

# Les excavacions paleontològiques en els jaciments de calcària litogràfica del Montsec (Noguera, Lleida)

XAVIER MARTÍNEZ DELCLÒS

Departament d'Estratigrafia i Paleontologia, Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona

## INTRODUCCIÓ

Els jaciments de calcària litogràfica estan situats en el marge sud de la serra del Montsec de Rúbies, en el terme municipal de Vilanova de Meià, concretament en la pedania de Santa Maria de Meià. Hi ha dos jaciments coneguts pel seu contingut fòssilífer: la Pedrera de Meià, també coneguda com «la Pedrera» o «la Pedrera de Rúbies», i el jaciment de la Cabrua (Martínez-Delclòs, 1991a, 1995).

Les calcàries litogràfiques són formades per nivells mil·limètrics de carbonat de calci, finament laminats (fig. 1) formats, en el cas de les del Montsec, en



*Figura 1. Aspecte dels carbonats finament laminats (les calcàries litogràfiques) en el jaciment de la Cabrua.*

un medi lacustre profund, en el Cretaci inferior (Barremià, fa uns 115 milions d'anys).

La primera referència al contingut fossilífer del jaciment de la Pedrera (el més antic conegut dels dos), va ser la de l'enginyer de mines català Lluís Marià Vidal i Carreres, que el 1898 indicava l'existència de restes vegetals, en el que en aquell moment era una pedrera d'extracció de pedra per a ús de l'art gràfic comercial (pedra litogràfica). Vidal en els anys següents va recollir una gran quantitat de fòssils, molts dels quals avui són dipositats al Museu de Geologia de Barcelona, i els va enviar als experts de l'època, principalment francesos, perquè els estudiessin.

El 1902 Vidal proposà que els jaciments eren del Kimmeridgià (Juràssic superior), probablement per comparació amb els fòssils que es trobaven en els famosos jaciments del Juràssic superior de Solnhofen (Alemanya). Avui es creu que els jaciments pertanyen al Barremià (Cretaci inferior), a partir de l'estudi de l'estratigrafia regional i el contingut en algues caròfites (Martín-Closas & López-Morón, 1995).

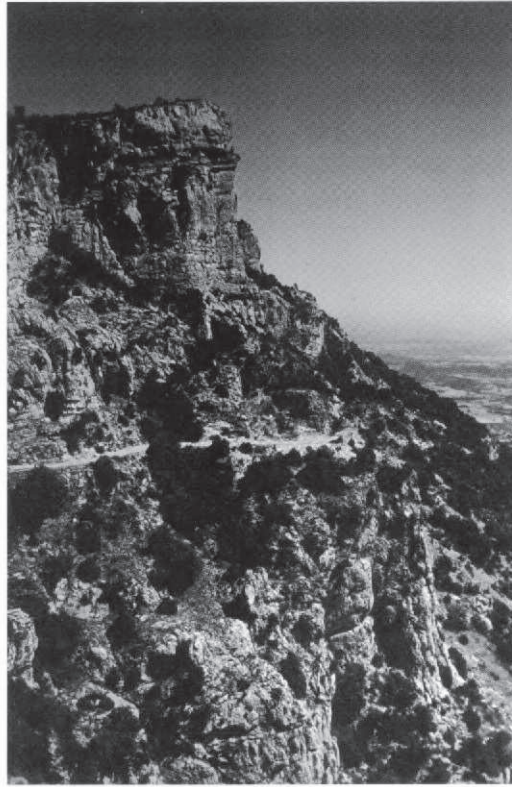
Durant els anys que va durar l'extracció industrial de pedra litogràfica van aparèixer molts fòssils. Des de la mort de Vidal al 1922 i el tancament de l'explotació i fins als anys cinquanta, els fòssils de la cantera varen quedar pràcticament oblidats. Entre el 1955 i el 1960 els doctors Ball i Wannacott del Museu Britànic d'Història Natural de Londres varen recollir una gran quantitat de material, que avui dia és dipositat en aquest museu britànic (Whalley & Jarzembowski, 1985). També entre el 1964 i el 1971 la doctora Wenz del Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, va realitzar diverses campanyes i van obtenir alguns milers de fòssils, que formen part del fons d'aquest museu francès (Lacasa, 1991). Totes aquestes campanyes van desenvolupar-se en el jaciment de la Pedrera. A partir del 1979, l'Institut d'Estudis Ilerdencs inicià una campanya anual i va obtenir nou material d'estudi d'un nou jaciment anomenat la Cabrua. Els resultats d'aquestes campanyes, que han comptat amb nombrosos especialistes i participants, ja van permetre publicar un llibre el 1991, amb motiu dels 10 anys de campanyes paleontològiques (Martínez-Delclòs, 1991a) i una altra monografia el 1995, amb motiu del II Congrés Internacional de Calcàries Litogràfiques (Martínez-Delclòs, 1995). Tot el material recollit en aquestes campanyes paleontològiques és dipositat en la Secció de Geologia i Paleontologia de l'Institut d'Estudis Ilerdencs, a Lleida.

Les excavacions han tingut diversos directors. Des del 1979 fins al 1985 les excavacions són dirigides pel doctor Georges Barale (Universitat Claude Bernard de Lió, França) i el senyor Antoni Lacasa (Institut d'Estudis Ilerdencs), responsable de la planificació i materialització de les excavacions. Les campanyes de 1986-1988 són codirigides pel senyor Antoni Lacasa i el doctor Xavier Martínez-Delclòs, i des del 1989 fins a l'actualitat per aquest últim.

Si bé tots els anys s'ha desenvolupat la campanya en el jaciment de la Cabrua, per motius econòmics i d'infraestructura, solament tres anys, 1992, 1993 i 1994 van excavar-se els materials de la Pedrera.



*Figura 2. Jaciment de la Cabrua des del pas del mateix nom*



*Figura 3. Jaciment de la Pedrera, lloc d'explotació de la calcària litogràfica a finals del segle XIX i principis del XX. Visió frontal.*

#### SITUACIÓ DELS JACIMENTS

El jaciment de la Cabrua (fig. 2) es troba en la zona oriental del Montsec (4° 38' 50" - 42° 01' 15"), en la part central del Montsec de Rúbies, entre els pobles de Rúbies i Santa Maria de Meià; el jaciment de la Pedrera (fig. 3) es troba en la part més occidental del Montsec de Rúbies, a 6 quilòmetres del jaciment de la Cabrua, pròxim al poble de Rúbies (4° 50' 00" - 42° 01' 18"). Ambdós jaciments s'inclouen en la comarca de la Noguera (Lleida), i la seva àrea pertany al municipi de Santa Maria de Meià (pedania de Vilanova de Meià).

