

NEMUS

REVISTA DE L'ATENEU DE NATURA N°2. 2012



Acila (Turnacila) castagni

NEMUS

UNA PUBLICACIÓ DE L'ATENEU DE NATURA

Nemus nº 2. Desembre 2012. Una publicació de l'Ateneu de Natura

Consell de redacció:

Enric Forner i Valls
Joan Castany i Àlvaro
Miguel Tirado Bernat
Vicent Gual i Ortí

Consell assessor:

Juan Luis Arsuaga
José Luis Sanz García
Sebastián Calzada Badía
Germán López Iborra

Editors:

La revista Nemus ha estat editada per les següents associacions científiques:
Ateneu de Natura, Associació Grup Au d'Ornitologia i Associació de Paleontologia i Mineralogia d'Onda.



Portada: *Acila (Truncacila) castagni*

Disseny portada: Marc Dufour i Enric Forner

Foto portada: Enric Forner

Maquetació: Miguel Tirado

Impressió: Gràfiques Castany

Copyright 2012 de l'Ateneu de Natura. Tots els drets reservats. La reproducció total o parcial d'aquesta revista està prohibida sense el consentiment explícit per escrit de l'editor.

Nemus (CS-302-2003) ISSN: 1697-2694.

Distribució i intercanvi a: Nemus. Ateneu de Natura c/ Sant Roc, 125 3r 5a 12004 Castelló de la Plana. correu electrònic: forner_enr@gva.es

Publicat en desembre de 2012

Els editors de la revista Nemus volen agrair als següents organismes públics el seu suport econòmic i logístic que ha fet possible la publicació d'aquest volum:



Excm. Ajuntament de Cincorres



Excm. Ajuntament d'Onda



Excm. Ajuntament de Castelló



Exma. Diputació Provincial de Castelló

Índex d'articles

Una nova espècie del gènere <i>Acila</i> (Bivalvia: Nuculidae) de l'Aptià (Cretaci Inf.) de la Conca del Maestrat Enric Forner i Valls.....	9
Els vertebrats de la Formació Argiles de Morella (Aptià inferior, Cretaci Inferior) José Miguel Gasulla, Francisco Ortega, José Luis Sanz, Fernando Escaso, Pilar Yagüe y Adán Pérez-García.....	15
Dinàmica poblacional de dos equinoïdeus irregulars de l'Aptià de Cinctorres (conca del Maestrat) Enric Forner i Valls, Joan Castany i Álvaro, José Pablo Sansano Ten, Daniel Jurado Sánchez, & Vicent Gual i Ortí.....	29
Precisions geològiques i paleoecològiques sobre el jaciment del Barranc de la Torre Folch (el Forcall, els Ports, Serralada Ibèrica) Emili Gombau i Valanzuela & Enric Forner i Valls.....	41
Estudi de la població d'un equinoïdeu irregular de l'Aptià de la subconca del Penyagolosa (serralada Ibèrica oriental) Enric Forner, Jorge Adelantado, Joan Castany i Carme Castany.....	47
Un important jaciment de flora del Cretaci de la Conca del Maestrat Daniel Sánchez Caballero.....	59
Lombrices raras y endémicas de la provincia de Castellón (España) Antonio Pérez Onteniente.....	63
Pectínidos de las aguas de Castellón: faunística, taxonomía y evolución Juan B. Peña y Carlos Saavedra.....	71
Estudi de la depredació de Naticidae (Gasteropoda) sobre <i>Spisula subtruncata</i> (Bivalvia) al litoral de la Serra d'Irta (Peníscola, Mediterrània occidental) M. Araceli González de la Lastra Sánchez, Enric Forner i Valls & Pilar González de la Lastra Sánchez.....	83
Seguiment d'aus al Toll d'Ascla (Onda, Castelló) de 2007 a 2011 Joan Castany i Álvaro.....	93
La comunidad de aves en campos de secano abandonados en la Plana de Castellón Miguel Tirado Bernat.....	115

Una nova espècie del gènere *Acila* (Bivalvia: Nuculidae) de l'Aptià (Cretaci Inf.) de la Conca del Maestrat

Enric Forner i Valls

Es descriu *Acila* (*Truncacila*) *castagni* una nova espècie de nucúlid procedent de l'Aptià (Cretaci Inferior) de la Conca de Maestrat (Onda, Castelló, Espanya). Aquesta és la primera cita cretàcia del gènere *Acila* per a la península Ibèrica. S'eixampla la distribució estratigràfica del gènere *Acila* fins al Bedulià.

Mots clau: Paleontologia. Mollusca. Bivalvia. Nuculidae. Cretaci. Nova espècie. Conca del Maestrat.

A new species of the genus *Acila* (Bivalvia: Nuculidae) from the Aptian (Cretaceous Inf.) of the Maestrat Basin.

Acila (*Truncacila*) *castagni* is described as a new species of nuculid from the Aptian (Lower Cretaceous) of the Maestrat basin (Onda, Castelló province, Spain). This is the first quotation of the Cretaceous genus *Acila* in the Iberian Peninsula. Moreover, the stratigraphic distribution of the genus *Acila* is spreaded out to Bedulian.

Key words: Palaeontology. Mollusca. Bivalvia. Nuculidae. Cretaceous. New species. Maestrat Basin.

Cap a l'any 1989, a l'Aptià dels voltants del pantà del Sitjar (Onda, la Plana Baixa), es va recollir un interessant exemplar de Nuculidae. En aquell moment només va aparèixer un exemplar amb una de les valves esclafada i se'n va ajornar l'estudi. El Sr. Daniel Sánchez ens va comunicar recentment la troballa d'un altre exemplar més ben conservat. Es va encetar aleshores una recerca de més exemplars, tant en camp com en col·leccions particulars, que han completat un conjunt de material que permet estudiar l'espècie.

El treball específic sobre el gènere *Acila* (Schenck, 1935, 1936; Squires & Saul, 2006) indiquen que aquest gènere de la família Nuculidae està confirmat des del Gargasà (Aptià sup.) fins l'actualitat, amb la majoria de cites a tots dos marges de l'oceà Pacífic. Tanmateix, no s'havia citat mai fins ara a la península Ibèrica.

Material i mètode

Tots els exemplars conserven la closca en bon estat, malgrat que la conquilla original era d'aragonita, i les dues valves articulades. Però la majoria presenten una o les dues valves esfondrades. No han aparegut valves soltes, per la qual cosa no s'ha pogut observar la xarnera. Els espècimens apareixen en un nivell d'una marga molt argilosa. Els fòssils són de colors gruencs o foscos.

Els dos exemplars ja citats s'han completat amb el material de la col·lecció de Jesús López Llorens (CJL) (amb 29 espècimens, 11 d'ells mesurables), 3 exemplars cedits per Manuel Saura i noves recerques de camp que han donat 18 exemplars, 3 dels quals mesurables. Tot el material recollit prové de l'esmentat jaciment del Pantà del Sitjar.

Es dipositen 16 exemplars en les col·leccions de Paleontologia del Museu de Geologia – Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB) amb els números de registre del MGB 59545 al MGB 59554 i del MGB 59607 al MGB 59613; l'holotip és el MGB 59545. Es diposita un exemplar al Natural History Museum of Los Angeles County amb el número de registre LACMIP #13,727. Es desa un exemplar en la Col·lecció Municipal de Paleontologia i Mineralogia de l'Ajuntament d'Onda (CPO) amb el registre CFC2522. Es consignen un exemplar en la Col·lecció Museogràfica Permanent de Cinctorres amb el número de registre ICT001. La designació i mesures dels 13 paratips es relacionen en la Taula 2. En la sistemàtica s'ha seguit la proposta per Cox et al. (1969). Les mesures s'han pres amb un peu de rei digital, arrodonides a dècimes de mil·límetre (Taula 1). Abreviatures: AD = marge antero-dorsal; PD = marge postero-dorsal; H = alçada; L = longitud; I = Gruix. Els angles en graus i la resta de mesures en mm.

Sistemàtica paleontològica

Phylum MOLLUSCA Linnaeus, 1758
 Classe BIVALVIA Linnaeus, 1758
 Subclasse PALAEOTAXODONTA Korobkov, 1954
 Ordre NUCULOIDA Dall, 1889

Superfamília NUCULOIDEA Gray, 1824
 Família NUCULIDAE Gray, 1824
 Gènere *Acila* H. Adams & A. Adams, 1858
 Subgènere *Truncacila* Grant & Gale, 1931
Acila (Truncacila) castagni n. sp.

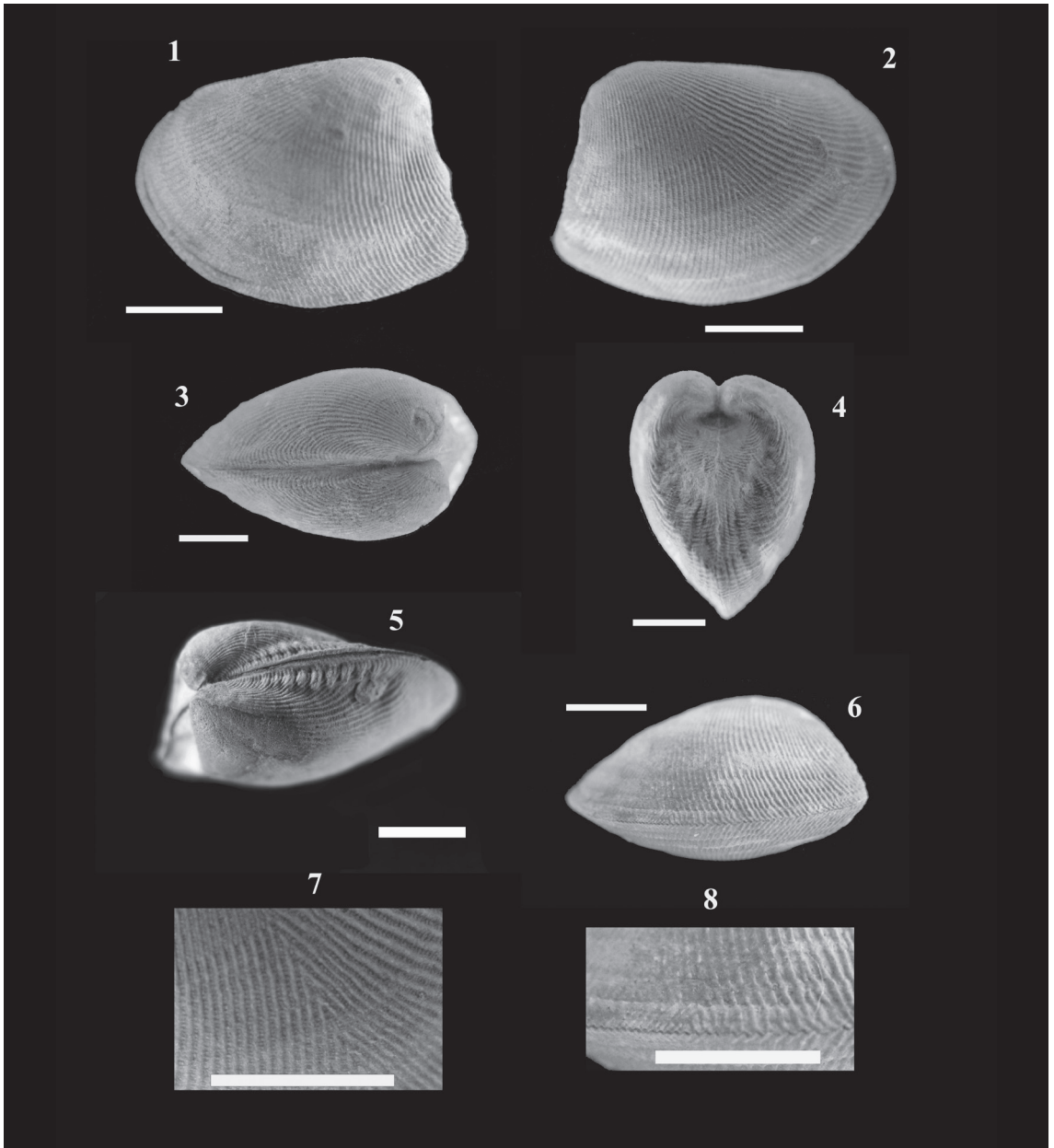


Figura 2 | *Acila (Truncacila) castagni*. De 1 a 4 holotip, MGB 59545: 1 valva esquerra; 2 valva dreta; 3 vista anterodorsal; 4 vista posterodorsal. 5 Paratip MGB 59546, vista anterodorsal. De 6 a 8, holotip, MGB 59545: 6 vista ventral; 7 ampliació de 2, amb detall de l'angle de bifurcació de les costelles i les lamel·les intercostals; 8 ampliació de 6, detall de la crenulació del marge ventral. Les ratlles representen sempre 5mm.

Figure 2 | *Acila (Truncacila) castagni*. 1 to 4 holotype, MGB 59545: 1 left valve; 2 right valve; 3 anterodorsal view; 4 posterodorsal view. 5 Paratype MGB 59546, anterodorsal view. 6 to 8, holotype, MGB 59545: 6 ventral view; 7 extension of 2, with details of the bifurcation angle of the ribs and intercostal strips; 8 extension of 6, detail of ventral margin crenulation. Stripes represent 5mm long.

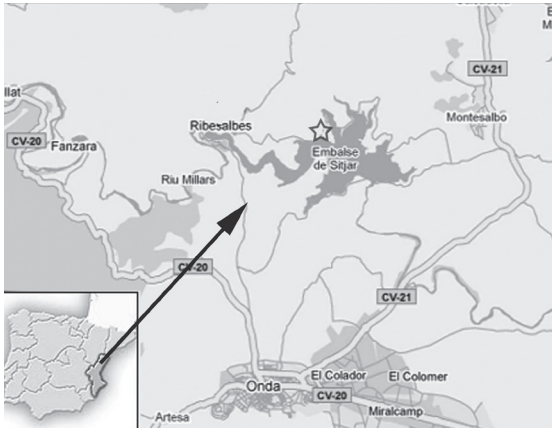


Figura 1 | Localització del jaciment.

Figure 1 | Location of the site.

Dades taxonòmiques

L'holotip és l'exemplar figurat. Es guarda en el Museu de Geologia – Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB) amb el número de registre MGB 59545. Els paratips es relacionen en la taula 2. Procedeixen del jaciment del Tossal del Negre, al Pantà de Sitjar, municipi d'Onda (la Plana Baixa). Fulla 615, l'Alcora, del mapa geològic (Fig. 1). Estrat tipus: Aptià, Bedulià superior; formació *Margues de Forcall*, membre *Margues de Morella la Vella* (Canerot et al., 1982); Biozona: *Dufrenoyia furcata*, subzona *D. dufrenoyi*. Localitat tipus: Onda. S'anomena en honor de l'ornitòleg Dr. Joan Castany i Àlvaro, per la sua inesgotable tasca per ampliar el coneixement de l'avifauna castellonenca, el qual està interessat també per la paleontologia, sovint company de camp de l'autor i natural d'Onda com el núclid que portarà el seu nom, la primera espècie que s'ha descrit amb materials d'aquest municipi (Forner, 2011 i 2012).

Diagnosi

Truncacila subrectangular, comprimida lateralment, amb l'espai intercostal més ample que les costelles i amb lamel·les perpendiculars a aquestes, abundants i regulars.

Diagnosis

Truncacila subrectangular, laterally compressed, with the intercostal space is wider than the ribs and regular and abundant slats perpendicular to these.

Descripció

Conquilla de mida mitjana pel subgènere (17-22 mm), més llarga que alta, índex alçada/longitud = 0,7 (per n:29). Contorn subrectangular, inequilateral, equivalva. Valves poc inflades, comprimida lateralment, índex gruix/longitud = 0,5 (n:17). La part anterior ampliament arrodonida. Marge antero-dorsal llarg i recte. El marge posterior, més curt, truncat, rostre inapreciable. L'angle antero-dorsal/postero-dorsal oscil·la entre 90-100°. Marge ventral convex, regularment arrodonit. Umbes menuts, localitzats posteriorment, opistògirs. La decoració de la conquilla està formada per costelles molt estretes que naixen de la zona umbonal i segueixen dos patrons diferents (divaricada), cap a la part anterior o posterior ventral. La intersecció, cap al centre de la valva, forma una V invertida. S'intercepten formant un angle de 40°. La línia que interceptaria els vèrtexs dels angles de bifurcació arranca des de l'umbe fins a la zona ventral central o un poc anterior, seguint una línia lleugerament còncava cap a la part posterior. L'espai entre costelles és més ample que aquestes, entre el mateix i al voltant d'un quart més que l'amplada de la costella. Aquest espai intercostal té lamel·les ben visibles amb lupa, regulars i perpendiculars a les costelles, que en canvi no s'aprecien en les pròpies costelles (Fig. 2.7). Prop del marge en algun cas esporàdic es bifurca alguna nova costella (Fig. 2.8, part dreta). El nombre total de costelles en cada valva és aproximadament de 75, i van augmentant amb l'edat, amb la grandària. Les conquilles mostren poques línies de creixement concèntriques (entre 3-5), més freqüents cap al marge ventral, tot i que hi ha exemplars en què no se n'aprecia cap. Els marges són crenulats, amb les fines crestes que es corresponen amb el final de les costelles (Fig. 2.8), les crenulacions també són visibles en l'interior de les valves (Fig. 3.2). L'escut, enfonstat amb una fina carena de la línia de commissura, té forma de cor allargat amb la part ampla prop de l'umbe. A la part més pròxima a l'umbe hi ha dues petites carenes que s'intercepten formant un angle de uns 70°, limitant una zona triangular, que dona al conjunt, amb la carena de

	Holotip	Mitjana	Des. Est.	Màxim	Mínim	n
Alçada	12,1	12,13	2,03	15,8	7,4	29
Longitud	17,5	17,48	2,75	22,1	11	32
Gruix	9,2	8,39	1,52	10,3	5,7	17
Índex H/L	0,69	0,69	0,05	0,79	0,57	29
Índex I/L	0,53	0,50	0,04	0,56	0,41	17
Nombre costelles	80	67,17	9,28	80	55	6
Angle AD/PD	95	94,7	4,26	102	90	20
AD	15,4	14,64	2,30	18,5	10,2	25
PD	10,2	9,62	1,78	12,4	5,9	25
Índex PD/AD	0,66	0,66	0,06	0,78	0,56	25

Taula 1 | Mesures de *Acila (Truncacila) castagnii*.

Table 1 | Measures *Acila (Truncacila) castagnii*.

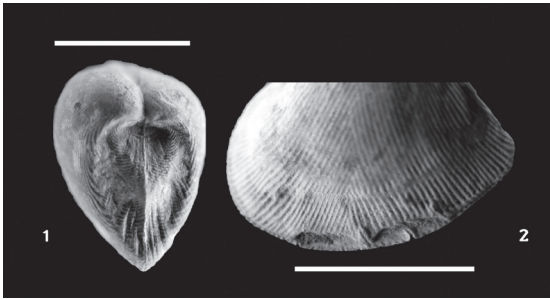


Figura 3 | *Acila (Truncacila) castagni*. 1 holotip, MGB 59545: vista posterodorsal, detall de l'escut. 2 Paratip MGB 59546: vista ventral, detall de la crenulació interior. Les ratlles representen 10mm.

Figure 3 | *Acila (Truncacila) castagni*. 1 holotype, MGB 59545: posterodorsal view, detail of the escutcheon. 2 MGB Paratype 59546: ventral view, detail of interior crenulation. Stripes represent 10mm long.

la commissura, una forma de Y (Fig. 3.1). La decoració de l'escut està constituïda per costelles molt fines, concèntriques, que continuen saltant la carena de la commissura. En la zona dorsal anterior presenta dos cordons paral·lels a la commissura formats per nòduls de la mateixa direcció que les costelles (Fig. 2.5), que en alguns exemplars només estan insinuats. La morfologia interna de les conques (xarnera, impressions musculars, etc.) no s'ha pogut descriure atès que les closques presenten invariablement ambdues valves juntes, tancades i cimentades.

Comparació amb altres espècies

S'ha comparat l'espècie descrita amb espècies semblants d'edat el més pròxima possible i s'han observat les següents diferències:

Acila (Truncacila) allisoni Squires & Saul, 2006, del final de l'Aptià de la Baixa Califòrnia (Mèxic), és més menuda, menys llarga (és subquadrada), amb un índex H/L de 0.78,

Mollusca. Bivalvia.

Plicatula placunea Lamarck, 1819

Neitheia atava (Roemer, 1839)

Mollusca. Cephalopoda

Dufrenoya dufrenoyi (d'Orbigny, 1840)

Toxoceratoides royerianus (d'Orbigny, 1842)

Dufrenoya furcata (Sowerby, 1836)

Aconoceras sp.

Dues espècies de Desmoceratids.

Brachiopoda

Burrirhynchia miliani (Bataller, 1947)

Sellithyris sella (Sowerby, 1823)

Echinodermata. Echinoidea

Acrosalenia patella (Agassiz, 1840)

Leptosalenia prestensis (Desor, 1856)

Discoidea decorata (Desor, 1842)

Holaster prestensis (Desor in Jaccard, 1869)

Taula 3 | Fauna associada a *Acila (T.) castagni*

Table 3 | Fauna associated with *Acila (T.) castagni*

un 10% més alt, té menys costelles (55) i l'espai entre costelles es només 1/3 del ample d'aquestes.

Acila (Truncacila) sp. nov?, de l'Albià inferior de l'oest del nord d'Amèrica, no va ser anomenada per Squires & Saul (2006) en disposar només d'un exemplar incomplet. Aquesta és la forma més semblant a la nova espècie, tot i que també es diferencia per tenir menys costelles i un espai intercostal molt estret de sols 1/3 de l'ample de les costelles. *Acila (Truncacila) bivirgata* (Sowerby, 1836), de l'Albià anglès, és la única espècie del Cretaci inferior citada en Europa, té el marge dorsal anterior un poc convex mentre que és recte en la nova espècie; el perfil és ovalat (no subquadrat).

Intitució	Número	Alçada	Longitud	Gruix
Museu Geologia Barcelona	MGB59546	12,2	17,0	6,9
Museu Geologia Barcelona	MGB59547	12,2	18	10
Museu Geologia Barcelona	MGB59548	12,2	18,6	10,1
Museu Geologia Barcelona	MGB59549	10,1	14,4	6,7
Museu Geologia Barcelona	MGB59550	13,1	19,1	10,2
Museu Geologia Barcelona	MGB59551	11,7	18,7	10,3
Museu Geologia Barcelona	MGB59552	13,4	18,8	9,7
Museu Geologia Barcelona	MGB59553	7,6	11,3	5,7
Natural History Museum Los Angeles	LACMIP #13,727	12,6	17,6	8,4
Col·lecció Paleontologia Ajuntament d'Onda	CFC2522	12,1	18,2	8,5
Col·lecció Museogràfica de Cinctorres	ICT001	13,0	17,4	8,4
Col·lecció Jesús López	CJL04	11,7	18,9	8,8
Col·lecció Enric Forner	CEF.PS03	12,3	15,6	8,8

Taula 2 | Identificació i mesures dels paratips de *Acila (Truncacila) castagni*.

Table 2 | Identification and measurements of paratypes *Acila (Truncacila) castagni*.

És més gruixuda, segons les dades de Woods (1899), per una mostra de 7 exemplars, de les quals resulta un índex I/L de 0,64 (davant 0,50 de *castagni*). L'espai intercostal el té llis i estret (Woods, 1899: Fig.11; Gillet, 1924: Fig.2), a diferència d'un espai intercostal ample i amb lamel·les de la nova espècie (Fig. 2.7).

Acila (Truncacila) schencki Stoyanow, 1949, de l'Aptià d'Arizona, és més menuda, menys llarga, de perfil ovalat, amb menys costelles i un angle de bifurcació més gran.

Notes

Les espècies que acompanyen a *Acila (Truncacila) castagni* es relacionen en la Taula 3.

La nova espècie apareix en els materials més argilosos, un substrat tou. Les espècies actuals i fòssils del gènere *Acila* són endobentòniques (però es colguen a poca profunditat perquè no tenen sifons) i principalment detritívores (Sundberg, 1980; The Paleobiology Database, 2012).

L'ornamentació divaricada de les valves segons alguns autors facilita la funció d'excavació i enterrament de les conques (Stanley, 1970, de Porta, 1988; Checa & Domènech, 2009).

Fins ara les dades més antigues contrastades del gènere *Acila* corresponen a l'espècie *A.(T.) schencki* Stoyanow, 1949, del Membre Pacheta de la Formació Lowell (Aptià superior) d'Arizona (Squires & Saul, 2006). Aquesta formació és equivalent al Gargasà mitjà de l'estratigrafia europea (San-

didge, 1982). A Europa el registre constatat més antic correspon a *Acila (T.) bivirgata* (Sowerby, 1836) de l'Albià inferior d'Anglaterra (Squires & Saul, 2006). Amb aquesta nova espècie s'eixampla la distribució del gènere fins al Bedulià (Aptià inferior), així com també se n'amplia la distribució geogràfica a la península Ibèrica.

Agraïments

A Ricard Martínez, de la Universitat Autònoma de Barcelona, per la determinació dels ammonits i la biozona. A Jesús López Llorens per les facilitats per poder treballar amb el material de la seua col·lecció i la cessió de bona part d'ell al MGB. A Daniel Sánchez Caballero per la notificació de la troballa d'un exemplar i la seua cessió al MGB. A Manuel Saura, del Grup Paleontològic i Mineralògic d'Onda, per la determinació dels equinoïdeus i per la cessió de 3 exemplars. A Vicent Gual per la composició de les figures. A Montserrat Navarro Codina, del Museu de Ciències Naturals de Barcelona, pels seus esforços i atencions per aconseguir-me bibliografia. Al Dr. Sebastián Calzada per la bibliografia facilitada i les indicacions sobre els braquiòpodes. A LouElla Saul, del Natural History Museum of Los Angeles County, per remetre'm bibliografia. A Rosa Domènech i Arnal, de la Universitat de Barcelona, per revisar l'article i millorar-lo amb les seues indicacions.

Bibliografia

Canerot, J. Cuny, P., Pardo, G. Salas, R., & Villena, J. 1982. Ibérico Central Maestrazgo. In A. García Ed.: El Cretácico en España: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Cox, L.R., Newell, N.D., Branson, C.C., Casey, R., Chavan, A., Coogan, A.H., Dechaseaux, C., Fleming, C.A., Haas, F., Hertlein, A., Keen, M., Laroque, A., Mcalester, A.L., Perkins, B.F., Puri, H.S., Smith, L.A., Soot-Ryen, T., Stenzel, H.B., Turner, R. & Weir, J. 1969. Systematic descriptions. Subclass Palaeotaxodonta. In: Treatise on invertebrate paleontology. (R.C. Moore, ed.) part N, Mollusca 6, volume 1. N225-N240.

Checa, A. & Domenech, R. 2009. Clase Bivalvia. In: Paleontología de invertebrados. (Martínez Chacón, M.L. & Ribas, P., ed.). 243-271. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo i Universidad de Granada.

De Porta, J. 1988. Els bivalves. In: Història natural dels Països Catalans. (R. Folch, ed.) v. 15. Registre fòssil. 272-286. Enciclopèdia catalana. Barcelona.

Forner, E. 2011. Assaig de catàleg de les espècies fòssils descrites a la província de Castelló. Comunicació al 2n Congrés sobre fauna castellonenca. 25-27 de febrer 2011. Castelló de la Plana.

Forner, E. 2012. Espècies fòssils castellonenques. Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura, t. LXXXVII: 5-26. (en premsa)

Gillet, S. 1924. Études sur les lamelibranches Néocomiens. Mémoires de la Société Géologique de France. Nouvelle série. Mémoire n.3 Société Géologique de France. Paris.

Sandidge, M. 1982. Aptian-Albian ammonoids of the Oyster Limestone member of the U-Bar Formation, Big Hatchet Mountains, New Mexico. New Mexico Geology, February, 82: 13-14.

Schenck, H. G. 1935. Valid species of the nuculid pelecypod *Acila*. Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique t.XI (14): 1-5.

Schenck, H. G. 1936. Nuculid bivalves of the genus *Acila*. Geological Society of America Special Papers Number 4, 149 pp, 18 pls.

Squires, R. L. & Saul, L. R. 2006. Cretaceous *Acila (Truncacila)* (Bivalvia: Nuculidae) from the Pacific Slope of North America. The Veliger, 48 (2): 83-104.

Stanley, S.M. 1970. Relation of Shell Form to Life Habits in the Bivalvia (Mollusca). The Geological Society of America, Mem. 125., 296 pp.

Stoyanow, A. 1949. Lower Cretaceous Stratigraphy in South-eastern Arizona. The Geological Society of America, Memoir 38: 169 pp, 26 pls.

Sundberg, F.A. 1980. Late Cretaceous paleoecology of the Holz Shale, Orange County, California. Journal of Paleontology, v. 54 (4): 840-857.

Woods, H. 1899-1903. A monograph of the Cretaceous Lamelibranchia of England. Vol. 1 pp.19-20, Pl. III. Paleontographical soc. London.

INTERNET. THE PALEOBIOLOGY DATABASE. <http://paleodb.org> (Consultada el 20 de gener de 2012).

Cita recomanada:

Forner, E. 2012. Una nova espècie del gènere *Acila* (Bivalvia: Nuculidae) de l'Aptià (Cretaci Inf.) de la Conca del Maestrat. Nemus n° 2 pp 9-14. Ateneu de Natura, Castelló

Els vertebrats de la Formació Argiles de Morella (Aptià inferior, Cretaci Inferior)

José Miguel Gasulla¹, Francisco Ortega², José Luis Sanz¹, Fernando Escaso², Pilar Yagüe² y Adán Pérez-García³

La Formació Argiles de Morella és una de les formacions del Cretaci Inferior peninsular que més registre fòssil de vertebrats està aportant. La seva condició de medis deposicionals, generalment continentals, però també de vegades transicionals amb influències mareals, fa que les restes de la fauna de vertebrats que s'ha localitzat als diversos nivells d'aquesta Formació, siguin principalment d'origen terrestre però també d'origen marí. Així entre la fauna terrestre destaquen per damunt de tot les restes de diversos grups de dinosaures mentre que, de la fauna marina, podríem destacar sobretot materials fòssils que pertanyen al grup dels plesiosaures. No obstant la varietat faunística recuperada és més ampla, amb peixos, amfibis, tortugues, escamosos, cocodrils i pterosaures. Tots junts generen un conjunt de vertebrats que representen una gran part dels tàxons que s'han descrit fins ara en la biota terrestre de l'Aptià inferior, no sols de la Península Ibèrica, sinó de la resta del continent europeu.

Mots clau: Formació Argiles de Morella, Aptià inferior, vertebrats

The vertebrates from Argiles de Morella Formation (Early aptian, Early Cretaceous)

One of the most relevant Iberian Lower Cretaceous Formations is the Argiles de Morella Formation. Most of the vertebrate fauna recorded from the distinct beds of this Formation are related with continental environments, but some remains are close related with marine environments. Among the continental fauna highlights the remains of a great variety of dinosaurian groups, whereas plesiosaurian are the most common among marine fauna. Nevertheless, a great variety of other vertebrates such as fishes, amphibians, turtles, lizards, crocodiles and pterosaurs have been recorded in beds of this Formation too. This assemblage of vertebrate remains represents one of the most complete records of early Aptian terrestrial biota from Europe.

Key words: Argiles de Morella Formation, early Aptian, vertebrates

Morella i la comarca dels Ports són molt coneguts dins de la paleontologia de vertebrats, sobretot pels jaciments relacionats amb restes directes de dinosaures, que han estat motiu d'atenció per part de nombrosos especialistes des del segle XIX. La resta de vertebrats que van compartir habitat amb el dinosaures, potser perquè els materials fòssils no eren molt abundants, no van tenir generalment la mateixa atenció.

Els jaciments de vertebrats es localitzen, quasi sempre, als diversos afloraments dels nivells de la Formació Argiles de Morella, que fins la seva denominació formal (Canerot et al., 1982), sempre havia estat coneguda de manera informal com les Capes Roges de Morella (Santafé et al., 1982a).

Aquesta formació té una edat inclosa dins de l'Aptià inferior del Cretaci Inferior, sent un dràstic episodi sedimentari regressiu (Salas et al., 2003).

Encara que la major part dels jaciments de vertebrats siguin de la formació citada, també s'han pogut localitzar altres restes en altres edats. Així podem citar el jaciment paleoicnològic de Vallivana (Morella) inclòs en la Formació els Magraners amb una edat situada entre el Valanginià inferior i l'Hauterivià superior, i encara que no són restes directes, sí que corresponen a icnites de dinosaures teròpodes i per tant a l'activitat vital de vertebrats (Moratalla et al., 2003). En nivells de calcàries lacustres, que es podrien incloure en el Membre Mas de Querol de la Formació Artoles

¹ Unidad de Paleontología. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Cantoblanco, 28049 Madrid. jm.gasulla@gmail.com

² Grupo de Biología Evolutiva. Departamento de Física Matemática y de Fluidos. Facultad de Ciencias. UNED. c/ Senda del Rey, 9. 28040 Madrid. fortega@ccia.uned.es

³ Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/ Jose Antonio Novais, 2, 28040 Madrid.

amb edat del Barremià (Salas et al., 1991), també s'han pogut localitzar materials fòssils de vertebrats corresponents a peixos i un tetràpode indeterminat (Fig. 1).

La investigació dels jaciments ha funcionat a base d'impulsos puntuals. Però en els últims anys l'activitat paleontològica s'ha vist augmentada exponencialment. En part és degut a la revitalització de l'interès científic pels jaciments de fòssils, de nou principalment de dinosaures, de la zona de Morella, amb un

funcionament més ben planificat. Però també s'ha degut a l'activació de la mineria relacionada en materials per a la fabricació de taulells i el control paleontològic que s'ha pogut realitzar sobre les tasques extractives. Tot aquest treball d'investigació revela, per una banda la importància del registre fòssil però també mostra la problemàtica de compaginar factors científics, patrimonials, econòmics o culturals que afecten al propi recurs i que pareix que es retroalimenten entre ells.

