6.1. El Ramblíà (ca. 19,5-17 Ma)

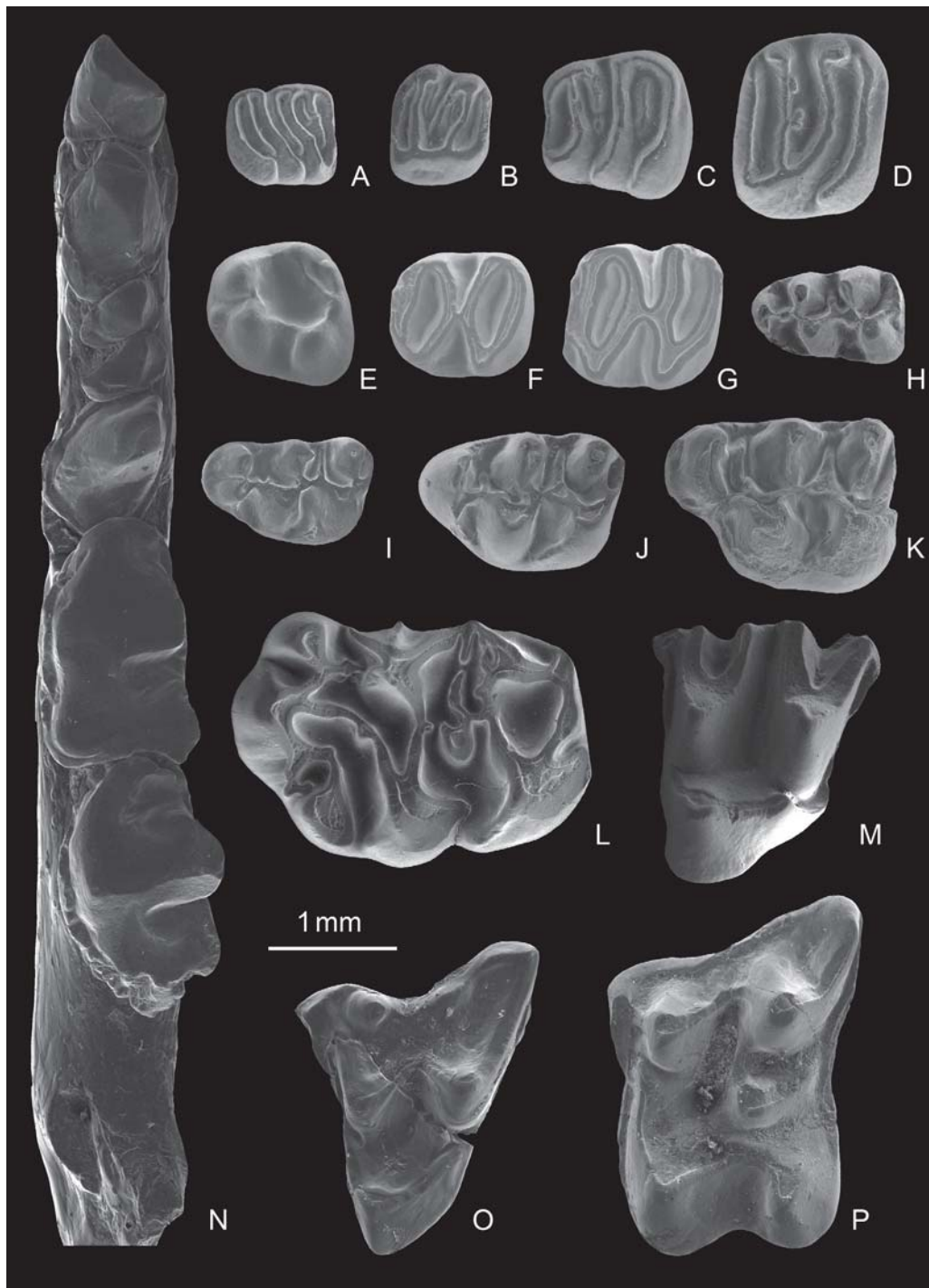
Els jaciments del Ramblíà de la conca del Vallès-Penedès estan caracteritzats per l'absència de rosegadors cricètids (la família de rosegadors que inclou els hàmmsters, talpons i ratolins del Nou Món, entre d'altres). Això indica que corresponen, per tant, a un interval (equivalent a la biozona local A) conegut com el *cricetid vacuum* (Daams i Freudenthal, 1989) que s'allarga des de l'extinció dels cricètids oligocens (*Eucricetodon*, *Pseudocricetodon*) fins a l'aparició de formes més modernes (*Democricetodon*, *Megacricetodon*). El *cricetid vacuum* es pot reconèixer a tot Europa occidental, i durant aquest període sols trobem un gènere de cricètids, *Melissiodon* (fig. 6L). Aquest tenia una morfologia dental única i molt complexa amb una sèrie de crestes interconnectades que defineixen petites fossetes i donen a les molars l'aspecte d'una bresca de mel (de fet, el nom del gènere vol dir *dents en bresca de mel*). La morfologia de les seves dents i mandíbula podria indicar una alimentació especialitzada a base d'insectes i cucs de terra. Al Vallès-Penedès *Melissiodon* és força més abundant que a la resta de conques ibèriques (Jovells-Vaqué i Casanovas-Vilar, 2018), però les faunes de rosegadors estan dominades per eòmids (una família extingida de rosegadors) del gènere *Ligerimys* (a algunes localitats també *Pseudootheridomys*) i una gran diversitat de glírids (lirons). Els glírids inclouen sobretot formes terrestres com *Simplomys*, *Peridyromys* i *Pseudodryomys* (fig. 6C), que poden ser molt comunes a jaciments com Sant Andreu de la Barca i la Costa Blanca. A més, també hi trobem una sèrie de lirons presumiblement arborícoles, com *Glirudinus* (fig. 6A), *Bransatoglis* o *Vasseuromys*, per bé que aquests sols són comuns a Sant Andreu de la Barca (Agustí i Galobart, 1997). Final-

ment, destaca la presència d'*Armantomys*, un glírid hipsodont adaptat a viure en ambients àrids i endèmic de les conques de l'interior de la península, del qual hem recuperat per primer cop restes a Catalunya, concretament a la Costa Blanca II. Els esciúrids (esquirols) aparentment sols estan representats per formes terrestres (Aldana Carrasco, 1992).

Altres micromamífers inclouen el lagomorf ocotònid *Lagopsis*, que és extremadament comú i que segurament era bastant oportunista, encara que preferiria els ambients més àrids. Els insectívors són més diversos que a les conques de l'interior de la Península, pel fet que el Vallès-Penedès era segurament més humit (Van den Hoek Ostende et al., 2020). Entre aquests, destaca la presència dels dimílids, un grup extingit i dotat de sols dues molars desproporcionadament grans i amb tubercles arrodonits, que es consideren adaptades a una dieta malacòfaga (basada en mol·luscs). Al Ramblíà del Vallès-Penedès n'hi trobem dos gèneres, *Plesiodymylus* (fig. 6N) i *Chainodus*, que també apareixen a algunes conques del llevant peninsular, però no a les de l'interior (Van den Hoek Ostende et al., 2020). A Europa central aquesta família d'estrany insectívors és més abundant i diversa, fet que es relaciona amb la presència més important d'ambients forestals humits (Furió et al., 2011). Finalment, completa la llista de micromamífers *Amphiperatherium frequens* (fig. 6O), el darrer marsupial d'Europa, parent llunyà dels opòssums i de dieta insectívora. En conjunt la fauna de micromamífers indica la presència d'ambients àrids, encara que també hi ha tàxons propis d'ambients forestals més humits, per bé que en general són rars.