Des del punt de vista geològic, el Montsec està situat en la Unitat Sudpirinenca Central. En aquesta serra es troben les *Calcaires à Charophytes du Montsec* (Peybernès 1976), datades de Neocomià-Barremià. En l'interior d'aquesta formació es troben les *Calcaires lithographiques à Plantes et Vertébrés de La Pedrera de Rúbies* on s'inclouen formalment els carbonats de la Cabrua i la Pedrera, que foren datats per Brenner *et al.* (1974) com del Berriasià superior - Valanginià inferior (135 - 140 milions d'anys), a partir de l'associació d'ostràcodes trobats. El 1995 els estudis de Martín-Closas & López-Morón amb caròfits, suggereixen una datació més recent, dins del Barremià.

El conjunt devia representar un medi de dipòsit tranquil en el fons d'un llac amb molt poca renovació d'oxigen.

#### METODOLOGIA I SISTEMA DE REGISTRE DE DADES

##### **Metodologia de Camp**

La metodologia de camp que es descriu a continuació va ser emprada primerament en el jaciment de la Cabrua i amb posterioritat en el de la Pedrera.

Pel que fa als mètodes de treball emprats en les excavacions del jaciment de la Cabrua, cal diferenciar dues etapes. En la primera etapa (1979-1986) es va desenvolupar una infraestructura que va permetre una extracció ràpida i nombrosa de restes fòssils. Les lloses que s'havien de treballar eren extretes amb l'ajut d'un martell d'aire comprimit i després s'exfoliaven amb escarpres i martells. En aquesta primera etapa prevalia la recerca de fòssils i la seva catalogació taxonòmica. El resultat va ser la descripció, la taxonomia i la designació de noves espècies, així com les revisions d'espècies ja definides. La segona etapa va sorgir com a evolució de la primera, quan el nombre d'espècies no augmentava significativament.

Aquest mètode es desenvolupa en el jaciment de la Cabrua des de l'any 1987 i va ser emprat durant tres anys en el jaciment de la Pedrera. No obstant això, el mètode ha estat desenvolupat únicament en les fàcies més profundes de la zona lacustre.

Tot mètode d'extracció paleontològica està condicionat pels factors següents:

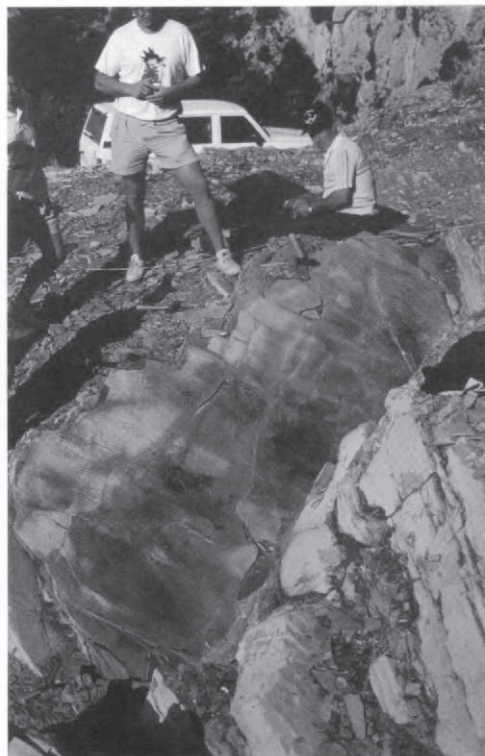


1. la topografia i l'estratigrafia del jaciment,
2. la distribució dels fòssils en les capes, aquests poden trobar-se tant a la base com al sostre i també a l'interior de cada una i
3. les limitacions tècniques ja siguin de pressupost, temps o infraestructura.

El primer pas va consistir a fer un estudi estratigràfic detallat, i a agrupar sempre que fos possible les capes centimètriques (rang B) en conjunts o paquets de capes més gruixudes (rang A). Com la litologia és molt semblant externament, no es pot fer una diferenciació *a priori* de cada una de les capes de rang B. Les capes de rang B inicialment van agrupar-se, estrictament dintre de l'àrea del jaciment, en 30 nivells o conjunts de capes de rang A (Peybernès - any 1982). Cada any es poden treballar alguns nivells de rang A, i se subdivideixen internament en capes de rang B, segons la seva facilitat d'exfoliació. Hi ha capes de rang A que són formades per capes molt primes de rang B, de difícil individualització. Aquests conjunts de capes de rang B es treballen com si fos una única capa.

Per iniciar els treballs és necessari netejar el material solt, bé perquè s'obre una prospecció nova, bé perquè es van col·locar enderrocs l'any anterior per protegir la superfície explotada. Els jaciments no estan de moment ni tancats ni vigilats (no estan protegits), i és ben sabut que nombroses persones van, durant tot l'any, a excavar il·legalment als jaciments del Montsec –fins i tot sota el cartell que indica que és un jaciment protegit–. Cobrir la superfície explotada és l'única via que existeix, de moment, per no perdre la informació tafonòmica de les capes que es treballen. Alguns cops s'ha comptat amb pales excavadores per netejar els esbaldregalls, fet que ha permès d'obtenir informació de capes cobertes.

A mesura que es treballa cada capa i una vegada neta la superfície (fig. 4) s'observen les característiques que presenta el sostre com ara: estructures sedimentàries, mineralitzacions, fòssils, possibles evidències de transport, etc. i també les estructures internes. Es localitzen els fòssils



*Figura 4. Superfície de capa al jaciment de la Cabrua, neta, abans de fer les observacions tafonòmiques de la seva superfície.*

dels quals es pren la orientació respecte al nord i se situen en l'espai mitjançant un sistema de coordenades. Totes aquestes observacions s'anoten en una fitxa de camp.

Posteriorment es procedeix a l'extracció de la llosa amb l'ajuda de martells, palanques, escarpres i en algunes ocasions martells d'aire comprimit. El fet d'utilitzar unes eines o unes altres depèn del gruix i la duresa de cada capa. Abans d'ésser aixecada cada llosa s'hi assenyala el sostre, el nord per conservar sempre l'orientació i el número de la capa a la qual correspon. Després es treballa cada una de les lloses amb martell i escarpra, perquè en l'interior és possible de trobar-hi fòssils, dels quals també es mesurarà l'orientació.

Totes les restes fòssils s'observen sota la lupa binocular, si és possible, pel respectiu especialista que en determina la seva importància. Se separen aquells exemplars d'interès per a l'estudi, es numeren, s'identifiquen si és possible i s'anoten al llibre de registre, tot en el mateix jaciment.

De tots els fòssils trobats es fan les observacions següents que són anotades a la fitxa corresponent de cada capa. En primer lloc s'inclou l'espècimen dins un d'aquests grups: vegetals, mol·luscs, aranyes, crustacis, insectes, peixos, altres vertebrats, empremtes i altres. Després s'anota el nom i el número que li correspon al llibre de registre, així com les dimensions, l'orientació, les coordenades, el grau de preservació, si conserva parts toves, les traces de coloració, etc. En el cas dels peixos es dona importància al grau d'arquejament de la columna vertebral; en els vegetals si són tiges o fulles aïllades o bé si estan en connexió; dels copròlits s'especifica quins conserven restes d'espines, d'escates o de vegetals, etc.