Els primers descobriments i els primers treballs d'investigació

Les primeres restes de vertebrats descoberts a Morella es remunten a l'agost de 1868. En aquell estiu Nicolás Ferrer i Julve, un naturalista i metge de Mirambel, que seria més tard catedràtic de medicina a València, descobreix una sèrie d'ossos fossilitzats, prop de Morella (Segura Barreda, 1868). Les referències geogràfiques situen la troballa molt probablement cap a l'actual Teuleria Milian. El desconeixement en la determinació del material fa que busqui assessorament en Joan Vilanova i Piera, en aquell moment, catedràtic de Geologia i Paleontologia de

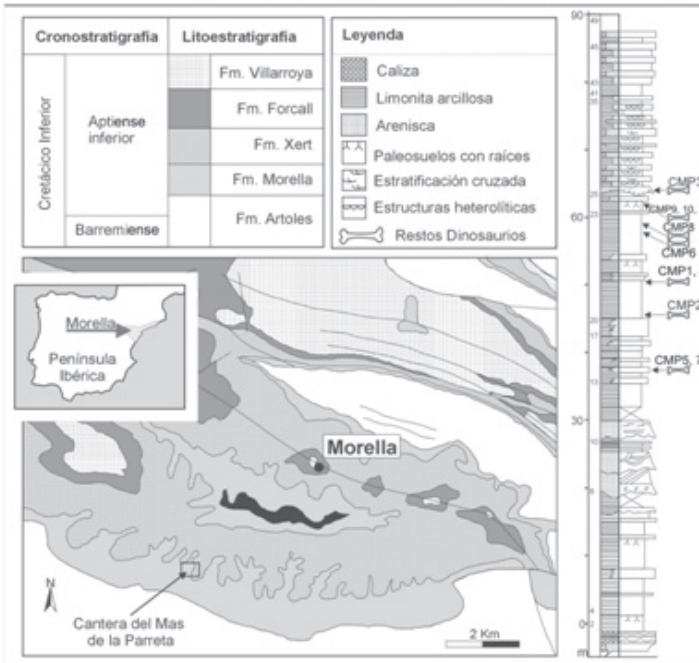


Figura 1 | A) Vista de Morella. La banda central de la imatge correspon al nivells de la Formació Arcillas de Morella en la zona de El Beltran, on es troben els jaciments més coneguts històricament. **B)** Mapa geològic de la zona de Morella, amb la columna estratigràfica de la Formació Arcillas de Morella al jaciment de la Cantera del Mas de la Parreta. La imatge correspon a la part central i al sostre de la citada Formació.

Figure 1 | A) Overview of the Morella landscape. The central part of the picture corresponds to the levels of the Arcillas de Morella Formation at the "El Beltran" area, where are located the main classic localities with fossils. **B)** Geological map of the area of Morella, with the stratigraphic column of the Arcillas de Morella Formation, belonging to the fossil-site of the Mas de la Parreta Quarry. The picture corresponds to the central part and the roof of that Formation.

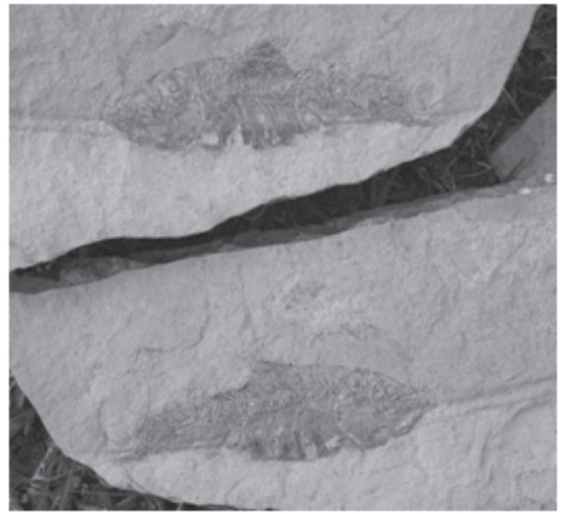
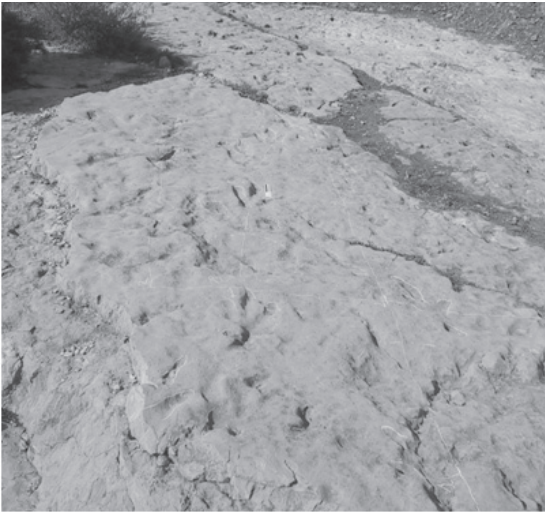


Figura 2 | A) Jaciment de petjades de teròpodes de Vallivana. **B)** Motlle i contramotlle de peix del grup *Clupeomorpha*.

Figure 2 | A) Theropod tracks from Vallivana fossil-site **B)** Fish mold and counter of *Clupeomorpha* group.

la Universidad Central de Madrid. Vilanova identifica les restes com les d'un gran rèptil (Vilanova, 1872) i després les atribueix al dinosaure ornitòpode *Iguanodon* (Vilanova, 1873). També dins del seu treball investigador aconsegueix recuperar la primera gualdrapa de tortuga cretàtica a la península (Gasulla et al., 2009a).

Després d'aquestes primeres imprecises referències, cap als anys 20 del segle XX l'investigador castellonenc Josep Royo i Gómez va ser qui va fer les primeres anàlisis estructurats sobre la fauna fòssil de Morella, que a més també significaven els primers estudis seriosos sobre els dinosaures espanyols (veure Gasulla et al., 2009a). Tots els materials fòssils recuperats per Royo van formar part de les col·leccions del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, com altres que anteriorment van ser dipositats per Vilanova. Totes les restes, un total de 1.309, estan catalogades en 84 fitxes i corresponen a jaciments de Morella i Vallibona, on destaquen aquelles que fan referència a dinosaures, especialment a *Iguanodon*.

Després dels treballs de Royo, de nou ens trobem, exceptuant alguna cita aïllada (Lapparent, 1966), un hiatus investigador fins la dècada de 1970. És en aquell moment, quan un aficionat local, Francisco Yeste, junt a altres col·laboradors, redescobreix algunes localitats fossilíferes de vertebrats. Aquestes troballes posen en avís a les autoritats locals que sol·liciten la col·laboració d'institucions científiques com l'Institut de Paleontologia de Sabadell o el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Fruit d'aquesta col·laboració es realitzen diferents campanyes d'excavacions (Santafé, 1978; Santafé y Casanovas, 1979 i Santafé et al., 1979), també la publicació de la primera monografia sobre dinosaures a Espanya, feta per investigadors espanyols (Santafé et al., 1982) o la notificació a nivell internacional de restes de vertebrats morellans (Sanz et al., 1983).

La Paleontologia a finals del segle XX

Una altra vegada hi ha una important paralització dels treballs paleontològics sobre vertebrats, essencialment dinosaures, fins les acaballes del segle XX. Encara que no hi va haver una relació directa important en treballs de camp, la realització del Museu Temps de Dinosaures a l'any 1994, va reactivar d'alguna manera l'interès pel registre fòssil de Morella, provocant la reagrupació de les col·leccions i la seva millor preservació. A més va provocar activitats paral·leles al Museu, com jornades de difusió de temes paleontològics o eixides de camp per a prospectar i identificar jaciments. Tant la troballa del jaciment paleoicnològic de Vallivana en 1997, com la descripció de nous restes de dinosaures (Ruiz-Omeñaca y Santos-Cubedo, 1998) no fan sinó mantenir el caliu investigador que es veurà augmentat amb l'entrada del segle XXI.

La Paleontologia del segle XXI

Una de les fites més importants per a la paleontologia de Morella és sens dubte la posada en funcionament, de la pedrera del Mas de la Parreta, per part de l'empresa Arcillas Vega del Moll, S.A. Es tractava d'una pedrera d'argiles per a abastir la indústria del taulell, tant important a la província de Castelló. Les argiles roges que afloren en distints punts del terme de Morella i d'altres localitats de la comarca dels Ports han seguit tradicionalment utilitzades per a la teuleria. Des de mitjans del segle XX, aquestes argiles es van intentar usar industrialment (Teuleria Milian des dels anys 40 o l'empresa de taulells Azuvi en terrenys del Beltran, cap als anys 70). Això va produir també l'aparició de restes fòssils que estan lligats a aquestes argiles, però en la major part dels casos van acabar perdent-se per la manca d'un model adequat d'actuació. Per a que això no tornès a succeir a la

pedrera del Mas de la Parreta es va regular l'extracció amb un control paleontològic permanent, que avaluava l'impacte sobre el patrimoni i documentava tots els bens localitzats. Aquest control, amb una direcció tècnica de camp, comptava amb el suport i supervisió de la Unitat de Paleontologia de la Universidad Autónoma de Madrid. Els resultats van ser del tot positius, localitzant-se fins a l'actualitat 11 jaciments, a més de nombrosos materials paleontològics aïllats que van incrementar notablement el registre fòssil morellà. A més va permetre implantar aquesta estratègia a altres zones d'estudi i explotació.

Des del any 2002 un altre punt paleontològic important és el jaciment Anna de la població de Cincorres. Les campanyes d'excavació d'aquest jaciment han seguit realitzades per un equip d'investigadors de l'Institut Català de Paleontologia, la Universitat de València i el Grup Guix de Vila-real. Les diverses campanyes han tret a la llum diversos tàxons de vertebrats, encara que els més abundants corresponen a tàxons de dinosaures.

L'any 2005, el més que probable èxit del recurs paleontològic com a medi per a obtenir un cert reconeixement en la protecció del patrimoni, va impulsar a l'empresa RENOMAR, constructora dels parcs eòlics de la comarca, al finançament d'una excavació paleontològica. L'excavació es va realitzar al paratge de Sant Antoni de la Vespa, amb la codirecció de la Universidad Autónoma de Madrid i l'Institut Català de Paleontologia. Els resultats d'aquesta intervenció van ser magnífics, la qual cosa va donar peu al suport de l'entitat Castelló Cultural a tota la activitat investigadora del jaciment i finançar les campanyes següents.

A més dels jaciments citats, a la comarca també s'ha anat treballant en altres indrets, prospectant diverses poblacions (Santos-Cubedo et al., 2003) o bé estudiant materials ja recuperats, com és el cas de part dels fòssils que hi ha a la col·lecció museogràfica de Sant Mateu, provinents dels jaciments de Vallibona (Gómez-Fernández et al., 2007).

Marc geològic

La Formació Argiles de Morella forma part del conjunt sedimentari identificat baix la denominació de "Grup Morella" (Canerot et al., 1982). La descripció d'aquesta Formació constitueix l'expressió formal dels nivells tradicionalment nomenats "Capas de Morella" (Hahne, 1930) o "Capas Rojas de Morella" (Marie, 1964; Canerot, 1974; Santafé et al., 1982a).

Durant la major part del Cretaci Inferior la zona que avui constitueix la comarca dels Ports de Morella es trobava submergida baix les aigües del mar de Thetys, amb una activitat deposicional caracteritzada pel domini dels carbonats marins d'aigües poc fondes (Salas et al., 2003). Ara bé, cap a principis de l'Aptià inferior (fa uns 112 milions d'anys) es produeix un episodi regressiu del mar que té com a conseqüència l'emersió d'una part de la Conca del Maestrat, afectant principalment a la comarca dels Ports de Morella. El retrocés del mar cap al sud-est fa que aquesta Conca es vegi ocupada per un sistema deposicional continen-

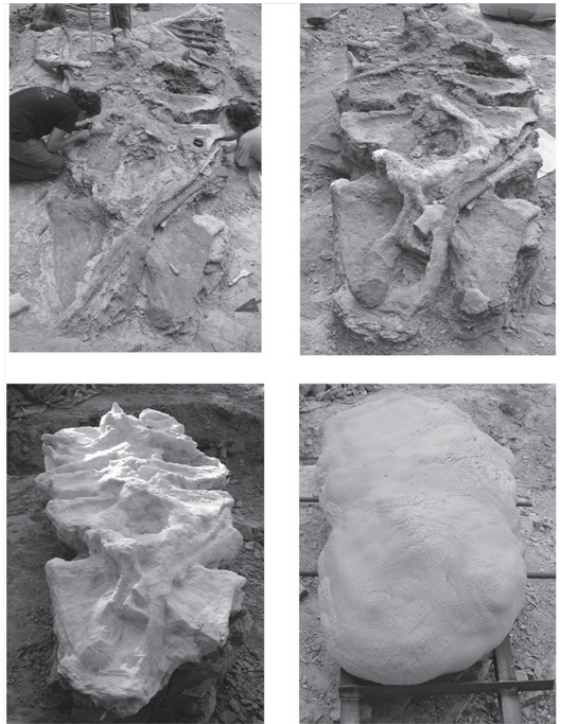


Figura 3 | Jaciment de Sant Antoni de la Vespa. Distintes fases de l'extracció d'una sèrie de vèrtebres. D'esquerra a dreta i de dalt a baix, primers treballs extractius, perfilat i consolidació, engassat i motlle de poliuretà

Figure 3 | Sant Antoni de la Vespa fossil-site. Some phases of the extraction of a vertebral serie. From left to right, and from top to bottom: approach, outlined and consolidation, gauze covering and protection with polyurethane foam.

tal fluvio-deltaic. Aquest sistema es va interpretar com un delta mareal interpenetrat en una costa llacunar amb illes de sorra (Santafé et al., 1982). Un altre model s'estructura com una planura fangosa travessada per un sistema fluvial de canals ramificats, mal drenats i poc sinuosos (Salas et al., 2003), que sofreix un canvi transgressiu amb una forta influència marina marcada per una important activitat mareal (Gàmez et al., 2003). Una altra interpretació incideix en un delta amb una costa amb extenses platges, amb canvis del nivell del mar que fan que els canals fluvials s'encaixen verticalment durant les caigudes del mar i després es converteixen en estuaris (Santisteban et al., 2009). En qualsevol cas les condicions climàtiques estarien supeditades a llargs períodes de gran aridesa que s'alternarien amb moments d'abundants precipitacions (Salas et al., 2003).

Tots aquests condicionants fan que el registre fòssil de la Formació sigui molt variat, contant amb una flora que aporta macro i micro restes vegetals (Salas et al., 2003; Martín-Closas y Gómez, 2003), fauna d'invertebrats (Santafé et al., 1982b; Salas et al., 2003; Ferrer y Gibert, 2003) i com veurem, també fauna continental i fauna d'origen marí.

Material: Vertebrats

Peixos

En els nivells de la Formació Argiles de Morella on hi ha una destacada influència marina s'han localitzat restes fòssils de peixos cartilaginosa. Les restes corresponen a aquelles parts del cos que es poden conservar per la seva duresa com són dents i espines. Tant les dents com les espines presenten unes característiques que ens permeten assignar-les al grup d'elasmobranquis hibodòntids (un grup extingit de taurons).

A més d'aquests hibodòntids, als mateixos nivells s'han citat també quatre grups de peixos ossis (Poyato-Ariza et al., 1999): Semionotiformes probablement representants pel gènere *Lepidotes* (els elements més comuns són escames, algunes d'elles de gran mida); Picnodontiformes propers al gènere *Coelodus*; Ictiodectiformes assignats al gènere *Pachytrissop* i Folidoforiformes assignats al gènere *Oligopleurus*. La procedència dels materials correspon als jaciments de Xemeneia Alta, el Beltran (Santafé et al., 1982b) i també la pedrera del Mas de la Parreta on han aparegut restes de peixos, principalment de Semionotiformes, encara que alguns materials estan en fase d'estudi.

Amfibis

La presència de restes d'amfibis és molt escassa, probablement com a conseqüència de la fragilitat estructural dels elements esquelètics i que moltes vegades la seva recuperació ha de ser mitjançant un tamisat de la matriu que no s'ha pogut realitzar. L'element més diagnòstic que s'ha pogut recuperar consisteix en una tibio-fibula quasi completa que es va recollir al jaciment CMP-2 de la pedrera del Mas de la Parreta. Aquesta fusió dels dos ossos és típica dels Anurs (López y Sanz, 1988) i per tant aquest material podria correspondre a algun tipus de granota.

Tortugues

Les restes de tortugues són prou abundants en els nivells de la Formació Argiles de Morella (Santafé et al., 1982b) i s'han pogut identificar diversos grups. La primera assignació va ser feta per Royo i Gómez (1927), que va considerar que alguns materials de tortugues podien pertànyer a "*Tretosternum*" *punctatum* Owen, 1842, però que una revisió actual d'aquest material permet reassignar-lo a una forma pròxima al gènere *Helochelydra* (Pérez García, 2009). Materials nous recuperats en la pedrera del Mas de la Parreta s'han pogut atribuir a aquest gènere (Ortega et al., 2006). També s'ha pogut determinar la presència de, al menys, tres tipus més de tortugues. Un representant d'un nou eucryptodiro basal (Pérez García et al., 2008), un tàxon que destaca per la gran mida i un altre que no presenta ornamentació i absència de caràcters diagnòstics, ambdós per tant difícils de determinar.

Escamosos

Els grups dels escamosos està, pel moment, pobrament representat. Les restes es redueixen a una sola vèrtebra recuperada en el jaciment CMP-2 de la pedrera del Mas de la Parreta. Per les característiques que presenta i a l'espera de recuperar més materials, es determina com *Squamata* indet.

Cocodrils

Les restes de cocodrils són molt comuns en els jaciments morellans, com probablement passa en la majoria de jaciments del Cretaci Inferior de l'Europa occidental. Els elements fòssils més comuns d'aquest grup corresponen a plaques dèrmiques, vèrtebres aïllades, ossos apendiculars i sobre tot dents. De les dents s'han pogut caracteritzar tres morfotips distintes: un d'ells, el més abundant, té la mateixa morfologia que les dents del cocodríl neosúqui *Goniopholis*; un altre, amb morfologia molariforme coincideix amb la dentició posterior del neosúqui *Bernissartia*; mentre que l'últim i menys abundant, té una morfologia coincident amb els atoposàurids propers a *Theriosuchus* (Sastre García, 2007).

Plesiosaures

Fins al moment actual un dels registres fòssil més amples de la península Ibèrica en quant a restes atribuïbles a rèptils marins del grup dels plesiosaures s'ha localitzat en els nivells de transició amb influència marina de la Formació Argiles de Morella, i molt especialment en els jaciments CMP-3, CMP-3b i CMP-3c de la pedrera del Mas de la Parreta.

Els materials que s'han pogut recuperar consisteixen en dents i en vèrtebres de totes les regions de l'esquelet axial. Les característiques d'aquestes restes permeten assignar-les clarament al subordre Plesiosauroidea i dins d'aquest grup la dentició és pròpia dels elasmosàurids (Yagüe et al., 2003). No obstant les vèrtebres presenten diferents morfotips i mides, el que podria correspondre a diversos gèneres (en procés d'estudi).

La importància d'aquest registre radica en què a la resta de la península és molt escàs i les úniques referències són molt antigues i de poca rellevància.

Pterosaures

La presència d'aquest grup en la Formació Argiles de Morella s'ha localitzat en el jaciment CMP-3 de la pedrera del Mas de la Parreta, just a les façies de conglomerats que es troben en els nivells de transició.

Els materials que s'han pogut recuperar d'aquest grup consisteixen en dos corones dentals de diferent morfologia i mida, el que podria indicar la pertinença a dos tàxons diferents.

Les cites clàssiques dels pterosaures del Cretaci Inferior europeu feien referència a quatre famílies, de les quals, la que presentava la morfologia dental pareguda a les de Morella, era la família Ornithodesmidae (Wellnhofer, 1991). Però una revisió posterior rebateja aquesta família com Istiodactylidae

(Howse et al., 2001). Per tant aquestes corones dentals es poden raonablement assignar a la família Istiodactylidae.

Dinosaures

El registre de dinosaures de la Formació Argiles de Morella és un dels més representatius dels ecosistemes del Cretaci Inferior europeu, tant per la quantitat i varietat de restes localitzades com per l'estat de preservació dels mateixos. Els dinosaures es classifiquen en dues agrupacions majors: saurisquis i ornitisquis. Els saurisquis es divideixen també en dos grans grups, els sauròpodes (formes herbívories, quadrúpedes i generalment de gran mida) i teròpodes (formes molt diversificades, generalment carnívories i de caminar bípede). Per la seva part, els ornitisquis que són tots herbívors, reuneix al grup de dinosaures cuirassats (tirofòfors) amb dinosaures amb cornamentes (marginocèfals) i els herbívors més comuns del Cretaci com són els ornitòpodes. Tots aquests grans grups estan representats al registre fòssil morellà.

Sauròpodes

Els sauròpodes són dinosaures saurisquis que es caracteritzen pel seu desplaçament de forma quadrúpeda amb unes poderoses extremitats molt robustes i sòlides com si fossen columnes. Generalment la seva mida fou molt gran, poden arribar a tenir fins 30 m de longitud i moltes tones de pes, tenint entre els seus membres als més grans que han viscut mai en un medi terrestre. Tenien el coll i la cua molt desenvolupats i en canvi el crani era relativament menut. El seu registre fòssil és relativament escàs, molt probablement degut a problemes tafonòmics com a conseqüència de la seva enorme mida (Hunt et al., 1994). A més, una bona part de les restes trobades estan molt fragmentades, afegint així més dificultats en l'elaboració d'una sistemàtica clara on estan molt a sovint ballant els tàxons així com l'admissió de la seva validesa per part dels investigadors especialitzats en el grup. A part d'aquestes problemàtiques és evident que

el grup va assolir una gran diversitat i una ampla distribució, estant present en tots els continents i períodes des del Juràssic Inferior fins el Cretaci Superior.

Les restes de sauròpodes de la Formació Argiles de Morella són prou abundants i procedeixen de diversos jaciments com el Canteret (part d'un exemplar subadult), Mas d'Eroles (elements apendiculars), pedrera del Mas de la Parreta (diversos elements postcranials i les úniques peces dentals trobades fins ara) i Sant Antoni de la Vespa (parts de carcasses d'almenys dos exemplars) en Morella i un fèmur del jaciment Anna de Cincorres (Santos-Cubedo et al., 2009a). Encara que les troballes del jaciment del Canteret es van assignar en el seu moment a la família Brachiosauridae (Sanz et al., 1982), un recent treball, on s'han revisat tant els materials del Canteret com els apareguts al Mas d'Eroles, ha permès, mitjançant una anàlisi filogenètica, introduir l'argument cladístic per a assignar aquests exemplars al grup dels braquiosàurids (Yagüe et al., 2001). També ha permès constatar que el braquiosaure morellà pareix ser una nova forma diferent a les descrites fins ara, inclosa la del sauròpode *Tastavinsaurus* (Canudo et al., 2008a), trobat molt prop tant geogràficament (Pena-roja, el Matarranya) com cronoestratigràfica (Formació Xert). D'altra banda els jaciments de la pedrera del Mas de la Parreta i Sant Antoni de la Vespa també pareix que confirmen que els sauròpodes de Morella estan estretament emparentats amb els braquiosàurids. Així en el cas de la pedrera, encara que els elements, per les característiques dels jaciments CMP-3, apareixen aïllats, han permès realitzar algun estudi taxonòmic que els apropa al menys al grup dels Titanosauriformes (grup de major rang, on estan inclosos els braquiosàurids) (Gasulla et al., 2008). En el cas de Sant Antoni de la Vespa els estudis són, avui per avui, molt preliminars però, de nou, pareixen conduir les restes cap als Titanosauriformes. Totes les restes localitzades al jaciment, principalment els elements apendiculars de dos dels exemplars, presenten unes característiques coincidents amb els Titanosauriformes i això que els



Figura 4 | A) Jaciment CMP-5, Cantera del Mas de la Parreta. B) Jaciment CMP-9, Cantera del Mas de la Parreta

Figure 4 | A) CMP-5 fossil-site, Mas de la Parreta Quarry. B) CMP-9 fossil-site, Mas de la Parreta Quarry

elements apareguts al jaciment no van ser dipositats tots a la vegada, per lo que podríem parlar d'almenys dos jaciments en un, amb el mateix tàxon.

Teròpodes

Tradicionalment el material dels teròpodes recollits en la Formació morellana, concretament en els jaciments de Mas de Romeu i el Beltran, s'havien assignat a un celurosauri indeterminat de mida mitja i a un carnosauri de mida gran que inicialment es va atribuir a *Megalosaurus* (Sanz et al., 1982). Aquesta última assignació està descartada per les noves investigacions i les anàlisis filogenètiques més recents. Durant molt de temps els megalosaures quasi es van considerar un mena de caixó de sastre no en entraven tot els grans teròpodes europeus que no es podien classificar millor. Actualment el grup queda circumscribit als pisos juràssics (Holtz et al., 2004), fora del Cretaci Inferior i per tant prou allunyat cronològicament dels restes morellans.

L'abundància de materials assignables a teròpodes localitzats als últims anys, ha permès un millor ajustament de les consideracions tradicionals. Així es pot constatar la presència dels tres grans grups que conformen els teròpodes tetanurs com són espinosaures, alosauroideus i celurosauris, principalment a través de peces dentals i elements postcranials (Gasulla et al., 2006).

De tots aquests els espinosaures són el grup més primitiu representat a Morella, però amb millor registre. Dins d'aquest registre destaquen les peces dentals, que per la seva particular morfologia respecte a la resta de teròpodes, permeten una assignació prou clara dins del grup. Les dents coincideixen amb aquelles que pertanyen al subgrup dels barioniquins, ara bé fins l'actualitat a Europa l'únic espinosaure ben conegut és *Baryonyx* i la morfologia dental no coincideix amb exactitud (Canudo et al., 2008b). No obstant també s'ha descrit una vèrtebra cervical molt semblant a aquest tàxon (Gasulla et al., 2009b)

Tireòfors

Els tireòfors són dinosaures ornitisquis que es caracteritzen per ser herbívors quadrúpedes portadors d'una armadura dèrmica. Els dos grans grups d'aquests dinosaures són els estegosaures i els anquilosaures. Les restes dels dinosaures curaisats anquilosaures són molt escassos dins del Cretaci Inferior de la Península Ibèrica (Pereda-Suberbiola, 1993) i, a més de Morella, estan reduïts a les localitats de Salas de los Infantes en Burgos (Pereda Suberbiola et al., 1999) i Golmayo en Soria (Pereda Suberbiola et al. 2007).

A Morella inicialment alguns escassos elements procedents del jaciment del Mas de Romeu van ser assignats a un anquilosaure del subgrup dels nodosàurids (Sanz et al., 1982). Però la troballa de nous elements esquelètics atribuïbles a anquilosaures també ha permès precisar l'assignació taxonòmica. De nou és la pedrera del Mas de la Parreta la que aporta nous materials fòssils i per tant un augment del registre d'aquest grup. Els materials localitzats consisteixen en varis elements de l'armadura dèrmica (espines presacres, fragments d'escut sacre-pèlvic, plaques crestades, ossicles

dèrmics i espines caudals) que s'han pogut assignar a l'anquilosaure *Polacanthus* (Gasulla et al., 2003).

L'anquilosaure *Polacanthus* és un dinosaure d'uns quatre metres de llarg amb l'esquena i la cua cobertes per diversos tipus d'osteoderms com són parells d'espines presacres en forma de pua, un gran escut ossi damunt de la pelvis, diverses espines caudals de morfologia triangular i plaques dèrmiques de diverses mides distribuïdes per tot el dors. Com a fet històric és un dels primers dinosaures que es van descriure, i per primera vegada es va citar a un diari anglès en 1865 (Anònim, 1865) i el nom ha seguit atribuït a Richard Owen (Blows, 1987). *Polacanthus* a més de ser un dels escassos representants d'Ankylosauria a Europa, és l'únic que s'accepta actualment com a representant dels anquilosaures al Cretaci Inferior peninsular.

Ornitòpodes

Sens dubte el registre fòssil més abundant de dinosaures dels jaciments de Morella i la comarca dels Ports correspon a restes esquelètiques de representants d'aquest grup.

Els ornitòpodes són dinosaures herbívors, generalment bípedes, però també opcionalment quadrúpedes, amb els peus tridàctils semblants a les aus i que van tenir un gran èxit evolutiu dins dels dinosaures, principalment cap al Cretaci Superior. Encara que les relacions filogenètiques dels ornitòpodes més derivats estan molt ben resoltes, és cert que aquestes relacions encara són motiu de controvèrsia en les formes més basals com poden ser els hipsilofodòntids i també els iguanodòntids. Precisament representants d'aquests dos grups estan presents en la Formació Argiles de Morella. Per una banda s'han atribuït elements aïllats, amb poca o incompleta informació, a formes properes als tàxons *Hypsilophodon* i *Mantellisaurus*, però per altra banda, els materials més abundants i amb més informació, no sols dels ornitòpodes sinó de tots els dinosaures localitzats fins ara, corresponen al tàxon *Iguanodon*, del qual s'han recuperat moltes peces aïllades i diverses carcasses més o menys completes, que formen part, des del principi, de la història de la paleontologia de vertebrats de Morella (veure Gasulla, 2005).

Les formes properes a *Hypsilophodon* estan amplament representades en el Cretaci Inferior peninsular i fins el moment s'han reconegut restes assignables a aquest tàxon, a més de Morella, en jaciments de Burgos, Soria, La Rioja, Terol i Conca (Ruiz-Omeñaca, 2001). La cita més antiga sobre aquest tàxon a Morella correspon a la realitzada per Sanz et al. (1983) en relació a un conjunt d'ossos apendiculars del jaciment de la Teuleria Milian. Més tard Ruiz-Omeñaca (2001) assigna una dent conservada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid a cf. *Hypsilophodon* sp. A més d'aquestes cites, la presència d'hipsilofodòntids també ha estat citada al Mas del Dolço (Santos-Cubedo et al., 2009). Per últim també es poden assignar a hipsilofodòntids una sèrie de materials postcranials i dents, recuperats a la pedrera del Mas de la Parreta, en els jaciments CMP-2 i CMP-3, CMP-3b i CMP-3c.

Una forma propera al tàxon *Mantellisaurus* també ha estat citada als jaciments morellans (Gasulla et al., 2009c). Aquesta atribució està basada en restes postcranials localitzats als jaciments de la pedrera del Mas de la Parreta.

L'ornitòpode *Iguanodon* està representat en molts dels jaciments morellans. L'aflorament ja clàssic de la zona del Beltran, la Teuleria Azuvi, a més del Mas de Romeu i del Mas Macià Querol van aportar, en el seu moment, materials fòssils suficients per a assignar-los a *Iguanodon bernissartensis* Boulenger, 1881 (Sanz et al. 1982). Del Mas de Romeu, més tard, es va poder assignar un húmer a *Iguanodon sp.* (Ruiz-Omeñaca y Santos-Cubedo, 1998). Des de l'any 2000, el registre fòssil d'*Iguanodon* s'ha vist incrementat notablement per l'aportació realitzada pels jaciments de la pedrera del Mas de la Parreta i pel jaciment d'Anna a Cinctores. Tant és així que dels 11 jaciments localitzats a la pedrera del Mas de la Parreta, en tots és plausible atribuir restes d'aquest tàxon. De fet, en alguns casos en què les restes de carcasses són suficientment abundants (com pot ser el jaciment CMP-5), han permès, com en el cas dels sauròpodes, introduir l'argument cladístic per a assignar aquests exemplars a *I. bernissartensis* (Gasulla et al., 2009c). També en el jaciment d'Anna el tàxon més abundant està relacionat amb *Iguanodon* (Santos-Cubedo et al., 2009b).

Conclusions

Els vertebrats fòssils de la Formació Argiles de Morella d'edat Aptià inferior (Cretaci Inferior) són i han seguit elements fonamentals en la història de la investigació paleontològica de la Península Ibèrica. Des de les acaballes del segle XIX, s'ha anat constatant la importància d'aquest registre (Vilanova al segle XIX, Royo i Gómez en el primer terç del segle XX, als anys 70 del mateix segle Santafé, Casanovas i Sanz, i actualment la major part del grups d'investigació espanyols en vertebrats mesozoics). Cadascun d'aquests impulsos ha aconseguit avançar cap a una major definició del conjunt faunístic i de les relacions amb el medi.

La Formació Argiles de Morella forma part d'un conjunt sedimentari situat a la Conca del Maestrat que afectà sobretot a la comarca dels Ports de Morella. La Formació

consisteix principalment en un sistema deposicional continental fluvio-deltaic. Dins d'aquest sistema la biota conservada és prou ampla, registrant macro i micro restes vegetals, invertebrats i vertebrats terrestres i marins.

Els vertebrats de la Formació esmentada, amb el coneixement que tenim actualment, consisteixen en peixos cartilaginosa propers als hibodòntids i diversos tàxons de peixos ossis. Les restes d'amfibis ens porten a algun tipus de granota. Les tortugues són molt abundants i s'han localitzat, almenys quatre tipus entre les que destaquen una forma pròxima al gènere *Helochelydra* i un representant d'un nou eucryptodiro basal. La presència d'escamosos és molt pobra i indeterminada. En quant a cocodrils n'hi ha clarament identificats fins a tres tàxons corresponents a *Goniopholis*, *Bernissartia* i *Theriosuchus*. El registre fòssil de plesiosaures és, avui per avui, el més important del Cretaci Inferior de la Península Ibèrica, amb varis morfotips, dels quals s'ha pogut identificar el grup d'elasmosàurids. Encara que escassa hi ha constància de materials fòssils assignables a pterosaures, probablement de la família Istiodactylidae. De tots els vertebrats presents cal destacar la presència de restes de dinosaures, tant per la varietat de tàxons com per la quantitat de materials recuperats, representant un registre significatiu de la fauna dinosauriana del Cretaci Inferior europeu. Els jaciments de Morella han aportat restes de sauròpodes que podrien correspondre a una nova forma de titanosauriformes emparentada amb els braquiosaures. Els teròpodes estan representats, almenys, per tres formes de tetanurs (espinosaures, alosauroideus i celurosauris) de les quals cal destacar als espinosaures barioniuquins. Els tireòfors anquilosaures solament compten amb el tàxon *Polacanthus* però els materials són molt significatius ja que s'han localitzat elements abundants i variats de la cuirassa dèrmica. Finalment els ornitòpodes, també tenen, almenys, representants de tres formes. Dos de les quals, amb poca informació actual, serien tàxons propers a *Hypsilophodon* i *Mantellisaurus*. Ben al contrari, trobem un registre fòssil extraordinari relacionat amb *Iguanodon*, sent, fins el moment, l'únic vertebrat amb una assignació específica: *Iguanodon bernissartensis*.

Bibliografia

Anònim. 1865. A new wealden dragon. Order, Sauria; Family, Dinosaurian; Genus, *Polacanthus*; Species, *foxii*. Illustrated London News 47, September 16th 1865, 270.

Canerot, J. 1974. Recherches géologiques aux confins des Chaînes ibérique et catalane (Espagne). Thèse. Enadimsa. Toulouse, 1-520.

Blows, W.T. 1987. The armoured dinosaur *Polacanthus foxi* from the Lower Cretaceous of the Isle of Wight. Palaeontology 30, 557-580.

Canerot, J., Cungny, P., Pardo, G., Salas, R. y Villena, J. 1982. Ibérica Central – Maestrazgo. In: El Cretácico de España. Univ. Complutense de Madrid: 273-344.

Canudo, J.I., Royo-Torres, R. and Cuenca-Bescós, G. 2008a. A new sauropod: *Tastavinsaurus sanzi* gen. et sp. nov. from the Early Cretaceous (Aptian) of Spain. Journal of Vertebrate Paleontology 28 (3), 712-731.