La fauna de macromamífers destaca per la presència dels primers mastodonts gomfoteris (*Gomphotherium*) a Sant Andreu de la Barca, que en aquells moments es dispersaren des de l'Àfrica per tot el món (Sen, 2013). Les primeres cites de mastodonts fora de l'Àfrica es remunten a l'Oligocè superior del Pakistan (Antoine et al., 2003), però a Europa no es registren fins força més tard, durant el Miocè inferior, fa aproximadament uns 17,5 Ma (Pálffy et al., 2007). Sant Andreu de la Barca tindria entre 19,5 i 17





**Figura 6.** *Rosegadors, insectívors i marsupials del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès. A-K) Rosegadors de les Cases de la Valenciana. Glírids: A) Glirudinus modestus, segona molar inferior; B) Microdyromys koenigswaldi, primera molar superior; C) Pseudodyromys ibericus, primera molar inferior; D) Simplomys simplicidens, segona molar superior. Esciúrids: E) Heteroxerus rubricati, premolar inferior decidua. Èòmids: F) Ligerimys ellipticus, primera o segona molar inferior; G) Ligerimys florancei, primera o segona molar inferior. Cricètids: H, I) Megacricetodon primitivus, primera molar inferior (H) i superior (I); J) Democricetodon hispanicus, primera molar superior; K) Eumyarion sp., primera molar superior. L) L'estrany cricètid Melissiodon dominans, primera molar superior de Sant Mamet. M) El tàlpid Desmanodon daamsi, tercera molar superior del Turó de les Forques. N) El dimílid Pleisodimylus sp., mandíbula amb la canina, premolars i molars de Sant Andreu de la Barca. O) El marsupial Amphiperatherium frequens, tercera molar superior de Can Martí Vell II. P) L'erínaceid galericí Galerix symeonidisi, primera molar superior de les Cases de la Valenciana. Les micrografies foren preses amb un microscopi electrònic de rastreig a baixes pressions.*

Ma, i per tant representaria una de les cites més antigues d'aquest grup a Europa. Als mastodonts cal afegir un altre immigrant però aquest cop arribat d'Amèrica del Nord. Es tracta de l'èquid tridàctil *Anchitherium*, un petit cavall brostejador àmpliament distribuït per Euràsia. Al Vallès-Penedès és força rar, però el trobem a Sant Andreu de la Barca, el Molí de Can Calopa i la Costa Blanca (Rotgers i Alba, 2011). Entre els artiodàctils són comuns els cérvols arcaics del gènere *Procervulus* (fig. 7D) i sobretot el cenotèrid *Cainotherium miocaenicum* (fig. 7G). Aquest darrer tenia la mida i proporcions d'una llebre i segurament preferia ambients àrids i oberts. Les restes de carnívors són molt escasses, però han permès reconèixer amficionids (gossos ossos) i fèlids per exemple al Molí de Can Calopa (Cru-safont et al., 1955).

D'altra banda, els dipòsits del Ramblà de la sèrie de la Costa Blanca han lliurat abundants macrorestes vegetals que permeten fer-se una idea detallada del paleoambient local entorn de les zones humides durant aquest període (Sanz de Siria Catalán, 1981, 1993). Aquestes inclouen una diversa flora amb afinitats tropicals i subtropicals. La vegetació propera als llacs inclouria arbres perennifolis com *Cinnamomum*, *Ficus* o *Sapindus* i palmeres del gènere *Sabalites*. Lluny d'aquests ambients hi trobaríem plantes més resistents a la sequera, entre aquestes, lleguminoses arbòries de caràcter xerofític (*Acacia*, *Cassia*). Aquesta vegetació s'interpreta com a pròpia d'un clima subtropical amb pluges estacionals, amb temperatures mitjanes superiors als 20 graus centígrads i sense una estació freda diferenciada (Sanz de Siria Catalán, 1993). Aquesta interpretació és coherent amb l'estudi de la fauna de vertebrats. Pel que fa a les espècies que preferien els hàbitats més humits i boscosos, segurament estarien restringides a les proximitats de les zones lacustres i pantanoses.

## 6.2. L'Aragonià inferior (ca. 17-16 Ma)

Les faunes de micromamífers de l'Aragonià inferior estan caracteritzades per la presència dels primers cricètids moderns dels gèneres *Democricetodon* i *Megacricetodon* (Agustí

et al., 2001; Hilgen et al., 2012). Aquests gèneres s'originaren a l'Àsia Menor a principis del Miocè i ràpidament es dispersaren per tot Euràsia (Flynn i Wessels., 2013). D'aleshores ençà passen a esdevenir elements dominants a les faunes de rosegadors, es diversifiquen en múltiples llinatges i comprenen successives espècies que s'empren per caracteritzar la majoria de biozones locals i regionals del Miocè inferior i mitjà (vegeu per exemple, Daams et al., 1999; Kälin i Kempf, 2009; Van der Meulen et al., 2012; Casanovas-Vilar et al., 2016b). El primer cricètid modern que es registra a la península Ibèrica és *Democricetodon hispanicus*, que apareix fa uns 17 Ma a Calatayud-Montalbán (Van der Meulen et al., 2012). Poc després, fa uns 16,5 Ma, s'hi afegeix el gènere *Megacricetodon* (*M. primitivus*) i noves espècies de *Democricetodon* (Van der Meulen et al., 2012). A la conca del Vallès-Penedès, *D. hispanicus* (fig. 6J) és l'espècie que trobem a la immensa majoria de jaciments de l'Aragonià inferior (zona local C), on apareix sempre acompanyat de *M. primitivus* (fig. 6H-K; Jovells-Vaqué et al., 2017, 2018). El fet que aquests dos gèneres de cricètids es registrin al mateix temps a la conca del Vallès-Penedès s'atribueix a un breu hiat en el registre, corresponent a la part més baixa de l'Aragonià inferior, la zona local B. A algunes localitats tardanes de l'Aragonià inferior del Vallès-Penedès, com Vilobí del Penedès o Sant Mamet, les espècies *Democricetodon* cf. *decipiens* i *Democricetodon gracilis*, reemplacen *D. hispanicus* reproduint (encara que amb certes diferències) el patró observat a Calatayud-Montalbán. La presència de *D. gracilis*, una espècie pròpia del centre d'Europa i desconeguda a les conques de l'interior, podria ser deguda a l'existència d'ambients més humits a les conques catalanes. La persistència del gènere *Melissiodon* (fig. 6L), que encara està escassament representat a les Cases de la Valenciana i Sant Mamet, es podria atribuir als mateixos factors (Jovells-Vaqué i Casanovas-Vilar, 2018). Els eòmids del gènere *Ligerimys* (bé *L. florancei* o *L. ellipticus*; fig. 6F-G) són comuns a les localitats de la subzona Ca (les Cases de la Valenciana, Can