Els fòssils que han quedat preservats entre la base de la capa suprajacent i el sostre de la subjacent queden perfectament situats en l'espai; però no així els fòssils que apareixen en l'interior de la capa, que pot assolir una potència màxima de 10 cm i estar constituïda per una gran quantitat de microfàcies. De tots els fòssils que interressi, i mitjançant una preparació microscòpica del sediment englobant, es pot establir rigorosament a la microfàcies que pertany i ser situat amb gran precisió dins les coordenades espacials.

La importància d'aquesta metodologia no rau només a establir la situació espacial dels fòssils amb molta exactitud, sinó que a més es podran relacionar les restes amb les microfàcies i per tant obtindrem informació de com van ésser enterrades les restes, es podran buscar les relacions entre: els grups taxonòmics superiors i microfàcies, la distribució de les restes i microfàcies, el grau de preservació de les restes i microfàcies, etc. i obtindrem un coneixement molt més acurat de les característiques ambientals del sistema.

La finalitat de fer un treball que és lent per a l'extracció dels fòssils, queda altament compensat pel rigor científic que implica. A més és l'única possibilitat d'obtenir unes dades objectives que puguin tenir validesa en el futur.

L'últim punt que resta per veure és si el conjunt de restes fòssils (mostra), obtingut a partir del treball de camp esmentat, pot ser representatiu del conjunt de l'associació conservada en cada capa, i representatiu per tant del conjunt de processos tafonòmics que s'hi produeixen.



Perquè la mostra obtinguda sigui vàlida ha de ser representativa de les entitats conservades i qualsevol d'aquestes ha de tenir la mateixa probabilitat de quedar inclosa en la mostra. El mostreig que compleix aquests requisits és el mostreig estadístic. La quantitat de mostra que s'ha de recollir en cada un dels punts de mostreig varia significativament segons la mida del sediment i la mida i quantitat de restes. Després, al laboratori, se separen els fòssils de la matriu englobant i el resultat és una mostra representativa de les entitats conservades.

El fet d'aplicar aquesta metodologia als jaciments de calcàries litogràfiques, en general, és força problemàtic. El mostreig hauria d'aplicar-se a cada capa, perquè cada una d'elles reflecteix un canvi en les condicions ambientals (que poden repetir-se o no en el temps). Això genera ja problemes de treball, però amb els estudis sedimentològics que tenim veiem que les condicions ambientals varien dins el període de temps que representa una capa; per ser realment estrictes en el nostre treball hauríem d'aplicar un mostreig estadístic en cada una de les làmines internes de les capes i això és tècnicament impossible. La quantitat de mostra per recollir representa també un problema per la quantitat elevada que en necessitaríem a causa de la mida, la diversitat elevada i la densitat baixa d'aparició dels fòssils (comparar amb la quantitat de mostra necessària en un estudi palinològic o de microforaminífers). Referent a l'últim punt, el tractament de la mostra genera uns problemes insalvables perquè no hi ha cap tècnica de tractament per extreure'n totes les restes.

Per totes aquestes raons és impossible d'aplicar un mostreig estadístic als jaciments de calcàries litogràfiques.

La validesa dels resultats tafonòmics que es puguin inferir a partir de les dades obtingudes en les campanyes paleontològiques és innegable perquè creiem que aquestes dades estan condicionades per l'atzar –els fòssils que apareixen són trobats a l'atzar i la presa de dades de tots els fòssils ens aporta un reflex global de la representació real del material que conté la pedra, independentment del fet que no es trobi tot. Al Montsec, la superfície que es treballa és la que permet la topografia del jaciment, no es té cap altra opció. Les restes conservades en la part superior i inferior de la capa treballada es troben totes. El problema el presenten les restes conservades en l'interior de les capes. Totes les lloses que s'extreuen de l'àrea de treball es piquen fins a obtenir-ne fragments petits i no s'elegeixen unes lloses determinades, perquè siguin més fàcils de treballar. La riquesa relativa entre les capes varia, però amb un mètode d'extracció com el que seguim no podem treballar només les capes suposades més riques sinó que s'ha d'anar baixant la superfície de treball des de les capes superiors a les inferiors (fig. 5). Sembla, doncs, que utilitzant aquest mètode d'extracció sistemàtica, tot i que no es tracti d'un mostreig estadístic, es podrà obtenir posteriorment, uns resultats vàlids a partir de les dades de camp obtingudes.

El treball de camp continua al laboratori. Quan el material arriba de la campanya a la Secció de Geologia i Paleontologia de la Fundació Pública Institut d'Estudis Ilerdencs, es comprova peça per peça i s'anota al llibre de registre de la Secció.

Els fòssils es tallen amb una serra, conservant totes les dades anotades al jaciment, es guarden en capsos de plàstic i s'emmagatzemen. Els fòssils es guarden per grups, i



*Figura. 5. Nivells de calcàries ja treballats. Les dades de camp, així com els fòssils, són anotats capa per capa.*

si és possible des d'un punt de vista genèric. Alguns fòssils amb un contingut de matèria orgànica elevat, com és el cas dels vegetals, són guardats en bosses de plàstic al buit. Alguns exemplars estudiats i classificats com holotips, també són guardats al buit, per tal d'evitar-ne el deteriorament a causa del contacte amb l'atmosfera.

Cada especialista és el que revisa i s'encarrega de netejar o fer netejar per tècnics especialitzats, els diferents fòssils. En el cas que s'hagi de fer un tractament especial, que de moment no pot fer-se en el laboratori de l'IEI, cada especialista s'emporta cedit el material a la seva institució on és tractat i estudiat. D'aquestes sortides de material se'n fa una fitxa i en cada moment es té constància del material que resta fora de la col·lecció.

Avui la informatització de la col·lecció de fòssils del Montsec és quasi un fet. Totes les dades de camp ja han estat introduïdes a l'ordinador, i ara es comencen a treballar estadísticament. El retard en la utilització de les dades ha estat voluntari, perquè les dades d'un o dos anys no són significatives, ja que no permeten veure una evolució vertical de la fauna i de la flora. L'estudi del conjunt de dades obtingudes en aquests darrers vint anys, sí que ens permetrà arribar a algunes interpretacions d'evolució paleoambiental.

#### SISTEMÀTICA

A continuació es fa una relació dels resultats de la sistemàtica dels fòssils que han estat trobats en aquests jaciments.