Canudo, J.I., Gasulla, J.M., Gómez-Fernández, D., Ortega, F., Sanz, J.L. y Yagüe, P. 2008b. Primera evidencia de dientes aislados atribuidos a Spinosauridae (Theropoda) en el Aptiano inferior (Cretácico Inferior) de Europa: Formación Arcillas de Morella (España). Ameghiniana (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.) 45 (4): 649-662

Ferrer, O. y Gibert de, J.M. 2005. Presencia de *Teredolites* en la Formación Arcillas de Morella (Cretácico Inferior, Castellón). Revista Española de Paleontología, N.E. X, 39-47.

Gámez, D., Paciotti, P., Colombo, F. y Salas, R. 2003. La Formación Arcillas de Morella (Aptiense inferior), Cadena Ibérica Oriental: Caracterización sedimentológica. *Geogaceta*, 34, 191-194.

Gasulla, J.M. 2005. Los dinosaurios de Morella (Castellón, España): historia de su investigación. *Revista Española de Paleontología* N.E. X, 29-38.

Gasulla, J.M., Ortega, F., Pereda-Suberbiola, X. & Sanz, J.L. 2003. Elementos de la armadura dérmica del dinosaurio anquilosaurio *Polacanthus* (Cretácico inferior, Morella, Castellón, España). In: Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Eds. M.V. Pardo Alonso y R. Gozalo), Morella (Castellón), 83.

Gasulla, J. M., Ortega, F., Escaso, F., Sanz, J.L. 2006. Diversidad de terópodos del Cretácico Inferior (Fm. Arcillas de Morella, Aptiense) en los yacimientos del Mas de la Parreta (Morella, Castellón) In: E. Fernández-Martínez, (ed.) Libro de Resúmenes de las XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología Universidad de León. Secretariado de Publicaciones, 124-125.

Gasulla, J.M., Sanz, J.L., Escaso, F. y Yagüe, P. 2008. Elementos de la cintura pélvica de dinosaurios saurópodos Titanosauriformes del Cretácico Inferior (Aptiense inferior) de Morella (Castellón). En J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela & J.C. García-Ramos (Eds.): Libro de resúmenes de las XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga: 129-130.

Gasulla, J.M., Ortega, F., Pérez García, A. y Sanz, J.L. 2009a. Actividad paleontológica en la comarca de Els Ports a finales del siglo XIX y principios del XX. In: B. Poza, A. Santos-Cubedo, B. Vila y M. Sunyer (Eds.) Dinosaurios, lagartos terriblemente grandes, un paseo por la exposición. EDC Natura – Fundación Omacha, 29-46.

Gasulla, J.M., Ortega, F., Sanz, J.L., Escaso, F. & Pérez García, A. 2009b. A spinosaurid cervical vertebra from the Morella Formation (lower Aptian) of Morella, Spain. In: D. Schwarz-Wings, O. Wings & F. Sattler (Eds.) Abstract volume 7th Annual Meeting of the European Association of Vertebrate Palaeontologists. Museum für Naturkunde, Berlin: 31.

Gasulla, J. M., Sanz, J.L., Ortega, F. y Escaso, F. 2009c. *Iguanodon bernissartensis* from the Early Aptian of Morella (Castellón, Spain). In: P. Godefroit & O. Lambert (Eds.), Tribute to Charles Darwin and Bernissart Iguanodons: New Perspectives on Vertebrate Evolution and Early Cretaceous Ecosystems. Brussels, 44.

Gasulla, J.M., Ortega, F., Pereda-Suberbiola, X., Escaso, F. y Sanz, J.L. En prensa. Elementos de la armadura dérmica del dinosaurio anquilosaurio *Polacanthus* sp. (Cretácico inferior, Morella, Castellón, España). *Ameghiniana*.

Gómez-Fernández, D., Canudo, J.I. y Cano-Llop, V. 2007. Descripción de la cintura pelviana de un nuevo dinosaurio terópodo de la Formación Morella (Aptiense inferior) en Vallibona (Castellón, España). In: Colectivo Arqueológico y Paleontológico de Salas (Ed) Libro de resúmenes IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno, 71-72

Hahne, C. 1930. Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona (trad. San Miguel de la Cámara). Publ. alemanas sobre Geol. esp. V. II, Madrid, 51-97.

Holtz, T.R.Jr., Molnar, R.E and Currie, P.J. 2004. Basal Tetanurae. In: Weishampel, D.B., Dodson, P. & Osmólska, H (eds.): The Dinosauria. Second Edition. University of California Press, 71-110.

Howse, S. C. B., Milner, A. R. and Martill, D. M. 2001. Pterosaurs. In: Martill, D. M. and Naish, D. (eds), Dinosaur of the Isle of Wight. London: The Palaeontological Association, 324-355.

Hunt, A.P.; Lockley, M.G.; Lucas, S.G.; Meyer, C.A. 1994. The Global sauropod fossil record. *Gaia*, 10, 261-279

Lapparent, A.F. de. 1966. Nouveaux gisements de Reptiles

Mesozoïques en Espagne. Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 84, 103-110.

López, N. y Sanz, J.L. 1988. Vertebrados. In: N. Lopez (Coord.) Guía de Campo de los Fósiles de España. Ediciones Pirámide, Madrid, 367-416.

Marie, J. 1964. Étude stratigraphique et micropaléontologique de la région de Morella (Prov. de Castellón, Espagne). Diplôme d'Études Supérieures. Univer. de Dijon. 1-108.

Martín-Closas, C. y Gómez, B. 2003. El género *Frenelopsis* en el Cretácico inferior ibérico. En M.V. Pardo Alonso y R. Gozalo (Eds.): Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 20-21.

Moratalla, J.J.; Gasulla, J.M.; Salas, R. & Martín-Closas, C. 2003. El yacimiento neocomiense (Cretácico inferior) de icnitas de dinosaurios terópodos de Vallivana (Morella, Castellón, España). En M.V. Pardo Alonso y R. Gozalo (Eds.): Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 121.

Ortega, F., Murelaga, X., Gasulla, J.M., García-Oliva, M., Escaso, F. y Yagüe, P. 2006. Primeros restos de la tortuga *Helochelydra* (Solemydidae) en el Cretácico Inferior (Aptiense) de Morella. En Fernández-Martínez, E. (Ed) : Libro de resúmenes – XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Universidad de León: 154.

Pereda-Suberbiola, J. 1993. *Hylaeosaurus*, *Polacanthus*, and the systematics and stratigraphy of Wealden armoured dinosaurs. *Geol. Mag.* 130 (6): 767-781.

Pereda Suberbiola, X., Meijide, M., Torcida, F., Welle, J., Fuentes, C., Izquierdo, L.A., Montero, D., Pérez, G. y Urién, V. 1999. Espinas dérmicas del dinosaurio anquilosaurio *Polacanthus* en las facies Weald de Salas de los Infantes (Burgos, España). *Estudios geológicos*, 55: 267-272.

Pereda Suberbiola, X., Fuentes, C., Meijide, M., Meijide-Fuentes, F. y Meijide-Fuentes, M., Jr. 2007. New remains of the ankylosaurian dinosaur *Polacanthus* from the Lower Cretaceous of Soria, Spain. *Cretaceous Research*, 28: 583-596.

Pérez García, A. 2009. Revisión histórica y sistemática de las primeras citas de quelonios del Cretácico español. *Revista Española de Paleontología*, 24 (1): 93-104.

Pérez García, A., Murelaga, X. & Gasulla, J.M. 2008. Una nueva tortuga (Chelonii, Eucryptodira) del Cretácico Inferior (Aptiense) de Morella (Castellón). En J.I. Ruiz-Omeñaca, L. Piñuela & J.C. García-Ramos (Eds.): Libro de resúmenes de las XXIV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Museo del Jurásico de Asturias (MUJA), Colunga: 173-174.

Poyato-Ariza, F.J., Buscalioni, A.D., & Cartanyà, J. 1999. The Mesozoic record of osteichthyan fishes from Spain. In : Aratía, G y Schultze, H-P. (Eds.) Mesozoic Fishes 2 : Systematics and Fossil Record. München, Germany: 505-533.

Royo y Gómez, J. 1927. Sur le faciès wealdien d'Espagne. *Comptes Rendues Sommaire de la Société Géologique de France*. 11:125-128.

Ruiz-Omeñaca, J. I. 2001. Dinosaurios hipsilofodontidos (Ornithischia: Ornithopoda) en la Península Ibérica. En Colectivo Arqueológico-Paleontológico de Salas (Ed.): Actas I Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes, 175-266.

Salas, R., Martín-Closas, C., Querol, X., Quimera, J. y Roca, E. 1991. Evolución tectonosedimentaria de las Cuencas del Maestrazgo y Aliaga – Penyalgosa durante el Cretácico Inferior. In: R. Salas y C. Martín-Closas (Coord.) El Cretácico Inferior del Nordeste de Iberia. Guía de Campo de las excursiones científicas realizadas durante el III Coloquio del Cretácico Inferior de España, Morella, 13-94.

- Salas, R., Colombo, F., Gàmez, D., Gómez, B., Gasulla, J.M., Martín-Closas, C., Moratalla, J., Panciotti, P., Querol, X. y Solé de Porta, N. 2003. Guía de la Excursión. XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 31 pp.
- Santafé J. 1978. Campanyes de Morella. Butlletí Informació de l'Institut de Paleontologia de Sabadell. 10 (1-2), 26-27.
- Santafé, J.V. y Casanovas, M.L. 1979. Situación estratigráfica de los yacimientos de dinosaurios del Levante Español. Butlletí Informació del Institut de Paleontologia de Sabadell. 11 (1-2), 29-33.
- Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L. y Calzada, S. 1979. Los Dinosaurios de Morella (Nota preliminar). Acta geológica hispánica, 5 (13) 149-154.
- Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L. y Calzada, S. 1982a. Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas rojas de Morella (Castellón, España). Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona, 169 pp.
- Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L. y Calzada, S. 1982b. Morella y su fauna fósil. 1ª edición: Diputación de Castellón, 2ª edición: Fundació 50 Sexenni (1994): 59 pp
- Santisteban, C., Santos-Cubedo, A., Suñer, M. y Poza, B. 2009. Los yacimientos y la geología de la comarca de Els Ports. In: B. Poza, A. Santos-Cubedo, B. Vila y M. Sunyer (Eds.) Dinosaurios, lagartos terriblemente grandes, un paseo por la exposición. EDC Natura – Fundación Omacha, 55-59.
- Santos-Cubedo, A., Galobart, A., Gaete, R y Suñer, M. 2003. Nuevos yacimientos de vertebrados del Cretácico Inferior de la Comarca de Els Ports (Castellón). En M.V. Pardo Alonso y R. Gozalo (Eds.): Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 156.
- Santos-Cubedo, A., Santisteban, C. de and Galobart, A. 2009a. New dinosaur findings from Arcillas de Morella Formation (Spain). In: P. Godefroit and O. Lambert (eds.), Tribute to Charles Darwin and Bernissart Iguanodons: New Perspectives on Vertebrate Evolution and Early Cretaceous Ecosystems. Brussels: 87.
- Santos-Cubedo, A., Suñer, M., Poza, B., Santisteban, C. de and Galobart, A. 2009b. New insights in taphonomy of the Ana site (Lower Cretaceous, Cinctores, Spain). In A. Delgado y M. Fregenal (Coor.): Abstracts Tenth International Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota. Teruel, 287-288.
- Sanz, J.L.; Casanovas, M. L., y Santafé, J. V. 1982. Paleontología. In: Santafé, J.V., Casanovas, M.L., Sanz, J.L. y Calzada, S. 1982a. Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las Capas rojas de Morella (Castellón, España). Diputación Provincial de Castellón y Diputación de Barcelona. 69-169.
- Sanz, J.L.; Santafé, J.V. y Casanovas, L. 1983. Wealden ornithopod dinosaur *Hypsilophodon* from the Capas Rojas Formation (Lower Aptian, Lower Cretaceous) of Morella, Castellón, Spain. Journal of Vertebrate Paleontology. 3(1), 39-42.
- Sastre García, A. 2007. Caracterización de morfotipos dentarios de cocodrilos en el Cretácico Inferior de Morella (Castellón). Libro de resúmenes IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno. Salas de los Infantes, 103-105
- Segura y Barreda, J. 1868. Morella y sus aldeas. Tomo 2. Imprenta de F. Javier Soto, Morella, 490 pp.
- Vilanova y Piera, J. 1872. Compendio de Geología. Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro, Madrid, 588 pp.
- Vilanova y Piera, J. 1873. Sesión del 5 de febrero de 1873. Acta de la Sociedad Española de Historia Natural, 2, 8.
- Wellnhofer, P & Sibbick, J. 1991. Atlas Ilustrado de los Pterosaurios. Susaeta ediciones. Salamander books pp. 192.
- Yagüe, P., Upchurch, P., Sanz, J.L. & Gasulla, J.M. 2001. New Sauropod material from the Early Cretaceous of Spain. 49th Annual Symposium of Vertebrate Paleontology and Comparative Anatomy. York (UK). 3-5/09/2001. www.svpc.a.org.
- Yagüe, P., Ortega, F., Noé, L.F., Gasulla, J.M., García, M.D. 2003. Reptiles marinos (Plesiosauria) del Aptiense inferior de Morella (Castellón). In: F. Perez-Lorente (Coor.) Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España. Ciencias de la Tierra, 26. Logroño, 399-404.

Cita recomendada:

Gasulla, J. M., Ortega, F., Sanz, J.L., Escaso, F., Yagüe, P. & Pérez-García, A. 2012. Els vertebrats de la Formació Argiles de Morella (Aptià inferior, Cretaci Inferior) Nemus n° 2 pp 15-27. Ateneu de Natura, Castelló

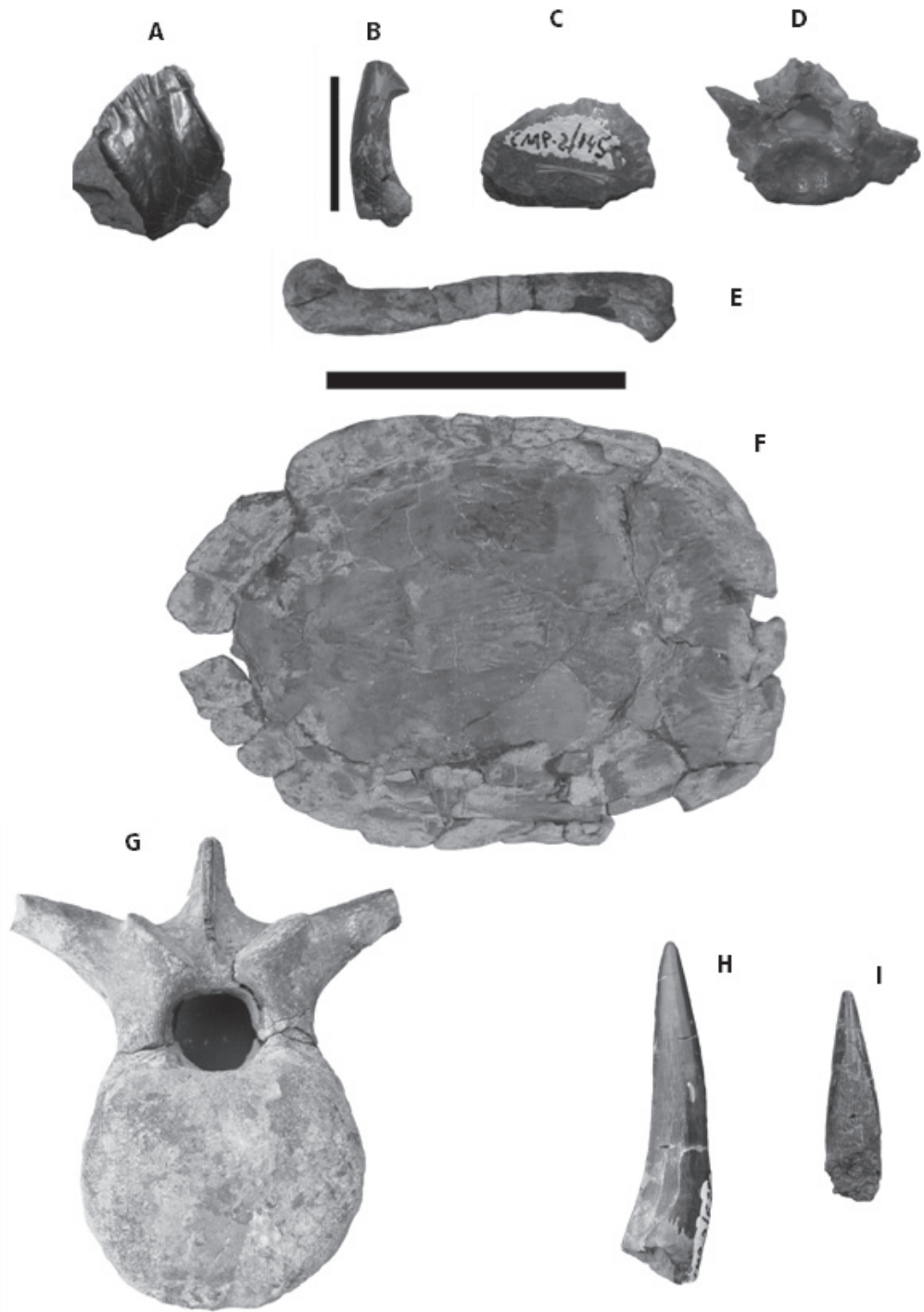


Figura 5 | A) escama de peix semionotiforme, B) fragment d'espina cranial de hibodontid, C) Os tibio-fibular d'un anur, D) vèrtebra d'un escamós, E) fèmur de cocodril neosuqui, F) gualdrapa de tortuga eucryptodira, G) vèrtebra dorsal de un plesiosaure, H) dent de plesiosaure i I) dent de pterosaure. A, B, C, D, H i I, escala: 2cm. E, F i G, escala: 10cm.

Figure 5 | A) semionotiform fish scale, B) fragment of hybodontid cranial spine, C) tibio-fibular bone of a frog, D) squamate vertebra, E) femur of a Neosuchia crocodile, F) Eucryptodira turtle shell, G) dorsal vertebra of a plesiosaur, H) plesiosaur tooth and I) pterosaur tooth. A, B, C, D, H and I, scale: 2cm. E, F and G, scale: 10cm.



Figura 6 | A) dent de sauròpode, B) dent de teròpode, C) falange unguial del dit I de la ma d'Iguanodon en vistes lateral, dorsal i proximal i D) espina presacra de *Polacanthus*. A i B, escala: 2cm, C i D, escala: 10cm.

Figure 6 | A) sauropod tooth, B) theropod tooth, C) unguial phalanx of the thumb of Iguanodon manus in lateral, dorsal and proximal views; and D) presacral spine of *Polacanthus*. A and B, scale: 2cm, C and D, scale: 10cm.

Lloc	Jaciment	Fauna
Morella	Sant Antoni de la Vespa	Dinosauria: Sauropoda: Brachiosauridae indet.
Morella	Chimenea alta	"Peixos"
Morella	El Solanet	Dinosauria: Theropoda indet.
Morella	Mas de Peteix	Plesiosauria: Elasmosauria indet.
Morella	Mas Macia Querol	Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 0 (material ex situ)	Dinosauria: Dinosauria indet.; Sauropoda indet.; Theropoda indet.; Ornithopoda: Iguanodontidae indet.; Chelonia: Chelonia indet
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 1	"Peixos" indet.; Chelonia indet.; Crocodylomorpha: Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp; Dinosauria: <i>Iguanodon</i> sp, Theropoda indet..
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 2	"Peixos" indet.; Amphibia indet.; Chelonia: Chelonia indet. <i>Helochelydra</i> sp; Lepidosauromorpha indet.; Crocodylomorpha: Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp, <i>Bernissartia</i> sp; Dinosauria: Theropoda: Theropoda indet., Baryonychinae indet.; Ornithopoda: Ornithopoda indet., cf Hypsilophodontidae indet., <i>Iguanodon</i> sp;
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 3	Motles d'invertebrats: Mol-luscs; "Peixos": Elasmobranchii indet., Semionotiformes indet., Picnodontiformes indet.; Chelonia: Chelonia indet., <i>Helochelydra</i> sp; Crocodylomorpha: Mesoeucrocodylia: <i>Theriosuchus</i> sp; Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp, <i>Bernissartia</i> sp; Plesiosauria: Elasmosauria indet.; Pterosauria: Istiodactylidae indet.; Dinosauria: Sauropoda: Brachiosauridae indet.; Theropoda: Theropoda indet., Tetanurae indet., Baryonychinae indet., Coelurosauria indet.; Thyreophora: <i>Polacanthus</i> sp.; Ornithopoda: Euornithopoda indet., Hypsilophodontidae indet., Iguanodontidae indet., <i>Iguanodon</i> sp., <i>Iguanodon bernissartensis</i> , <i>Mantellisaurus</i> sp.; Coprolits
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 4	"Peixos": Semionotiformes indet.; Dinosauria: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 5	Motles d'invertebrats: Mol-luscs; "Peixos": Semionotiformes indet.; Quelonia indet.; Crocodylomorpha: Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp; Dinosauria: Theropoda: Theropoda indet., Baryonychinae indet.; Ornithopoda: <i>Iguanodon bernissartensis</i> .
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 6	Dinosauria: Theropoda: Tetanurae indet., Ornithopoda; Euornithopoda indet.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 7	Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 8	Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 9	Crocodylomorpha: Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp.; Dinosauria: Theropoda: Baryonychinae indet., Theropoda indet.; Ornithopoda: <i>Iguanodon bernissartensis</i> ; coprolits
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 10	Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera Mas de la Parreta 11	Quelonia: <i>Helochelydra</i> sp.; Crocodylomorpha: Neosuchia: <i>Goniopholis</i> sp.; Dinosauria: Theropoda indet.; Ornithopoda: <i>Iguanodon bernissartensis</i> ; coprolits
Morella	Mas del Dolço	Dinosauria: Ornithopoda: Hypsilophodontidae indet.
Morella	El Canteret	Dinosauria: Sauropoda: Brachiosauridae indet.
Morella	Mas de Guimerà	Crocodylomorpha indet., Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Pedrera de Azuvi = El Beltrán	"Peixos"; Dinosauria: Theropoda indet.; Ornithopoda: <i>Iguanodon bernissartensis</i>
Morella	Teuleria Milián = El Beltrán	"Peixos"; Dinosauria: Theropoda indet.; Ornithopoda: <i>Hypsilophodon</i> sp, <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Mas Romeu	Crocodylomorpha indet.; Dinosauria: Theropoda: Coelurosauridae indet.; Thyreophora: Nodosauridae?; Ornithopoda: <i>Iguanodon bernissartensis</i>
Morella	El Povet	Dinosauria: Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Mas de Eroles	Dinosauria: Sauropoda: Brachiosauridae; Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.
Morella	Vallivana	Petjades de Dinosauria: Theropoda
Vallibona	Vallibona	Dinosauria: Theropoda: Spinosauroida; Ornithopoda: Iguanodontidae
Cincorres	Anna (Cincorres)	"Peixos"; Crocodylomorpha: Neosuchia; Dinosauria: Sauropoda: Titanosauriformes; Theropoda: Theropoda indet.; Baryonychinae indet.; Ornithopoda: <i>Iguanodon</i> sp.

Anexe I | Relació de la fauna vertebrada trobats en els jaciments de la formació Argiles de Morella.

Annex I | List of the vertebrate fauna recorder from the beds fo "Argiles de Morella" formation.

Dinàmica poblacional de dos equinoïdeus irregulars de l'Aptià de Cinctorres (conca del Maestrat)

Enric Forner i Valls, Joan Castany i Álvaro, José Pablo Sansano Ten, Daniel Jurado Sánchez, & Vicent Gual i Ortí

S'estudia la tafonomia i la comunitat d'un jaciment de l'Aptià de Cinctorres (Conca sedimentaria del Maestrat, Serralada Ibèrica). S'analitza la dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart 1821) i *Pliotoxaster collegnii* (Sismonda 1843). Les conclusions més importants són que es tracta d'una paleobiocenosi, però presenta un biaix estratínomic a favor d'espècies infauniques en contra de les epifauniques i un altre biaix fossildiagenètic a favor dels éssers amb conquilla composta de calcita davant els que tenen la closca d'aragonita. Que l'estudi de les poblacions permet constatar l'existència de dos equinoïdeus detritívors amb poblacions pròsperes explotant un mateix recurs alimentari.

Mots clau: Echinoidea, Spatangoida, paleoecologia, diagrama de freqüències de grandària, estructura d'edat, Aptià, conca del Maestrat, serralada Ibèrica.

Population dynamics of two irregular echinoid of Aptian from Cinctorres (Maestrat Basin)

The taphonomy and the fossil community of the one site from Aptian of the Cinctorres (sedimentary basin Maestrat, Iberian Chain) is studied. The population dynamics of *Heteraster oblongus* (Brongniart 1821) and *Pliotoxaster collegnii* (Sismondi 1843) are analysed. The most important conclusions is that this is a paleobiocenosis, but has a biostratinomic bias in favour of infaunal species against epifaunal and a diagenetic bias in favour of shells composed of calcite against the shell of aragonite. The study populations can confirm the existence of two detritivores echinoids with prosperous populations, exploiting the same food resource.

Key words: Echinoidea, Spatangoida, palaeoecology, size-frequency distribution, age structure, Aptian, Maestrat basin, Iberian Chain.

L'equinòleg Jaume Gallemí va escriure que "*Heteraster oblongus* toxasterid típic,...despreuït gairebé del tot d'ornamentació; probablement vivia semienterrat en els fons margosos i sorrencs aptians, nivells que caracteritza i en els quals sol aparèixer juntament amb *Toxaster collegnoi*." (Gallemí, 1988: 377). No és l'únic que ha citat (Villalba, 1991) la convivència d'aquests dos equinoïdeus de la família Spatangoida: *Heteraster oblongus* (Brongniart 1821) i *Pliotoxaster collegnii* (Sismonda 1843). Dos detritívors compartint, aparentment, un mateix hàbitat, un mateix recurs tròfic, un període relativament llarg. El jaciment aptià de Cinctorres constata la certesa de l'última afirmació: apareixen junts, cosa que ens planteja algunes preguntes. Poden dues espècies aprofitar el mateix recurs alimentari i conviure en un període llarg de temps? No hauria d'acabar imposant-se una de les dues? O realment existeixen diferents aprofitaments del recurs que permeten la convivència? Vivien semienterrats o vivien enterrats del tot? Habitaven fons margosos i sorrencs o únicament margosos? L'intent d'apuntar alguna resposta ens porta cap a la Paleoecologia. Disciplina

que, en aquestes contrades i per aquestes formacions, no ha estat molt conreada. La majoria dels treballs paleontològics de la conca sedimentària del Maestrat s'han centrat en aspectes fonamentalment taxonòmics. Per una revisió dels estudis es poden consultar els treballs de Forner i Castany (2010a) i Forner (2011; 2012) pels invertebrats i Gasulla et al. (2011, 2012) pels vertebrats. L'únic treball sobre dinàmica poblacional d'un equinoïdeu cretàc és el de Forner i Castany, 2010b. Interrogants i pocs estudis que cerquen respostes són bons incentius i justificació per encetar aquesta investigació.

Marc geogràfic i geològic

El jaciment estudiat del Mas de la Llonguera es troba dins del municipi de Cinctorres, a la comarca dels Ports, a l'est de la península Ibèrica. (Fig. 1). Es localitza en la part més oriental de la Serralada Ibèrica i al sud de la Serralada Costera Catalana, que correspon al que Guimerà (1984) va anomenar com la "Zona d'Enllaç" entre les dues serralades. Salas i Guimerà (1996, 1997) van definir la conca cretàcia

inferior del Maestrat, activa des del Juràssic fins el final del Cretaci Inferior, i l'han dividida en set subconques. El jaciment pertany a la subconca de Morella.

Estratigràficament, el jaciment correspon a l'Aptià inferior, en concret al Bedulià (IGME, 1981; Salas et al., 2003). El nivell on s'ha recollit el material estudiat correspon al tram inferior de la formació Margues de Forcall, membre de Margues de Cap de Vinyet o bé a la part superior de la Fm. Calcàries i margues de Xert (Canerot et al. 1982, Salas (1986, 2003), atès que a la zona del jaciment, en part conreada i en part boscosa, no s'ha pogut separar. Es correspon a una transgressió marina, per dalt de la fase de regressió de la Fm. Argiles de Morella, on se situa el pròxim jaciment d'Anna, que ha donat importants restes de dinosaures (Suñer et al., 2008). Els materials que conformen la zona estudiada són de colors ocres, beixos, esgrogueïts. La constitueixen margues amb paquets de wackestones nodulosos intercalats i puntualment argiles, representa ambients oberts i distals d'una plataforma de carbonats, plenament marins, tot i que d'aigües somes i d'una certa proximitat al continent, com indica l'entrada d'argiles.

A nivell general, es considera que, durant el Cretaci, l'àrea estudiada quedaria dins del cinturó d'aigües tropicals de la terra, en base a la distribució d'organismes típics d'aigües càlides com ara els foraminífers (significativament els Orbitolínids), els Rudistes i el repartiment de les potents acumulacions de calcàries de plataforma; això fa suposar que la zona tindria un clima càlid i humit semblant al que actualment hi ha entre les latituds 20° i 25° (Rat, 1982: 1066-1068). Els mapes paleogeogràfics de Dercourt et al. (1986) situen la conca del Maestrat durant l'Aptià en una paleolatitud aproximada entre 26° i 27,5°, un poc més al nord; de la qual cosa es desprèn que el clima global de la Terra era més càlid que l'actual.

Material

S'han recollit de forma sistemàtica un total de 1883 macrofòssils. Entre ells 1053 *Heteraster oblongus*, i 524 *Pliotoxaster collignii* dels quals s'ha pogut mesurar amb precisió la longitud en 762 i 350 exemplars, respectivament. Una mostra del material es dipositarà al museu local de Cinctorres.

Mètode

D'acord amb el criteri de Martinell, Domenech & Marquina (1980: 134) es considera que un estudi paleoecològic ha de basar-se en les premisses d'un estudi tafonòmic del jaciment i una mostra establerta amb mètodes estadístics i aconseguida mitjançant tècniques que assegurin l'atzar en la recollida dels exemplars. En el present treball s'ha optat per la delimitació d'una superfície i la recollida sistemàtica de tots els fòssils majors de 5 mm i fragments que es podien assignar a un sol individu, visibles en superfície.

Per a l'estudi de la població, partint de la característica que els equinoïdeus tenen un creixement al llarg de tota la vida s'ha considerat la longitud com un indicador de l'edat. De fet, la utilització de la longitud de la conquilla (size-frequency diagram) en invertebrats que no aturen el creixement ha estat usada en diversos estudis per analitzar l'estructura d'edat d'una població i les corbes de mortalitat de poblacions fòssils (Hallman, 1961; Hoffman, 1976; Porta, 1980). La grandària, en un equinoïdeu irregular, és la longitud màxima de l'eix anterior-posterior, l'eix de Lovén. S'han establert vuit estadis de creixement. Per a l'obtenció de la longitud dels intervals de classe s'ha seguit a Domenech (1982: 240). S'analiza, en conseqüència, l'estructura d'edat de l'espècie a partir del moment en què van morir. Es representa mitjançant un diagrama de freqüència de la longitud, de la que inferim l'edat, l'estadi de creixement.

De les mostres d'equinoïdeus s'han descartat per a l'estudi de població tots aquells exemplars que, bé per trencaments o deformacions, bé per contenir restes de matriu, no permetien la mesura exacta. Tots els exemplars corresponen a un mateix jaciment i a un mateix estrat d'una potència prospectada de pocs centímetres. Tots els exemplars dels equinoïdeus s'han identificat, numerat i mesurat amb peu de rei digital; les mesures es donen en mm arrodonides a dècimes de mm.

En la sistemàtica, nomenclatura i ecologia s'ha seguit el Moore (Durham, 1966; Fischer, 1966); i les opinions de Kroh (2010) i Smith (Internet, *The Equinoid Directory*, 2012), per l'espècie s'ha seguit a Villalba (1993; 2003) i Domínguez et al. (2009); i en la terminologia tafonòmica

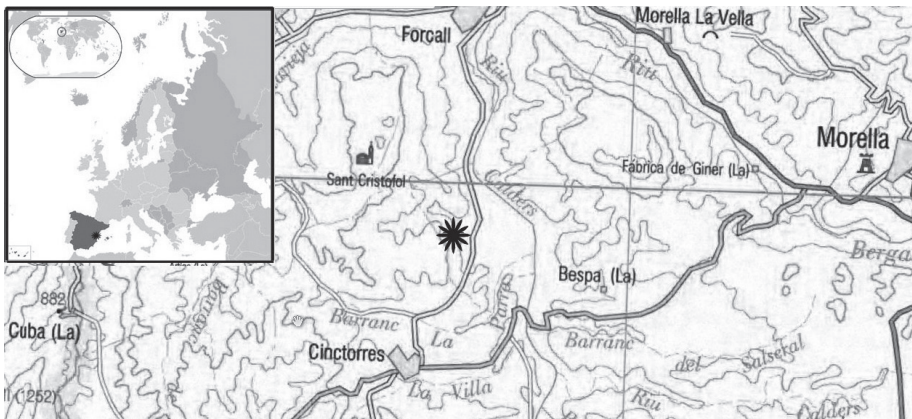


Figura 1 | Mapa de localització del jaciment.

Figure 1 | Location of the site.

a Kidwell, Fürsich i Aigner (1986) i De Renzi, Martinell i Reguant (1978). En la composició mineralògica de les conquilles i les formes de vida de les espècies s'ha seguit *The Paleobiology Database*.

Sistemàtica

- Classe ECHINOIDEA Leske 1778
- Ordre SPATANGOIDA Claus 1876
- Subordre TOXASTERINA Fischer 1966
- Família TOXASTERIDAE Lambert 1920
- Gènere *Pliotoxaster* Fourtau 1907
- Pliotoxaster collegnii* (Sismonda 1843)
- Fig. 2 a-e.

- 1843 *Toxaster collegnii* Sismonda, p. 21, làm. 1, fig. 9-11.
- 1847 *Toxaster collegnii* Sismonda, Agassiz et Desor, p. 132.
- 1850 *Toxaster collegnii* Sismonda, D'Orbigny, T. II, p. 141.
- 1853 *Echinospatagus collignii* (Sismonda), D'Orbigny, T VI, p.169, làm. 846.
- 1856 *Echinospatagus collignii* (Sismonda), Cotteau et Leymerie, p.348.
- 1857 *Echinospatagus collignii* (Sismonda), Pictet, T. IV, p.195.
- 1857 *Toxaster collegnii* Sismonda, Desor, p. 354, làm. 40, fig. 2-4.
- 1859 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), D'Archiac, T. VI, p. 381.
- 1860 *Toxaster collegnii* Sismonda, Lory, p. 314.