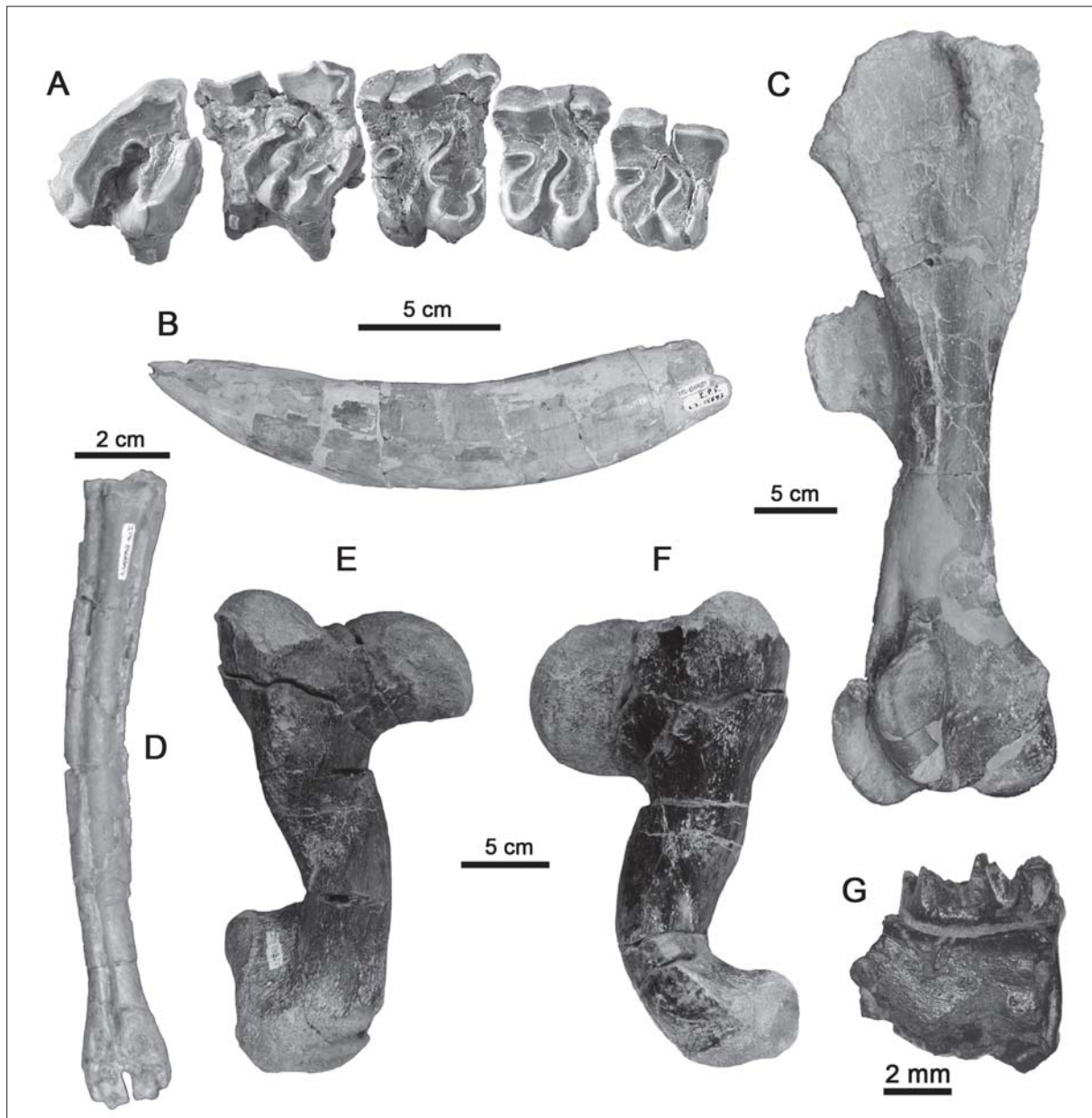
Martí Vell). A la subzona Cb, sols es registra *L. ellipticus* (fig. 6F), que és molt rar (els Casots, Vilobí del Penedès, Sant Mamet). Es creu que aquests eòmids probablement preferien ambients més humits (Daams *et al.*, 1988), de manera que la seva extinció al límit amb el Miocè mitjà reflectiria un canvi vers un clima més àrid. El mateix patró s'observa en els glírids. A les localitats de la subzona Ca hi trobem tant formes suposadament terrestres (*Simplomys*, *Pseudodryomys*, *Peridyromys*; fig. 6C-D) com arborícoles (*Microdyromys*, *Gli-rudinus*, *Bransatoglis*; fig. 6A-B; vegeu Agustí, 1983; Jovells-Vaqué *et al.*, 2018), malgrat que les darreres són més escasses. Per contra, les localitats de la subzona Cb generalment només inclouen les formes terrestres. En representa una excepció els Casots, on la gran mostra recuperada ha permès trobar també restes de lirons arborícoles (Agustí i Llenas, 1993). Els esciúrids inclouen generalment sols esquirols terrestres com *Palaeosciurus*, *Heteroxerus* i *Atlantoxerus*, encara que al Canyet i Sant Mamet s'han recuperat algunes molars de *Dehmsciurus obtusidens* (Aldana Carrasco, 1992), un gran esquirol arborícola segurament emparentat amb l'actual esquirol gegant de l'Índia (gènere *Ratufa*). Pel que fa als cricètids, la majoria d'espècies de *Democricetodon* i *Megacricetodon* segurament serien generalistes (Daams *et al.*, 1988).

La resta de micromamífers inclou els habituals lagomorfs ocotònids del gènere *Lagopsis*, insectívors i el marsupial *Amphiperatherium* (fig. 6O). Aquest continua essent abundant durant l'Aragonià inferior, per bé que no sobreviurà fins al Miocè mitjà. D'altra banda, els insectívors són més diversos que a les conques de l'interior de la Península i inclouen algunes formes pròpies d'ambients humits, com el dimílid *Plesiodymys* (fig. 6N). També hi trobem el tàlpid (talps i almesqueres) *Desmanodon* (fig. 6M), l'erínaceid galeríic *Galerix* (fig. 6P; pertanyent al mateix grup que els gimnurs del Sud-est Asiàtic) i diversos sorícids (musaranyes i afins; vegeu Van den Hoek Ostende *et al.*, 2020). Entre aquest darrer grup destaca la dispersió dels gèneres *Miosorex* i *Paenellimnoecus*, que esdevindran molt comuns a

les faunes del Miocè mitjà. Furió *et al.* (2011) mostraren que la diversitat d'insectívors durant el Miocè respon a un gradient d'humitat: mostra valors més alts en ambients forestals humits. Per tant, tal com apunten també les faunes de rosegadors, l'ambient era més humit a les costes catalanes que no pas a l'interior de la Península.