Els treballs sistemàtics sobre els fòssils de les calcàries litogràfiques del Montsec comencen amb l'inici del segle. Es pot diferenciar una primera etapa que va des del començament de segle fins a l'inici dels anys vuitanta, en què els únics fòssils havien estat trobats al jaciment de la Pedrera. L'any 1979 es coneixen per primera vegada els fòssils del jaciment de la Cabrua.

Els grups que fins al moment s'han estudiat poden englobar-se en quatre grans grups: les plantes, els invertebrats, els vertebrats i les traces (icnologia).

### Les plantes

S'han trobat espores d'algues, fongs microscòpics, espores de briòfites i megafòssils de pteridòfites, prespermatòfites i espermatòfites (Barale, 1995). Les restes són originàries d'hàbitats aquàtics i terrestres. Fins al moment s'han descrit entre les megarestes vegetals: 6 gèneres de pteridòfites (*Equisetum* sp., *Onychiopsis psilotooides*, *Weichselia reticulata*, *Cladophlebis* cf. *browniana*, *C.* aff. *alata*, *Cladophlebis* sp., cf. *Hausmannia* i *Ruffordia goepperti*), 8 de prespermatòfites (? *Pachypteris* sp., *Gynkgo* sp., *Eretmoglossa lacasae*, *Pseudoctenis* sp., *Deltolepis* n. sp., *Sagenopteris* sp., *Williamsonia* n. sp. i *Zamites* n. sp.) i 11 d'espermatòfites (*Sphenolepis kurriana*, *Frenelopsis rubiesensis*, *Pagiophyllum pedreranum*, *Araucarites pedreranus*, *Podozamites* n. sp., *Podozamites* sp., *Brachyphyllum* n. sp., *Nageiopsis hispanica*, *Dammarietes coriacea* i *Ranunculus ferreri*). Hi ha una espècie *Montsechia vidali* (fig. 6) que s'ha inclòs entre les briòfites (Blanc-Louvel, 1991), encara que avui el seu emplaçament és discutit. Dins el gènere *Carpolites* s'inclouen una gran quantitat de llavors sense emplaçament taxonòmic clar.

El contingut palinològic indi-

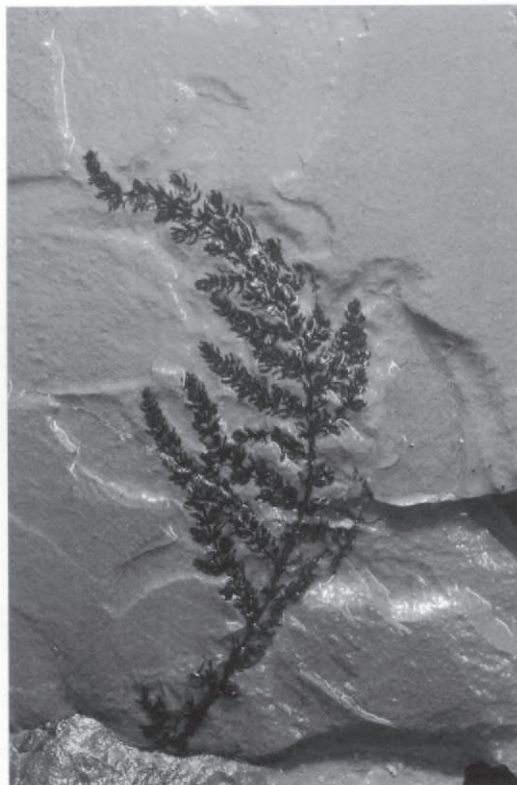


Figura 6. *Montsechia vidali*. Planta (briòfita) més representativa i abundant dels jaciments, especialment al jaciment de la Pedrera. LP-173-G/IEI dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.

ca una gran diversitat d'espores i pol·len: les falgueres estan molt ben representades, a la vegada que ho fan les seves macrorestes. El pol·len de Coniferales també està ben representat. Algunes famílies com les Podocarpaceae, Pinaceae, Tsugaceae i Gnetales estan representades en el pol·len, però no com a macrorestes. No es va trobar pol·len d'angiospermes (Courtinat, 1984).

### Els invertebrats

El major nombre d'invertebrats que apareixen en els jaciments són els artròpodes, principalment insectes, encara que també es troben crustacis i aràcnids. S'han trobat, principalment en el jaciment de la Pedrera, motlles de molluscs, gasteròpodes i bivalves.

Hi han aparegut dues espècies de crustacis decàpodes, una de vida lliure nedadora *Delclosia roselli* (fig. 7), i una altra de caminadora semblant als crancs de riu actuals, *Austrapotamobius llopisi* (Rabadà, 1993; Garassino, 1997). Una nova espècie de crustaci isòpode *Palaega ilerdensis* apareix amb assiduitat en ambdós jaciments (Calzada & Gómez, 1994). Un altre grup de crustacis, els ostràcodes també apareixen, sobretot, en alguns nivells inferiors i superiors de la sèrie estratigràfica d'ambdós jaciments *Damonella pygmaea*, *Asciocythere* sp., *Cypridea* gr. *setina*, *Darwinula leguminella*, *Cypridea* gr. *menevensis* (Brenner et al., 1974; Ansoerge, 1991).

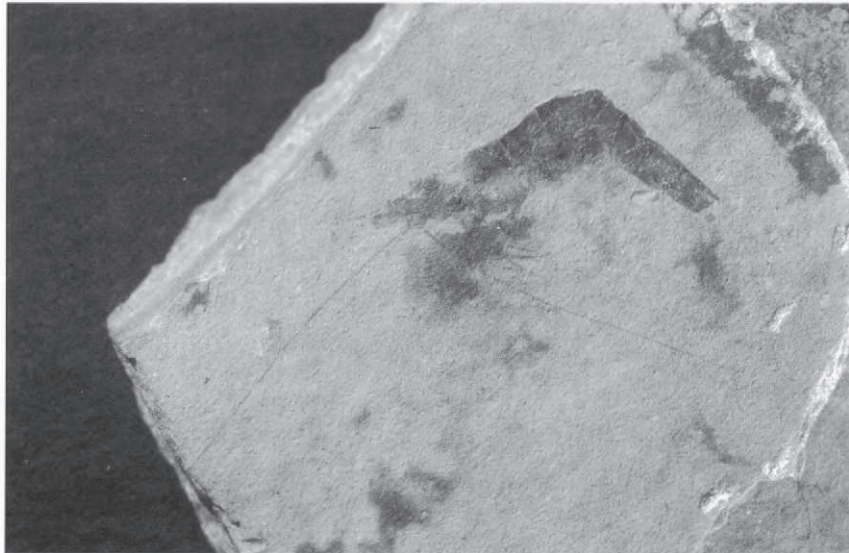


Figura 7. *Delclosia roselli*. Crustaci nedador de mida petita. LP-742-IEI dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.





Figura. 8. *Aranya* en estudi. LC92/25-23/3780-IEI, dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.