- 1862 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Dujardin & Hupe, p. 594.
- 1863 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Cotteau, p.52.
- 1864 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Cotteau, T. XXI, p. 484.
- 1865 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Cotteau, p. 30.
- 1865 *Echinospatagus collegnoi* (Orbigny), Coquand, p.366. Esmena injustificada.
- 1873 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Loriol, p.350, làm. XXX, fig. 1-5.
- 1876 *Echinospatagus collegnoi* (Sismonda), Cotteau, Oeron & Gauthier, fas. III, p. 19.
- 1883 *Hypsaster collegnii* (Sismonda), Pomel, p. 43
- 1887 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Mallada, p. 154-5, làm. 54 figs. 6-12.
- 1887 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Cotteau, T. XV, p.639.
- 1895 *Echinospatagus collegnii* (Sismonda), Lambert, p. 156.
- 1902 *Toxaster collegnoi* Sismonda, Lambert, p.17.
- 1903 *Toxaster collegnoi* Sismonda, Savin, p.185.
- 1904 *Miotoxaster collegnoi* Sismonda, Lambert, T. IV, p. 846.
- 1905 *Miotoxaster collegnoi* Sismonda, Savin, p. 24.
- 1909-25 *Toxaster (Pliotoxaster) collegnoi* Sismonda, Lambert & Thiéry, p. 437.
- 1919 *Pliotoxaster collegnoi* (Sismonda), Lambert, p. 28.
- 1927 *Toxaster collegnoi* Sismonda, Lambert, p. 44.
- 1928 *Toxaster collegnoi* Sismonda, Lambert, p.154.
- 1928 *Pliotoxaster collegnoi* (Sismonda), Lambert & Jeannet, p. 210.
- 1932 *Toxaster collegnoi* Sismonda, Lambert, pp., 66, 100 i

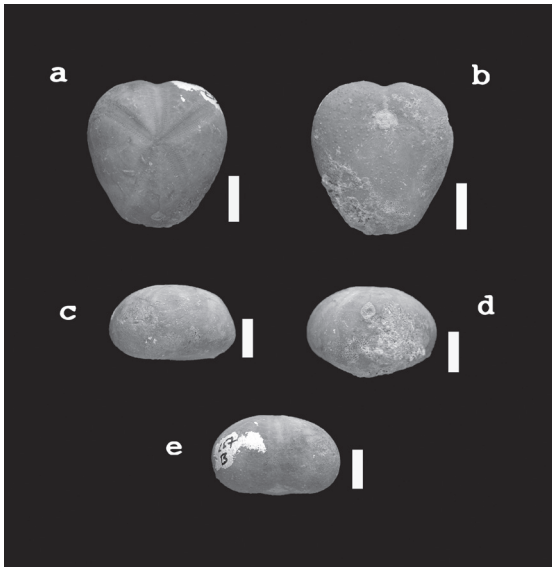


Figura 2 | *Pliotoxaster collegnii* de l'Aptià de Cinctorres: Escala = 10 mm; **a** vista aboral; **b** vista oral; **c** vista lateral; **d** vista posterior; **e** vista anterior.

Figure 2 | *Pliotoxaster collegnii* from Aptian of the Cinctorres: Scale bar = 10 mm; **a** aboral view; **b** oral view; **c** lateral view; **d** posterior view; **e** anterior view.

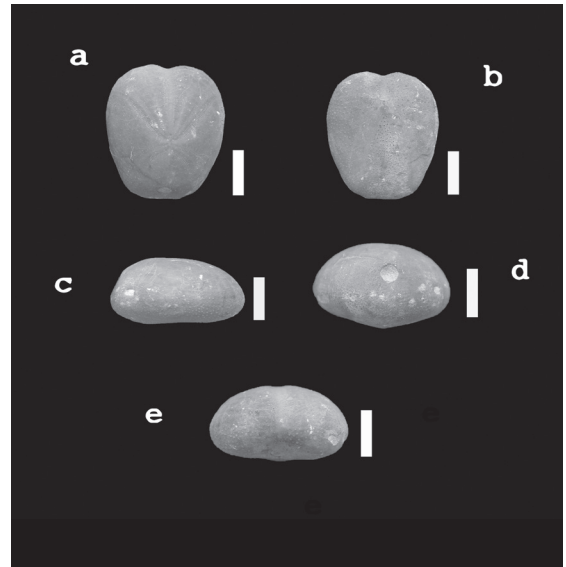


Figura 3 | *Heteraster oblongus* de l'Aptià de Cinctorres: Escala = 10 mm; **a** vista aboral; **b** vista oral; **c** vista lateral; **d** vista posterior; **e** vista anterior.

Figure 3 | *Heteraster oblongus* from Aptian of the Cinctorres: Scale bar = 10 mm; **a** aboral view; **b** oral view; **c** lateral view; **d** posterior view; **e** anterior view.

188.
 1935 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Lambert, p. 364.
 1936 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Bataller, p. 89.
 1955 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Devries, p. 39
 1958, *Toxaster colleanoi* Sismonda, Bataller, p. 23, 28 i 41.
 1960 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Devries, p. 30.
 1975 *Toxaster collegnii* Sismonda, Zaghbib-Turki, p. 42, làm. 1 fig. 46-47.
 1988 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Gómez-Alba, p. 636, làm. 315 fig.1.
 1991 *Toxaster collegnii* Sismonda, Villalba, p. 347-352, làm. 21, fig. 8-10.
 2000 *Toxaster colleanoi* Sismonda, Saura & García, p.22, làm. VIII, fig. 70-72.
 2003 *Toxaster collegnii* Sismonda, Villalba, p. 112-114, làm. 2, fig. 12-15.
 2012 *Pliotoxaster colleanoi* (Sismonda), Saura & García, p. 64, làm. 3, figs. 1a-1e.

Notes

D'acord allò que disposa l'article 32.5.1 del Codi Internacional de Nomenclatura Zoològica (CINZ, 2000) la llatinització incorrecta del nom d'espècie per l'autor no ha de considerar-se errada inadvertida i conseqüentment no s'ha d'esmenar. En l'article original Sismonda (1843) va anomenar la nova espècie de forma inequívoca com "*collegnii*" i va fer constar expressament que "*dedico questa specie al distintissimo Geologo signor Cav. COLLEGNO,...*". Qualsevol canvi que no modifiqui una grafia que cal corregir, és a dir, estrictament les que disposa l'article 32.5 del CINZ (2000) o un canvi obligatori (art. 34 del CINZ), esdevé una esmena injustificada (art. 33 del CINZ). L'esmena proposada per Coquand (1865), que també van adoptar Cotteau, Peron et Gauthier (1876) i que després han seguit diversos autors, és una esmena injustificada atès el que disposa l'article 33.2.3 del CINZ. La forma vàlida d'acord amb el CINZ és *collegnii*. Quant a l'assignació genèrica la qüestió ha patit moltes modificacions al llarg del temps. En la primera gran obra de síntesi sobre els equinoïdeus Lambert & Thiéry (1909-25) col·locaven *collegnii* dins una subespècie, *pliotoxaster*, del gènere *Toxaster*. El propi Lambert va crear un gènere nou, *Mengaudia* Lambert, 1917, prenent com a espècie tipus precisament *P. collegnii*. Gènere, però, que cal considerar sinònim subseqüent de *Pliotoxaster* Fourtau, 1907. Lambert serà el primer autor que cita la l'espècie dins el gènere *Pliotoxaster* en solitari (1919) o amb Jeannet (1928), tot i que amb moltes vacil·lacions, perquè en posteriors cites tornarà al gènere *Toxaster*. El Treatise (Fischer, 1966) no contempla el gènere *Pliotoxaster* Fourtau, 1907, el considera un sinònim de *Toxaster*, gènere, però que considera que requereix subdivisions. Recentment Kroh (2010) considera *Pliotoxaster* un gènere vàlid i Schmit considera que s'ha d'incloure en ell *collegnii* (Web del Natural History Museum, 2012). Aquesta solució és la que ens sembla correcta.

Heteraster oblongus (Brongniart 1821)

Fig. 3 a-e

- 1821 *Spatangus oblongus*. Brongniart, p. 555, làm. 7, fig. A, B i C.
 1847 *Toxaster oblongus* (Brongniart), Agassiz, p.131.
 1847 *Toxaster oblongus* (Brongniart), D'Orbigny, p.141.
 1848 *Toxaster oblongus* (Brongniart), Albin, p. 59.
 1853 *Heteraster oblongus* (Brongniart), D'Orbigny, p. 176, làm. 847.
 1855 *Toxaster oblongus* (Brongniart), Renevier, p. 17, làm. 25.
 1858 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Pictet & Renevier, p. 152, làm. 21, fig. 3-6.
 1858 *Toxaster oblongus* (Brongniart), Desor, p. 355, làm. 40, fig. 8-9.
 1865 *Heteraster oblongus* (Orbigny) Coquand, p. 365-6.
 1873 *Heteraster oblongus* (Brongniart) Loriol, p. 357, làm. 29, fig. 8.
 1876 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Cotteau, Peron & Gauthier, p. 20
 1880 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Cotteau, p.7
 1884 *Enallaster oblongus* (Brongniart), Loriol, p. 624.
 1887 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Mallada, p. 151-2, Làm. 54, figs. 1-5.
 1902 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Lambert, p. 18
 1903 *Enallaster oblongus* (Brongniart), Savin, p. 32.
 1905 *Enallaster oblongus* (Brongniart), Savin, p. 21
 1909-25 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Lambert & Thiéry, p. 438.
 1927 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Lambert, p.45.
 1928 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Lambert. P. 154.
 1955 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Devries, p. 39
 1956 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Almela, p. 12, 17 i 23.
 1958 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Bataller, p. 12, 23, 28 i 42.
 1963 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Devries, p. 425.
 1966 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Fischer, p.U553, fig. 434 1a-c.
 1972 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Rey, p. 491, làm. XII fig. 7-11.
 1975 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Zaghbib-Turki, p. 45, fig. 30 a-d, làm. II, fig. 4-5.
 1988 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Gallemí, p. 377, fig. 373.
 1988 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Gómez-Alba, p. 636, làm. 315 fig.2.
 1991 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Villalba, p.401-406, làm. 24 i 31, fig. 1-9 i 15-17.
 2000 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Saura & García, p.23, làm. IX, fig. 80-82.
 2003 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Villalba, p. 131-135, làm. 4, fig. 1-4.
 2012 *Heteraster oblongus* (Brongniart), Saura & García, p. 71, làm. 6, fig. 2a-2e.

Resultats

Tafonomia

Dins la matriu no s'han pogut observar mostres significatives de fòssils que donaren idea de la posició o de si existia alguna orientació dominant. En tot cas no s'ha constatat cap indicació d'arrossegament de materials. No hi ha cap fòssil rodat. La conservació és bona. Als equinoïdeus se'ls aprecien els tubèrculs i els porus genitals. El percentatge d'individus que ha estat possible mesurar és del 72% en *Heteraster* y del 67% en *Pliotoxaster*. L'índex de incrustacions és molt baix: 9% per al *Heteraster* i 1% para el *Pliotoxaster*. No han patit processos generals d'exposició posteriors a la mort: no han estat desenterrats. Hi ha força quantitat de motlles interns de bivalves: 237, un 12,6 % del total de fòssils de la mostra.

Dins de l'anàlisi dels processos bioestratinòmics associats a la forma de vida, la proporció d'exemplars entre equinoïdeus regulars, epifaunics, i els irregulars, infaunics, (que són detritívors) és de només el 0,12 % (2 regulars davant els 1623 irregulars). El conjunt de les espècies a les quals s'ha pogut assignar forma de vida es recull en la Taula 1.

Respecte als processos fossilidigenètics s'ha constatat la dissolució de les closques la composició mineralògica de les quals és fonamentalment d'aragonita. No s'ha trobat ni una sola conquilla d'aragonita. Tots els fòssils que s'han recollit d'animals amb closca d'aragonita (Gastropoda i la majoria de famílies de Bivalvia) s'han conservat com a motlles interns. Hi ha un fort contrast entre el percentatge del nombre d'espècies amb la closca de calcita (28%) i el nombre d'individus (87%). Tots els fòssils del jaciment que conserven la conquilla la tenen, predominant o total, composta de calcita. No s'ha constatat cap altre procés posterior a l'enterrament definitiu. Ni deformacions per pressió dintre de l'estrat ni recristalitzacions.

Hi ha efectes sobre els fòssils posteriors a l'exposició recent a la atmosfera. Destaca entre ells el procés de meteorització en funció del temps que ha romàs exposat al treball de dissolució de l'aigua de pluja, lleugerament àcida per l'anhidrid carbònic que duu dissolt, sobre la calcita. S'aprecien també amb certa freqüència fractures rectes per efecte del gel. El jaciment està a una altura considerable (935 m) i les

Comp. closca	individus	%	espècies	%
Calcita	1645	87,36	10	28,57
Aragonita	238	12,64	25	71,43
Total	1883	100	35	100
Forma de vida	individus	%	espècies	%
Epibentònic	125	6,87	7	36,84
Endobentònic	1694	93,13	12	63,16
Total	1819	100	19	100

Taula 1 | Nombre d'individus i espècies segons composició de la closca i forma de vida.

Table 1 | Number of individuals and species according to shell composition and lifestyle.

gelades sovintegen. Són també visibles efectes antròpics de cops en les peces per llaurada o circulació.

Comunitat

Les dades obtingudes sobre la composició de la comunitat s'incorporen al Anexe 1.

Tots els fòssils són plenament marins. Només hi ha un exemplar, entre els 1883 recollits, un motlle de gasteròpode de la família Cassiopidae, que podria associar-se a ambients d'estuari o deltaics, per la seua tolerància a les aigües salobres. (Mennessier, 1984: 102-103; Cleavelly & Morris, 1988: 277). No ha aparegut cap corall ni cap braquiòpode.

La distribució entre els diversos grups taxonòmics queda bastant reduïda: només hi ha presents dos filums i tres classes. El paper absolutament dominant dels equinoïdeus, respecte al nombre d'individus (86,3%), davant Mollusca (13,7%) és molt diferent si es considera el nombre d'espècies: Equinodermata el 18,18% i Mollusca el 81,82.

Estudi poblacional

L'estructura d'edat de las dues espècies és unimodal, amb el màxim en l'estadi 5, més acusat en *Heteraster* (Fig. XX). Els quatre primers estadis presenten una baixa representació respecte al màxim, que no està al primer estadi, com hom esperaria d'una població natural equilibrada. El percentatge s'incrementa amb el creixement de la longitud fins l'esmentat cinquè estadi de desenvolupament.

Discussió

Tafonomia

De les dades assolides es conclou que no ha existit arrossegament de materials. L'abundància de motlles de bivalves, que implica que romanen les dues valves articulades, apunta també a un ambient de baixa energia, per la qual cosa considerem que es tracta d'una paleobiocenosi, que els fòssils estan en el lloc on van viure.

En el cas dels equínids irregulars conservats no s'ha produït una exposició posterior a la mort, han romàs sempre enterrats atès que l'índex d'incrustacions és molt baix. Un cas contrari està documentat (Zamora et al., 2008) al Santonià d'Olazagutia (Navarra) on la majoria d'espècimens, fins un 94%, tenen incrustacions, de la qual cosa interpreten que van ser exhumats després de la mort i primera fase de consolidació i mostren evidències de l'acció d'esclerobionts (bioerosió i incrustacions).

La mostra té dos biaixos importants, a banda de l'òbvia de la no conservació dels organismes sense parts dures. El primer per causes bioestratinòmiques: no s'han conservat, o en poca proporció, els organismes que no van quedar immediatament enterrats després de la seua mort, per la qual cosa, s'han conservat preferentment els organismes infaunics respecte als epifaunics. Un bon indicador és la proporció d'equínids regulars (epibentònics) davant els irregulars (endobentònics), de l'u per mil, i la diferència en-

tre el percentatge d'espècies i individus (Anexe 1). El segon biaix és per causa fossildiagnètica: estan millor representats els organismes amb exoesquelet de calcita que els que el tenen d'aragonita, que és menys estable, a períodes molt llargs, i acaba dissolent-se. Per la qual cosa la representació d'aquells grups i individus amb closca de calcita (Echinida, algunes famílies de Bivalvia com Pectinidae i Ostreidae) ha estat privilegiada en els registres respecte als que tenen la conquilla d'aragonita (Gastropoda i la majoria de la classe Bivalvia). Tant és així que aquests últims només s'han conservat rarament i com a motlles interns. Aquests biaixos que poden afectar seriosament les dades de freqüència d'individus de la comunitat (no tant la riquesa d'espècies) no afecten per contra l'estudi de la població del dos equinoïdeus irregulars, atesa la seua doble condició d'éssers endobentònics i amb carcassa composta de calcita.

Després del desenterrament definitiu del fòssil pel procés erosiu, en quedar exposat, s'han produït alteracions antròpiques i atmosfèriques, però que només afectarien al simple estat de conservació del fòssil, no afectaria significativament al resultat de la mostra.

Comunitat

Tots els fòssils són marins. Hi ha una bona representació d'Echinoidea. I tot i que no s'ha trobat cap Brachiopoda ni Cnidaria, s'interpreta que la salinitat de l'aigua seria plenament marina. L'existència d'un únic exemplar, entre 1883, d'un gasteròpode de la família Cassiopea que s'associa a ambients d'influència continental (manglars, deltes, estuaris) de les mars tropicals epicontinental del Cretaci (Buitrón & Pantoja-Alor, 1998) no ens fa alterar la conclusió anterior. La conservació dels fòssils in situ; la gran abundància de motlles internes de bivalves, que implica la conservació en

un llarg període de les valves articulades; la constatació que el material no està retraballat, ni arrossegat, ni ha estat exposat amb posterioritat a l'enterrament inicial, tot apunta a un ambient de baixa energia. Estem, doncs, davant d'una plataforma continental a una certa distància del continent, d'on arriben materials sòlids, però només la fracció més fina que generarà las argiles. No hi ha arenes.

Es considera que no hi ha informació suficient para estimar la fondària.

L'absència total de braquiòpodes i pràcticament d'Ostreidae (només 1 exemplar en tota la mostra) potser aporta més informació del tipus de substrat. El biaix tafonòmic no en justifica l'absència, ja que tots dos grups fossilitzen molt bé. La seua absència s'ha interpretat com un ambient de substrats tous únicament. No devien existir substrats durs, rocosos, on es poden fixar per filaments o cimentar els dos grups mencionats. Aquesta interpretació concorda amb el sediment resultant (margues molt argiloses) i amb la gran abundància de detritívors. Tot fa pensar que ens trobaríem amb un ecosistema sustentat sobre un substrat tou, fangós, prou ric en matèria orgànica per alimentar les prosperes poblacions de detritívors.

El predomini d'exemplars d'Echinodermata (86%) és molt possible que estigues esbiaixat per les causes esmentades. Però sens dubte també transmet informació de pròspere poblacions de detritívors que exploten un ecosistema que els és favorable, amb un substrat, possiblement fangós, ric, en una plataforma continental de baixa energia, amb una salinitat plenament marina i amb entrada de materials del continent de la fracció més fina. La biodiversitat més important l'aporta el filum Mollusca. Hi ha, però, major riquesa en la classe Bivalvia que en Gastropoda. La temperatura de l'aigua com ja s'ha indicat seria la corresponent a

<i>Heteraster oblongus</i>			<i>Pliotoxaster collignii</i>		
Intervals L (mm)	n	%	intervals L (mm)	n	%
< 12	3	0,39	<12	4	1,14
12 a 17,9	12	1,57	12 a 16,9	19	5,43
18 a 23,9	68	8,92	17 a 21,9	52	14,86
24 a 29,9	200	26,25	22 a 26,9	70	20,00
30 a 35,9	258	33,86	27 a 31,9	89	25,43
36 a 41,9	166	21,78	32 a 36,9	87	24,85
42 a 47,9	47	6,17	37 a 41,9	22	6,29
>47,9	8	1,05	>41,9	7	2,00
Total	762	100	Total	350	100
L màxima	52,5		L màxima	46,0	
L mínima	9,7		L mínima	10,0	
Mitjana	32,00		Mitjana	28,04	
Desviació estàndard	6,73		Desviació estàndard	7,00	

Taula 2 | Distribució per grandària de les poblacions de *Heteraster oblongus* i *Pliotoxaster collignii* de l'Aptià de Cinctorres.

Table 2 | Size-frequency distribution of the population of the *Heteraster oblongus* and *Pliotoxaster collignii* of the Aptian from Cinctorres.

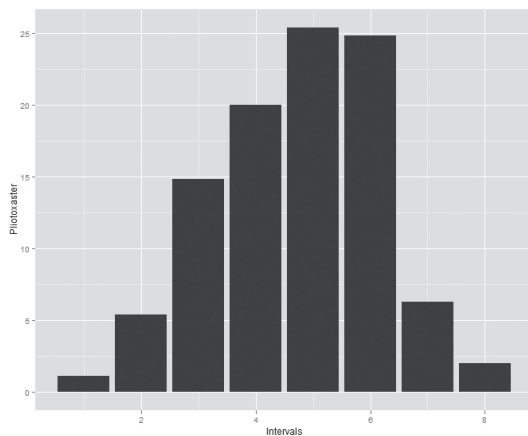
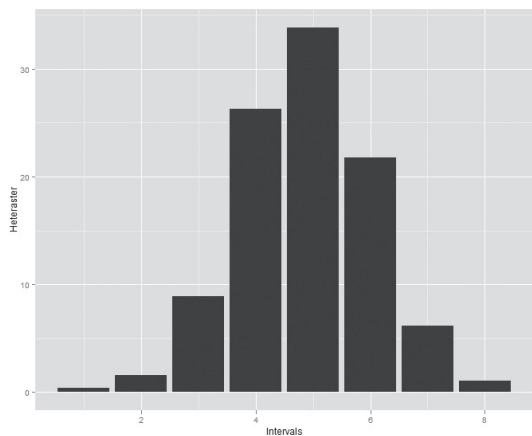


Figura 5 | Diagrama de freqüència por longitud de *Heteraster oblongus* (Esq.) i *Pliotoxaster collegnii* (drta.) de l’Aptià de Cincorres.

Figure 5 | Size-frequency distribution of the *Heteraster oblongus* (Left) and *Pliotoxaster collegnii* (right) from Aptian of the Cincorres.

mars subtropicals.

Poblacions

Hi ha representació en tots els estadis de creixement de les poblacions dels dos equínids estudiats, *Heteraster oblongus* (Brongniart 1821) i *Pliotoxaster collegnii* (Sismonda 1843). La distribució es unimodal el que suposa una situació d’equilibri. Les distribucions bimodals o plurimodals són representatives de desequilibris produïts per causes ecològiques o tafonòmiques (Cummins et al., 1986). Per la qual cosa podem interpretar una població normal. Però amb una subrepresentació en els primers quatre estadis de creixement. Aquesta subrepresentació és molt forta en el primer interval i va minvant progressivament. Forner &

Castany (2010b) han indicat com a possible explicació que amb l’edat (i la grandària) els irregulars es colguen progressivament a més profunditat i com que les capes més superficials de sediment estan més exposades a la bioturbació i l’onatge, les possibilitats de romandre definitivament enterat (i per tant la possibilitat de fossilitzar) van incrementant-se de forma directament proporcional a la fondària i a partir d’un cert llindar de profunditat ja es conserven tots. De tot això se’n desprèn que a partir de l’estadi 5 el gràfic (Fig. 5) representaria una aproximació molt probable a l’estructura de la població real.

S’han comparat els resultats del jaciment de Cincorres amb altres de la mateixa conca del Maestrat i d’edat semblant. En el cas de l’*Heteraster* s’ha contrastat amb la mateixa espècie d’un jaciment de Morella (Forner & Castany, 2010b), d’edat

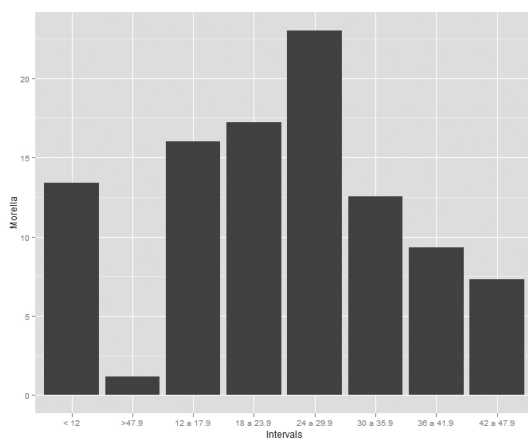
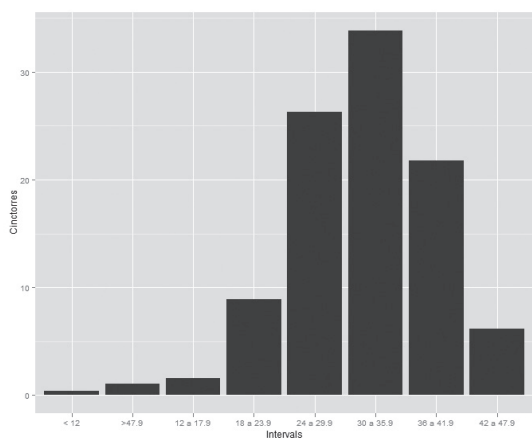


Figura 6 | Comparació de dues poblacions de *Heteraster oblongus*, del mateix nivell estratigràfic (Bedulià) de Cincorres (n = 762) (Esq.) i Morella (n = 343) (Drta.)

Figure 6 | Comparison of two populations of *Heteraster oblongus*, the same stratigraphic level (Bedulià) from Cincorres (n = 762) (Left) and Morella (n = 343) (Right)

semblant, i el resultat es pot apreciar en la Figura 6. Dins d'una estructura general similar definida per una representació de tots els nivells, unimodal, i subrepresentació dels primers estadis de creixement, que podríem considerar que correspon a poblacions estables amb bon desenvolupament, podem establir alguna diferència. En primer lloc la subrepresentació dels primers estadis és més intensa a Cincorres, tant en la proporció com en el fet que afecta a un interval més. En segon lloc, el màxim s'assoleix a Cincorres en un estadi posterior -el cinquè- mentre que a Morella s'assolia al quart. La longitud mínima registrada a Morella (5.5 mm) també és molt inferior a la de Cincorres (9,7 mm). De tot això inferim que potser el medi tingué un poc més d'energia a Cincorres, la qual cosa suposa que la capa superficial de substrat que deixava exposada a la bioturbació era lleugerament més gruixuda que la del jaciment de Morella.

Pliotoxaster

En el cas del *Pliotoxaster* hem comparat els resultats, a manca d'una població de la mateixa espècie amb una població del mateix gènere, no descrita encara, d'un jaciment de Fuentes de Rubielos (Teruel), que està sent estudiat por Forner et al., (2012). Las dues poblacions són de l'Aptià, però el jaciment de Fuentes de Rubielos és més recent, correspon a la part més alta del Bedulià, de la formació Margas de Forcall, al membre superior Morella la Vella, mentre que la de Cincorres correspon al membre inferior, Cap de Vinyet, d'aquesta formació o encara a la part alta de la formació inferior Calcàries i margues de Xert. Els resultats presenten encara una major concordança que el cas anterior (Figura 7). La mateixa estructura: distribucions unimodals, màxim a l'estadi 5, subrepresentació als 4 primers intervals i biaix decreixent amb l'edat (longitud). Tots els resultats serien

congruents amb el biaix per causa bioestratinòmica, per la profunditat a la que estaven enterrats en vida, i l'efecte de la bioturbació i l'onatge en funció inversa a la fondària en què estaven colgats els exemplars quan van morir.

Conclusions

De l'estudi tafonòmic del jaciment de mas de la Llonguera (Cincorres) es conclou que es tracta d'una paleobicenosi. S'han constatat tanmateix que està esbiaixada per dues causes, per la composició mineralògica de les conquilles (calcita/aragonita) i el tipus de vida (infaunics/epifaunics), biaixos que poden afectar a les dades de la comunitat, però que no afectarien a les valoracions de la dinàmica poblacional dels dos equiníds estudiats, infaunics i de closca de calcita. La comunitat fòssil, plenament marina, està dominada quant a freqüència d'individus pels equinoideus detritívors (86%) davant el 14 % de Mollusca.

Es tractaria d'una plataforma a una certa distància del continent, un ambient de baixa energia, de salinitat plenament marina, d'aigües subtropicals, de substrat tou de gra fi (fangs) amb absència de substrats durs (roques o coralls) en la zona i de clima càlid i humit.

La longitud dels equinoideus pot donar una bona representació dels estadis de creixement, per la qual cosa es poden estudiar las corbes de mortalitat, en definitiva l'estructura d'edat de las poblacions. Tanmateix hi ha el biaix de la deficient representació dels primers estadis de desenvolupament, quan els exemplars són més menuts. Com a explicació complementària a las generals atribuïdes a la pròpia escassa mida com a dificultat per a la seua conservació, les dades són concordants amb la hipòtesi plantejada per Forner i Castany (2010b) en el sentit que els exemplars de menor edat es colguen més superficialment i estan més exposats a la bioturbació i l'onatge. Que en conseqüència

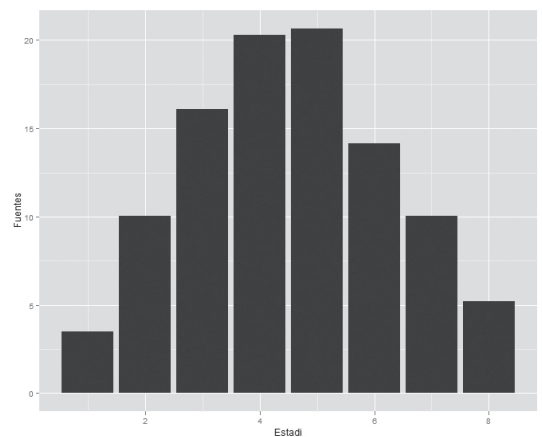
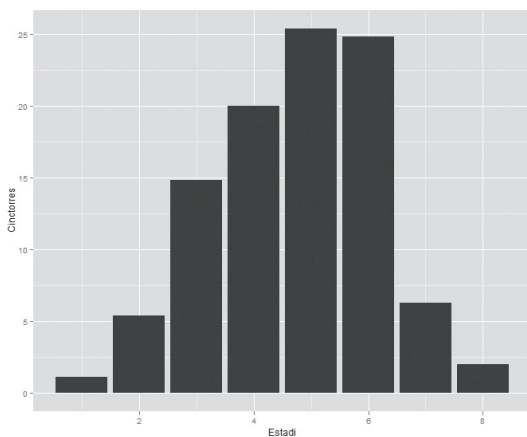


Figura 7 | Comparació de dues poblacions del Bedulià. Una de *Pliotoxaster collegnii* de Cincorres, (n = 350) (Esq.) i una altra de *Pliotoxaster sp.* de Fuentes de Rubielos (n = 827) (Drta.)

Figure 7 | Comparison of two populations from Bedulià. One of *Pliotoxaster collegnii* Cincorres (n = 350) (Left) and another of *Pliotoxaster sp.* Fuentes de Rubielos (n = 827) (Right)

les possibilitats de fossilització estan en relació directa amb la profunditat a la qual estan enterrats. Assolint un cert punt de fondària desapareixeria el biaix.

Tal volta la dada més rellevant de l'estudi és constatar la coexistència de dues poblacions pròsperes, *Heteraster oblongus* (Brongniart 1821) i *Pliotoxaster collegnii* (Sismonda 1843, d'equínids irregulars detritívors, en bon estat de desenvolupament i aparent equilibri, explotant pel que pareix el mateix recurs alimentari. Deixem apuntat com a simple suggeriment per seguir investigant que potser l'aprofitament del recurs tròfic no fos exactament igual, que una espècie, *H. oblongus*, s'enterrés a més fondària, alimentant-se de les capes més profundes del fang i *P. collegnii*, ho fes a les més superficials. Aquesta consideració parteix d'un base: la primera espècie té un índex d'aplanament (alçada/longitud) de 0.45, molt inferior al de collegnii, que és de 0,63, recollint la hipòtesi d'Smith (1984), segons la qual l'índex H/L és una expressió de l'aplanament d'un equinoideu irregular i que com més plana és la carcassa més profundament es colguen. Reprenent el fil de la primera cita de Gallemí (1988), podem concloure que efectivament en aquest jaciment i nivell concret, apareixen junts els dos equinoideus irregu-

lars: conviuen. S'ha constatat que vivien en fons fangosos (margosos) de l'Aptià, sense cap presència de sorra. Per contra no compartim l'afirmació que l'*oblongus* vivia semi-enterrat: vivia completament enterrat i, en els abundantíssims casos en què s'han conservat exemplars, morien com vivien, absolutament enterrats, i, a més a més, en estat adult uns quants centímetres per baix de la capa més superficial sotmesa a la bioturbació i l'onatge.

Agraïments

A l'Ajuntament de Cincorres i tots els organitzadors que del 25 al 27 de novembre de 2011 van portar al municipi la 51na sessió científica de la Societat Geològica de Espanya i la I Jornada de Turisme i Patrimoni, en la qual el nucli d'aquest treball va ser exposat en una comunicació oral. A la Direcció General de Patrimonio Cultural, del Gobierno de Aragón per les facilitats per poder fer las prospeccions i recollida del material de Fuentes de Rubielos (Expedient 132/2011), les dades del qual han estat citades en aquest treball.

Bibliografia

- Buitrón, B.E. and Pantoja-Alor, J. 1998.** Albian gastropods of the Rudist-Bearing Mal Paso formation, Chumbitaro region, Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 15 (1): 14-20.
- Canerot, J, Cuny, P., Pardo, G. Salas, R., & Villena, J. 1982.** Ibérico Central Maestrazgo. In A. García Ed.: *El Cretácico en España*: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Cleevely, R.J. and Morris, N.J. 1988.** Taxonomy and ecology of Cretaceous Cassiopidae (Mesogastropoda). London, U.K.. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology series*, 44 (4): 234-291.
- Comissió Internacional de Nomenclatura Zoològica, 2000.** Codi Internacional de Nomenclatura Zoològica. Text oficial català, traduït per Xavier Bellés. 2003. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 166 pp.
- Cummins, H., Powell, E. N., Stanton, R.J. & Staff, G. 1986.** The size-frequency distribution in palaeoecology: effects of taphonomic processes during formation of molluscan death assemblages in Texas bays. *Paleontology*, 29 (3): 495-518.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Krepper, A.L., Grandjaquet, C. Sbertshikov, I.M., Geissant, J., Lepurier, C., Pechensky, D. D.H., Boulín, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lamer, J.P. i Biju-Duval, B. 1986.** Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since Lias. *Tectonophysics*, 123: 241-315.
- De Renzi, M., Martinell, J. i Reguant, S. 1975.** Bioestratigrafia, tafonomia i paleoecologia. *Acta Geològica Hispànica*, t. X, n. 2: 80-86.
- Domènech i Massons, J. 1982.** Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores. Editorial Herder. Barcelona.
- Dominguez, P., Le Menn, J., Martí Mus, M. i Villalba, M.P., 2009.** Equinodermos. In: Martínez Chacon, M. L. y Rivas, P. (eds.). *Paleontología de invertebrados*: 447-496. Sociedad Española de Paleontología, IGME, Univ. De Oviedo y Univ. De Granada. Oviedo.
- Durham, J. W., 1966.** Ecology and Paleogeology. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 1*: U257-U265. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Fischer, A. G., 1966.** Spatangoids. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 2*: U543-U628. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Forner, E., 2011.** Assaig de catàleg de les espècies fòssils descrites a la província de Castelló. Comunicació al 2n Congrés sobre fauna castellonenca. 25-27 de febrer 2011. Castelló de la Plana.
- Forner, E., 2012.** Espècies fòssils castellonenques. *Butlletí de Societat Castellonenca de Cultura*. Núm. 87. (en premsa)
- Forner, E. & Castany, J., 2010a.** Espècies fòssils descrites al Maestrat. Comunicació a les Jornades d'Estudi del Maestrat. 1-3 d'octubre, Rossell. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, n. 84: 108-118.
- Forner, E. & Castany J., 2010b.** Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Illes Balears*, 53: 71-84.
- Forner, E., Adelantado, J., Castany, J. Castany, C. J., 2012.** Dinàmica poblacional de *Pliotoxaster* (Echinoidea) del Aptiense de Fuentes de Rubielos (Serralada Ibèrica). *Nemus* 2.
- Gallemí, J., 1988** "Els Equinodermos" in *Història Natural dels Països Catalans*. 15 Registre fòssil. Director Ramon Folch i Guillén. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Gasulla, J.M., Ortega, F., Escaso, F., & Perez-García,A. 2011.** Los yacimientos de vertebrados de la Formación Arcillas de

Morella (Aptiense inferior). In Pérez-García, A., Gascó, F., Gasulla, J.M., Escaso, F. (ED.) *Viajando a mundos pretéritos: 157-182*. Ajuntament de Morella. Morella.