Els macrovertebrats de l'Aragonià inferior es coneixen bé gràcies a les faunes recuperades als jaciments dels Casots, Can Julià i les Cases de la Valenciana (fig. 8). Aquestes mostren que els proboscídids ja s'havien establert com a components importants de la fauna i a més de *Gomphotherium* inclouen *Prodeintotherium*, pertanyent al grup dels dinoteris (Moyà-Solà i Rius Font, 1993; Casanovas-Vilar *et al.*, 2011). Entre els grans herbívors els rinoceròtids són molt abundants i inclouen diverses espècies que encara no s'han estudiat en detall, com *Dromoceratherium mirallesi* (fig. 7A-C). Altres perissodàctils inclouen *Anchitherium*, que està escassament representat a les Cases de la Valenciana i els Casots (Rotgers i Alba, 2011). Els artiodàctils són molt diversos i es coneixen amb força detall (Casanovas-Vilar *et al.*, 2011, 2016a). A jaciments com els Casots aquest grup inclou suïformes de mida petita (*Pecarichoeurus*; Pickford i Moyà-Solà, 1994) i gran (*Eurolestriodon*; Pickford i Moyà-Solà, 1995), cèrvids (*Procervulus*, *Lagomeryx*; fig. 7D); el tragúlid (cérvol ratolí) *Dorcatherium* (Alba *et al.*, 2014), el petit bòvid *Eotragus* i el robust paleomerícid *Ampelomeryx ginsburgi* (Duranthon *et al.*, 1995). Els paleomerícid són un grup extingit de remugants arcaics dotats d'estranyes apèndixs sobre les òrbites i a la part posterior del crani semblants als ossicons de les girafes. Eren molt comuns durant el Miocè inferior i mitjà. El minúscul artiodàctil *Cainotherium* continua estant present als jaciments aragonians però és força més rar que durant el Ramblí (fig. 7G). La fauna de carnívors està dominada pels grans amficióndids del gènere *Amphicyon*, encara que també hi trobem fèlids com *Pseudaelurus*, grans mustèlids com *Iberictis* i petits hiènids com *Protictitherium* (Casanovas-Vilar *et al.*, 2011; Robles, 2014; Valenciano *et al.*, 2020). Destaca també la presència d'*Hemicyon*, ben





**Figura 7.** Material recuperat de macrovertebrats recuperats als jaciments de Gelida. A-C) El rinoceròtid *Dromoceratherium mirallesi*: sèrie dentària superior (tercera premolar a tercera molar), les Cases de la Valenciana (excavació 2014; A); segona incisiva inferior, Can Julià (B); fèmur en vista anterior, les Cases de la Valenciana (excavació 2012; C). Aquests rinoceronts no tenien banyes i presentaven les incisives inferiors molt desenvolupades i s'empraven com a armes per enfrontar-se a rivals o depredadors. El fèmur és relativament esvelt, i indica que seria més bon corredor que els rinoceronts actuals. D) El cèrvid *Procervulus* sp.: metatarsià en vista anterior, les Cases de la Valenciana (excavació 2014; E-F) La tortuga gegant *Titanochelon* cf. *bolivari*: fèmur en vistes anterior (E) i posterior (F), les Cases de la Valenciana (excavació 2012). G) El cenotèrid, *Cainotherium miocaenicum*: fragment de mandíbula inferior amb la tercera molar, les Cases de la Valenciana (excavació 2012).

representat a jaciments com els Casots, un parent llunyà dels ossos cursorial i hipercarnívor. A la majoria de jaciments completen la macrofauna els petits cocodrils (*Diplocynodon*),

a més de tortugues aquàtiques (*Ptychogaster*) i terrestres gegants del gènere *Titanochelon* (fig. 7E-F; Díaz-Aráez et al., 2017; Luján et al., 2017).





**Figura 8.** *Reconstrucció del paisatge dels jaciments de Gelida a finals del Miocè inferior, fa uns 16,5-16,3 Ma. Aquests jaciments corresponien a petites zones lacustres o entollades entorn de les quals creixeria una vegetació exuberant de tipus subtropical. Lluny d'aquestes àrees humides l'ambient seria força més àrid. Al centre de la il·lustració dos gossos ossos del gènere Amphicyon, els carnívors més grans d'aquella època, sorprenen un exemplar del rinoceront sense banyes Dromoceratherium mirallesi. En primer terme el cérvol primitiu Procervulus fuig de l'escena. A la riba del llac, entre la boira, podem distingir el suïd Listriodon (a l'esquerra) i el tragúlid Dorcatherium (a la dreta). Al fons de la imatge dos mastodonts del gènere Gomphotherium passen prop d'un grup de tortugues gegants del gènere Titanochelon. La vegetació representada es basa en les restes recuperades en altres jaciments del Miocè inferior i mitjà de la conca del Vallès-Penedès. Dibuix: Ó. Sanisidro.*

Les localitats més riques de l'Aragonià inferior (els Casots, les Cases de la Valenciana) corresponen a ambients lacustres o pantanosos, segurament estacionals, implicant un clar biaix vers espècies lligades a aquests ambients. Destaca l'abundància de cocodrils en alguns jaciments, fet més que notable, ja que és un grup propi de zones intertropicals i indica temperatures mitjanes càlides amb poca diferència entre els mesos freds i càlids. Altres espècies lligades als medis aquàtics inclouen els tragúlids. El gènere *Dorcatherium* és morfològicament molt semblant a l'actual cérvol ratolí *Hyemoschus* (Köhler, 1993), que habita als boscos tropicals de l'Àfrica i es refugia ràpidament a l'aigua en cas de perill. Pel que fa als paleomerícids, la morfologia de

la part distal de les extremitats del paleomerícid *Ampelomeryx* era semblant a la dels actuals ants (*Alces alces*), adaptada a la locomoció en zones boscoses entollades (Köhler, 1993). Les preferències ambientals d'altres macromamífers són difícils d'establir, però semblen coherents amb un mosaic d'ambients forestals més humits i zones més seques i obertes. Als Casots s'han recuperat algunes restes de vegetació aquàtica, però a diferència del Ramblí, no es disposa de cap macroflora prou diversa que permeti inferir com eren els paleoambients.

### 6.3. L'inici de l'Aragonià mitjà (ca. 16-14 Ma)

Les faunes de vertebrats continentals de l'Aragonià mitjà no es coneixen bé, ja que existeixen molt pocs jaciments i majoritàriament sols han lliurat micromamífers. No obstant, són molt menys diverses i pràcticament dominades per cricètids generalistes (*Democricetodon*, *Megacricetodon* i, en el cas de del paleocarst de Clariana, *Cricetodon*). De moment no s'ha registrat pràcticament cap tàxon propi d'ambients forestals. Tot això sembla indicar que l'ambient era més àrid que en èpoques precedents. De fet, aquest període coincideix amb l'Òptim Climàtic de Mitjans del Miocè (Zachos *et al.*, 2001), un moment excepcionalment càlid en què l'ascens de les temperatures propicià que les aigües del mar envaïssin bona part de la conca. Hi ha nombrosos jaciments que han lliurat macrorestes vegetals en dipòsits marins i de transició d'aquesta edat, principalment entorn de Martorell, Sant Sadurní d'Anoia, Rubí i Cerdanyola. La flora recuperada és similar a la dels jaciments ramblians i està dominada per fulles de lleguminoses arbòries i arbustives microfil·les (*Acacia*, *Cassia*, *Caesalpina*, *Mimosa*), que en alguns jaciments com Sant Sadurní d'Anoia poden arribar a representar més del 90% de restes recuperades (Sanz de Siria Catalán 1993, 2001). Aquest elevat percentatge de fulles de petita superfície evidencia l'existència d'un clima àrid, amb períodes de sequera potser més llargs que durant el Ramblia (Sanz de Siria Catalán 1993, 2001). Completen la flora fòssil restes de plantes aquàtiques (*Phragmites*, *Typha*), arbres de ribera (*Salix*, *Populus*) i alguns elements propis de boscos subtropicals com la laurisilva (*Cinnamomum*). Això permet inferir que hi hauria boscos de ribera entorn de les zones humides, força restringides. Lluny d'aquests indrets trobaríem zones més àrides amb acàcies i altres lleguminoses arbòries que podien formar petites agrupacions (Sanz de Siria Catalán 1993, 2001). Pel que fa als elements de laurisilva, segurament hi havia boscos d'aquestes característiques a zones muntanyoses, on s'acumularia més humitat. A part de la macroflora, també s'han recuperat restes de pol·len en fàcies transicionals a Sant Pau d'Ordal (Subirats) i Vilobí del Penedès (Besedik i Cabrera, 1985). Hi destaca l'abundància