Els aràcnids varen ser estudiats per Selden (1989, 1990), encara que des d'aleshores han aparegut nous exemplars, encara en estudi (fig. 8). Es coneixen tres espècies exclusives dels jaciments del Montsec, *Palaeouloborus lacasae*, *Macryphantes cowdeni* i *Cretaraneus vilaltae*, amb diversos exemplars, alguns d'ells tan ben conservats que se'n pot estudiar, fins i tot, l'estructura de les fileres.

Els insectes són el grup d'artròpodes més nombrós i més divers (Martínez-Delclòs, 1991b, Martínez-Delclòs & Nel, 1995). S'han trobat 12 ordres d'insectes amb 32 espècies reconegudes, i hi ha encara un gran nombre d'individus en període d'estudi (Peñalver *et al.*, 1999). Els ordres i les espècies conegudes són: *Ephemeroptera*, l'espècie *Mesopalingea lerida*, encara que també s'han recoregut larves de les famílies Euthyplociidae i Leptophlebiidae, i dues ales aïllades d'adults (Whalley & Jarzembowski, 1985, Martínez-Delclòs, 1991b), Odonata: *Palaeaeschna vidali*, *Lleidoaeschnidium valloryi*, *Ilerdaegomphus pallerolae*, *Condalia woottoni* i *Samarura* sp.; també hi ha adults de la família Aeschniidae i larves que no han pogut ser emplaçades específicament. Blattodea: hi són molt abundants, amb les espècies: *Mesoblattina colominasi*, *Artitocoblatta hispanica*, *Nogueroblatta fontllongae*, *N. nana*, *Cretaholocompsa montsecana* i *Orbablattula infrequens*, tanmateix hi ha una gran quantitat d'individus que no han estat encara estudiats (Martínez-Delclòs, 1993). Isoptera: els tèrmits més antics del món (i l'exemple més antic d'insectes socials) han estat trobats als jaciments del Montsec; pertanyen a la família Hodotermitidae (Martínez-Delclòs & Martinell, 1995), i a la nova espècie *Meiatermes bertrani* (fig. 9). Fasmoptera?: hi apareix una espècie d'una família amb emplaçament problemàtic, Chresmodidae; és l'únic insecte d'hàbitat semiaquàtic amb una funció i un hàbitat que devien ser semblants al de les sabateres actuals, *Chresmoda aquatica*. Orthoptera: s'han reconegut 4 famílies encara que no han estat estudiades en

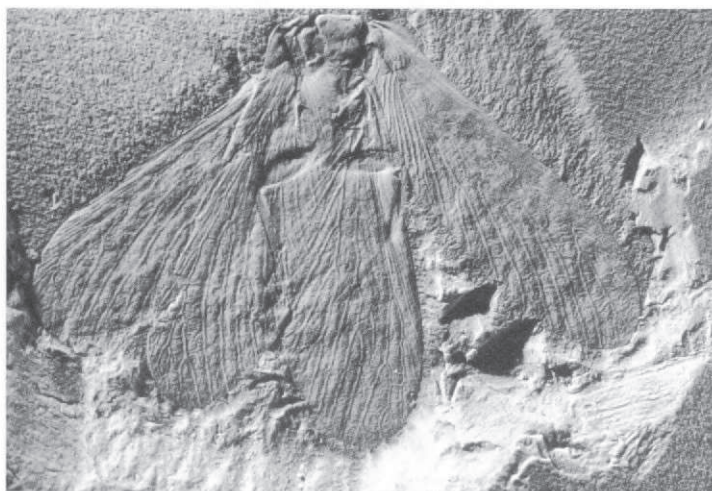


Figura 9. *Meiatermes bertrani*. Exemplar d'una de les termites més antigues del món. B48.806-B, dipositat al Muséum National d'Histoire Naturelle, París.

profunditat: Locustopsidae, Haglidae, Elcanidae, Locustopseidae; *Zeunerella* sp. és l'únic gènere reconegut. Hemiptera: han estat estudiades formes aquàtiques i terrestres, *Pachypsyche vidali*, *Ilerdocossus villaltai*, *Wonnacottella pulcherrima*, *Montsecocossus sirerai*, *Acocephalites breddini*, *Myangadina* sp. i *Iberonepa romerali*; espècies de Cixiidae, Progonocimicidae, Aleyrodoidea i Geocorisae també han estat reconegudes. Raphidioptera: *Mesoraphidia* sp.; Neuroptera: Chrysopidae. Coleoptera: 4 famílies amb 4 espècies *Pseudochrysobotris ballae*, *Antemnacrassa monreali*, *Montsebelus solutus*, *Jarzembowskia edmundi* i *Brevispinnatus paludis*; en breu apareixeran publicades noves espècies (Gratshev & Zherikin, 2000; Ponomarenko & Martínez-Delclòs, 2000). Hymenoptera: hi ha publicades 5 famílies d'himenòpters, Ephialtidae, Gasteruptiidae, Sphecidae, Sapygidae i Anaxyelidae, amb uns pocs gèneres i espècies: *Ephialtites jurassicus*, *Manlaya* sp. i *Cretosphex catalaunicus*, no obstant això, en breu apareixerà una revisió d'aquest grup (Rasnitsyn & Martínez-Delclòs, 2000). Trichoptera: Família indeterminada; i Diptera: n'hi ha molts individus, però de moment poc estudiats, encara que en breu apareixeran diverses publicacions. Solament se'n coneix una espècie: *Montsecia martinezdelclosi* (Mostovski, 1999). Es coneixen les famílies de dípters: Bibionidae, Rahgionidae, Nemestrinidae, Tipulidae, Mycetophilidae, Sciomycidae i Stratiomyiidae.

### Els vertebrats

Han aparegut quatre dels cinc grans grups de vertebrats: peixos, amfibis, rèptils i aus (dinosauris avians), falten els mamífers.



S'han reconegut dos dels tres grans grups de peixos actuals: Condrictis i Osteictis (Sarcopterigis i Actinopterigis). Condrichthyes: *Hybodus woodwardi* i *Lissodus palustris*; Osteichthyan Sarcopterygii: «*Holophagus*» (*Undina*) *leridae*, Osteichthyan Actinopterygii: *Amiopsis woodwardi*, *Caturus tarraconensis*, *Coelodus subdiscus*, *Ichthyemidion vidali* (fig. 10), «*Lepidotes ilergetis*», «*Lepidotes*» sp., *Notagogus ferreri*, *Ophiopsis montsechensis*, *Pleuropholis* sp., *Propterus vidali*, *Propterus* aff. *P.vidali*, *Proscinetes* ?, *Rubiesichthys gregalis* i *Vidalamia catalunica*. S'inclouen dins dels Teleostei indet. (fig. 11) els tàxons inicialment inclosos en els gèneres «*Leptolepis*» i «*Ascalabos*» (Wenz & Poyato-Ariza, 1995; Poyato-Ariza *et al.*, 1999).