Gasulla, J.M., Ortega, F., Sanz, J.L., Escaso, F., Yagüe, P. i Pérez-García, A. 2012. Els vertebrats de la Formació Argiles de Morella (Aptià inferior, Cretaci inferior). *Nemus* (2) Ateneu de Natura. Castelló.

Gómez-Alba, J.A.S. Guía de Campo de los fósiles de España y de Europa. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 925 pp 5813 fig.

Guimerà, J. 1984. Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413-420.

Hallam, A. 1961. Brachiopode life assemblages the marlstone rock-bed of Leicestershire. *Palaeontology*, 4: 653-659.

Hallam, A. 1967. The interpretation of the size frequency distribution in molluscan death assemblages. *Palaeontology*, 10: 25-42.

Hoffman, A. 1976. Mortality patterns of some gastropods from the Badenian (Miocene) Korytnica Clays, Poland. *Neues Jahrb. Geol. Paleontol. Abh.*, 152: 293-306.

IGME. 1981. Hoja Forcall 544. Mapa Geológico de España 1:50.000. Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 26 pp. 1 mapa.

Kidwell, S.M., Fürsich, F.T. i Aigner, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, vol. 1: 228-238.

Kroh, A. 2010. Index of Living and Fossil Echinoids 1971-2008. *Ann. Naturhist. Mus. Wien, Serie A*, 112: 195-470.

Lambert, J. & Thiéry, P. 1909-25. Essai de nomenclature raisonnée des Échinides. Librairie L. Ferrière. Chaumont (França). 607 pp., XIV planches.

Martinell, J., Doménech, R. i Marquina, M.J. 1980. Premisas para el análisis paleoecológico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 78: 133-140.

Mennessier, G. 1984. Révision des gastéropodes appartenant à la famille des Cassiopidae Kollmann (= Glauconiidae Ptchelintsev), Amiens, Travaux du Département de Géologie de l'Université de Picardie.

Porta, J. 1980. Curvas de supervivencia en poblaciones de moluscos fósiles. Aplicación a *Hydrobia stagnalis* y *Cardium glaucum* del Cuaternario del Cabo de Salou (Tarragona, España). *Com. Prim. Cong. Nac. Malac.*: 31-33.

Rat, P. 1982. Factores condicionantes en el cretácico de España. *Cuadernos Geología Ibérica*, 8: 1059-1076.

Salas, R., 1986. El cicle cretaci inferior al marge oriental d'Ibèria. In Folch i Guillèn, R. Ed.. *Història natural dels Països Catalans*. 1

Geologia I. 439 pp. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Salas, R. i Guimerà, J. 1996. Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706. Madrid.

Salas, R. i Guimerà, J. 1997. Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior – Cretácica inferior (Cordillera Ibérica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, vol. 108-4 y 5: 393-402.

Salas, R., Colombo, F., Gámez, D., Gómez, B., Gasulla, J.M., Martín-Closas, C., Moratalla, J., Panciotti, P., Querol, X. i Solé de Porta, N. 2003. Guía de la Excursión. XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 31 pp.

Saura, M. & García Vives, J.A., 2000. Equínidos del Aptiense del Maestrazgo y zonas limítrofes. *Cidaris*, 17-18: 10-33.

Saura, M. & García Vives, J.A. 2012. Spatangoida. *Nomochirus* 3. 340 pp. 100 lám.

Sismonda, E. 1843. Memoria geo-zoologica sugly Echinidi fossili del Contado di Nizza. *Memoria R. Accad. Sci. Torino*, 6, ser.2: 1-71.

Smith, A. B. 1984. Echinoid Paleobiology. George Allen and Unwin Ltd. London.

Suñer, M., Poza, B. Villa, B. Y Santos Cubedo, A. 2008. Síntesis del registro fósil de dinosaurios en el Este de la Península Ibérica. *Paleontologia Nova SEPAZ* (8): 397-420.

Villalba Currás, M. P. 1991. Revisión de los equínidos del Cretácico inferior y medio español. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 900 p.

Villalba Currás, M. P. 2003. Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 93-156.

Zamora, S. Mayoral, E., Gámez Vintaned, J.A., Bajo, S. & Espílez, E. 2008. The infaunal echinoid *Micraster*: Taphonomic pathways indicated by sclerozoan trace and body fossils from the Upper Cretaceous of northern Spain. *Geobios*, 41: 15-29.

INTERNET:

Kroh, A. & Mooi, R. 2010. World Echinoidea Database. <http://marineespecies.org> (Consultada el 12 d'abril de 2012)

Paleobiology Database. <http://paleodb.org> (Consultada el 20 de gener de 2012).

Smith A. The Echinoid Directory. Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk> (Consultada el 12 d'abril de 2012).

Cita recomanada:

Forner, E., Castany, J., Sansano, J.P., Jurado, D., & Gual, V. 2012. Dinàmica poblacional de dos equinoideus irregulars de l'Aptià de Cinctores (conca del Maestrat). *Nemus* n° 2 pp. 29-40. Ateneu de Natura. Castelló.

Espècies presents	individus	%	espècies
<i>Pliotoxaster collegnii</i> (Sismonda 1843)	524	27,83	
<i>Heteraster oblongus</i> (Brongniart 1821)	1053	55,92	
<i>Heteraster constrictus?</i> (Fourtau 1921)	2	0,11	
<i>Pygaulus desmoulinsi</i> Agassiz 1847	2	0,11	
<i>Pyrina pygaea</i> (Agassiz 1839)	1	0,05	
<i>Tetragramma sp.</i> (regular)	1	0,05	
Equinoidea sense classificar (irregulars)	42	2,23	
Total filum Echinodermata, classe Echinoidea	1625	86,3	6
<i>Neitheia atava</i> (Roemer, 1839)	8	0,42	
<i>Grammatodon (Nanonavis) cymodore</i> (Coquand 1865)	103	5,47	
<i>Sphaera corrugata</i> Sowerby 1822	3	0,16	
<i>Pholadomia sphaeroidalis</i> Coquand 1865	3	0,16	
<i>Pholadomia sp.</i>	2	0,11	
<i>Pinna robinaldina</i> d'Ornigny 1844	1	0,05	
Pectinidae	8	0,42	
<i>Lima sp</i>	3	0,16	
<i>Trigonia sp 1</i>	1	0,05	
<i>Trigonia sp 2</i>	1	0,05	
Ostreidae 1	1	0,05	
Bivalvia 1 ?? <i>Venus vendoperana</i> Leymerie 1842	55	2,92	
Bivalvia 2	4	0,21	
Bivalvia 3	1	0,05	
Bivalvia 4	1	0,05	
Bivalvia 5	1	0,05	
Bivalvia 6	5	0,27	
Bivalvia 7	4	0,21	
Bivalvia 8	1	0,05	
Bivalvia 9	1	0,05	
Bivalvia indeterminables	10	0,53	
Total classe Bivalvia	217	11,52	20
Cassiopidae	1	0,05	
<i>Aporrhaix simplex</i> Coquand 1865	5	0,27	
Naticidae	9	0,48	
Gastropoda 1 (? <i>Aporrhaix costelles</i>)	3	0,16	
Gastropoda 2	1	0,05	
Gastropoda 3	1	0,05	
Gastropoda 4	1	0,05	
Gastropoda sense determinar	20	1,06	
Total classe Gastropoda	41	2,18	7
Total filum Mollusca	258	13,7	27
Total mostra	1883	100	33

Anexe 1 | Diversitat i freqüència de les espècies presents al jaciment del Mas de la Llonguera (Cinctorres)

Annex 1 | Diversity and frequency of the species present at the site of the Mas Llonguera (Cinctorres)

Precisions geològiques i paleoecològiques sobre el jaciment del Barranc de la Torre Folch (el Forcall, els Ports, Serralada Ibèrica)

Emili Gombau i Valanzuela¹ & Enric Forner i Valls²

S'ha alçat la columna estratigràfica del jaciment cretaci del Barranc de la Torre Folch (el Forcall), dins la conca sedimentaria del Maestrat. L'aflorament s'atribueix a la formació *Argiles de Morella*. La fauna marina descrita s'ha trobat a la meitat superior. Es correspon amb l'inici del cicle trasgressiu. L'edat assignada és del Bedulià inferior, sense descartar que també inclogués una part del Barremià superior. Es relaciona aquest aflorament amb el jaciment del Toll de Valentí (Cervera del Maestrat, Conca del Maestrat) de la Fm. *Marques de Cervera del Maestrat*.

Mots clau: Estratigrafia, Cretaci, Aptià, Formació Argiles de Morella, Serralada Ibèrica, conca del Maestrat, subconca de Morella.

Geology and paleoecology precisions on the outcrop Barranc de la Torre Folch (el Forcall, Iberian Range)

The stratigraphic column of the site of the Torre Folch ravine (el Forcall) was raised, placed within the Cretaceous sedimentary Maestrat basin. The outcrop is attributed to the *Morella Clays* formation. The marine faune has been found in the upper half which is related with the beginning of the marine transgression cycle. The assigned age is lower Bedulian, but could not be ruled out that some proportion belongs to upper Barremian. This outcrop is related to the site of the Toll de Valentí (Maestrat basin) from *Marls of Cervera* from Maestrat formation.

Key words: Stratigraphy, Cretaceous, Aptian, Morella clays formation, Iberian Range, Maestrat basin, Morella sub-basin.

El jaciment del Barranc de la Torre Folch, descobert per Mn. Casanova, nascut al Forcall (1922-2011), va ser citat per primera vegada per Calzada (1989) en un article en el qual es va descriure una rica fauna de gasteròpodes que va donar una subfamília, un gènere i deu espècies noves: *Casanovina forcali*, *Astele sanctivictoris*, *Calliostoma sohli*, *Teinos-toma pallaresi*, *Bathrapira moralejai*, *Cimolithium viai*, *Acteon mampeli*, *Tornatellaea Kasei*, *Tornatellaea casanovai* i *Stolidoma mongini*.

De la bona conservació que sovint presenten els fòssils del jaciment, els qual conserven la conquilla també en el cas que fos d'aragonita, n'és una bona mostra l'extraordinàri exdemplar d'un equinid, *Tetragramma dubium* (Gras, 1848), que va permetre relacionar la closca amb les radioles (Calzada, Gurrea & Casanova, 1989)

Temps després, del mateix aflorament, es va descriure un bivalve, un àrcid, *Grammatodon casanovai* (Royo, 1995).

Dels tres articles citats, tan sols el de Calzada (1989) feia una important però escassa descripció de l'entorn geològic

i assignava, amb alguna vacil·lació en l'estratigrafia, l'edat com Bedulià mig. El treball estava centrat en un altre aspecte: descriure la rica fauna. En l'apartat del jaciment deia (Calzada, 1989: 4): “*Se sitúa en el límite superior de las capas rojas de Morella, estudiadas por Santafé et al. (1982)*”. Tanmateix, en l'edat s'afirmava: “*Por su situación estratigráfica, algo superior a las capas rojas de Morella, cuya cronografía aquí Barremiense superior-Aptiense inferior (Santafé et al., 1982), la cronostratigrafía del jacimiento puede darse como Beduliense medio.*” La motivació del present treball és precisar si la fauna, marina, aflora dins la formació *Argiles de Morella* o just pel damunt, a la formació superior.

Resultats

Marc geològic

L'aflorament del Barranc de la Torre Folch es troba dins del terme municipal del Forcall, a la comarca del Ports, 1 Km

¹ Karl Popper, 11 porta. 6A. 12003 Castelló de la Plana. E-mail: gombau_emi@gva.es Ateneu de Natura.

² Sant Roc, 125 3r. 5a. 12004 Castelló de la Plana. E-mail: forner_enr@gva.es Ateneu de Natura.

al sud del petit poble de Villores, a la riba dreta del barranc que dona nom al jaciment, afluent per l'esquerra del riu Bergantes. Se situa 500 metres abans de l'aiguabarreig. L'àrea d'estudi es localitza dins la conca cretàcia inferior del Maestrat, subconca de Morella. Els trets estructurals principals de la conca del Maestrat han definit sis etapes. La cinquena correspondria a una etapa de rift cretaci inferior (Hauterivià terminal-Albià mitjà), successió sinrift, amb cinc subetapes. Els dipòsits fossilífers que ens ocupen corresponendrien a la quarta subetapa (Barremià terminal-Aptià basal), segons Salas & Guimerà (1996).

Litoestratigrafia del jaciment

La columna (figura 1) es va aixecar (01/01/2004) travessant el mateix jaciment (0° 12' Oest; 40° 40' Nord; fulla 519-IV, Bordón). S'inicia al marge esquerre del Barranc de la Torre

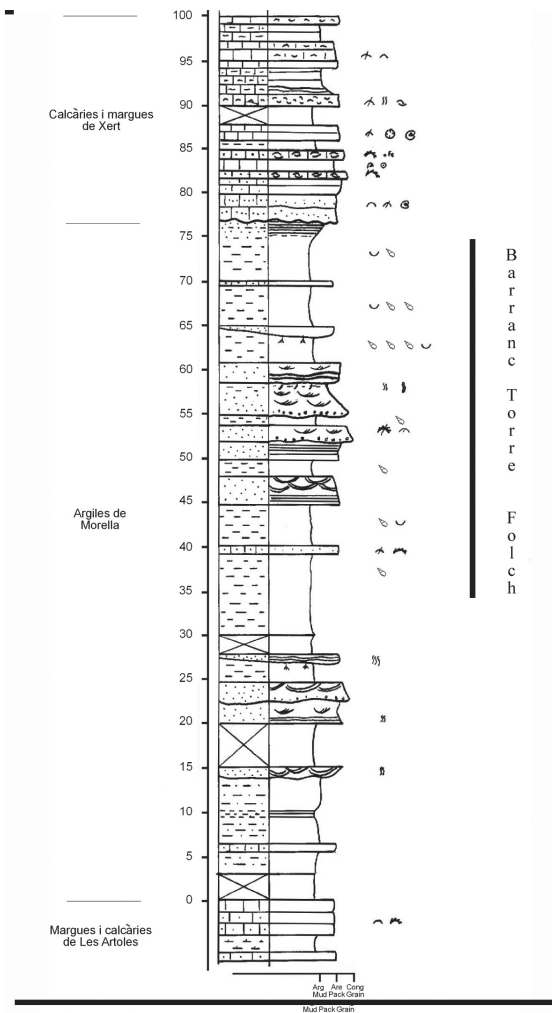


Figura 1 | Columna estratigràfica del Barranc de la Torre Folch (el Forcall)

Figure 1 | Stratigraphic column of the Barranc de la Torre Folch (el Forcall)

Folch, talla en perpendicular el barranc, remuntant el turó que el tanca pel marge dret, i presenta de base a sostre els següents nivells litoestratigràfics:

7 m d'alternança de calcàries bioclàstiques i margues (wackestones-packstones d'oolits i bivalves).

14 m de lutites roges i grises, amb algun petit nivell d'arena calcària.

16 m d'arenas grises de granulometria fina/mitja.

15 m de lutites roges i grises amb algun nivell d'arena calcària amb *Ostrea*.

16 m d'arena fina ocre.

17 m de lutites roges i grises.

5 m de calcàries arenoses (packstones d'oolits, bivalves i gasteròpodes).

2 m de calcàries arenoses bioconstruïdes (bounstones d'*Ostrea*).

15 m de calcàries bioclàstiques (alternança de packstones i wackestones amb oolits, bivalves, gasteròpodes i coralls colonials).

Els primers 7 metres de la columna s'interpreten com a sediments carbonatats de la plataforma soma pertanyents amb tota probabilitat a la formació Margues i calcàries de les Artoles.

Pel damunt es troben 78 metres d'una alternança de trams de lutites (rogenques i grises) amb alguna passada calcària i trams predominantment arenosos amb cossos de morfologia lenticular. Les arenen presenten estratificacions encruades planars i de solc, així com laminació planar. Sovint s'aprecien nivells de microconglomerats a la base dels canals i bioturbació al sostre. La granulometria és de fina a mitja. La part mitja i superior d'aquesta unitat presenta fragments carbonosos vegetals. S'observa també un canvi en la coloració dels cossos arenosos, grisencs a la part baixa i ocres cap als 2/3 superiors, denotant condicions d'ambient sedimentari de menor profunditat de làmina d'aigua a la base de la formació. Aquesta unitat s'interpreta com una plana deltaica d'inundació amb influència mareal, (Salas,

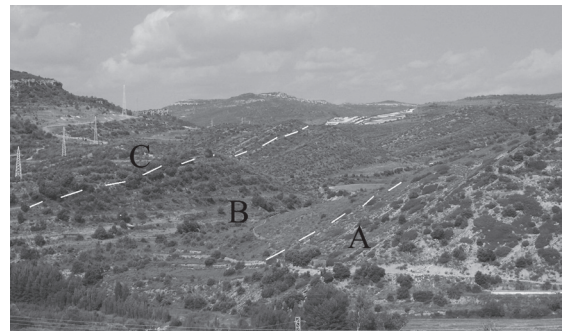


Figura 2 | Foto panoràmica del jaciment del Barranc de la Torre Folch. A) Formació Margues i calcàries de les Artoles. B) Fm. Argiles de Morella. C) Fm. Calcàries i margues de Xert.

Figure 2 | Panoramic photo of the site of the Torre Folch ravine. A) Marls and limestones of the Artoles formation; B) Clays of Morella formation; C) Limestone and marl of Xert formation.

1987) corresponent a la formació Argiles de Morella. El sostre de la formació culmina amb un nivell d'arena ocre ben classificada i molt poc cimentat d'uns 30 centímetres de gruix, el qual s'interpreta com un dipòsit de platja.

Pel damunt s'observa un nivell constituït per unes calcàries arenoses ben compactades les quals fossilitzen les estructures de ripples del dipòsit de platja anterior. Aquest tram superior té 22 metres de potència aflorant, i està constituït per facies clarament carbonatades amb escassa influència detrítica. Són abundants les bioconstruccions d'ostrèids i és usual la presència de fragments de bivalves, gasteròpodes i alguns coralls colonials. S'interpreta com una sedimentació de carbonats marins d'aigües somes en ambients de lagoon. Aquest tram correspondria a la formació Calcàries i margues de Xert.

La fauna marina citada es troba entre el metre 35 i el 75 de la columna, en la meitat superior de la Fm. Argiles de Morella. En sentit ampli, podríem considerar aquest tram com l'inici d'un episodi transgressiu a nivell de subconca que es consolida amb la sedimentació de la Fm. Calcàries i margues de Xert. (Fig. 2)

Estudi comparatiu de la fauna

S'estableix una comparació entre l'associació de gasteròpodes trobats a l'aflorament del Barranc de la Torre Folch i al jaciment del Toll de Valentí (Cervera del Maestrat), que està situat a 46 Km al SE. La fauna de gasteròpodes citada al Forcall per Calzada (1989) està constituïda per 27 espècies. La del Cervera del Maestrat, del jaciment del Toll de Valentí, per 19 espècies (Calzada, 2000; Calzada & Forner, 2006, 2009; Forner 2009), vuit de les quals són coincidents (Taula 1). La fauna ceriverina prové de la Formació Margues de Cervera del Maestrat, que són un canvi de facies lateral de la Fm. Argiles de Morella. Aquestes dues unitats terrígenes s'han interpretat com els dipòsits d'un delta dominat per les mareas (Salas, 1987). Si les Argiles de Morella representen la part continental, les Margues de Cervera correspondrien a sediments dipositats en una plana deltàica inferior (plana mareal), al prodelta, l'espai mari just davant del delta, que rep els seus sediments i aigua dolça. Un 42% de les espècies de gasteròpodes de Cervera hi són presents al jaciment del Forcall. L'índex de similitud o coeficient de Czechanousky (Margalef, 1977) és del 35%. El resultat s'obté de dividir el doble de les espècies comunes, per la suma de les de cada un dels jaciments, i multiplicar per cent. (Taula 1)

Discusió i conclusions

La fauna descrita per Calzada (1989) i provinent del jaciment del Barranc de la Torre Folch (el Forcall)

Nom espècie	autor, any	Forcall	Cervera
<i>Casanovina forcali</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Astele sanctivictoris</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Calliostoma sohli</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Palangaria munita</i>	Forbes, 1845	X	
<i>Teinostoma pallaresi</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Eucycloscala brevis</i>	Pictet&Campiche, 1864	X	
<i>Trajanella cristobaldi</i>	Verneuil&Lorière, 1868	X	
<i>Neritoma alcibari</i>	Coquand, 1865	X	X
<i>Trochonerita gigas</i>	Verneuil&Lorière, 1868	X	
<i>Turritella tournali</i>	Coquand, 1865	X	X
<i>Torquesia charpentieri</i>	Pictet&Renevier, 1854	X	X
<i>Paraglauconia pradoi</i>	Verneuil&Lorière, 1868	X	
<i>Paraglauconia rehbinderi</i>	Menessier, 1984	X	
<i>Mesoglauconia renevieri</i>	Coquand, 1865	X	
<i>Gymnentome pizcuetana</i>	Vilanova, 1859	X	X
<i>Diatrypesis fresqueti</i>	Coquand, 1865	X	
<i>Rhynchoceritium vicinum</i>	Verneuil&Lorière, 1868	X	
<i>Bathraspira monalejai</i>	Calzada, 1989	X	X
<i>Cimolithium viai</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Rhynchoceritium valeriae</i>	Verneuil&Lorière, 1868	X	X
<i>Anchura triboleti</i>	Pictet&Campiche, 1864	X	
<i>Colombellina vilanovae</i>	Coquand, 1865	X	
<i>Ampullina iberica</i>	Cossmann, 1925	X	X
<i>Acteon mampeli</i>	Calzada, 1989	X	X
<i>Tornatellaea kasei</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Tornatellaea casanovai</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Stolidoma mongini</i>	Calzada, 1989	X	
<i>Tornatellaea royoi</i>	Calzada&Forner, 2009		X
<i>Goniocylindrites rierai</i>	Calzada&Forner, 2009		X
<i>Trochacteon barremicus</i>	Sayn, 1932		X
<i>Helicacanthus fusteri</i>	Calzada&Forner, 2009		X
<i>Proconulus eixarchi</i>	Calzada&Forner, 2006		X
<i>Nerineopsis magnei</i>	Calzada, 2000		X
<i>Nudivagus asensii</i>	Calzada, 2000		X
<i>Nerinella adserai</i>	Calzada&Forner, 2009		X
<i>Anchura carrascoi</i>	Calzada&Forner, 2009		X
<i>Nerinella utrillasi</i>	Verneuil&Lorière, 1868		X
<i>Cimolitypsis gasendii</i>	Coquand, 1865		X

Taula 1 | Gasteròpodes que han estat citats procedents dels afloraments del Barranc de la Torre Folch (el Forcall) i del Toll de Valentí (Cervera).

Table 1 | Cited gastropods from the outcrops from Torre Folch ravine (el Forcall) and Toll de Valentí (Cervera del Maestrat)

no està damunt de la Fm. Argiles de Morella, sinó dins d'aquesta, en la meitat superior.

Aquesta formació de caràcter transicional són les restes d'una plana deltaica i ha proporcionat importants restes de dinosaures (Santafé et al., 1982; Gasulla, 2005). Però l'aparició en la segona meitat d'aquesta fauna marina, encara que amb influència continental, com ho indica la presència de les Cassiopidae (Forner, 2009: 135) corrobora les dades litològiques. Tant la Mesoglaucônia renevieri (Coquand, 1865) com la *Gymnentome pizcuetana* (Vilanova, 1859), espècies dominants als jaciments, així com tota la família Cassiopidae, habita zones infralitorals entre 0 i 50 metres de fondària, susceptibles d'acomodar-se a aigües poc oxigenades properes a manglars o deltes, amb influència continental (Mennessier, 1984: 102-103). Cleevly i Morris (1988: 277) encara apunten la possibilitat que *G. pizcuetana* siga més estrictament costanera o d'ambient d'estuari. La mar va tornar a inundar la plataforma deltaica i la fauna que vivia en el prodelta va colonitzar les zones que anava inundant la mar. Això explica la relació amb la fauna del jaciment del Toll de Valenti, dins la Fm. Margues de Cervera del Maestrat, canvi lateral de l'anterior formació, que correspon als sediments més fins del prodelta.

Al jaciment de la Teuleria Milian (Morella), a 9 Km del Barranc de la Torre Folch, s'han descrit (Ferrer & Gibert, 2005), teredolits, perforacions de bivalves marins en troncs, que s'han interpretat com curtes incursions marines en ambients fluvials. El nivell en el qual apareixen els troncs perforats, que marquen el pas d'unes condicions clarament continentals a altres amb major influència marina, dins la Fm Argiles de Morella, se situa al metre 64 de la columna estratigràfica d'una potència total de 87 m, molt semblant a la mesurada al Barranc de la Torre Folch.

Bibliografia

Calzada, S. 1989. Gasterópodos del Aptiense inferior de Forcall (Castellón, España). *Batalleria*, 2: 3-22.

Calzada, Gurrea & Casanova. 1989. Sobre un excepcional *Tetragramma dubium* (Equinido cretácico). *Batalleria*, 2: 43-46.

Calzada, S. 2000. Algunos gasterópodos aptienses de Cervera del Maestre. *Batalleria*, 9: 31-36.

Calzada, S. & Forner, E. 2006. Un nuevo tróquido del Aptiense de Cervera del Maestrat. In: Miscel·lania en homenatge a José Eixarch Frasco: 49-51, Ajuntament del Forcall. Vinaròs.

Calzada, S. & Forner, E. 2009. Algunos gasterópodos cretácicos de Cervera del Maestrat. *Batalleria*, 14: 37-48.

Cleevly, R.J. & Morris, N.J. 1988. Taxonomy and ecology of Cretaceous Cassiopidae (Mesogastropoda). *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 44 (4): 233-291.

Ferrer, O. & Gibert, J. 2005. Presencia de Teredolites en la Formación Arcillas de Morella (Cretácico inferior, Castellón). *Revista Española de Paleontología*, nº. extra., octubre: 39-47.

Forner i Valls, E. 2009. *Gymnentome pizcuetana* (Vilanova, 1859): 150 anys de la descripció del primer fòssil castellonenc. *Ribalta*, 15: 129-138.

Gasulla Asensio, J.M. 2005. Los dinosaurios de Morella (Castellón, España): historia de su investigación. *Revista Española de*

Paleontología, nº. ext., X: 29-38.

Per a Salas (1987: 342-3) la formació Argiles de Morella és d'edat Bedulià inferior. Tanmateix, López (2007) ha citat un únic exemplar, sense estudi tafonòmic, d'*Imerites giraudi giraudi* (Kilian, 1888), en el tram mitjà d'aquesta formació al jaciment del Barranc de la Torre Folch, ammonideu que dona nom a una biozona del Barremià superior. Tot i que algun treball recent apunta la possibilitat que fos Barremià (Moreno-Bedmar & García, 2011) la totalitat de la formació. Nosaltres considerem que l'edat del jaciment és Bedulià inferior, tot i no descartar que també compregués el final del Barremià.

El dipòsit fossilífer correspon al final d'una fase regressiva, emmarcat en un ambient sedimentari de plataforma deltaica, però que acabarà consolidant l'inici d'una etapa transgressiva. Potser en aquesta part del delta la intrusió marina s'enceta més primerencament, com ho indica que en altres jaciments de la Fm. Argiles de Morella, de potència semblant, no alore o es presente de forma més tardana i esquifida aquesta comunitat de gasteròpodes. La rica fauna recollida al Barranc de la Torre Folch la conformen els capdavanters, els colonitzadors, gasteròpodes resistents a ambients de salinitat permanentment o temporal més baixa per les entrades d'aigua dolça. Aquesta comunitat s'instal·larà en el camí cap a ambients més clarament marins que apareixeran en les formacions superiors.

Agraïments

A Vicent Agut per la col·laboració amb les figures. A Maite Mollà (AVL) per atendre amablement les nostres consultes sobre els topònims. Als revisors que han contribuït a millorar el treball.

Paleontología, nº. 5: 51-53.

López, J. 2007. Hallazgo de *Imerites giraudi giraudi*, ammonitido barremiense, en las "arcillas de Morella". *Consecuencias. Batalleria*, 13: 53-56.

Margalef, J.M. 1977. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.

Mennessier, G. 1984. Révision des gastéropodes appartenant à la famille des Cassiopidae Kollmann (= Glauconiidae Pchelintsev), *Travaux du Département de Géologie de l'Université de Picardie*. Amiens.

Moreno-Bedmar, J.A. & García, R. 2011. Análisis bioestratigráfico de los ammonitoides del Aptiense inferior (Cretácico Inferior) del Miembro Cap de Vineyet (Formación Margas de Forcall) de la subcuena de Morella. Consideraciones sobre el límite Barremiense-Aptiense. In Pérez-García, A., Gascó, F. Gasulla, J.M. & Escaso, F. (Eds.), *Viajando a Mundos Pretéritos*. Ajuntament de Morella. Morella. 400 pp.

Royo, C. 1995. Un nuevo árcido del Aptiense de Forcall. *Batalleria*, nº. 5: 51-53.

Salas, R. 1987. El ciclo Cretaci inferior al marge oriental d'Iberia. In R. Folch i Guillèn (Ed.) *Història Natural dels Països Catalans*, Geologia I. Vol. 1: 333-348. *Enciclopèdia Catalana*. Barcelona.

Salas, R. & Guimerà, J. 1996. Rasgos estructurales principales

de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Iberica Oriental). *Geogaceta*, 20: 1704-1706.

Santafé, J.V., Casanovas, M. L., Sanz, J.L. & Calzada, S. 1982. Geología y Paleontología (Dinosaurios) de las capas rojas de Morella (Castellón, España). 169 pp. 10 lám. Diputació de Castelló i Diputació de Barcelona. Castelló i Barcelona.

ACADEMIA VALENCIANA DE LA LLENGUA. <http://www.avl.es> (Consultada el 3 de febrer de 2012).

Cita recomanada:

Gombau, E. & Forner, E. 2012. Precisions geològiques i paleoecològiques sobre el jaciment del Barranc de la Torre Folch (el Forcall, els Ports, Serralada Ibèrica). *Nemus* n° 2. pp. 41-45. Ateneu de Natura. Castelló

Estudi de la població d'un equinoïdeu irregular de l'Aptià de la subconca del Penyagolosa (serralada Ibèrica oriental)

Enric Forner, Jorge Adelantado, Joan Castany i Carme Castany

S'ha avaluat l'estructura d'edat d'una població d'un equinoïdeu irregular, *Pliotoxaster sp.* L'estudi s'ha fet mitjançant una mostra aleatòria d'un jaciment de l'Aptià inferior, de la subconca del Penyagolosa, conca del Maestrat, Serralada Ibèrica, Mediterrània occidental, que s'ha interpretat com una paleobiocenosi. S'ha considerat que els intervals de la longitud màxima representen els estadis de creixement. Es conclou que l'estructura d'edat és la normal d'una espècie en bones condicions, però s'interpreta que els primers estadis del creixement estan infrarepresentats a causa dels processos estratinòmics. L'espècie és infaunà, viu sempre colgada en el substrat tou, la qual cosa facilita que romanguí enterrada després de la mort i la seua fossilització. Però nosaltres apuntem la hipòtesi que els exemplars més joves estan colgats molt superficialment i per tant més sotmesos a la bioturbació i l'onatge. Això impediria que els juvenils arribaren a quedar enterrats de forma definitiva en una proporció similar als d'edat més avançada. Existiria una probabilitat de fossilitzar directament proporcional a la profunditat en la qual estan colgats en vida fins assolir una certa fondària on la probabilitat tendirà al màxim assolit i hi romandria sense variacions.

Mots clau: Echinoidea, Spatangoida, paleoecologia, diagrama de freqüències de grandària, estructura d'edat, Aptià, conca del Maestrat, serralada Ibèrica.

Population dynamics of an irregular Echinoidea of the Aptian from the Penyagolosa sub-basin (eastern Iberian Range)

The age structure of an irregular echinoid population, *Pliotoxaster sp.* has been evaluated. The study was conducted by random sampling in a bed belonging to the inferior Aptian from Penyagolosa sub-basin (Maestrat basin, Iberian Chain), Western Mediterranean, that was interpreted to be a palaeobiocenosis. We considered growth stages based on length intervals. We concluded that the age structure was that of a population in good condition, but the earliest growth stages are underrepresented due to biostratinomy processes. *Pliotoxaster sp.* is infaunal, developing the life cycle buried in a soft substratum, which facilitates fossilization after death. We point to the hypotheses that younger specimens are very superficially buried and therefore more subject to bioturbation and wave action. That would prevent younger echinoids to get permanently buried in a ratio similar to adults. The fossilizing probability would be directly proportional to the depth at which echinoids are buried in life, until reaching a certain threshold of depth where the probability will tend to be the highest and would remain without variations.

Key words: Echinoidea, Spatangoida, palaeoecology, size-frequency distribution, age structure, Aptian, Maestrat basin, Iberian Chain.

És cert, com indica Fernández-López (2000), que el registre fòssil és parcial, està esbiaixat i presenta, o pot presentar, desordre estratigràfic. Tanmateix, cap ciència es basa en un coneixement total, per la qual cosa la parcialitat del registre fòssil no és per força una limitació seriosa de l'ús de dades paleontològiques per provar les hipòtesis geològiques o biològiques (Paul, 1992: 127). Per més que el registre fòssil

tinga totes les mancances que s'han dit, no hem d'oblidar que al remat emmagatzema un coneixement molt valuós, encara més, extraordinari, que ens trasllada una part de la informació de comunitats que van viure en un ecosistema concret fa molts milions d'anys. No intentar llegir-la pels inconvenients o dificultats esmentades seria malbaratar una font prodigiosa, com ja va apuntar Reguant (1991: 95).