de pol·len de mangles (*Avicennia*). Actualment els manglars estan restringits a les regions intertropicals, per bé que *Avicennia* és el mangle més tolerant a les baixes temperatures i també s'estén a les regions subtropicals properes. Això no obstant, la seva presència indica la pràctica absència de gebrades i una temperatura mitjana entorn dels 20 graus centígrads a les zones costeres. Aquesta dada està d'acord amb la presència de grans sistemes d'esculls coral·lins franjants a principis del Miocè mitjà (Permanyer, 1990; Cabrera *et al.*, 1991), que requeririen una temperatura de l'aigua de 20 graus centígrads o superior.

## 7. Conclusions

Les intervencions paleontològiques dutes a terme pel nostre equip entre el 2011 i el 2017 han mostrat que el registre de vertebrats continentals del Miocè inferior de la conca del Vallès-Penedès és molt més ric i continu del que es pensava. Fins ara es coneixen una vintena de jaciments amb diversos nivells fossilífers, encara que alguns han desaparegut a causa d'obres recents. A diferència d'altres conques europees d'aquesta edat on pràcticament sols s'han recuperat restes de microvertebrats, com la de Calatayud-Montalbán a Aragó o les conques d'avantpaís dels Alps suïssos i bavaresos, a la majoria de jaciments del Vallès-Penedès hi trobem tant microvertebrats com macrovertebrats. Per bé que els jaciments són en general pobres, existeixen diverses localitats molt riques, sobretot en microvertebrats, i gràcies a les recents campanyes de mostreig es disposa d'una mostra de milers d'exemplars. A més, cal destacar que en nombrosos casos els jaciments de vertebrats apareixen associats a jaciments amb restes de macroflora que permeten fer-se una idea precisa del clima i l'ambient.

Els registre del Miocè inferior s'allarga des dels 19,5 als 16 Ma, i comprèn part del Ramblia (biozona local A) i l'Aragonià inferior (biozona local C). L'estudi de les faunes de rosegadors indiquen que la biostratigrafia detallada establerta per les àrees tipus del Ramblia i l'Aragonià (a l'Aragó) es pot estendre també al Vallès-Pene-

dès, per bé que existeixen algunes diferències. Això permet una resolució sense precedents en la datació dels diferents jaciments i dels principals esdeveniments faunístics i climàtics, que encara podrà millorar quan s'hi incorporin els estudis magnetostratigràfics actualment en curs.

## 8. Agraïments

Els autors volen agrair la col·laboració a tots els participants en les campanyes de camp que s'han dut a terme durant aquests anys, especialment als voluntaris, estudiants i científics que han vetllat per la recuperació del patrimoni. En especial volem mencionar els veïns del barri de la Valenciana (Gelida) que es presentaren per sorpresa per donar un cop de mà durant les excavacions. També cal agrair a tots aquells propietaris que ens han autoritzat a realitzar intervencions paleontològiques als seus terrenys. Agraïm a Manuel Gómez i David Albalat que ens acompanyessin a visitar els dipòsits transicionals del Miocè mitjà que cartografiaren durant la realització dels fulls del mapa geològic de Catalunya corresponents a l'Alt i el Baix Penedès. Els ajuntaments de Gelida (molt especialment Josep Anfruns) i Subirats ens donaren el seu suport en tot moment, ens van cedir personal i instal·lacions sempre que va ser necessari. Les tasques de camp es van poder dur a terme gràcies al suport del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya (projecte 2014/100584) i la National Geographic Society (beca d'exploració ref. 9640-15). Aquest treball també ha rebut el suport de la Generalitat de Catalunya (programa CERCA, beca predoctoral 2018FI B1 00192 a SJV (AGAUR), i l'Agència Estatal de Investigació (AEI) i el Fons pel Desenvolupament Regional de la Unió Europea (projectes CGL2017-82654-P, CGL2016-76431-P, CGL2014-55900-P, contracte de recerca RYC-2013-12470 a ICV). Aquest estudi ha estat dut a terme per investigadors dels grups de recerca consolidats 2017 SGR 116, 2017 SGR 596 i 2017 SGR 960 de la Generalitat de Catalunya.

## 9. Referències bibliogràfiques

- AGUILAR, Jean-Pierre. *Evolution des rongeurs miocènes et paleogeographie de la Méditerranée occidentale* [tesi doctoral inèdita]. Montpellier: Université des Sciences et Techniques de Montpellier II, 1981.
- AGUSTÍ, Jordi. *Roedores Miomorfos del Neógeno de Cataluña*. CRUSAFONT, Miquel (dir.) [tesi doctoral inèdita]. Barcelona: Universitat de Barcelona, Departament de Paleontologia, 1981.
- AGUSTÍ, Jordi. «Biozonación del Neógeno continental de Cataluña mediante roedores (Mamm.)». *Acta Geologica Hispanica*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 17, núm. 1-2, p. 21-26, 1982.
- AGUSTÍ, Jordi. «Roedores (Mammalia) del Mioceno inferior de Can Martí Vell (Vallès-Penedés, Cataluña, España)». *Estudios Geológicos*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), vol. 39, p. 417-430, 1983.
- AGUSTÍ, Jordi; CABRERA, Lluís. «Nuevos datos sobre la biozonación del Burdigaliense continental de la cuenca del Vallés-Penedés». *Acta Geologica Hispanica*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 15, núm. 3, p. 81-84, 1980.
- AGUSTÍ, Jordi; GALOBART, Àngel. «Noves localitats amb mamífers fòssils en el miocè de la Conca del Vallès-Penedès». *Tribuna d'Arqueologia*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Cultura, vol. 1996-1997, p. 9-22, 1997.
- AGUSTÍ, Jordi; LLENAS, Manel. «Los roedores del Mioceno inferior de Els Casots (Vallès-Penedés). Nota preliminar». A: GONZÁLEZ DONOSO, J. M. (ed.). *Comunicaciones de las IX Jornadas de Paleontología, Málaga, 28-30 de octubre de 1993*. Màlaga: Universidad de Màlaga, p. 70-72, 1993.
- AGUSTÍ, Jordi; CABRERA, Lluís; MOYÀ-SOLÀ, Salvador. «Sinopsis estratigràfica del Neógeno de la fosa del Vallès-Penedés». *Paleonto-*