Els amfibis han aparegut exclusivament en el jaciment de la Pedrera; són representats per tres espècies d'anurs: *Montsechobatrachus gaudryi* –l'holotip és un motlle i no s'hi pot emplaçar cap altre individu conegut–, *Neusibatrachus wilferti*, *Eodiscoglossus santonjae* (fig. 12), aquesta última és la que presenta un nombre major d'individus apareguts (Buscalioni *et al.*, 1995).

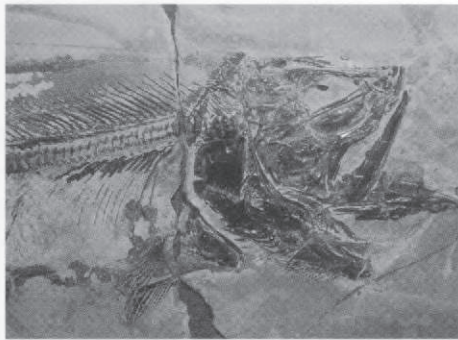


Figura 10. Zona cranial d'*Ichthyemidion vidali*. LC-1826-IEI dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.



Figura 11. *Teleosti indet.* (ex «*Ascalabos*»). Aquest petit peix és el vertebrat més comú en els jaciments. LC-536-IEI dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.

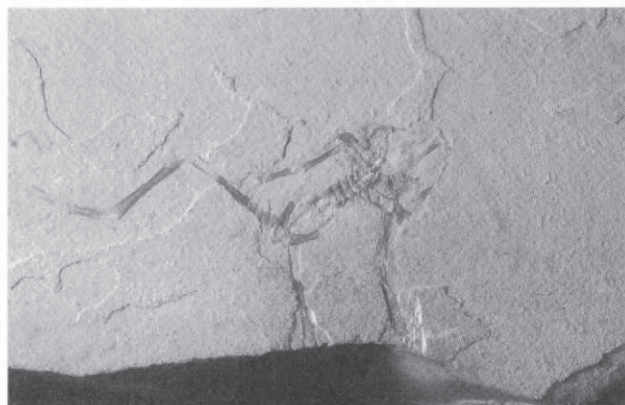


Figura 12.  
*Eodiscoglossus santonjae*.  
Petit anur. LP-036-G/IEI  
dipositat a l'Institut  
d'Estudis Ilerdencs.

Els rèptils, com tots els vertebrats a excepció dels peixos, solament han estat trobats en la Pedrera. S'han trobat restes d'un cocodril nan *Montsecosuchus depereti* (fig. 13) (Buscalioni & Sanz, 1988) i del lacèrtid *Meyasaurus crusafonti* (Evans & Barbadillo, 1996, 1998). Evans *et al.* (2000) mostren un altre exemplar diferent de lacèrtid, encara que no l'emplacen en cap gènere ni espècie.

Les aus o dinosaures avians, també són representats en els jaciments del Montsec amb dos esquelets fragmentaris, un d'un individu adult *Noguerornis gonzalezi* (Lacasa, 1989), i un altre d'un pollet (fig. 14), que no ha estat emplaçat en cap gènere ni espècie, per falta de caràcters diagnòstics (Sanz *et al.*, 1997). Les restes de plomes són comunes en ambdós jaciments (Lacasa, 1985, Gómez, 1986).

### La icnologia

Dins de les traces deixades pels organismes, als jaciments del Montsec en trobem de bioturbació, de biodeposició i sobre restes vegetals. Entre les de bioturbació, *Hamiipes didactylus*, *Steinsfordichnus brutoni*, *Cochlichnus anguineus*, *Gordia arcuata*, *Undichna britannica* (fig. 15) (Gibert *et al.*, 1999, 2000). Pel que fa les biodeposicions, un gran nombre de copròlits i dejeccions, apareixen comunament entre el registre fòssil. També hi ha algunes restes vegetals amb postes d'insectes (fig. 16).

### OBSERVACIONS TAFONÒMIQUES

El conjunt d'observacions tafonòmiques s'han fet en ambdós jaciments, això no obstant, a causa que la durada de les excavacions en la Cabrua ha estat més llarga,

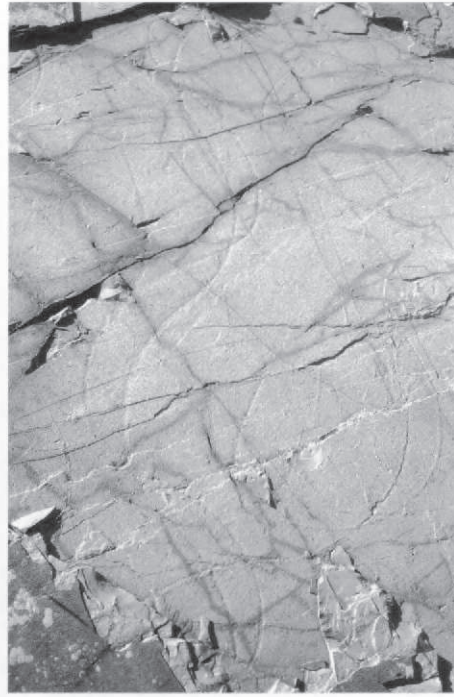


Figura 13. *Montsecosuchus depereti*. Petit cocodril. MGB-512 dipositat al Museu de Geologia de Barcelona.





*Figura 14. Ocell no adult trobat al jaciment de la Pedrera. LP-4450-IEI dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.*



*Figura 15. Undichna britannica en el jaciment de la Pedrera. Aquesta traça va ser feta per un peix que es passejava prop del fons del llac, fa uns 115 milions d'anys.*

s'hi han fet més observacions (Martínez-Delclòs & Martinell, 1993, Martínez-Delclòs & Fregenal-Martínez, 1995). Totes les observacions s'han fet capa per capa, algunes d'elles presenten particularitats, però en aquest treball es generalitzarà sobre el conjunt aparegut, i es concretarà en les fàcies treballades que corresponen a les de màxim desenvolupament del llac (en les zones més profundes).

Les observacions podrien emmarcar-se en tres grans grups: distribució dels fòssils, preservació dels fòssils i absències.

Pel que fa a la distribució dels fòssils s'ha observat que en la majoria de les capes treballades la repartició dels fòssils és a l'atzar i no presenten cap direccionalitat que ens pugui indicar una paleodirecció de corrents interns. Les dades obtingudes capa per capa han permès fer l'anàlisi, no solament de tots els exemplars trobats a cada capa, sinó separats per grups taxonòmics, ja que presenten diferent comportament tafonòmic enfront dels processos físics i químics.