Altra cosa és que no sapiguem sempre interpretar correctament tot allò que dorm als estrats. Cal, però, abans de fer interpretacions paleobiològiques, tenir en compte una sèrie de variables pel que fa a la part que no veiem. Això és, els animals sense parts dures que no han fossilitzat, les alteracions que s'han pogut produir en tot el procés fins la recollida de la mostra fòssil analitzada, o simplement tots els aspectes lligats a les dinàmiques de poblacions que deurien tenir les comunitats en què van viure que no deixen empremtes en el registre fòssil. Les dades poden estar esbiaixades. S'han de dissenyar acuradament les hipòtesis i la manera de contrastar-les si el que es vol és extraure conclusions vàlides. S'ha de fer prèviament un estudi tafonòmic que ens indique si les possibles alteracions ens permeten obtenir conclusions vàlides (Martinell, 1997: 138). I és necessari, també, quan no podem estudiar el total de la població, treballar amb una mostra estadísticament significativa i que estiga recollida a l'atzar (Martinell, Domenech & Marquina, 1980: 137). Possiblement la suma de tots aquests condicionants fa que no abundin els estudis sobre l'estructura d'edat de les poblacions fòssils; i els que hi ha es concentren en períodes recents, del Miocè ençà (De Renzi & Martinell, 1979; Porta, 1980). Els estudis sobre dinàmica poblacional d'equinoïdeus del Cretaci són molt escassos. Només coneixem un estudi sobre dinàmica i estructura de la població d'un equinoïdeus del Cretaci inferior de la serralada Ibèrica (Forner & Castany, 2010), en concret, sobre l'espècie *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) de la subconca de Morella.

Material i mètodes

Marc geogràfic i geològic

El jaciment del Riu Morrón està situat a 5 Km al sud oest del municipi de Cortes de Arenoso, a l'est de la península Ibèrica, a la vora del riu Morrón, (Figura 1), dins el terme municipal de Fuentes de Rubielos (Terol). Per més precisions sobre la localització cal adreçar-se a la Direcció General

de Patrimoni Cultural del Govern d'Aragó (patrimoniocultural@aragon.es). La zona estudiada se situa en la part més oriental de la Serralada Ibèrica i al sud de la Serralada Costera Catalana, que correspon a la Zona d'Enllaç entre ambdues serralades (Guimerà, 1984). Salas i Guimerà (1996, 1997) l'han definit com a conca cretàica inferior del Maestrat i l'han dividit en set subconques. El jaciment pertany a la subconca del Penyagolosa. Estratigràficament correspon a l'Aptià, a la formació Margues del Forcall (Canerot, 1982). A la subconca de Morella aquesta formació ha estat subdividida en tres trams (Canerot, 1982; Salas, 1986; 2003) i el jaciment estudiat pertany al superior anomenat Margues de Morella la Vella. Els materials que el conformen són de colors ocres, beixos, esgrogueïts. El constitueixen margues amb paquets de wackestones nodulosos intercalats i puntualment argiles. Les margues de Morella la Vella pertanyen a l'Aptià, concretament al Bedulià Superior, corresponent a una fase de transgressió marina, i representen ambients oberts i distals d'una plataforma de carbonats, plenament marins, tot i que d'aigües somes i d'una certa proximitat al continent. Així ho indiquen l'entrada d'argiles, la gran diversitat de coralls (un element singular d'aquest jaciment) i la conservació d'esculls, que dóna la particularitat d'un paisatge molt trencat, de forts pendents a causa de les barres coral·lines, calcàries, de major duresa que la zona margosa que van generar les zones de sedimentació entre les barres coral·lines, les quals, atesa la menor resistència a l'erosió, han estat excavades per la xarxa fluvial de torrents i rius.

A nivell general, durant el Cretaci es considera que l'àrea estudiada quedaria dins del cinturó d'aigües tropicals de la terra, en base a la distribució d'organismes típics d'aigües càlides com ara els foraminífers (significativament els Orbitolinids), els Rudistes i el repartiment de les potents acumulacions de calcàries de plataforma; això fa suposar que la zona tindria un clima càlid i humit semblant al que actualment hi ha entre les latituds 20° i 25° (Rat, 1982: 1066-1068). Els mapes paleogeogràfics de Dercourt et al. (1986) situen la conca del Maestrat durant l'Aptià en una paleolatitud

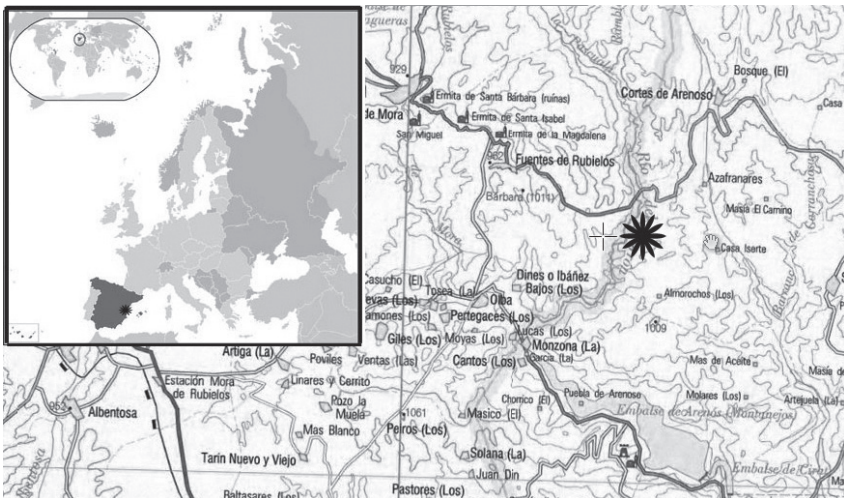


Figura 1 | Mapa amb la localització del jaciment del Riu Morrón (Fuentes de Rubielos, Subconca del Penyagolosa; Mediterrània occidental).

Figure 1 | Geographic map with the fossiliferous locality; River Morrón (Fuentes de Rubielos, Penyagolosa sub-basin; Western Mediterranean).

aproximada d'entre 26° i 27,5°, un poc més al nord; el clima global de la Terra era més càlid que l'actual.

Material

S'han recollit, en l'àrea delimitada (700 m²), de forma exhaustiva, tots els fòssils majors de 5 mm i fragments que es poguessen assignar a un sol individu. En total la mostra recollida és de 2.971 exemplars, entre ells 1.871 de *Pliotoxaster* sp. Els fòssils corresponen a 86 espècies. El material es diposita al Museo Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel - Dinópolis (FCPTD). Per al estudi tafonòmic s'han pogut estudiar al camp, dins l'estrat, els fòssils en la seua posició original de 41 exemplars d'equinoïdeus (Taula 1).

Mètode

D'acord amb el criteri de Martinell, Domenech & Marquina (1980: 134) es considera que un estudi paleoecològic ha de basar-se en les premisses d'un estudi tafonòmic del jaciment i una mostra establerta amb mètodes estadístics i aconseguida mitjançant tècniques que asseguruen l'atzar en la recollida dels exemplars.

Dins de l'estudi s'ha fet una recerca (28/07/2010) de tots els exemplars d'equinoïdeus (n = 41) que es podien observar en la capa, inclosos en la matriu sòlida; s'ha anotat la posició de cada exemplar, si estava sencer o trencat i si presentava marques de predació o incrustacions.

Partint de la característica que els equinoïdeus tenen un creixement al llarg de tota la vida, s'ha considerat la dimensió màxima com un indicador de l'edat. De fet, la utilització de la longitud de la conquilla (size-frequency diagram) en invertebrats que no tenen una parada de creixement ha

estat usada generalment per analitzar l'estructura d'edat d'una població. I quan ha estat possible fer una comparança de la utilització de la longitud de la conquilla amb altres procediments més directament relacionats amb estadis de creixement, com ara el nombre de voltes en gasteròpodes, ha donat corbes de creixement molt semblants en ambdós procediments (Porta, 1981: 50-51). La longitud, en un equinoïdeus irregular, és la dimensió màxima de l'eix anterior-posterior. S'han establert vuit estadis de creixement. Per a l'obtenció de la longitud dels intervals de classe s'ha seguit a Domenech (1982: 240). S'analitza, en conseqüència, l'estructura d'edat de l'espècie a partir del moment en el què van morir; es representa mitjançant un diagrama de freqüència de l'edat.

Per a l'obtenció d'una mostra significativa per estimar les proporcions de cada classe (Domenech, 1982: 83), se s'han escollit els primers 1041 exemplars recollits a l'atzar en el camp, d'ells, únicament s'han pogut mesurar amb precisió les tres dimensions a 827 individus (risc del 5%, precisió 3,5%). S'han descartat tots aquells que, bé per trencaments o deformacions, bé per contenir restes de matriu, no permetien la mesura exacta. Tots els exemplars corresponen a un mateix jaciment i a un mateix estrat d'una potència prospectada de pocs centímetres.

Per tal que l'elecció de la mostra fóra a l'atzar, s'ha traçat un quadrat al jaciment, d'uns 700 m², el qual, ateses les seues reduïdes dimensions, n'abastava una part important, i dins del mateix s'han recollit en superfície tots els macrofòssils (majors de 5 mm). Tots els exemplars de l'equinoïdeu estudiat s'han identificat. Els primers 1.041 *Pliotoxaster* sp. s'han numerat i mesurat amb peu de rei; les mesures es donen en mm arrodonides a dècimes de mm.

Per a comptar els individus de la comunitat, només s'han recollit fragments superiors a 5 mm; la fragmentació és rara excepte en Ostreidae, en la qual s'ha fet una estimació en funció de les restes de l'espècie concreta i les seues dimensions; en el cas de Cnidaria estan comptabilitzats com a individus totes les restes tot i que en tots els casos són coralls colonials; per al cas de l'equinoïdeu, provisionalment classificat com *Sterocidarid pyrenaica*, Cotteau, 1862, se n'ha de remarcar la notable presència al jaciment i que ja s'havia citat al municipi confrontant de Cortes de Arenoso (Villalba, 2003: 52), d'aquest equinoïdeu, sovint es conserven bé les radioles però molt rarament la carcassa, per això s'ha comptabilitzat cada grup de plaques o cada 40 radioles com un exemplar (les 233 radioles recollides dona una estimació de 6 individus).

Per a la caracterització de la matriu, s'ha preparat la mostra amb assecat a l'aire i tamisat a 125 µm. Mètode emprat: Difracció de raigs X en Difractòmetre Siemens 5000, Anticàteda de coure, filtre de Ni, 1,54406 Å, de 10 1 100 °2θ, step 0,05 °2θ, step time 2s. C = Calcita (CaCo₃) Int. Pic. 29,4 °2θ; Q = Quars (SiO₂) Int. Pic 26,7 °2θ.

En la sistemàtica, nomenclatura i ecologia s'ha seguit el Treatise on Invertebrate Paleontology de Moore (Durham, 1966; Fischer, 1966) i les opinions de Kroh (2010); per l'espècie s'ha seguit a Villalba (1993; 2003) i Domínguez et al.

Equinoïdeus dins la capa	n	Percentaje
Total exemplars	41	
<i>Pliotoxaster</i> sp	36	87,8
<i>Holaster prestensis</i>	4	9,76
<i>Tetragramma</i> sp.	1	2,44
Índex regulars/irregulars		2,44
Posició		
En vida	21	51,22
Invertit	14	34,15
De costat	6	14,63
Sensors	39	95,12
Trencats	2	4,88
Marques de predació	6	14,63
Sense marques	35	85,37

Taula 1 | Equinoïdeus dins l'estrat. Aptià del Riu Morrón (Fuentes de Rubielos, Terol).

Table 1 | Equinoids within the stratum. From Aptian of the Morrón River (Fuentes de Rubielos, Teruel).

(2009); i en la terminologia tafonòmica a Kidwell, Fürsich i Aigner (1986) i De Renzi, Martinell i Reguant (1978). Abreviatures emprades: L=Longitud màxima de l'eix anterior-posterior dels equinoïdeus; A=Amplada; H=alçada màxima assolida entre la cara oral i l'apical. Totes les mesures estan en mm.

Resultats

Tafonomia

Els resultats dels exemplars que s'han pogut analitzar en la matriu s'han portat a la Taula 1. L'espècie *Pliotoxaste* sp. és la dominant. L'índex regulars/irregulars és un bon indicador de la conservació d'uns organismes tan fràgils, segons la forma de vida, entre els animals epibentònics i el endobentònics, amb un predomini absolut per als primers. Hi ha un moderat predomini dels fòssils que conserven la posició de vida, un terç d'invertits i un 15% que estan de costat. El 95% estant sencers i els dos exemplars trencats, amb un tall net, s'han interpretat com trencaments provocats pel gel. El jaciment està a una altitud 800 m i a l'interior, a una distància d'uns 54 Km de la mar, amb uns hiverns marcats per la continentalitat. En un 15% s'aprecien marques de predació. Dins de la mostra recollida, en els fòssils separats de la capa, el nivell de fragmentació és molt baix fora de superfamília Ostracea i el filum Cnidaria, i encara en la majoria de casos per talls frescos. Aquests trencaments es poden assignar amb posterioritat al desenterrament. Dels 1.041 *Pliotoxaster* sp. de la mostra, en 827 casos s'ha pogut mesurar la longitud amb precisió i en 731 les tres dimensions. En cap fòssil s'ha pogut apreciar rodament previ al seu enterrament definitiu. El jaciment no presenta cap classificació de material en funció de la seua grandària o pes. Apareixen junts fòssils de mil·límetres i exemplars grans. Són fòssils que no van estar sotmesos a cap gran transport postmortem. No hi ha cap element que constate mescla de comunitats de diferents edats.

El nivell d'incrustacions que presenten els equinoïdeus irregulars és molt baix (2,5 % per a n=408), com es pot veure

	n = 408	%
Sencers	382	93,63
Trencats	26	6,37
Incrustacions	10	2,45
Sense incrustacions.	398	97,55
Marques predació	107	26,23
Sense marques	301	73,77
Meteorització	220	53,92
Sense meteorització	188	46,08

Taula 2 | Característiques tafonòmiques d'una mostra de *Pliotoxaster* sp. de l'Aptià de Riu Morrón (Fuentes de Rubielos).

Table 2 | Taphonomic characteristics of a sample of *Pliotoxaster* sp. from Aptian of the Rio Morrón (Fuentes de Rubielos).

a la Taula 2. La marques de predació afectarien a una quarta part de la població conservada. S'ha registrat l'existència de meteorització en els equinoïdeus, aquesta circumstància posterior al desenterrament, és l'efecte produït en el fòssil per l'efecte lleugerament àcid de la pluja que va dissolent la conquilla de calcita. Indicaria que una bona part dels fòssils recollits (el 54%) portaven un cert temps exposats a l'atmosfera abans de ser recol·lectats.

Hi ha un percentatge significatiu de motlles interns de bivalves (3,7%; 110 ex.). La conservació d'un motlle intern de bivalve pressuposa que l'exemplar es va conservar articulat fins l'enterrament definitiu, durant un període llarg fins fossilitzar, la dissolució de la conquilla és molt posterior. La conservació de valves articulades és un indicador d'un medi de baixa energia.

Entre els processos fòssildiagnètics cal remarcar la dissolució de totes les conquilles formades per aragonita. No s'ha trobat cap gasteròpode amb conquilla, ni cap bivalve llevat de les famílies que tenen conquilles, total o en gran part, de calcita (Superfamílies Ostracea, Pectinacea). Dels bivalves d'aragonita s'han conservat únicament els motlles interns. No s'han observat processos de deformació per pressió dins la capa, ni recristalitzacions.

Els processos posteriors al desenterrament, parcial o total, més freqüents són la meteorització per l'aigua de pluja que va dissolent el carbonat, que abasta més de la meitat de la mostra (Taula 2) i algun cas de fractura per gelificació quan el fòssil està encara integrat en la matriu (6%).

La matriu dura ha donat en laboratori el següent resultat: aspecte: grisa /compacta; DRX: C(1100)Q(80). No presenta fases argilènques significatives. El Quars té en els components una participació molt baixa davant la Calcita.

Comunitat

La riquesa total d'espècies del jaciment del riu Morrón és d'almenys de 86 tàxons, que pertanyen a 9 filums. Amb un paper predominant dels mol·luscs amb més de la meitat de les espècies registrades. El més significatiu, però, és la riquesa de coralls, amb la quarta part de les espècies registrades.

Filum	espècies	%	individus	%
Echinodermata	8	9,2	1941	65,39
Brachiopoda	5	5,75	338	11,38
Mollusca	46	52,86	487	16,4
Anellida	1	1,15	9	0,30
Cnidaria	22	25,29	57	1,92
Porifera	2	2,3	14	0,47
Protista	1	1,15	121	4,08
Bryozoa	1	1,15	1	0,03
Chordata	1	1,15	1	0,03
Total	86	100,00	2969	100,00

Taula 3 | Distribució per filums

Table 3 | Phyla distribution

Echinodermata amb 7 espècies i Brachiopoda amb 6 són els altres dos filums amb un pes destacat en la biodiversitat conservada en la comunitat fòssil.

Apareix el bivalve *Plicatula placumea* Lamarck 1819, amb molta freqüència, 119 exemplars (4% de la mostra). Aquest fòssil es va utilitzar durant molt de temps per caracteritzar el final del Bedulià, les “margues amb Plicatules”. També té una moderada representació (9 ex. 0,3%) el braquiòpode *Burrirhynchia miliani* (Bataller 1947) que fins ara només s’ha citat (Bataller, 1947; Casanova, 1974) en el tram superior, les *Margues de Morella la Vella*, de la Formació *Argiles de Forcall*.

El filum Echinodermata és absolutament predominant en quant al nombre d’individus (65%, Taula 3). S’ha portat a la Taula 4 la freqüència amb què apareixen cada una de les espècies de la classe Echinoidea, que representa la quasi totalitat del filum, excepció feta d’un crinoideu, que aporta dos exemplars.

Estudi poblacional

L’espècie estudiada, *Pliotoxaster sp.*, és un equinoideu irregular de l’ordre Spatangoida (Fig. 2). En aquest ordre, les espècies són infauniques, detritívores, amb adaptacions a la forma de viure colgat (Fig. 3). La majoria dels equinoideus irregulars actuals viuen més o menys enterrats en substrats d’arena o fang (Durham, 1966: U259). S’interpreta que *Pliotoxaster sp.* vivia enterrat dins del substrat tot de manera permanent (Figura 3), excavant túnels per desplaçar-se. Aquestes característiques afavoreixen un alt percentatge de

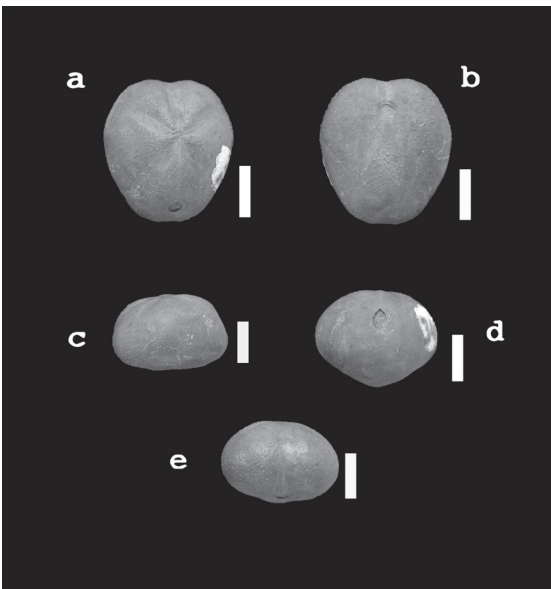


Figura 2 | *Pliotoxaster sp.* de l’Aptià de Fuentes de Rubielos: Escala = 10 mm. **A)** vista aboral. **B)** vista oral. **C)** vista lateral. **D)** vista posterior. **E)** vista anterior.

Figure 2 | *Pliotoxaster sp.* from Aptian of the Fuentes de Rubielos: Scale bar = 10 mm. **A)** aboral view. **B)** oral view. **C)** lateral view. **D)** posterior view. **E)** anterior view.

fossilització i que aquesta es produeix en perfectes condicions. De fet, dels 1939 equinoideus recollits en el conjunt de la mostra, només 28 (el 1,44%) eren regulars, epibentònics, davant dels 1911 (el 98,56%) irregulars, són endobentònics (Taula 4); la proporció dels primers (<1,5%), no es pot correspondre, òbviament, amb la comunitat viva. El biaix en el registre fòssil dels equinoideus lligat al modus de vida ja ha estat assenyalat (Kier, 1977; Greenstein, 1993). La carcassa dels eriçons és poc gruixuda i la componen múltiples peces que es poden desarticular si no queda enterrada ràpidament. La desarticulació de la corona dels equinoideus que queden exposats és qüestió de dies (Kidwell & Baumiller, 1989 i 1990; Greenstein, 1991). El mineral que la conforma, però, és calcita, que és més estable que l’aragonita, per la qual cosa en condicions d’enterrament immediat es conserven bé; també pot jugar un paper en la conservació dels irregulars tenir l’estómac ple de sediment, atès el seu caràcter detritívor. Per aquestes característiques (ser infauníc i amb conquilla de calcita), s’ha escollit aquesta espècie per estudiar l’estructura d’edat. Hi ha pocs exemplars que presenten incrustacions (el 2,25%, n= 408), circumstància que indica que no han quedat exposats fora del substrat en cap moment. Un cas contrari de desenterrament posterior és descrit per Zamora et al. (2008) en una població d’equinoideus irregulars del Cretaci superior d’Olazagutia (Navarra). L’enterrament “in situ” conformarà una paleobiocenosis o comunitat fòssil que en principi hauria de registrar fidelment la composició específica i l’estructura d’edat dels organismes amb parts dures, com han indicat Fürsich (1990: 237) i Martinell (1997: 143). En les mostres, les agressions de depredadors afecten al 2% i podrien pertànyer a atacs no reeixits o que, tot i causar la mort de l’equinoideu, aquest no va ser consumit. No es pot, però, avaluar l’impacte total de la depredació sobre l’espècie perquè no queda constància ni de la pèrdua que suposa la desaparició total de l’exemplar ni de les fracturacions totals de les conquilles que podien

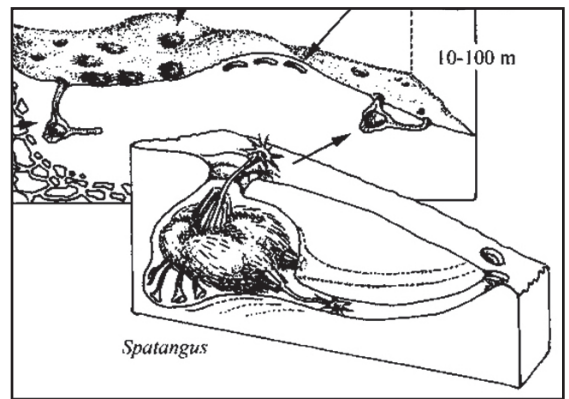


Figura 3 | Modus de vida infauníc dels Echinoidea de l’ordre Spatangoida. Pres de Dominguez et al.(2009)

Figure 3 | Infaunal lifestyle of Echinoidea Order Spatangoida. From Dominguez et al.(2009)

Echinoidea. Espècie	ex.	%
Irregulars		
<i>Pliotoxaster sp.</i>	1871	96,49
<i>Holaster prestensis</i> (Desor, 1869)	40	2,06
Regulars		
<i>Codiopsis sp.</i>	1	0,05
<i>Tetragramma malbosii</i> (Agassiz & Desor 1846)	14	0,72
<i>Tetragramma sp.</i>	2	0,10
<i>Sterocidaritis pirinaica</i> (Cotteau 1862)	8	0,41
<i>Salenia sp.</i>	3	0,16
Total	1939	100

Taula 4 | Distribució de la classe Echinoidea, al jaciment del riu Morrón.

Table 4 | Distribution of the class Echinoidea, at the the Morrón river site.

impedir la fossilització, atès que, per accedir a la carn, el caçador havia de rompre la conquilla. En tot cas, no presenten un efecte important sobre la viabilitat de la població, que continuarà estant ben representada.

Pliotoxaster sp. és l'espècie dominant en la comunitat fòssil, amb un 63% dels exemplars totals. No és l'únic equinoideu irregular que s'ha recol·lectat, també hi ha *Holaster prestensis* (Desor 1869) en una proporció del 2%. La longitud dels exemplars de *Pliotoxaster* recol·lectats presenten un rang que va dels 8,07 mm als 38,73 mm. S'han establert 8 estadis de creixement (Taula 5 i Figura 4). Els primers quatre estadis de creixement donen xifres inferiors al següent. Presenten una distribució unimodal situada al cinquè estadi (21 a 23,9 mm). I és a partir d'aquest quan decreixen progressivament en la seua participació del total. A la darrera classe la davallada és molt important respecte l'anterior com es pot esperar dels exemplar més vells.

Les relacions entre les tres mesures de longitud, amplada i alçada que ha quedat registrada en la població del jaciment

Estadi	interval·ls L	n	%
1	< 12	29	3,51
2	12 a 14,9	83	10,04
3	15 a 17,9	133	16,08
4	18 a 20,9	168	20,31
5	21 a 23,9	171	20,67
6	24 a 26,9	117	14,15
7	27 a 29,9	83	10,04
8	>29,9	43	5,20
	Total	827	100

Taula 5 | Distribució per interval·ls de longitud (L) de *Pliotoxaster sp.* de l'Àptia del riu Morrón (Fuentes de Rubielos).

Table 5 | Length intervals (L) distribution of *Pliotoxaster sp.* from Aptian of the Morrón River (Fuentes de Rubielos).

de Riu Morrón no s'ajusta plenament a les indicades per a *Pliotoxaster collegnii*, amb qui es podia confondre. D'Orbigny (1853) mencionava uns exemplars quasi tant amples com llargs (A/L = 0,99) i amb una alçada de dos terços de la longitud (H/L = 0,66). Les dades de la població analitzada, Taula 6, són prou inferiors A/L = 0,90 i H/L = 0,57, corresponen a individus menys amples i menys alts. Villalba (1991: 352), dona per *P. collegnii* unes mesures (per n = 6) que estan entremig de les anteriors en l'amplada (A/L = 0,94) i molt semblant a la d'Orbigny en l'alçada (H/L = 0,67), encara que referides a exemplars juvenils. I com es pot apreciar en la Taula 6 l'alçada té una evolució al llarg del creixement amb una tendència a la disminució en termes relatius. Potser es tracta d'una espècie nova encara no descrita.

En la població estudiada, amb un màxim de 38'7 mm, no s'assoleix ni de lluny, per cap individu la longitud de 43 mm que indicava d'Orbigny (1853) per *P. collegnii*.

Hi ha una total estabilitat a través de tots els estadis de desenvolupament entre la relació de l'amplada i la longitud, que roman en el 90%. Per contra, l'alçada, en termes relatius, va disminuint al llarg de les etapes de creixement: com més vells més aplanats, menys alts, en proporció a la longitud o l'amplada.

Discussió i conclusions

Tafonomia

Els fòssils en capa no presenten cap orientació definida, estan sencers (95%) i no presenten mostres de fragmentació ni d'arrossegament. Els pocs exemplars trencats (2 dels 41), observats en la capa, de tall net al marge de la matriu, s'han assignat a processos post desenterrament per efecte del gel en trencar la matriu. L'aigua no penetra en el fòssil sencer de l'erició, però sí que pot fer-ho en la matriu, que en trencar-se pot partir-ne algun. El jaciment està a una altitud d'uns 800 m sobre el nivell de la mar, on les gelades no són

Estadi	interval·ls L mm	n	A/L	H/L	H/AI
1	< 12	26	0,90	0,62	0,69
2	12 a 14,9	76	0,90	0,61	0,67
3	15 a 17,9	121	0,90	0,60	0,66
4	18 a 20,9	152	0,90	0,58	0,64
5	21 a 23,9	149	0,90	0,57	0,64
6	24 a 26,9	105	0,90	0,56	0,62
7	27 a 29,9	69	0,90	0,56	0,62
8	>29,9	33	0,91	0,53	0,58
	Total	731	0,90	0,57	0,64

Taula 6 | Relacions entre les dimensions de la població de *Pliotoxaster sp.* per estadis

Table 6 | Relationships between the size of the population of the *Pliotoxaster sp.* by stages.

rares. No hi ha hagut arrossegament hidrodinàmic abans de l'enterrament, per tant no hi ha fenòmens de selecció dinàmica de materials. En cap dels exemplars hi ha signes de rodament. El 51% dels casos conserven la posició de vida, el 34% estan invertits (boca cap amunt) i el 15 % restant en posició lateral; la ubicació inestable d'aquests darrers només és imaginable en un substrat amb certa consistència, fangós. No hi ha una participació important de quars en la matriu segons l'anàlisi de la matriu dura, per la qual cosa hem de descartar sols arenosos. Tot indicaria un ambient de baixa energia.

Quant als fòssils solts que s'han recollit també podem arribar a conclusions similars. Entre els 1.041 *Pliotoxaster sp.* mesurats sense sotmetre'ls a cap procés de neteja, en el 80% dels casos s'ha pogut fer la mesura de la longitud i en el 70 % de les tres dimensions. Estan sencers. En cap dels fòssils s'ha pogut apreciar cap mostra d'arrossegament. Tampoc el jaciment presenta cap signe de classificació de materials, que suposaria treballs de transport. S'han trobat fòssils mil·limètrics al costat de grans exemplars sense cap patró de distribució per la grandària o el pes, per la qual cosa hem de descartar totalment l'arrossegament d'altres biocenosis: amb l'excepció de les conquilles d'algun ammonit, atesa la seua capacitat de transport al surar després de morts. L'existència d'una certa quantitat de motlles interns de bivalves també pressuposa un nivell d'energia relativament baix i poc transport. Perquè es conserve un motlle intern de bivalve ha calgut que les dues valves romanguen articulades, ja que el procés de dissolució de la conquilla és molt posterior. La conservació és bona: en alguns exemplars es poden comptar tots els tubèrculs on s'insereixen les radioles, es veuen els gonoporus, el madreporit i els porus ambulacrals. No s'ha apreciat desordre estratigràfic. No s'han apreciat, en els equinoïdeus, de forma generalitzada, incrustacions post mortem (només un 2,45%, n=408), de la qual cosa s'ha interpretat que els fòssils no han estat exposats inicialment ni exhumats amb posterioritat.

Entre les alteracions diagenètiques dels fòssils, l'única remarkable és la constatació d'un procés de dissolució de les conquilles d'aragonita, els fòssils que tenen aquesta constitució només s'han conservat en forma de motlle intern, com tots els gasteròpodes i els bivalves que tenen conquilles

d'aquest mineral. Per contra, tots els que estan formats per calcita han conservat la conquilla: els braquiòpodes, els equinoïdeus, i les famílies de bivalves Ostreidae i Pectinidae, com *Cerastostreon tuberculiferum*, Koch & Dunker, 1837; *Neithea atava* (Roemer, 1839). En conclusió, no s'hi constaten processos biostratigràfics, ni fòssildiagenètics que puguin alterar l'estructura d'edat de l'espècie analitzada.

Les úniques alteracions remarcables en els fòssils dels equinoïdeus són actuals, després de ser desenterrats i quedar exposats. Són els processos de meteorització; mostren una dissolució parcial i poc intensa de la calcita de la conquilla per l'efecte de la pluja, lleugerament àcida pel CO₂ dissolt. També hi ha algun trencament recte per fractura de la matriu causada pel gel. En qualsevol cas, aquests fenòmens no alteren ni la composició de l'estructura de edat de l'espècie ni el percentatge de la comunitat perquè no han eliminat cap individu. No s'aprecia que actue cap element de forma diferencial per la grandària del fòssil.

Altra cosa seria l'anàlisi de la comunitat, per la freqüència d'individus. En aquest cas cal considerar que la comunitat fòssil pateix dos biaix importants, com es pot interpretar de la Taula 7, si hom analitza la important discrepància entre els percentatges per nombre d'espècies i d'exemplars atenent a la composició mineralògica o a la forma de vida. En el primer cas, la dicotomia calcita/aragonita, on les espècies d'aquesta última representen el 38% del total de la riquesa absoluta del jaciment mentre que només representen un 5% del total d'exemplars, fa pensar que, si més no, en aquest últim aspecte, el nombre de individus, els organismes, la conquilla dels quals és d'aragonita, estan subrepresentats en la mostra. Respecte a la forma de vida també és pot intuir de les dades de la Taula 7, on les espècies epibentòniques de la mostra representen un 88% de la riquesa total, mentre que sols representen un 28% dels exemplars, una subrepresentació del nombre d'individus epibentònics. Aquesta anàlisi també podem fer-la si restringim la mostra a la classe Echinoidea, per tant eliminem l'efecte de la composició mineralògica. Les dades s'exposen en la Taula 8. La conclusió és similar: considerant el nombre d'exemplars davant el d'espècies, els equinoïdeus regulars, epibentònics, estan molt subrepresentats, ja que només suposen un 1,5% del total tot i tenir el 71% del nombre d'espècies la comunitat fòssil (Taula 8). Davant d'ells, els irregulars, endobentònics, representen en la mostra el 98,5 % únicament amb dues espècies. Queda clar, doncs, el biaix del registre fòssil per

	sp n	sp %	ex. n	ex. %
Calcita	52	61,9	2829	95,35
Aragonita	32	38,1	138	4,65
Total	84	100	2967	100
Epifaunic	50	87,72	766	28,19
Infàunic	7	12,28	1951	71,81
Total	57	100	2717	100

Taula 7 | Conservació segons constitució conquilla i forma de vida

Table 7 | Conservation as shell constitution and way of life.

Echinoidea	espècies	%	exemplars	%
Irregulars	2	28,57	1911	98,56
Regulars	5	71,43	28	1,44
Total	7	100	1939	100

Taula 8 | Distribució dels equinoïdeus segons forma de vida. Riu Morrón (Fuentes de Rubielos).

Table 8 | Distribution of equinoids as way of life. Morrón River (Fuentes de Rubielos).

motius bioestratigràfics (la forma de vida), com va indicar Kier (1977) i amb alguna matisació ha constatat Greenstein (1993) de l'estudi de biocenosis i tafocenosis de poblacions actuals.

No s'ha pogut constatar cap procés de time averaging (Fürsich, 1990), que nosaltres anomenem condensació temporal, davant altres possibles traduccions com ara “d'homogenització temporal” (Martinell, 1997: 139) o “promedio temporal” (Fernández-López, 2000: 273), perquè no s'ha pogut establir la velocitat de sedimentació. La capa explorada és centimètrica. En qualsevol cas, d'haver existit, no sembla que aquest fenomen haguera pogut afectar a l'estructura d'edat de la població; potser sí a la densitat de la concentració o a l'increment de la biodiversitat de la comunitat.

Segons l'estudi tafonòmic, hem de concloure que ens trobem davant d'una paleobiocenosi, una comunitat fòssil formada per elements pertanyents a la mateixa antiga biocenosi que no ha estat transportada. La qual cosa ens permet fer interpretacions paleoecològiques (Reguant, 1991: 94). La mostra, però, pot presentar un biaix (subrepresentació en el nombre d'exemplars) de les espècies epibentòniques i amb conquilla d'aragonita. Cosa que no és un inconvenient per fer un estudi poblacional de l'espècie escollida, *Pliotoxaster sp.*, endobentònica i d'exoesquelet de calcita. En el cas de l'*Holaster*, l'altre equinoideu irregular, existeix la dificultat de l'escàs nombre (40) a efecte de la precisió estadística. Per contra, qualsevol interpretació de la comunitat hauria de recolzar-se en el nombre d'espècies abans que en la d'exemplars.