- logia i Evolució*. Sabadell: Institut Paleontològic Dr. M. Crusafont, vol. 18, p. 57-81, 1985.
- AGUSTÍ, Jordi. [et al.]. «Neogene of Penedès area (Prelittoral Catalan Depression, NE Spain)». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Institut Paleontològic Dr. M. Crusafont, memòria especial 2, p. 187-207, 1990.
- AGUSTÍ, Jordi. [et al.]. «A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of art». *Earth-Science Reviews*. Amsterdam: Elsevier Science, vol. 53, núm. 4, p. 247-260, 2001.
- ALBA, David M. [et al.]. «New remains of *Dorcatherium crassum* (Artiodactyla: Tragulidae) from the Early Miocene (MN4) of Els Casots (Subirats, Vallès-Penedès Basin)». *Comptes Rendus Palevol*. París: Elsevier France-Éditions Scientifiques Médicales Elsevier, vol. 13, núm. 2, p. 73-86, 2014.
- ALBA, David M. [et al.]. «First record of a Miocene Pangolin (*Pholidota*, *Manoidea*) from the Iberian Peninsula». *Journal of Vertebrate Paleontology*. Filadèlfia: Taylor & Francis Inc., vol. 38, núm. 1, e1424716, 2018.
- ALDANA CARRASCO, Elis. «Los Sciurinae (Rodentia, Mammalia) del Mioceno de la Cuenca del Vallès-Penedès (Cataluña, España)». *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*. Barcelona: Museu de Geologia, Institut de Cultura de Barcelona, vol. 2, p. 69-97, 1992.
- ALMERA, Jaime. *Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona subvencionado por la Excma. Diputación provincial. Región primera ó de contornos de la capital. Escala 1:40.000*. Barcelona: Diputación Provincial de Barcelona, 1891.
- ALMERA, Jaime. «Sobre la serie de mamíferos fósiles descubiertos en Cataluña: memoria leída por el académico numerario canónigo Dr. D. Jaime Almera, Pbro. en la junta general ordinaria celebrada el día 30 de abril de 1896». *Memorias de la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona*. Barcelona: Reial Acadèmia de les Ciències i les Arts de Barcelona, tercera època, vol. 2, núm. 10, p. 351-357, 1898.
- ALMERA, Jaime. «Compte rendu de l'excursion (du Samedi 8 Octobre 1898) à Castellví de la Marca, au Vallon de Sant Pau d'Ordal et à Sant Sadurní d'Anoia». *Bulletin de la Société Géologique de France*. París: Société Géologique de France, vol. 26, p. 840-852, 1899.
- ANTOINE, Pierre-Olivier [et al.]. «First record of Paleogene Elephantoidea (Mammalia, Proboscidea) from the Bugti Hills of Pakistan». *Journal of Vertebrate Paleontology*. Filadèlfia: Taylor & Francis Inc., vol. 23, núm. 4, p. 978-981, 2003.
- BESSEDIK, Mustapha; CABRERA, Lluís. «Le couple récif-mangrove a Sant Pau d'Ordal (Vallès-Penedès, Espagne) témoin du maximum transgressif en Méditerranée Occidentale (Burdigalien supérieur-Langhien inférieur)». *Newsletters on Stratigraphy*. Stuttgart: Borntraeger Science Publishers, vol. 14, núm. 1, p. 20-35, 1985.
- BLAYA MARTÍ, Elisabet. *Memòria dels resultats de la intervenció paleontològica preventiva de control i excavació de la pedrera de Can Balasc. Rubí (el Vallès Occidental) [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]*. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2014.
- CABRERA, Lluís. *Estudio estratigráfico y sedimentológico de los depósitos basales del Mioceno de la Depresión del Vallés-Penedés*. ANADÓN MONZÓN, Pere (dir.) [tesi de llicenciatura inèdita]. Barcelona: Universitat de Barcelona, Departament d'Estratigrafia, 1979.
- CABRERA, Lluís. «Estratigrafía y características sedimentológicas generales de las formaciones continentales de la cuenca del Vallès-Penedès (Barcelona, España)». *Estudios Geológicos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, vol. 37, núm. 1-2, p. 35-43, 1981.
- CABRERA, Lluís. *Geozona 349 Castellet – La Gornal: Embassament de Foix [en línia]* Barcelona: Generalitat de Catalunya, De-



- partament de Medi Ambient i Habitatge, Direcció General de Medi Ambient, 2000. <[http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits\\_dactuacio/patrimoni\\_natural/sistemes\\_dinformacio/inventari\\_despais\\_dinteres\\_geologic/consulta\\_de\\_les\\_fitxes\\_descriptives\\_dels\\_eig/documentos/349\\_descrip.pdf](http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/patrimoni_natural/sistemes_dinformacio/inventari_despais_dinteres_geologic/consulta_de_les_fitxes_descriptives_dels_eig/documentos/349_descrip.pdf)> [Consulta: 13 de novembre 2019]
- CABRERA, Lluís; CALVET, Francesc. «Sequential arrangement of the Neogene sedimentary record in the Vallès-Penedès and Valls-Reus half grabens. Iberian margins, NE Spain». *Terra Abstracts*. Hoboken: Wiley-Blackwell, vol. 2, p. 1-110, 1990.
- CABRERA, Lluís [et al.]. «El registro sedimentario miocénico de los semigrabens del Vallès-Penedès y de El Camp: organización secuencial y relaciones tectónica sedimentación». A: COLOMBO, Ferran (ed.). *I Congreso del Grupo Español del Terciario*. Barcelona: Universitat de Barcelona. Libro guía excursión núm. 4, p. 1-132, 1991.
- CABRERA, Lluís [et al.]. «Estratigrafía y evolución tectonosedimentaria oligocena superior-neógena del sector central del margen catalán (Cadena Costero-Catalana)». A: VERA, Juan Antonio (ed.). *Geología de España*. Madrid: Sociedad Geológica de España – Instituto Geológico y Minero de España, p. 110-121, 2004.
- CABRERA, Lluís [et al.]. «25-0 milions d'anys: l'obertura de la Mediterrània». A: ROCA I ADROVER, Antoni; MIRANDA I CANALS, Jaume (dir.). *Atles geològic de Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, p. 110-111, 2010.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac; JOVELLS-VAQUÉ, Sílvia. *Memòria sobre la intervenció paleontològica de mostreig a Riera del Morral 1 (Abrera, el Baix Llobregat)*. *Campanya 2016* [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2017.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac; ALBA, David M.; MOYÀ-SOLÀ, Salvador. «Parada 1. Panoràmica general de la cuenca y yacimiento de Els Casots (Subirats): una fauna de vertebrados del Aragoniense inferior». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, memòria especial 6, p. 81-88, 2011.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac [et al.]. «The Miocene mammal record of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia)». *Comptes Rendus Palevol*, vol. 15, núm. 7, p. 791-812. París: Elsevier France, 2016a.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac [et al.]. «An updated biostratigraphy for the late Aragonian and the Vallesian of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia)». *Geologica Acta*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 14, núm. 3, p. 195-217, 2016b.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac [et al.]. «Els jaciments de vertebrats del Miocè inferior de Gelida». *Quaderns Gelidencs d'Història i Societat*. Gelida: Ajuntament de Gelida, vol. 4, p. 5-44, 2018.
- CASANOVAS-VILAR, Isaac [et al.]. *Memòria sobre la intervenció paleontològica als dipòsits del Miocè dels termes de Sant Cugat del Vallès, Cabrera d'Anoia, Vilobí del Penedès, Castellet i la Gornal i Sant Jaume dels Domenys*. *Campanya 2016* [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2019.
- CRUSAFONT, Miquel; VILLALTA, José Fernández de. «Una nueva localidad con mamíferos fósiles del Burdigaliense continental del Penedés (Nota previa)». *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, vol. 27, 1952.
- CRUSAFONT, Miquel; VILLALTA, José Fernández de; TRUYOLS, Jaime. (1955). «El Burdigaliense continental de la Cuenca del Vallès-Penedés». *Memorias y Comunicaciones del Instituto Geológico*. Barcelona: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, vol. 12, p. 11-272.