El grau de preservació de les restes és, en quasi tots els exemplars, excepcional. La preservació de parts toves en els jaciments de fòssils és una cosa completament inusual, i en aquests jaciments és comú aquest tipus de preservació. En paleontolo-



Figura 16. Fulla amb postes d'insecte de la Cabrua. Dipositat a l'Institut d'Estudis Ilerdencs.

gia a aquests jaciments s'els anomena *Konservat-Lagerstätte*. S'ha observat la presència d'organismes tous o parts toves d'aquests, com són estadis larvaris i pupals d'insectes, o aranyes (fig. 8), i també conservació de l'aparell digestiu d'alguns peixos i traces de la pell de les granotes. S'han conservat estructures delicades, com les antenes dels crustacis (fig. 7), les fileres de les aranyes, extremitats capil·lars de ranunculàcies, ulls d'insectes, etc. La presència de traces de color també és molt rar en el registre fòssil, no obstant això, al Montsec s'ha preservat en ales i abdòmens d'alguns insectes.

En molts grups el grau d'articulació dels organismes és molt elevat: s'han trobat tiges amb fulles i fruits en connexió, grans frondes de falgueres, articulació del cos i extremitats en tots els artròpodes (ales, potes, mandíbules, etc.), elevat grau de connexió anatòmica en formes juvenils de peixos, que tenen baix grau d'ossificació (fig. 11), etc.

Tant l'alt grau d'articulació i preservació de les restes, com el fet de trobar peixos amb els seus copròlits i l'absència d'estructures sedimentàries tractives, fan pensar en un caràcter autòcton dels organismes d'hàbitat aquàtic i semiaquàtic, i en un lleuger transport per als organismes terrestres que han estat transportats o bé



vius, pel vent o bé acabats de morir, per l'aigua. L'absència d'organismes bentònics i de bioturbació generalitzada (sempre s'observa una laminació fina i paral·lela) ens porta a deduir que hi havia un fons anòxic en el llac.

Pel que fa a les calcàries litogràfiques mai no s'han trobat organismes que puguin indicar un possible contacte amb el medi marí. Cap organisme cretaci marí no ha estat trobat durant les excavacions, ni se n'han observat en les col·leccions de cap museu. La presència d'organismes típicament continentals, com moltes larves d'insecte, anurs i cocodrils, i les calcàries litogràfiques envoltades per calcàries amb una elevada abundància de caròfits, la qual cosa indica l'existència d'un cinturó d'aquestes algues d'aigua dolça, en les parts més somes del llac, fan pensar, a diferència del que han dit alguns autors, que aquests jaciments no varen tenir contacte directe amb el mar. L'estudi dels organismes que podrien ser interpretats com marins —és el cas dels celacants o els picnodonts— ha estat provat que en aquella època varen ser continentals (Poyato-Ariza *et al.*, 1998); pel que fa als selacis trobats poden ser com algunes espècies actuals, d'aigua dolça.

#### AGRAÏMENTS

Les excavacions s'han fet gràcies al suport econòmic principal de l'Institut d'Estudis Ilerdencs de la Diputació de Lleida. Altres anys s'han obtingut subvencions paral·leles del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, de la Universitat de Lió i de «la Caixa». Agraïm a l'Ajuntament de Santa Maria de Meià la benvinguda que ens han donat sempre i el seu consentiment perquè poguéssim fer les campanyes anuals en el seu municipi. A totes aquelles persones que han participat en les campanyes des del 1979.

#### BIBLIOGRAFIA

- ANSORGE, J. (1991). *Zur Sedimentologie und Paläontologie des unterkretazischen Paltenkalkaufschlusses «La Cabrua» (Sierra del Montsec; Provinz Lerida/NE – Spanien) unter besonderen Berücksichtigung der fossilen Insekten*. Diplomarbeit, Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald, 84 pp. + 9 taf.
- BARALE, G. (1995). «The fossil flora megarests and microrests». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 31-38.
- BLANC-LOUVEL, C. (1991). «Étude complémentaire de *Montsechia vidali* (Zeiller) Teixeira 1954: nouvelle contribution systématique». *Annals de Paléontologie*, 77, 129-141.
- BRENNER, P., GELDMACHER, W.; SCHROEDER, R. (1974). «Ostrakoden un Alter der

- Plattenkalke von Rubies (Sierra de Monsech, Prov. Lérida, NE-Spanien)». *N.Jb.Geol.Paläont.Mh.*, 1974, 9, 513-524.
- BUSCALIONI, A. D.; SANZ, J. L. (1988). «Phylogenetic relationships of the Atoposauridae (Archosauria, Crocodylomorpha)». *Historical Biology*, 1, 233-250.
- BUSCALIONI, A. D.; SANZ, J. L.; BARBADILLO, J.; ORTEGA, F.; PÉREZ-MORENO, B. (1995). «Lizards, Crocodiles and Birds». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 55-58.
- CALZADA, S.; GÓMEZ, J. E. (1994). «Un nuevo Isópodo (Crustacea) de Sta. Maria de Meià». *Batalleria*, 4, 27-30.
- COURTINAT, B. (1984). «Palynologie et paléoenvironnement des calcaires lithographiques de la Pedrera de Rubies (Espagne)». *Ilerda*, 45, 93-108.
- EVANS, E.; BARBADILLO, L. J. (1996). «The Early Cretaceous lizards of Montsec (Catalonia, Spain)». *Treb.Mus.Geol.* [Barcelona], 5, 5-13.
- EVANS, E.; BARBADILLO, L. J. (1998). «The lizard *Rubiissaurus* Gómez Pallerola, 1979 from the Lower Cretaceous of Catalonia (Montsec, Lleida, Spain)». *Treb.Mus.Geol.* [Barcelona], 7, 5-10.
- EVANS, E.; LACASA-RUIZ, A.; ERILL-REY, J. (2000). «A lizard from the Early Cretaceous (Berriasian-Valanginian) from Montsec, Catalonia, Spain». *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 215(1), 1-15.
- GARASSINO, A. (1997). «The macruran decapod crustaceans of the Lower Cretaceous (Lower Barremian) of Las Hoyas (Cuenca, Spain)». *Atti Soc. it. Sci. nat. Museo civ. Stor. nat.* [Milano], 137/1996 (I-II), 101-126.
- GIBERT, J. M. DE; BUATOIS, L. A.; FREGENAL-MARTÍNEZ, M. A.; MÁNGANO, M. G.; ORTEGA, F.; POYATO-ARIZA, F. J.; WENZ, S. (1999). «The fish trace fossil *Undichna* from the Cretaceous of Spain». *Palaeontology*, 42(3), 409-427.
- GIBERT, J. M. DE; FREGENAL-MARTÍNEZ, M. A.; BUATOIS, L. A.; MÁNGANO, M. G. (2000). «Trace fossils and their palaeoecological significance in Lower Cretaceous lacustrine conservation deposits, El Montsec, Spain». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 156, 89-101.
- GÓMEZ, J. E. (1986). «Nota preliminar sobre una pluma penna del yacimiento eocretácico de la Pedrera de Meià (Lérida)». *Bol. Geol.Min. España*, XCVII-I, 22-24.
- GRATSHEV, V. G.; ZHERIKHIN, V. V.(2000). «New Early Cretaceous weevil taxa from Spain (Coleoptera, Curculionoidea)». *Acta Geologica Hispanica*, 35. [En premsa]
- LACASA, A. (1985) «Nota sobre las plumas fósiles del yacimiento Eocretácico de «La Pedrera-La Cabrua» en la Sierra del Montsec (Prov. Lleida, España)». *Ilerda*, 46, 227-238.
- LACASA, A. (1989). «Nuevo género de ave fósil del yacimiento neocomiense del Montsec (Provincia de Lérida, España)». *Estudios geol.*, 45, 417-425.
- LACASA, A. (1991). «Els jaciments fossilífers de les calcàries litogràfiques del Montsec». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Les calcàries litogràfiques del Cre-*