Comunitat

Tots el fòssil són marins. La presència important d'equinoïdeus, braquiòpodes i coralls fa pensar en una salinitat plenament marina que no pateix fluctuacions importants atès el caràcter estenohalí dels equinoïdeus que els fan bons indicadors de la paleosalinitat (Villalba, 2003: 47). Potser es tractés d'un espai d'aigües relativament somes, un lagoon o situació relativament protegida, un ambient d'energia moderada. Considerant que apareix tant una fauna de substrat tou com dur, d'acord amb les apreciacions geològiques en camp, el jaciment pot representar una zona de contacte entre un escull o barra coral·lina i el substrat tou al peu del mateix.

De llarg el filum més ben representat en el jaciment del riu Morrón és el de Mollusca, amb 46 espècies. Això es correspondria amb la situació esperada, atès que sovint és el

més ben representat en el registre fòssil (Paul, 1992) i en les tanatocenosis marines actuals, a causa que la majoria dels seus representants tenen parts dures calcàries. Un tret singular d'aquesta paleobiocenosi és la biodiversitat de coralls que s'observa, amb 22 espècies. Continuaria, per importància en nombre d'espècies, el filum Echinodermata, que centra aquest treball; no aplega al 10% (8) del total d'espècies, però acumula el 65 % de tots els individus del jaciment.

Interpretem, de les dades de la Taula 9, que el biaix per la composició mineralògica de la conquilla, d'aragonita en tots els casos, pot haver afectat la classe Gastropoda, que únicament s'ha conservat com a motlle intern sense cap resta de conquilla. La subrepresentació afecta no sols la quantitat d'exemplars que s'han conservat sinó també el nombre d'espècies que han romàs en el registre fòssil del jaciment. La classe Gastropoda és la més biodiversa en l'actualitat del filum, i encara de tots els organismes de la terra, excepció feta dels artròpodes. Per altra banda, la singularitat del jaciment que representa una comunitat amb espècies de substrat tou i dur junt al clima subtropical farien molt probable una riquesa absoluta d'espècies de gasteròpodes important i en tot cas semblant o superior a la de bivalves, si atenem les pautes de biodiversitat actual. En tot cas la discrepància del percentatge de biodiversitat d'aquestes dues classes dins el filum, on els gasteròpodes representen una esquifida quarta part de les espècies dels bivalves, ens reafirma en la idea que el biaix aragonita ha afectat, minvant-la, la representació de la riquesa d'espècies dels gasteròpodes

Població

L'abundància de *Pliotoxaster sp.*, suggereix que aquests equinoïdeus mostren una tendència al gregarisme o, si més no, a les altes concentracions quan es donen condicions favorables. Això mateix ocorre amb altres espècies d'equinoïdeus irregulars. A tall d'exemple, *Dendraster excentricus* s'ha citat amb una densitat extrema de 480 ind/m² (Durham, 1966: U263). Cal concloure que les condicions, en principi, els eren molt favorables; possiblement disposaven d'un detritus ric que podia alimentar una població molt densa i no es veien afectats per altres factors restrictius (salinitat, oxigen, etc) o pressió excessiva dels depredadors. La proximitat al continent, tal com indiquen els aportaments d'argiles, pot explicar l'abundància d'aliment esmentada. La situació global que representa l'estructura d'edat ens indica una espècie sobre la qual la pressió dels caçadors no afecta el seu estat de desenvolupament ni pateix altres factors limitants, les densitats són molt altes i l'estructura d'edat inferida de la longitud, completada en tots els intervals, mostra una estructura normal en condicions òptimes.

De l'anàlisi de l'estructura d'edat (deduïda de la freqüència de distribució per grandària en el moment de morir), se'n desprenen dues ràpides conclusions: que és unimodal i que el valor més repetit està en l'estadi cinc. La primera ens indicaria que es tracta d'una mostra equilibrada (Cummins et al., 1986), davant les bimodals o polimodals que indiquen desequilibris produïts per circumstàncies especials ecològiques o tafonòmiques. Per tant, corroboraria la presumpció

Classe	espècies	%	exemplars	%
Bivalvia	31	67,39	431	88,5
Gastropoda	8	17,39	46	9,45
Cephalopoda	7	15,22	10	2,05
Mollusca	46	100	487	100

Taula 9 | Distribució per classes del filum Mollusca

Table 9 | Distribution by classes of phylum Mollusca

que es tracta d'una paleobiceonesi que pot representar bé la biocenosi que hi va viure, i fins i tot mostrar l'estructura i dinàmica d'una població. La segona, però, que la moda estiga situada en el cinquè estadi de desenvolupament i no en el primer, com correspondria a qualsevol població natural viable, ens indica que hi ha una subrepresentació en els quatre estadis inicials, que hi ha mancances en el registre fòssil. La subrepresentació de les talles menudes ha estat freqüentment citada (Cummins et al., 1986, Forner & Castany, 2010). Tanmateix un recent estudi apunta que la grandària per si sola no és un element que incrementa la probabilitat de la preservació (Behrensmeier et al, 2005: 614-615). No tenim cap element que pugui suggerir que dins d'aquesta població la preservació siga diferent per grandària. La baixa proporció dels fòssils dels primers intervals mereix una explicació més enllà de la major fragilitat de la carcassa en els períodes juvenils, atès que sí que s'han conservat, en alguns casos perfectament, exemplars d'aquests estadis infrarepresentats. La hipotètica "anormalitat" es deu possiblement a una causa bioestratigràfica, a alguna circumstància entre la mort i l'enterrament definitiu. S'ha indicat que el fet de ser una espècie infaunística facilita extraordinàriament la seua fossilització perquè la mort pot sorprendre'ls ja enterrats. S'ha descrit que es poden produir mortalitats generals provocades per deficiències d'oxigen, sobtats canvis de salinitat, potents corrents sedimentaris que enterrin els exemplars o fortes tempestes (Nebelsick, 2004: 472-3). Però haurien d'afectar el conjunt de la població i no l'estructura d'edat. Les conques que no queden enterrades ràpidament després de la mort són objecte immediat de la bioerosió, fins i tot si estan només temporalment o intermitentment exposades (Best et al., 2007: 449). La causa hipotètica proposada com a explicació està lligada al caràcter endobentònic. Els exemplars més menuts no es colguen a tanta fondària com els més grans. La capa més superficial del substrat està més sotmesa a la bioturbació, fonamentalment a l'acció de peixos i decàpodes, i a les alteracions d'onatge fins i tot en un medi tranquil; per la qual cosa el perill de ser desenterrat i quedar exposat seria directament proporcional a la fondària de l'enterrament. Aquest procés bioestratigràfic seleccionaria negativament els individus pertanyents als estadis de creixement inferiors, de grandària més menuda. I el procés deixaria d'influir sobre el cinquè estadi (interval 21 a 23,9

mm) on la profunditat del seu enterrament devia assegurar una situació estable, no alterada i, per tant, una bona fossilització. Per al cas que ens ocupa es creu que aquest llinar s'assoleix a la fondària que en vida ocupava l'estadi cinc, que no podem establir. En un treball anterior (Forner i Castany, 2010) s'ha pogut afirmar per a un jaciment concret i una espècie determinada (*H. oblongus*) que aquesta seria major als 2 cm de profunditat, sense poder precisar més.

S'interpreta que la mostra de la comunitat fòssil està alterada per fenòmens bioestratigràfics: s'han conservat relativament pocs exemplars de les talles més menudes perquè estaven enterrats a menor profunditat en el moment de morir: estarien més exposats a la bioturbació i a l'onatge. La possibilitat de fossilitzar s'incrementa en funció de la profunditat on estan ordinàriament colgats. Com més profund és l'enterrament, major probabilitat de conservació. D'altra banda es considera que la població presentaria una estructura corresponent a un jaciment idònia, que l'hàbitat els era favorable i no tenien restriccions importants de nutrients; les condicions vitals i la pressió dels predadors no alterava la seua viabilitat. La piràmide d'edat està ben estructurada. Presenta importants densitats i és l'equinoideu irregular dominant al jaciment, un 97,91 %, davant l'altre representant, *Holaster prestensis*, amb només un 2,09 % del total d'irregulars.

Podem establir una comparació d'estructura d'edat amb un altre equinoideu irregular de la família Spatangoida, *Heteraster oblongus* (Brongniart 1821), de la mateixa conca del Maestrat, però de la subconca de Morella, d'identica edat aptiana, tot i que un poc més baix estratigràficament, de la Fm. Calcaries i Margues de Xert, (Taula 10), pel treball de Forner & Castany (2010).

El diagrama de freqüències per grandària presenta una estructura molt semblant. Ambdues poblacions són unimodals, si bé *H. oblongus* assoleix la major freqüència al quart estadi i *Pliotoxaster sp.* té la moda al cinquè interval. Totes dues poblacions presenten, a partir d'aquest punt, la progressiva i esperada reducció en cada nou esglaó, de més edat. És també comuna a les dues poblacions la subrepresentació dels primers estadis, tot i que més intensa en *Pliotoxaster sp.* i abastant un estadi més. Potser el medi en que va viure *Pliotoxaster sp.* (Fuentes de Rubielos) tenia un poc

Intervals L mm	n	%	Estadi de creixement	%	n	Intervals L mm
<i>Pliotoxaster</i>			<i>Heteraster</i>			
< 12	29	3,51	1	13,41	46	< 12
12 a 14,9	83	10,04	2	16,03	55	12 a 17,9
15 a 17,9	133	16,08	3	17,20	59	18 a 23,9
18 a 20,9	168	20,31	4	23,03	79	24 a 29,9
21 a 23,9	171	20,67	5	12,54	43	30 a 35,9
24 a 26,9	117	14,15	6	9,33	32	36 a 41,9
27 a 29,9	83	10,04	7	7,29	25	42 a 47,9
>29,9	43	5,20	8	1,17	4	>47,9
Total	827	100		100	343	Total

Taula 10 | Comparació dues poblacions d'equinoideus irregulars: *Pliotoxaster sp.* (Aptià de Fuentes de Rubielos) i *Heteraster oblongus* (Aptià de Morella)

Table 10 | Comparison of two populations of the irregular equinoids: *Pliotoxaster sp.* (Aptian from Fuentes de Rubielos) and *Heteraster oblongus* (Aptian from Morella)

	<i>Pliotoxaster H. oblongus</i>	
Índex aplanament H/L	0,57	0,45
Nombre d'estadis subrepresentats	4	3
Freqüència estadi 1/estadi moda	0,17	0,52
Freqüència estadi 2/estadi moda	0,49	0,67
Freqüència estadi 3/estadi moda	0,78	0,75
Freqüència estadi 4/estadi moda	0,98	-

Taula 11 | Índex d'aplanament i subrepresentació de talles menors.

Table 11 | Index of flattening and under-representation of smaller sizes.

més d'energia que el d'*H. oblongus* (Morella). En conclusió els estudis presenten dades molt concordants.

Si és certa la indicació de Smith (1984) que l'índex H/L és una expressió de l'aplanament d'un equinoideu irregular i que com més plana és la carcassa més profundament es colguen, és molt suggeridor plantejar-se la hipòtesi, coherent amb la causa apuntada de subrepresentació, que el dèficit de representació dels primers estadis seria major (en proporció i en estadis) en els equinoideus que es colguen més superficialment, estaria en relació al seu índex d'aplanament. Kanazawa (1992) limita, entre Spatangoida moderns aquesta consideració als substrats fangosos, no als arenosos. De l'estudi tafonòmic hem conclòs que el substrat hauria de ser fangós i dens per poder romandre les carcasses després de morts en posició lateral, sense emigrar a les posicions més estables, oral o apical. Així mateix l'anàlisi en laboratori de la matriu dura no ha donat continguts significatius d'arena (menys del 1% que el contingut de calcita). Per tant no hi cap limitació a l'aplicació del índex d'aplanament com a indicador de la profunditat a la qual es colgava *Pliotoxaster* segons la hipòtesi de Smith (1984). S'han portat a la Taula 11 aquestes dades. L'índex H/L s'ha obtingut per a la mitjana de tota la població de cada espècie i s'ha considerat un indicador de la proporció de subrepresentació de cada

estadi el quocient entre el percentatge d'individus del cada estadi i l'estadi amb més representació, la moda. Com més baix és el resultat més subrepresentat està l'interval. És obvi que el que manca no és únicament el que falta per la unitat, la quantitat del estadi superior, atès que l'estadi primer hauria de superar, en molt, qualsevol dels altres. Funcionaria com mer indicador. El nombre d'estadis subrepresentats, és a dir que són inferiors al següent, és una dada evident i per ella només ja suggereix que si les dues espècie habitaren ecosistemes semblants quant a energia i bioturbació, l'equinoideu amb menys estadis subrepresentats es colgaria més profundament que l'altre atès que assoliria en un estadi de desenvolupament anterior el llindar de profunditat on aquestos processos bioestratinòmics (bioturbació i onatge) ja no alterarien, esbiaixant-lo, el registre fòssil. Una dada addicional: en les dues espècies estudiades al llarg de la seua vida es produeix una progressiva disminució relativa de l'alçada (Taula 6), un aplanament, que podem considerar paral·lel al procés d'anar enterrant-se cada vegada més profundament. Les dades indicarien que *H. oblongus* s'enterraria més profundament que *Pliotoxaster sp.* Naturalment el contrast d'aquesta hipòtesi requeriria d'estudis estadístics significatius de diverses espècies. A manca dels quals només es presenta aquesta hipòtesis com un suggeriment a contrastar amb nous treballs.

Agraïments

A la Direcció General de Patrimoni Cultural, del Govern d'Aragó les facilitats per poder fer las prospecció i recollida del material. A Araceli García i Guillermo Monrós, de la Unitat Química Inorgànica Mediambiental i Materials Ceràmics, del Departament de Química Inorgànica i Orgànica de la Universitat Jaume I, per el treball de anàlisi i caracterització de la matriu dura. A Míguel Tirado les correccions dels textos en anglès. A Alberto Arnedo la revisió de les qüestions estadístiques. A Vicent Gual per la col·laboració en l'elaboració de la Figura 2.

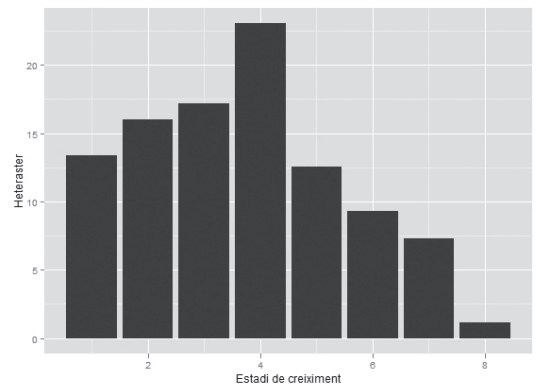
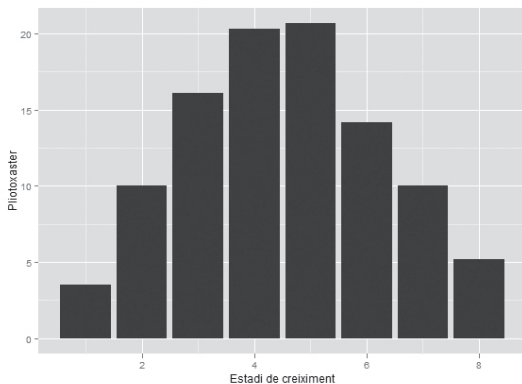


Figura 4 | Diagrama de freqüències per estadis de creixement de *Pliotoxaster sp.* (esq.) i *Heteraster oblongus* (dreta.) de l'Aptià de Fuentes de Rubielos.

Figure 4 | Size-frequency diagram of *Pliotoxaster sp.* (left) and *Heteraster oblongus* (right) from Aptian in Fuentes de Rubielos.

Bibliografia

- Behrensmeier, A.K., Fürsich, F.T., Gastaldo, R.A., Kidwell, S.M., Kosnik, M.A., Kowalewsky, M. Plotnick, R.E., Rogers, R.R. i Alroy, J. 2005.** Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record? *Paleobiology*, 31 (4): 607-623.
- Best, M.M.R., Ku, T.C.W., Kidwell, S.M. i Walter, L.M. 2007.** Carbonate preservation in Shallow Marine Environments: Unexpected role of tropical siliclastics. *The Journal of Geology*, vol. 115: 437-456.
- Casanova, S. 1974.** Una nueva localidad para *Solanocrinites (Decameros) astrei* (Bataller, 1940). *Acta Geológica Hispánica*, t. IX (5): 151-153.
- Canerot, J. 1982.** Ibérico Central Maestrazgo. In A. Garcia Ed.: *El Cretácico en España*: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Cummins, E.N., Powell, R. Stanton, R.J. and Staff, G. 1986.** The size-frequency distribution in palaeoecology: effects of taphonomic processes during formation of molluscan death assemblages in Texas Bays. *Palaentology*, vol.29, part, 3: 495-518.
- De Renzi, M., Martinell, J. i Reguant, S. 1975.** Bioestratigrafía, tafonomía i paleoecología. *Acta Geológica Hispánica*, t. X, n. 2: 80-86.
- De Renzi, M. & Martinell, J. 1979.** Algunos aspectos de la problemática de la especie paleontológica. Aplicación al caso de diferenciación biométrica de *Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814) y *N.elatus* (Gould, 1845). *Studia Geologica XV*: 7-36.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Kreipper, A.L., Grandjaquet, C. Sborshikov, I.M., Geissant, J., Lepurier, C., Pechensky, D. D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lamer, J.P. i Biju-Duval, B. 1986.** Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since Lias. *Tectonophysics*, 123: 241-315.
- D'Orbigny. 1853.** *Paléont. Franç., Terr. Crét., T. VI.* París.
- Domènech i Massons, J. 1982.** Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores. Editorial Herder. Barcelona.
- Domínguez, P., Le Menn, J., Martí Mus, M. i Villalba, M.P. 2009.** Equinodermos. In: Matínez Chacon, M. L. y Rivas, P. (eds.). *Paleontología de invertebrados*: 447-496. Sociedad Española de Paleontología, IGME, Univ. De Oviedo y Univ. De Granada. Oviedo.
- Durham, J. W. 1966.** Ecology and Paleocology. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 1*: U257-U265. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Fernández-López, S. 2000.** La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de Paleontología*, 51: 267-280.
- Fischer, A. G. 1966.** Spatangoids. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 2*: U543-U628. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.
- Forner, E. & Castany J. 2010.** Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (Mediterrània occidental, País Valencià, Mediterrània occidental). *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 53: 71-84.
- Fürsich, F.T. 1990.** Fossil concentrations and Life and Death Assemblages. In: D.E.G. Briggs, D.E.G. i Crowther P.R.(eds.). *Palaeobiology: A synthesis*: 235-239. Blackwell Scient. Publ. Cambridge.
- Greenstein, B.J: 1991.** An integrated Study of Echinoid Taphonomy: predictions for the fossil record of four echinoid families. *Palaios*, v.6: 519-540.
- Greenstein, B. J. 1993.** Is the fossil record of regular Echinoids really so poor? A comparison of living and subfossil assemblages. *Palaios*, vol. 8: 587-601.
- Guimerà, Joan. 1984.** Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian peninsula. *Geol. Mag.*, 121: 413-420.
- Kidwell, S.M., Fürsich, F.T. i Aigner, T. 1986.** Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, vol. 1: 228-238.
- Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1989.** Post-mortem disintegration of echinoids: effect of temperature, oxygenation, tumbling and algal coats. Abstracts of the 28th International Geological Congress (Washington, D.C.), v.2: 188-189.
- Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1990.** Experimental disintegration of regular echinoids: roles of temperature, oxygen and decay thresholds. *Paleobiology*, v.16: 247-271.
- Kier, P.M. 1977.** The poor record of the regular echinoid. *Paleobiology*, v.3: 168-174.
- Kroh, A. 2010.** Index of Living and Fossil Echinoids 1971-2008. *Ann. Naturhist. Mus. Wien, Serie A*, 112: 195-470.
- Martinell, J. 1997.** Tafonomía y paleoecología: reflexiones sobre un pacto necesario. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 23: 137-152.
- Martinell, J., Domènech, R. i Marquina, M.J. 1980.** Premisas para el análisis paleoecológico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 78: 133-140.
- Nebelsick. 2004.** Taphonomy of Echinoderms: introduction and outlook. In München-Heinzeller & Nebelsick Ed. *Echinoderms*. Taylor & Francis Group. London.
- Paul, C.R.C. 1992.** How complete does the fossil record have to be? *Revista Española de Paleontología*, 7 (2): 127-133
- Porta, J. de. 1980.** Curvas de supervivencia en poblaciones de moluscos fósiles. Aplicación a *Hydrobia stagnalis* y *Cardium glaucum* del Cuaternario del Cabo de Salou (Tarragona, España). *Com. Prim. Cong. Nac. Malac.*: 31-33.
- Porta, J de. 1981.** Some fundamental aspects of paleontological methodology: its problems and incidence. *Acta Geológica Hispánica*, 16, n.1-2: 45-53.
- Rat, Pierre. 1982.** Factores condicionantes en el cretácico de España. *Cuadernos Geología Ibérica*, 8: 1059-1076.
- Reguant, S. 1991.** Estratigrafía y registro fósil. *Acta Geológica Hispánica*, 26, n. 2: 91-95.
- Salas, R. 1986.** El ciclo cretácico inferior al marge oriental d'Ibèria. In Folch i Guillèn, R. Ed.. *Història natural dels Països Catalans. 1 Geologia I*. 439 pp. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.
- Salas, R. i Guimerà, J. 1996.** Rasgos estructurales principales de la cuenca cretácica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706. Madrid.
- Salas, R. i Guimerà, J. 1997.** Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior – Cretácica inferior (Cordillera Iberica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, vol. 108-4 y 5: 393-402.
- Salas, R., Colombo, F., Gámez, D., Gómez, B., Gasulla, J.M., Martín-Closas, C., Moratalla, J., Panciotti, P., Querol, X. i Solé de Porta, N. 2003.** Guía de la Excursión. XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Morella, 31 pp.
- Smith, A. B. 1984.** *Echinoid Paleobiology*. George Allen and Unwin Ltd. London.
- Villalba Currás, M. P. 1993.** Revisión de los equinidos del Cretácico inferior y medio español. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 900 p.
- Villalba Currás, M. P. 2003 A.** Los equinidos regulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 37-91.

Villalba Currás, M. P. 2003 B. Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 93-156.

Zamora, S.; E. Mayoral; J.A. Gámez Vintaned; S. Bajo & E. Espílez. 2008. The infaunal echinoid *Micraster*: Taphonomic pathways indicated by sclerozoan trace and body fossils the Upper Cretaceous of northern Spain. *Geobios* 41: 15-29.

Cita recomanada:

Forner, E., Adelantado, J., Castany, J. & Castany, C. 2012. Estudi de la població d'un equinoïdeu irregular de l'Aptià de la subconca del Penyagolosa (serralada Ibèrica oriental). *Nemus* n° 2. pp. 47-58. Ateneu de Natura. Castelló

Un important jaciment de flora del Cretaci de la Conca del Maestrat

Daniel Sánchez Caballero

Es dona notícia d'un nou jaciment amb restes de flora continental del Cretaci. Aquest és el primer jaciment amb flora del secundari de terres castellonenques, la flora té característiques plenament continentals destacant la presència de falgueres i coníferes.

Mots clau: Cretaci, Albià, Paleovegetació, Est Península Ibèrica.

An important flora deposit from Cretaceous Maestrat Basin

We present here a new site with remains of Cretaceous continental flora. This is the first site with flora remains from the Secondary Castellón province, the flora has clear inland characteristics, with ferns and conifers as main remains.

Key words: Cretaceous, Albian, Paleovegetation, Eastern Iberian Peninsula.

Fins ara l'inventari de la flora fòssil castellonenca es limitava a la conca de Ribesalbes-Alcora del Miocè Inferior, especialment representada pel jaciment de la mina de la Raonada (Ribesalbes, la Plana Baixa) (Hernández-Sampelayo & Cincúnegui, 1926; Fernández Marrón, 1971, 1979; Fernández Marrón & Álvarez-Ramis, 1967; Fernández & Arroyo, 1997; Barrón & Postigo-Mijarra, 2011) el qual informa d'una comunitat fluvial lacustre però també dels boscos caducifolis de fulla ampla i de coníferes pròxims al llac, restes que correspondrien a un vegetació de clima humit subtropical (Barrón & Postigo-Mijarra, 2011). Al mateix jaciment es va descriure una espècie nova *Prunus preavium* Fernández Marrón, 1971, tot i que altres autors han considerat que les restes pertanyent a un *Celtis* i no a un *Prunus* (Forner, 2011 i 2012; Barrón & Postigo-Mijarra, 2011)

Es pot afegir per exhaurir el llistat, alguna cita esparsa de restes carbonitzats de troncs, especialment de la Fm: Argiles de Morella i la Fm. Margues de Cervera del Maestrat, del Cretaci inferior, a la conca sedimentària del Maestrat, sempre sense poder establir cap precisió sistemàtica (Ferrer & Gibert, 2005). Encara que Martín-Closas i Gómez (2003) han pogut determinar una conífera, *Frenelopsis uñaensis* en Morella en la formació homònima. Es fa menció també a les restes del Carbonífer citades per Sos Baynat en els afloraments primaris de la Pobla Tornesa (la Plana Alta) i a la cita de Royo i Gomez (1922) de "caràceas i dicotiledònias" al Miocè de les Coves de Vinromà.

Per completar el registre, dins de Chlorophyta, cal mencionar la descripció d'una alga gegantina de l'ordre Dasycladales, amb materials de l'Aptià de Morella, Landereria decastroi (Cherchi & Schroeder, 2006).

L'escassetat de jaciments de flora, especialment d'edat cretàcia, serveix per avaluar la importància del descobriment d'aquest nou jaciment que amplia el minso registre de la flora fòssil castellonenca.

Material i mètode

El jaciment se situa en un marge de la Conca sedimentària del Maestrat (Salas i Guimerà, 1996 i 1997). El nivell fòssilífer té una potència d'uns 80 cm, de margues de laminació creuada molt desagregables. Al sostre i a la base, n'hi ha arenes amb poc aglutinant, amb bastants metres de potència, 14 m al sostre fins al cim del turó i 3 m visibles en la base (Fig. 1). S'interpreta els nivells arenosos com canals d'una plana al·luvial deltaica, en la què els nivells amb fòssils correspondrien a espais entre canals, zones inundables puntualment on es dipositarien fraccions més fines, els llims i les restes de vegetals, que s'han conservat. Estem en una fase de transició, que acabarà amb la sedimentació de la conca del Maestrat, que havia estat activa des del Juràssic (Salas & Guimerà, 1996). L'edat seria de l'Albià, *Formació arenes d'Utrillas* (Aguilar et al., 1971).

Els fòssils es troben en una matriu margosa que es desfà amb molta facilitat. Per protegir-los s'han consolidat amb una dissolució de Paraloid al 5% en acetona. Totes les mostres s'han numerat.

Resultats

En una primera aproximació, pendent d'estudis acurats, el material més freqüent al jaciment són les coníferes i les falgueres. Les coniferal més freqüents són *Pagiophillum* sp

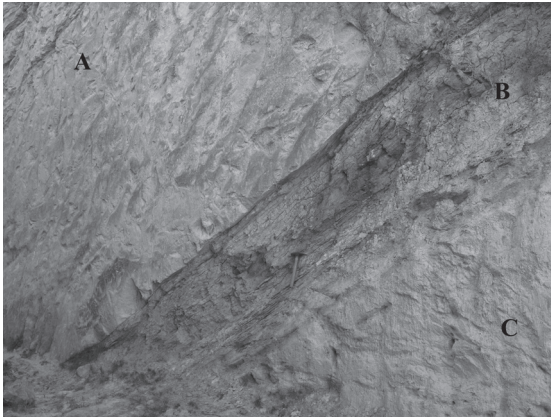


Figura 1 | Vista del jaciment. **A)** sostre arenas clares; **B)** nivell fossilífer, margues de laminació creuada i colors més foscos; **C)** base arenas clares.

Figure 1 | Vista del jaciment. **A)** sostre arenas clares; **B)** nivell fossilífer, margues de laminació creuada i colors més foscos; **C)** base arenas clares.

i *Frenelopsis* sp. (família Cheirolepidiaceae) i altres materials encara no identificats. Les falgueres són especialment abundants i pertanyen a la família Schizaeaceae, del gènere *Ruffordia*. També apareixen algunes restes assignables al gènere *Sphenopteris*. Per a una edat semblant Solé de Porta et al. (1994) han apuntat que: “...la abundancia de Schizaeae-

caea indicaria un clima húmedo, de cálido a subtropical, con pequeños enclaves más áridos en los que se desarrollaban las Cheirolepidiaceae.” Que potser configura una primera aproximació paleoecològica al jaciment. També apareixen alguns angiospermes primitives i un possible Ginkgoal. El material està en una fase molt primerenca del seu estudi.

Discussió i conclusions

Que la flora té característiques plenament continentals. Que la seua edat és cretàcia. És el primer jaciment pròpiament dit amb flora del secundari de terres castellonenques. En l'Albià és la primera cita. Són escassos en la península Ibèrica. Tot i que s'està en una fase molt primerenca del seu estudi sembla que almenys hi ha 10 tàxons. Hi ha un domini de les falgueres i les coníferes, encara que apareixen alguna angiosperma primitiva i el que sembla un Ginkgoal. Potser caldria relacionar el jaciment amb un ambient càlid subtropical i humit. Sedimentàriament amb plataformes deltàiques.

Agraïments

A Enric Forner i Valls i a Joan Castany i Àlvaro per les fotografies i la revisió del text. A Eduardo Barrón per les seues opinions sobre la possible assignació taxonòmica del material. Vicent Gual per la col·laboració amb la confecció de les figures.

Bibliografia

Aguilar, M.J., Ramírez del Pozo, J., Riba O. 1971. Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). *Estudios Geológicos*, XXVII (6): 497-512.

Barrón, E. & Postigo-Mijarra. J.M. 2011. Early Miocene fluvial-lacustrine and swamp vegetation of La Rinconada mine (Ribesalbes-Alcora basin, Eastern Spain). *Review of Paleobotany and Palynology* 165: 11-26.

Cherchi, A. & Schroeder, R., 2006. *Landereria decastroi* n. gen., n. sp., a giant dasyclad (Chlorophyta) from the lower Aptian of eastern Spain. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 45 (1): 35-42.

Fernández, E., Arroyo, N., 1997. Contribució al coneixement de la macroflora fòsil de Ribesalbes (Castelló). *Butl. Centre. Estud. Nat. Barcelonès Nord* 4 (1), 29-60.

Fernández Marrón, M.T., 1971. Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fòsil del Oligoceno español. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Serie A núm. 152.

Fernández Marrón, M.T., 1979. Essai de resolution de problemes stratigraphiques de la limite Paleogene-Neogene par les études de macroflore. *Ann. Géol. Pays Hellén horst ser.*, fasc. 1, 403-412.

Fernández Marrón, M.T., Álvarez-Ramis, C., 1967. Contribución al estudio de las gimnospermas fósiles del Oligoceno de Ribesalbes (Castellón). *Estud. Geol.* 23, 15-161.

Ferrer, O. & Gibert, J.M. 2005. Presencia de Teredolites en la formación Arcillas de Morella (Cretácico inferior, Castellón). *Revista Española de Paleontología*, N.E.X: 39-47.

Forner, E. 2011. Assaig de catàleg de les espècies fòssils descrites a la província de Castelló. Comunicació al 2n Congrés sobre fauna castellonenca. 25-27 de febrer 2011. Castelló de la Plana.

Forner, E. 2012. Espècies fòssils castellonenques. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, tom 87. (en premsa)

Hernández-Sampelayo, P., Cincúnegui, M., 1926. Esquistos bituminosos de Ribesalbes. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* 3^o ser. 6, 1-86.

Martín-Closas, C. & Gomez, B. 2003. El genero *Frenelopsis* en el Cretácico Inferior ibérico. In Libro de resúmenes de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Eds. M.V. Pardo Alonso y R. Gozalo). Ajuntament de Morella: 20-21.

Royo i Gómez, J. 1922. El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. Memòria núm. 30 Sèrie paleontològica, núm. 5. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid

Salas, R. i Guimerà, J. 1996. Rasgos estructurales principales de la cuenca cretàcia inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706. Madrid.

Salas, R. i Guimerà, J. 1997. Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior - Cretácica inferior (Cordillera Iberica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, vol. 108-4 y 5: 393-402.

Cita recomanada:

Sánchez Caballero, D. 2012. Un important jaciment de flora del Cretaci de la Conca del Maestrat. *Nemus* n^o 2. pp. 59-62. Ateneu de Natura. Castelló

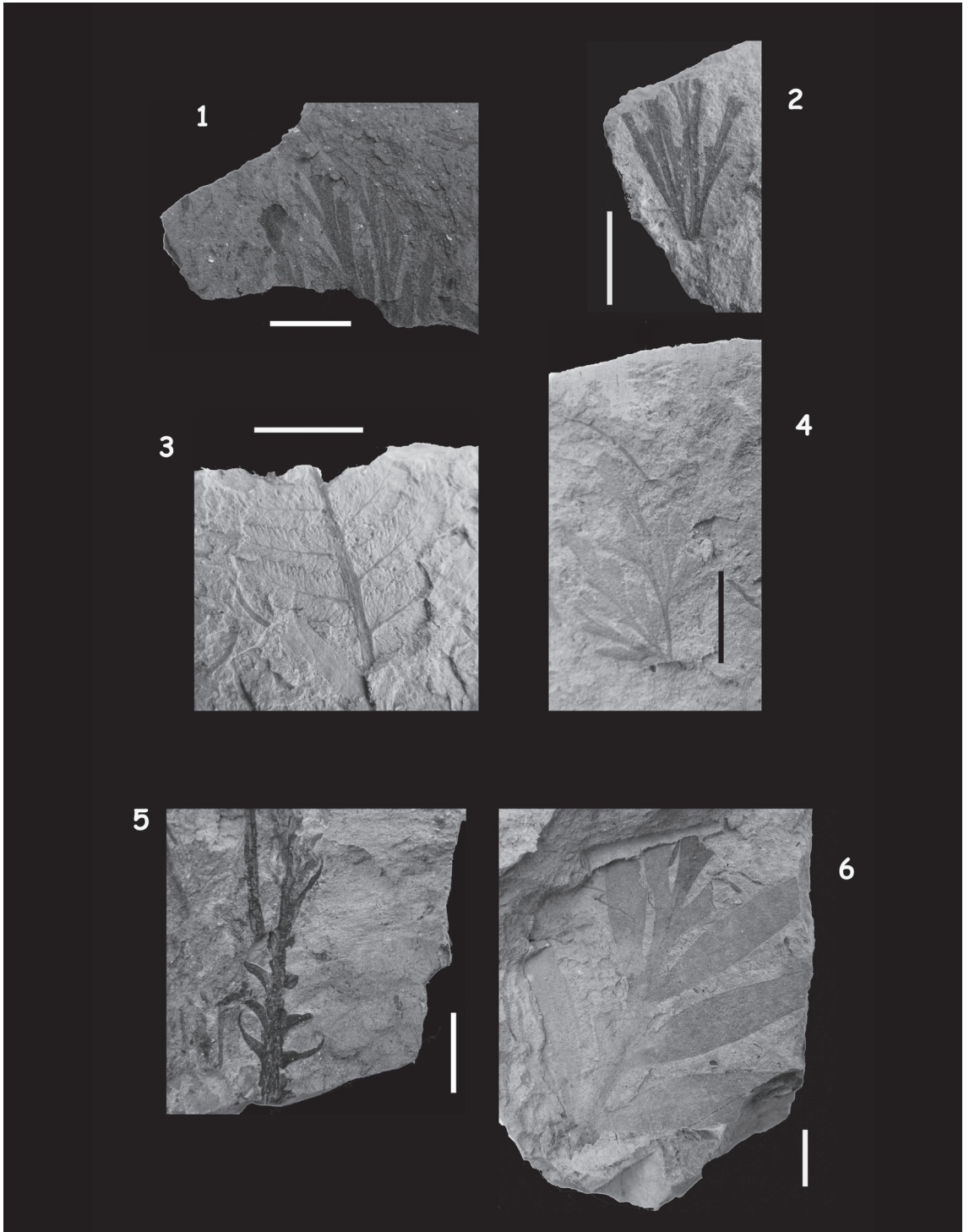


Figura 3 | 1 i 2 *Frenelopsis* sp.; 3 *Sphenopteris* sp.; 4 *Ruffordia* sp.; 5 *Pagiophyllum* sp.; 6 *Angiosperma* primitiva. La línia representa 1 cm.