- CRUSAFONT PAIRÓ, Miquel; VALENCIANO HORTA, A.; SANZ FUENTES, E. «Un nuevo yacimiento de vertebrados en el Burdigaliense de Martorell (Provincia de Barcelona)». *Acta Geológica Hispánica*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 3, núm. 2, p. 44-47, 1968.
- DAAMS, Remmert; FREUDENTHAL, Matthijs. «The Ramblian and the Aragonian: limits, subdivision, geographical and temporal extension». A: LINDSAY, Everett H.; FAHLBUSCH, Volker; MEIN, Pierre (ed.), *European Neogene Mammal Chronology*. New York: Springer US, p. 51-59. (NATO ASI Series A; 180), 1989.
- DAAMS, Remmert; FREUDENTHAL, Matthijs; ÁLVAREZ SIERRA, Maria de los Ángeles. «Ramblian; a new stage for continental deposits of early miocene age». *Geologie en Mijnbou*. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, vol. 65, p. 297-308, 1987.
- DAAMS, Remmert; FREUDENTHAL, Matthijs; VAN DER MEULEN, Albert J. «Ecostratigraphy of micromammal faunas from the Neogene of Spain». *Scripta Geologica*. Leiden: Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, vol. espec. 1, 287-302, 1988.
- DAAMS, Remmert [et al.]. (1999). «Stratigraphy and sedimentology of the Aragonian (Early to Middle Miocene) in its type area (North-Central Spain)». *Newsletters on Stratigraphy*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers, vol. 37, núm. 3, p. 103-139.
- DE GIBERT, Jordi Maria; CASANOVAS-VILAR, Isaac. «Contexto Geológico del Mioceno de la Cuenca del Vallès-Penedès». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, memòria especial 6, p. 39-45, 2011.
- DE GIBERT, Jordi Maria; ROBLES, Josep Maria. «Firmground ichnofacies recording high-frequency marine flooding events (Langhian transgression, Vallès-Penedès Basin, Spain)». *Geologica Acta*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 3, núm. 3, p. 295-305, 2005.
- DÍAZ ARÁEZ, José Luis [et al.]. «New remains of *Diplocynodon* (Crocodylia: Diplocynodontidae) from the Early Miocene of the Iberian Peninsula». *Comptes Rendus Palevol*. París: Elsevier France-Éditions Scientifiques Médicales Elsevier, vol. 16, núm. 1, p. 12-26, 2017.
- DOMÈNECH, Rosa; MARTINELL, Jordi; DE GIBERT, Jordi Maria. «Registro paleontológico marino del Mioceno de la Cuenca del Vallès-Penedès». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, memòria especial 6, p. 47-54, 2011.
- DURANTHON, Francis [et al.]. *Ampelomeryx ginsburgi* nov. gen., nov. sp. (Artiodactyla, Cervoidea) et la famille des Palaeomerycidae. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. París: Elsevier France-Éditions Scientifiques Médicales Elsevier, série II, fascicule a, vol. 321, núm. 4, p. 339-346, 1995.
- FLYNN, Lawrence J.; WESSELS, Wilma. (2013). «Paleobiogeography and South Asian small mammals. Neogene latitudinal faunal variation». A: WANG, Xiaoming; FLYNN, Lawrence J.; FORTELIUS, Mikael (ed.). *Fossil Mammals of Asia. Neogene Biostratigraphy and Chronology*. Nova York: Columbia University Press, p. 445-460.
- FURIÓ, Marc; CASANOVAS-VILAR, Isaac; VAN DEN HOEK OSTENDE, Lars W. «Predictable structure of Miocene insectivore (Lipotyphla) faunas in Western Europe along a latitudinal gradient». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Amsterdam: Elsevier Science BV, vol. 304, núm. 3-4, p. 219-229, 2011.
- GARCÉS CRESPO, Miguel. *Magnetoestratigrafia de las sucesiones del Mioceno medio y superior del Vallès Occidental (Depresión del Vallès-Penedès, N. E. de España): Implicaciones biocronológicas y cronoestratigráficas*. CABRERA PÉREZ, Luis; PARÉS I CASANOVA, Josep Maria (dir.) [tesi doctoral inèdita]. Barcelona: Universitat de Barcelona, Departament de Geologia Dinàmica, Geofísica i Paleontologia, 1995.

- GOLPE POSSE, Juana Maria. «Faunas de yacimientos con suiformes en el Terciario español». *Paleontología y Evolución*. Sabadell: Instituto de Paleontología de Sabadell, vol. 8, p. 1-87, 1974.
- HILGEN, Frits J.; LOURENS, Lucas J.; VAN DAM, Jan A. (2012). «The Neogene Period». A: GRADSTEIN, Felix M.; OGG, James G.; SCHMITZ, Mark; OGG, Gabi (ed.), *The Geologic Time Scale 2012*. Amsterdam: Elsevier BV, p. 923-978.
- JOVELLS-VAQUÉ, Sílvia; CASANOVAS-VILAR, Isaac. «A review of the genus *Melissiodon* (Cricetidae, Rodentia) in the Vallès-Penedès Basin (Catalonia)». *Journal of Vertebrate Paleontology*. Filadèlfia: Taylor & Francis Inc., vol. 38, núm. 5, e1520714, 2018.
- JOVELLS-VAQUÉ, Sílvia; GINESTÍ, Montserrat; CASANOVAS-VILAR, Isaac. «Cricetidae (Rodentia, Mammalia) from the early Miocene site of Els Casots (Vallès-Penedès Basin, Catalonia)». *Fossil Imprint*. Praga: Národní Muzeum, vol. 73, núm. 1-2, p. 141-154, 2017.
- JOVELLS-VAQUÉ, Sílvia [et al.]. «Les Cases de la Valenciana, a new early Miocene small-mammal locality from the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain)». *Historical Biology*. Londres: Taylor & Francis, vol. 30, núm. 3, p. 404-421, 2018.
- KÄLIN, Daniel; KEMPF, Oliver. «High-resolution stratigraphy from the continental record of the Middle Miocene Northern Alpine Foreland Basin of Switzerland». *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers, vol. 254, núm. 1-2, p. 177-235, 2009.
- KÖHLER, M. (1993). «Skeleton and habitat of recent and fossil Ruminants». *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen. Reihe A. Geologie und Paläontologie*. Munic: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, vol. 25, p. 1-88.
- LARRASOÑA, Juan C.; MURELAGA, Xabier; GARCÉS, Miguel. (2006). «Magnetobiochronology of Lower Miocene (Ramblian) continental sediments from the Tudela Formation (western Ebro basin, Spain)». *Earth and Planetary Science Letters*. Amsterdam: Elsevier, vol. 243, núm. 3-4, p. 409-423.
- LLENAS AVELLANEDA, Manel. *Memòria de la intervenció paleontològica d'urgència al jaciment de les Cases de la Valenciana-2 (Gelida-Alt Penedès)* [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2015.
- LLENAS AVELLANEDA, Manel [et al.]. *Memòria de la intervenció paleontològica d'urgència al jaciment de Can Martí Vell (Gelida - Alt Penedès)* [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]. Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, 2016.
- LUJÁN, Àngel H. [et al.]. «Palaeoherpetofauna from the early Miocene locality of Les Cases de la Valenciana (Catalonia, Spain)». *Zitteliana*. Munic: Bayerische Staassammlung für Paläontologie und Geologie, vol. 91, p. 55, 2017.
- MAGNÉ, Jean. Études microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée Nord-Occidentale. Vol. I: les bassins néogènes catalans [tesi doctoral inèdita]. Tolosa de Llenguadoc: Université Paul Sabatier, CNRS, 1978.
- MOYÀ-SOLÀ, Salvador; RIUS FONT, Lluís. «El jaciment paleontològic dels Casots (Subirats, Alt Penedès)». *Tribuna d'Arqueologia*. Barcelona: Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, vol. 1991-1992, p. 7-12, 1993.
- ORTÍ, Federico; PUEYO, Juan José. «Yeso primario y secundario del depósito de Vilobí (Provincia de Barcelona, España)». *Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación de Barcelona*. Barcelona: Universitat de Barcelona, Diputació de Barcelona, vol. 31, p. 5-34, 1976.
- PÁLFY, József [et al.]. «U-Pb and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of the Miocene fossil track site at Iplytarnóc (Hungary) and its implications». *Earth and Planetary Science Letters*. Amsterdam: Elsevier Science BV, vol. 258, núm. 1-2, p. 160-174, 2007.