- taci inferior del Montsec. Deu anys de campanyes paleontològiques*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, versió catalana 15-19, versió anglesa 11-14.
- MARTÍN-CLOSAS, C.; LÓPEZ-MORÓN, N. (1995). «The Charophyte Flora». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 29-31.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) (1991a). *Les calcàries litogràfiques del Cretaci inferior del Montsec. Dey anys de campanyes paleontològiques*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, versió catalana 1-162 p., versió anglesa 1-106 p.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (1991b). *Insectes hemimetàbols del Cretaci inferior d'Espanya. Tafonomia i Paleoautoecologia*. Barcelona: Dept. G.D.G.P., Univ. de Barcelona, 784 p. Tesi doctoral.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (1993). «Blátidos (Insecta, Blattodea) del Cretácico inferior de España. Familias Mesoblattinidae, Blattulidae y Poliphagidae». *Boletín Geológico y Minero*, 104, 52-74.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) (1995). *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 97 p.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; FREGENAL-MARTÍNEZ, M. (1995). «Methodology of excavation». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 24-29.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; NEL, A. (1995). «Arthropods». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 39-46.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; MARTINELL, J. (1993). «Insect taphonomy experiments. Their application to the Cretaceous Outcrops of Lithographic Limestones from Spain». *Kaupia*, Darmstädter Beiträge Naturgeschichte, 2, 133-144.
- MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; MARTINELL, J. (1995). «The oldest known record of social insects». *Journal of Paleontology*, 69, 594-599.
- MOSTOWSKI, M. B. (1999). «A brief review of brachycerous flies (Diptera, Brachycera) in the Mesozoic, with description of some curious taxa». A: *Proceedings of the first Palaeoentomological Conference Moscow 1998*, AMBA/AM/pficm98/1.99, 103-110.
- PEYBERNÈS, B. (1976). *Le Jurassique et le Crétacé des Pyrénées franco-espagnoles entre la Garonne et la Méditerranée*. Univ. Paul Sabatier de Toulouse, 459 p. [Thèse doctorat]
- PEYBERNÈS, B.; OERTLI, H. (1972). «Le série du passage du Jurassique au Crétacé dans le bassin sud-pyrénéen (Espagne)». *Comptes Rendus Academie Sciences Paris*, Sér. D, 274, 3348-3351.
- PEÑALVER, E.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X.; ARILLO, A. (1999). «Yacimientos con in-

- sectos fósiles en España». *Revista Española de Paleontología*, 14(2), 231-245.
- PONOMARENKO, A.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (2000). «New beetles (Insecta: Coleoptera) from the Lower Cretaceous of Spain». *Acta Geologica Hispanica*, 35, [en premsa]
- POYATO-ARIZA, F. J.; BUSCALIONI, A. D.; CARTANYÀ, J. (1999). «The Mesozoic record of osteichthyan fishes from Spain». A: ARRATIA, G.; SCHULTZE, H. P.(ed.) *Mesozoic Fishes 2 - Systematics and Fossil Record.*, 505-533, Munchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- POYATO-ARIZA, F. J.; TALBOT, M. R.; FREGENAL-MARTÍNEZ, M. A.; MELÉNDEZ, N.; WENZ, S. (1998). «First isotopic and multidisciplinary evidence for nonmarine coelacanths and pycnodontiforms fishes: palaeoenvironmental implications». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 144, 65-84.
- RABADÀ, D. (1993). «Crustáceos decápodos lacustres de las calizas litográficas del Cretácico inferior de España: Las Hoyas (Cuenca) y el Montsec de Rúbies (Lleida)». *Cuadernos Geología Ibérica*, 17, 345-370.
- RASNITSYN, A.P.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (2000). «Wasps (Insecta: Vespida = Hymenoptera) from the Early Cretaceous of Spain». *Acta Geologica Hispanica*, 35, [en premsa]
- SANZ, J. L.; CHIAPPE, L. M.; PÉREZ-MORENO, B. P.; MORATALLA, J. J.; HERNÁNDEZ-CARRASQUILLA, F.; BUSCALIONI, A. D.; ORTEGA, F.; POYATO-ARIZA, F. J.; RASSKIN-GUTMAN, D.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (1997). «A Nestling Bird from the Lower Cretaceous of Spain: Implications for Avian Skull and Neck Evolution». *Science*, 276, 1543-1546.
- SELDEN, P.A. (1989). «Orb-web weaving spiders in the early Cretaceous». *Nature*, 340, 6236, 711-713.
- SELDEN, P.A. (1990). «Lower Cretaceous spiders from the Sierra del Montsec, North-East Spain». *Palaeontology*, 33(2), 257-285.
- VIDAL, L. M. (1898). «Compte-rendu des excursions dans la province de Lérida du 11 au 15 Octobre». *Bulletin de la Société Géologique de France*, Sér. 3, 20, 884-900.
- VIDAL, L. M.. (1902). «Sobre la presencia del tramo Kimeridgense en el Montsec y hallazgo de un batracio en sus hiladas». *Mem. Real Acad. Cien. Art. Barcelona*, época 3a, 4, 3-18.
- WENZ, S.; POYATO-ARIZA, F. J. (1995). «Fishes». A: MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (ed.) *Montsec & Montral-Alcover, Two Konservat. Lagerstätten Catalonia, Spain. Field trip guide book-II International Symposium on Lithographic Limestones*. Lleida: Institut d'Estudis Ilerdencs, 47-53.
- WHALLEY, P. E. S.; JARZEMBOWSKI, E. A. (1985). «Fossil insects from the Lithographic limestone of Montsec (late Jurassic-early Cretaceous), Lerida Province, Spain». *Bull. British Mus. nat. Hist. (Geol.)*, 38(5), 381-412.