- PARCERISA I DUOCASTELLA, David. *Petrologia i diagènesi en sediments de l'Oligocè superior i del Miocè inferior de la Depressió del Vallès i del Pla de Barcelona. Evolució de l'àrea font i dinàmica dels fluids*. GÓMEZ GRAS, David; CALVET I ROVIRA, Francesc (dir.) [tesi doctoral inèdita]. Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Geologia, 2002.
- PERMANYER, Albert. «Sedimentologia i diagènesi dels esculls miocènics de la Conca del Penedès». *Arxius de la Secció de Ciències de l'Institut d'Estudis Catalans*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, vol. 92, p. 1-320, 1990.
- PICKFORD, Martin; MOYÀ-SOLÀ, Salvador. «*Taucanamo* (Suoidea, Tayassuidae) from the Middle Miocene (MN04a) of Els Casots, Barcelona, Spain». *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. París: Elsevier France-Éditions Scientifiques Médicales Elsevier, série II, fascicule a, vol. 319, núm. 12, p. 1.569-1.575, 1994.
- PICKFORD, Martin; MOYÀ-SOLÀ, Salvador. «*Eurolistriodon* gen. nov., (Suoidea, Mammalia) from Els Casots, early middle Miocene, Spain. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*». Amsterdam: Elsevier Science, vol. 98, núm. 4, 343-360, 1995.
- POPOV, Sergej V. [et al.]. «Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys». *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers, vol. 250, p. 1-46, mapes 1-10, 2004.
- RENGUANT I SERRA, Salvador. *Josep Ramon Bataller i Calatayud. Semblança biogràfica*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, Secció de Ciències. Semblances Biogràfiques; 33. ISBN 84-7283-728-9, 2004.
- ROBLES, Josep Maria [et al.]. *Memòria de la Intervenció Paleontològica en el Marc de la Datació per Mètodes Paleontològics dels Sediments Neògens i Quaternaris de la Meitat Oriental del Massís del Garraf i dels Marges del Penedès: Setembre – Desembre 2004* [memòria d'intervenció paleontològica inèdita]. Palaeotheria S.C.P., 2005
- ROBLES JIMÉNEZ, Josep Maria. (2014). «Miocene carnivorans from the Vallès-Penedès Basin (NE Iberian Peninsula). Director: ALBA, David M. [Tesi doctoral inèdita]. Bellaterra, Cerdanyola del Vallès: Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Biologia Animal, Biologia Vegetal i d'Ecologia.
- ROCA, Eduard [et al.]. «Oligocene to Middle Miocene evolution of the Central Catalan margin (North-western Mediterranean)». *Tectonophysics*. Amsterdam: Elsevier Science BV, vol. 315, p. 209-233, 1999.
- ROTGERS, Cheyenn; ALBA, David M. «The genus *Anchitherium* (Equidae: Anchitheriinae) in the Vallès-Penedès Basin (Catalonia, Spain)». A: PÉREZ GARCÍA, Adán [et al.] (eds.). *Viajando a Mundos Pretéritos*. Morella: Ajuntament de Morella, p. 347-354, 2011.
- SANISIDRO, Óscar [et al.]. «Revalidation of the genus *Dromoceratherium* (Perissodactyla, Rhinocerotidae) and its key role within Rhinocerotinae». *Journal of Vertebrate Paleontology*. Society of Vertebrate Paleontology, Program and Abstracts, p. 209, 2018.
- SANZ DE SIRIA CATALÁN, Adelardo. «La flora burdigaliense de los alrededores de Martorell (Barcelona)». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Diputació de Barcelona, vol. 16, p. 3-13, 1981.
- SANZ DE SIRIA CATALÁN, Adelardo. «Datos sobre la paleoclimatología y la paleoecología del Neógeno del Vallès-Penedès según las macrofloras halladas en la cuenca y zonas próximas». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Institut Paleontològic Dr. M. Crusafont (Diputació de Barcelona), vol. 26-27, p. 281-289, 1993.
- SANZ DE SIRIA CATALÁN, Adelardo. «Flora y vegetación del Mioceno medio de la depresión del Vallès-Penedès». *Paleontologia i Evolució*. Sabadell: Diputació de Barcelona, vol. 32-33, p. 79-92, 2001.



- SEN, Sevket. «Dispersal of African mammals in Eurasia during the Cenozoic: Whays and whys». *Geobios*. París: Elsevier France-Éditions Scientifiques Médicales Elsevier, vol. 46, núm. 1-2, p. 159-172, 2013.
- VALENCIANO, Alberto [et al.]. (2020). “New early Miocene material of *Iberictis*, the oldest member of the wolverine lineage (Carnivora, Mustelidae, Guloninae)”. *Journal of Mammalian Evolution*. Nova York: Springer US, vol. 27, núm. 1, p. 73-93.
- VAN DEN HOEK OSTENDE, Lars W.; CASANOVAS-VILAR, Isaac; FURIÓ, Marc. (2020). “Stuck in the middle. A geographical appraisal of the oldest insectívores –and a marsupial– from the Vallès-Penedès Basin (early Miocene, Catalonia, Spain)”. *Comptes Rendus Palevol*. París: Publications Scientifiques du Musée, Académie des Sciences, vol. 19, núm. 1, p. 1-25.
- VAN DER MEULEN, Albert J. [et al.]. «Updated Aragonian biostratigraphy: Small Mammal distribution and its implications for the Miocene European Chronology». *Geologica Acta*. Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 10, núm. 2, p. 159-179, 2012.
- VICENTE CASTELLS, Joan. «Noves troballes al jaciment de mamífers de Cases de la Valenciana (Gelida, Alt Penedès)». *Butlletí del Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord*. Santa Coloma de Gramanet: Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord, vol. 3, núm. 3, p. 130-131, 1987.
- ZACHOS, James [et al.]. «Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to present». *Science*. Washington D.C.: American Association for the Advancement of Science, vol. 292, núm. 5.517, p. 686-693, 2001.