Figure 3 | 1 & 2 *Frenelopsis* sp.; 3 *Sphenopteris* sp.; 4 *Ruffordia* sp.; 5 *Pagiophyllum* sp.; 6 Primitive Angiosperm. Line represents 1 cm.

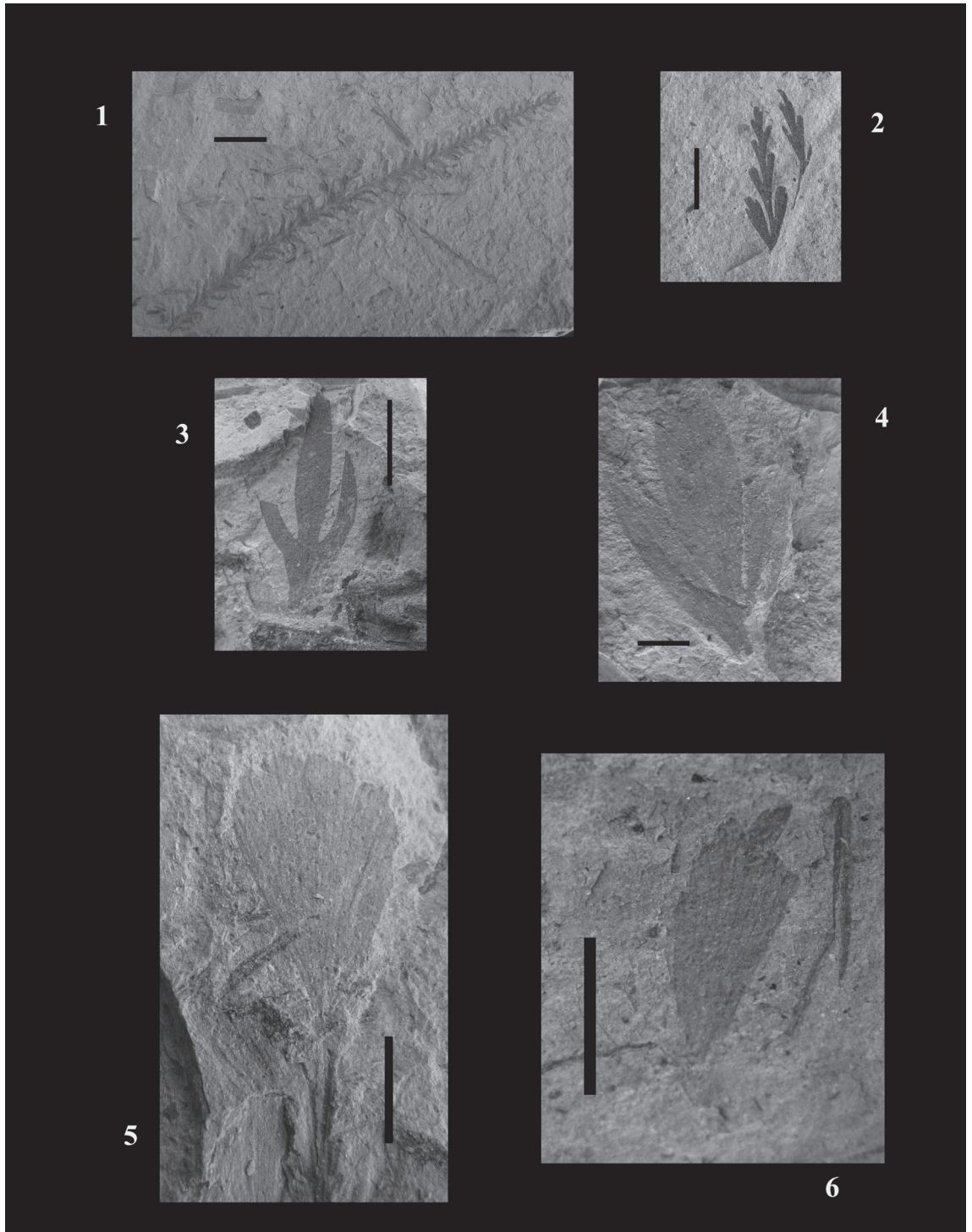


Figura 2 | 1 *Pagiophyllum* sp.; 2 *Ruffordia* sp. 3 i 4 Angiospermas primitives. 5 i 6 Ginkgoal ? La línia representa 1 cm.

Figure 2 | 1 *Pagiophyllum* sp., 2 *Ruffordia* sp.; 3 & 4 primitive Angiosperm; 5 & 6 Ginkgoal ?. Line represents 1 cm.

Lombrices raras y endémicas de la provincia de Castellón (España)

Antonio Pérez Onteniente

Se incluyen aquí las especies de oligoquetos terrícolas raras y endémicas más significativas de la provincia de Castellón, atendiendo a su rareza o endemidad, en total siete especies. Para cada una de ellas se indican las características anatómicas y morfológicas más destacadas, su hábitat y categoría ecológica, además de su área de distribución y rareza.

Palabras clave: lombrices de tierra, rarezas, endemismos, Castellón, biodiversidad, ecología.

Rare and endemic earthworms from the Castellón province (Spain)

The more significant species of terrestrial Oligochaeta from Castellón province are presented, a total of seven species attending to their rarity or endemity. For every one of them, the more important anatomical and morphological characteristics, as well as their habitat and ecologic category, are depicted, together with the distribution area in the Valencian Community.

Key words: Earthworms, rarities, endemisms, Castellon, biodiversity, ecology.

Las lombrices de tierra son una parte de nuestra fauna mal conocida incluso por parte de muchos biólogos profesionales, a pesar de su reconocida importancia ecológica y económica. Desde el punto de vista de la agricultura se puede afirmar que juegan un papel fundamental en la formación y evolución del suelo, actuando de dos maneras diferentes: por un lado removiendo y mezclando mecánicamente la tierra de los diferentes horizontes del suelo en cantidad de hasta 37 Tm/Ha/año (Buckman & Brady, 1965), construyendo galerías y facilitando así el enraizamiento de la vegetación, la aireación y la capacidad de cambio del suelo; por otro lado, desde el punto de vista químico, por la digestión de la materia orgánica, oxidándola gradualmente y reduciendo la razón C/N con ventaja respecto a muchos microorganismos edáficos (Flores & Alvira, 1988). Como resultado de estas acciones, se mejora la retención de humedad, la nitrificación y la absorción de elementos minerales por las plantas, en una labor de compostaje reconocida por los criadores de lombrices, que las utilizan industrialmente para fabricar abono de lombriz, muy apreciado por los agricultores.

Las lombrices depositan en la superficie del suelo una gran cantidad de tierra, los llamados "moldes" de lombrices, después de haber pasado por sus intestinos. Estos moldes, en un campo cultivado, pueden sobrepasar los 18.000 Kg/

Ha. Comparados con el propio suelo, los moldes son claramente más ricos en materia orgánica, en nitrógeno total y en nitratos, en calcio intercambiable y magnesio, fósforo asimilable, porcentaje de saturación de bases y en capacidad de cambio, observándose claramente un aumento de la producción de hierba alrededor de ellos.

Desde el punto de vista de la conservación del medio edáfico, las lombrices de tierra tienen una importancia capital, tanto cualitativa como cuantitativamente en nuestros ecosistemas, constituyendo la primera biomasa animal de la Comunidad Europea, y forman, probablemente, más de un 50% de la misma (Flores & Alvira, 1988).

Las lombrices incrementan tanto el tamaño como la estabilidad de los agregados del suelo, especialmente en los suelos vírgenes.

La fertilidad y productividad del suelo está, pues, directamente relacionada con la existencia de lombrices, favoreciendo la conservación de la cubierta vegetal y evitando así la erosión del suelo.

Los factores que afectan al número y distribución de las diferentes especies de lombrices son, fundamentalmente, edáficos. Entre ellos destacan la humedad, aireación, materia orgánica, granulometría, y acidez del suelo, teniendo la predación una importancia secundaria (Lavelle, 1983).

Tienen, por último, gran importancia desde el punto de

vista de la biodiversidad, por lo que su estudio nos proporciona una visión de los ecosistemas más rica y profunda.

El propósito del trabajo es dar a conocer las especies endémicas de la Península Ibérica que habitan la provincia de Castellón, así como otras especies raras para la zona.

Para elaborar esta lista, se han tenido en cuenta los trabajos de Álvarez (1971, 1977), Díaz Cosín et al. (1980), Pérez Onteniente (1997) Pérez Onteniente & Rodríguez Babío (2002), Pérez Onteniente et al. (1998) y Qiu & Bouché (1998 a, 1998b, 1998c).

Material y métodos

Para extraer las lombrices del suelo, se emplean múltiples técnicas. La más sencilla consiste en el removido de tierra con un instrumento adecuado: una azada o azadilla, pala, horca, etc. y recogida a mano de los ejemplares. Tiene el inconveniente de trocear accidentalmente muchos individuos, además de que es difícil detectar así las especies de pequeño tamaño y los juveniles de las especies grandes.

Un método muy empleado también es la irrigación con formaldehído: en primer lugar se despeja de hierbas y hojarasca un área variable de terreno (comúnmente 0,5 m²). A continuación se esparce, lo más uniformemente posible, una disolución de formol comercial rebajado al 0,55% (unos 3 litros para el caso de medio metro cuadrado). Por último, se recogen las que van saliendo durante media hora más o menos.

Con esta técnica se consigue que salgan los ejemplares de cualquier tamaño que estén cerca de la superficie, pero no emergen los situados a mayor profundidad, dependiendo si lo hacen o no, de la permeabilidad del terreno y de el estado de actividad en que se encuentren: si están en diapausa se hacen un ovillo y se encierran en pequeñas cavidades recubiertas de mucus a la espera de condiciones favorables,

en su caso, la lluvia o el riego que empape el terreno, y no aparecen con el formol.

Un tercer método es el mixto: formol-separación manual, que combina los dos anteriores. En primer lugar se realiza la extracción con formol comentada anteriormente, y al cabo de media hora se remueve el terreno con una herramienta de jardinería, usualmente hasta unos 25-30 cm de profundidad. Éste es el método más empleado por los especialistas. Una vez extraídos los ejemplares, si existen dudas sobre su identificación, se procede a su preparación: En primer lugar se lavan con agua corriente en una bandeja o recipiente similar. Luego se sumergen unos segundos (hasta que dejan de moverse) en una solución de alcohol-formol (etanol de 96° y formol al 10% a partes iguales). Inmediatamente, se extraen y se estiran suavemente con unas pinzas para enderezarlos. Se les coloca entonces en otra bandeja vacía, se les echa por encima unas gotas de alcohol-formol y se cubre la bandeja para que no se resequen. Se dejan endurecer durante 1-2 horas. A continuación se les introduce en tubos de ensayo con formol al 10% para su conservación. Estos tubos serán de tamaño proporcional a los ejemplares que contengan (cuidando de no introducir demasiados en un mismo tubo) y se cerrarán lo más herméticamente posible con tapones de corcho o goma. Otro método alternativo es utilizar etilenglicol como conservante dentro de los tubos, tapar éstos con algodón e introducirlos en grandes frascos herméticos, rellenos a su vez de este conservante hasta cubrir totalmente los tubos.

Como herramienta para efectuar las observaciones conducentes a determinar la categoría taxonómica (familia, género, especie...) a la que pertenece el ejemplar, lo mejor es utilizar el estereomicroscopio o lupa binocular. Durante su observación, los ejemplares se deben sumergir en una bandeja con agua para evitar la desecación.



Figura 1 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *H. pretiosa arrufati* a: vista ventral. b: vista lateral. Centro: *H. pretiosa arrufati* en vivo. Se aprecia la zona rojiza cerca del extremo anterior (arriba) correspondiente al clitelo y el extremo posterior (abajo izquierda) que puede ensancharse en forma de maza. Foto: P. Onteniente. Derecha: Distribución en la C. Valenciana

Figure 1 | Left: drawing of anterior end of *H. pretiosa arrufati* a: ventral view. b: lateral view. Centre: *H. pretiosa arrufati* alive. The red area of the clitellum is shown near the anterior end (right) the distal end (left) may swell acquiring a maze like shape. Photo: P. Onteniente. Right: distribution in the Valencian Community

Resultados

Hasta la fecha, de la provincia de Castellón se han citado 25 especies pertenecientes a 5 familias, de las que destacan, por su rareza o endemismo 7 de ellas:

Hormogaster pretiosa arrufati Álvarez, 1977

Kritodrilus osellai Zicsi, 1970.

Kritodrilus ruffoi Zicsi, 1970

Nicodrilus monticola Pérez Onteniente & Rodríguez Babío, 2002.

Ocotodrilus transpadanus (Rosa, 1884).

Proselodrilus pyrenaicus aragonicus (Álvarez, 1971).

Scherotheca aquitania Bouché, 1972

A continuación, para cada una de ellas se presentan sus características anatómicas y morfológicas más destacadas, su hábitat y categoría ecológica, además de su área de distribución en la Comunitat Valenciana (España) y su rareza.

H. pretiosa arrufati

Sinónimos 1998 *Hormogaster castillana* Qiu & Bouché.

Descripción. Longitud 170-295 mm. Anchura 10-14 mm. Coloración dorsal gris-pardo, ventral blanquecina. Sin poros dorsales. Prostomio proepilábico. Quetas estrechamente pareadas, las ab en mamelones en los segmentos 12, 13, 14, 18 y 19 y en papilas en todos los demás segmentos clitelares. Poros nefridianos en línea en la región B. Poros masculinos en el surco intersegmentario 15/16, con labios glandulares que afectan al 15 y al 16 (Fig. 1).

Biología y hábitat. Especie endogea. Vive en cañaverales, choperas en las riberas de arroyos y prados situados en terrazas de ríos; también en bosques de pinos.

Distribución y rareza. Esta subespecie, descrita originalmente de la localidad de Vall d'Uixó, no ha sido encontrada hasta ahora fuera de la provincia de Castellón, se trata por tanto de un endemismo valenciano (Fig. 1).

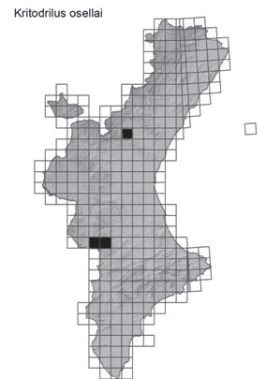
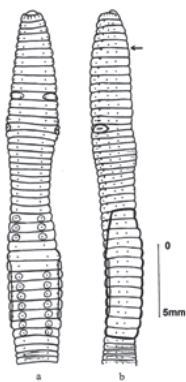


Figura 2 | Izquierda: Dibujo del extremo anterior de *K. osellai*. a: vista ventral, b: vista lateral. Derecha: *K. osellai* en vivo. Se distinguen por transparencia las vesículas seminales (zona blanquecina cerca del extremo anterior, abajo) y el clitelo (zona central amarillenta). Foto A. P. Onteniente. Derecha: distribución en la Comunidad Valenciana

Kritodrilus osellai

Descripción. Apigmentada, con coloración rosada en vida. Forma subcilíndrica con aplastamiento y ensanchamiento clitelar. Longitud 43 a 60 mm. Anchura máxima de 2,5 a 3 mm. Diámetro postclitelar entre 1,5 y 2 mm. Número de segmentos entre 123 y 166. Prostomio epilábico abierto $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$. Primer poro dorsal en el intersegmento 5/6 a 7/8. Poros masculinos en $\frac{1}{2}$ de 15 área B con labios glandulares redondeados que no afectan a los segmentos contiguos. Poros nefridianos en línea área B. Poros de las espermatecas en los intersegmentos 9/10 a 12/13 a la altura de la línea c de quetas. Presencia de papilas en las quetas a,b del segmento 11 y en quetas a del 28 al 30 ó 31 y 34 al 40. Clitelo del 27 ó 28 al 39 ó 40 en forma de silla de montar, con los surcos intersegmentarios claramente visibles. Tubérculos pubertarios del 33 ó 34 al 38 (Fig. 2).

Biología y hábitat. Bosques de pinos y encinas y vaguadas con matorral de aliagas y romero en zonas de altitud media o alta.

Distribución y rareza. Endemismo ibérico: citada de Teruel, Madrid y C. Valenciana. En esta última, se ha encontrado en el suroeste de la provincia de Valencia (Enguera, Ayora, Navalón) y sur de la de Castellón (Altura) (Anexo 1). Poco común.

Observaciones. Difícil de encontrar si no es en épocas lluviosas, segrega una capa de mucus que aglutina las partículas de suelo a su alrededor para camuflarse. Se puede confundir con *K. roseus* sobre el terreno, pero esta última es algo mayor y más robusta.

Kritodrilus ruffoi

Descripción. Apigmentada, coloración rosado-cárneo en vida, clitelo del mismo color. Forma cilíndrica con aplastamiento y ensanchamiento clitelar. Longitud 39-62 mm.

Figure 2 | Left: drawing of anterior end of *K. osellai*. a: ventral view, b: lateral view. Centre: *K. osellai* alive. The seminal vesicles are distinguished as a whitish area near the anterior end (down), and the clitellum in the center as a yellowish area. Photo A. P. Onteniente. Right: distribution in the Valencian Community

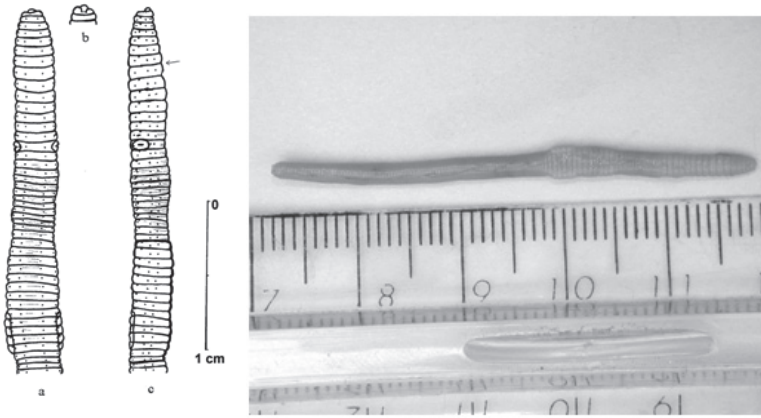


Figura 3 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *K. ruffoi*. a: vista ventral, b: prostomio, c: vista lateral. Centro: *K. ruffoi* fijada con formalina en visión ventral. Se aprecia el ensanchamiento clitelar (centro-derecha) y los tubérculos pubertarios (protuberancias en la región clitelar). Foto S. Montagud. Derecha: Distribución en la Comunidad Valenciana.

Figure 3 | Left: drawing of anterior end of *K. ruffoi*. a: ventral view, b: prostomium, c: lateral view. Centre: *K. ruffoi* fixed with formalin in ventral view. The clitellar widening (central-right) and the tubercula pubertatis (portuberances in the clitellar area) are shown. Photo S. Montagud. Right: distribution in the Valencian Comunity

Anchura máxima 2,5-3 mm; postclitelar 2 mm. Número de segmentos 147-182. Prostomio epilábico cerrado $\frac{1}{2}$. Primer poro dorsal en el intersegmento 5/6 y 6/7 rudimentarios y 7/8 claramente visible. Quetas separadas, distancia entre ellas postclitelar $aa=2ab$; $ab=bc=2cd$; $dd > aa$. Poros masculinos en 15, con labios redondeados que no afectan a los segmentos contiguos. Poros nefridianos en línea área B. Poros de las espermatecas en 9/10 y 10/11. Clitelo en forma de silla de montar, con los surcos intersegmentarios claramente visibles, del 29 ó 30 al 42 ó 43. Tubérculos pubertarios 1/2 37 ó 38 al 41 (Fig. 3).

Biología y hábitat. Bosques de pinos silvestres y prados en zonas de gran altitud.

Distribución y rareza. Endemismo ibérico. Descrita de la provincia de Teruel, se ha encontrado también en la Sierra de El Toro (Castellón) (Fig. 3). Poco común.

Observaciones. parecida a las dos anteriores, pero algo más pequeña

Nicodrilus monticola Onteniente & Babío, 2002

Descripción. Con débil pigmentación dorsal pardo-castaño en la parte anteclitelar, y blanquecina con raya oscura medio-dorsal en la zona postclitelar, clitelo color salmón. Forma subcilíndrica con aplastamiento clitelar y extremo posterior subtrapezoidal, algo aplastado en algunos ejemplares. Longitud 65-130 mm. Diámetro máximo entre 3 y 5,5 mm, postclitelar entre 2,8 y 4,8 mm. N° segmentos

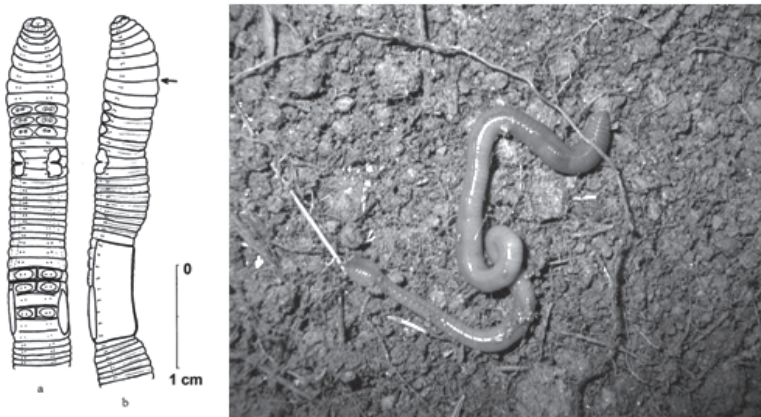


Figura 4 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *N. monticola*. a: vista ventral, b: vista lateral. Centro: *N. monticola* en vivo. Se aprecia el clitelo como una zona más rojiza, arriba, y la zona postclitellar más clara con una banda oscura medio-dorsal. Foto A. P. Onteni. Derecha: Distribución en la Comunidad Valenciana

Figure 4 | Left: drawing of anterior end of *N. monticola*. a: ventral view, b: lateral view. Right: *N. monticola* alive. The clitellum is shown as a reddish area (up) and the clearer postclitellar area with a mid-dorsal dark band. Photo P. Onteniente. Right: distribution in the Valencian Community

132 - 209. Prostomio epilóbico cerrado 1/3. Primer poro dorsal en 6/7, 7/8 ó 8/9. Quetas ab en papilas mamelonares siempre en 10, 11 y 12 y en papilas planas generalmente en 29, 30 y 32 (en algunos también en 26). Poros nefridianos esparcidos. Poróforos masculinos desde 1/2 14 hasta 1/2 16. Poros de las espermatecas en 9/10 y 10/11 línea c. El clitelo tiene una extensión variable en función del tamaño del ejemplar, así, en los ejemplares clitelados más pequeños está en 26 - 34 y en los mayores en 27 - 34 pero con área pelúcida en 26. Los tubérculos pubertarios varían también según el tamaño de 1/2 30 - 33 en los más pequeños a 1/2 30 - 2/3 34 en los mayores, y siempre son en línea (Fig. 4).

Biología y hábitat. Especie endógena y anfimictica, aunque no se descarta que existan poblaciones partenogenéticas. Vive en bosques de pinos carrascos, de encinas y mixtos; en terrazas de río y vaguadas con matorral; ocasionalmente también en bordes de arroyos y campos de cultivo. Zonas de altitud media o media-alta.

Distribución y rareza. Endemismo ibérico. Comunidad valenciana y provincias de Albacete, Madrid y Toledo. En la C. Valenciana, en el interior de las tres provincias (Fig. 4). Es común en algunas zonas, pero poco abundante.

Observaciones. Antes de su descripción, ejemplares de esta especie se confundían con otros de *Nicodrilus caliginosus* y *Nicodrilus trapezoides*.

Octodrilus transpadanus

Descripción. Coloración dorsal pardorrojoza con gradiente antero-posterior y claro límite dorso-ventral, vientre blanquecino. Forma subcilíndrica, con cola normal. Longitud 110 - 113 mm, anchura máxima 4 - 5 mm. N° de segmentos 150 a 155. Prostomio epilóbico abierto 1/2. Primer poro dorsal en intersegmento 13/14. Quetas a y b de los segmentos 21, 22 y 30 en papilas individuales, pudiendo faltar estas

papilas en uno o dos segmentos. Poros nefridianos alineados en área B cerca de quetas b. Poros de las espermatecas, cinco pares, en intersegmentos 6/7 a 10/11 a nivel de quetas c. Clitelo de extensión 30 - 37. Tubérculos pubertarios a lo largo de todo el clitelo, en banda lateral (fig. 9).

Biología y hábitat. Cañaverales en terrazas de río, campos de secano. Mediana altitud.

Distribución y rareza. Europa centro-oriental. En la Península Ibérica, citada de Madrid, y en la C. Valenciana, de la provincia de Castellón, localidades de Azuébar, Atzeneta del Maestrat y Chóvar (fig. 10). Localizada pero abundante en donde se encuentra.

Observaciones. Parecida a la anterior, pero algo mayor, con pigmentación menos intensa y diferente posición de los tubérculos pubertarios y el clitelo.

Proselodrilus pyrenaicus aragonicus

Descripción Apigmentadas, con tonalidades rosado-violáceas. Forma cilíndrica con aplastamiento y ensanchamiento clitelar, cola claviforme. Longitud 145-238 mm, anchura 4-6 mm. Número de segmentos 250 a 387. Prostomio proepilóbico. Primer poro dorsal en el intersegmento 8/9 ó 9/10 con uno rudimentario en el 8/9. Quetas estrechamente pareadas. Poros masculinos en el 15, con labios redondeados, cordiformes, que van de 1/4 de 15 al intersegmento 15/16. Poros nefridianos en línea en el área B. Poros de las espermatecas en los intersegmentos 13/14 y 14/15 en número de tres a seis pares por intersegmento, aproximadamente a la altura de las quetas cd. Quetas a,b sobre papilas en número variable, generalmente de tres a cinco pares, pudiendo aparecer en los segmentos 10, 11, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 35, 36, 37 y 38. Clitelo del 20 ó 21 al 30 - 32. Tubérculos pubertarios del 21,22 ó 23 al 27 ó 28. (Fig. 6)

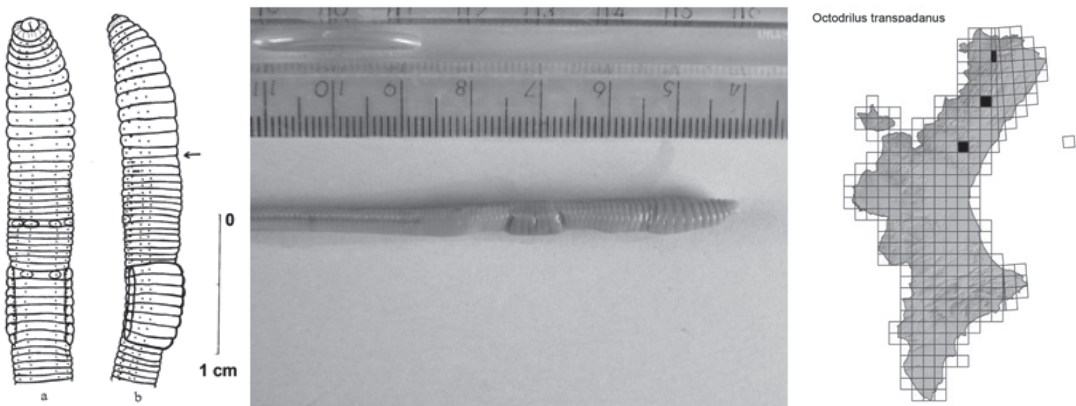


Figura 5 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *O. transpadanus*. a: vista ventral, b: vista lateral. Centro: *O. transpadanus* fijada con formalina. Visión lateral del extremo anterior. Se aprecia el clitelo rosado con los tubérculos pubertarios (pequeños abultamientos blanquecinos a lo largo del borde). Foto S. Montagud. Derecha: distribución en la Comunidad Valenciana

Figure 5 | Left: drawing of anterior end of *O. transpadanus*. a: ventral view, b: lateral view. Center: *O. transpadanus* fixed with formalin. Lateral view of anterior end. The pink clitellum with the tubercula pubertatis is observed (small whitish swellings along the edge). Photo S. Montagud. Right: Distribution in the Valencian Community



Figura 6 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *P. pyrenaicus aragonicus*. a: vista ventral, b: vista lateral, c: prostomio. Centro: *P. pyrenaicus aragonicus* en vivo. En el individuo de la izquierda, se aprecia la gran longitud que alcanzan cuando se estiran; el que está en el centro, en cambio, está encogido. En el individuo de la derecha se aprecia una zona rojiza cerca del extremo anterior (el de arriba), correspondiente al clitelo. Foto A. P. Onteniente. Derecha: distribución en la Comunidad Valenciana

Figure 6 | Left: drawing of anterior end of *P. pyrenaicus aragonicus*. a: ventral view, b: lateral view, c: prostomium. Center: *P. pyrenaicus aragonicus* alive. The left specimen, fully stretched, shows the great length this species can reach. The specimen in the middle, however, is hunched. In the right specimen a reddish area near the anterior end (up) corresponding to clitellum is observed. Photo A. P. Onteniente. Right: distribution in the Valencian Community

Biología y hábitat. Especie endogea, neutrófila y relativamente acidotolerante, que prefiere suelos con poca materia orgánica. Abunda en prados en terrazas de río y monte con matorral de tomillo, romero y aliagas, aunque también se la encuentra en linderos de bosques, barrancos, choperas en arroyos de montaña y campos de secano, a mediana o alta altitud.

Distribución y rareza. Endemismo ibérico. Provincias de Huesca y Zaragoza. En la C. Valenciana, en el interior de las provincias de Castellón y Valencia (Fig. 6). Bastante común.

Observaciones. Especie de longitud considerable en relación con su anchura, es difícil encontrar ejemplares clitelados. A destacar la relativa fragilidad de su largo cuerpo excepto en su extremo anterior, que posee fuertes músculos para excavar las profundas galerías que habita.

Scherotheca aquitania

Descripción. Con pigmentación parda. Longitud 260-320 mm. Anchura 6-8 mm. Nº de segmentos 267-306. Prostomio epilóbico cerrado, casi prolóbico. Primer poro dorsal en 10/11. Poróforos bastante reducidos en el 15, sin rebasarlo y a veces sin llegar a sus límites. Poros de las espermatecas en los intersegmentos 9/10 a 12/13 (a veces también en 13/14). Clitelo en 28 al 44, llegando a veces hasta parte del 27 y, por detrás al 45 ó parte del 46. Tubérculos pubertarios: $\frac{1}{2}$ 31 ó 32 al 43 ó 44 en banda longitudinal (fig. 13).

Biología y hábitat. Pertenece a la categoría ecológica de las anécicas. Se presentan en suelos calcáreos con poca materia orgánica, en zonas xerófilas y a diversas altitudes.

Distribución y rareza. Francia, P. Ibérica. En esta última, en las provincias de Navarra, Huesca y Zaragoza. En la C. Valenciana, citada únicamente del norte de Castellón (fig. 14). Rara



Figura 7 | Izquierda: dibujo del extremo anterior de *S. aquitania*. A la izquierda en vista ventral y a la derecha en vista lateral. Centro: *S. aquitania* en vivo. Destaca la tonalidad gris oscura de esta especie y su gran tamaño. Foto A. P. Onteniente. Derecha: distribución en la Comunidad Valenciana

Figure 7 | Left: drawing of anterior end of *S. aquitania*. Ventral and lateral view. Center: *S. Aquitania* alive. The dark grey coloration and its great size is observed. Photo: A. P. Onteniente. Derecha: distribución in the Valencian Community

Observaciones. Una de las mayores especies de la Comunitat Valenciana

Discusión y conclusiones

La fauna de lombrices de tierra de la provincia de Castellón es rica en especies singulares por su rareza y endemismo, como corresponde a una provincia de un país mediterráneo con paisajes muy variados que van desde las llanuras costeras hasta las tierras altas del interior, con cimas de más de 1800 m de altitud, a lo que se suma una gran variabilidad de tipos de suelos, lo que propicia la aparición de buen número de hábitats diferentes, con la consiguiente diversidad específica asociada a ellos.

Los trabajos faunísticos realizados por lo que se refiere a las lombrices de tierra han sido fragmentarios en su mayoría, sólo han tenido cierta extensión los realizados por Pérez

Onteniente (1997) Pérez Onteniente & Rodríguez Babío (2002) y Pérez Onteniente et al. (1998) y aún éstos han dejado muchos hábitats y cuadrículas de 10x10km de la provincia sin muestrear. Por tanto, a las siete especies reseñadas en este trabajo, es muy posible que se les unan otras en el futuro, a medida que se realicen nuevos muestreos, dada la extensión del territorio aún sin explorar desde el punto de vista de la fauna de lombrices de tierra.

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a D. Sergio Montagud por la realización de algunas de las fotos que ilustran el trabajo y a la Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge por su patrocinio para la realización de muchos de los muestreos que hicieron posible este y otros trabajos del autor.

Bibliografía

Álvarez, J. 1971. Los Oligoquetos terrícolas de la Península Ibérica. Tesis doctoral. Publicaciones de la Facultad de Ciencias. Universidad Complutense de Madrid. Serie A, núm. 149, 196p.

Álvarez, J. 1977. El género *Hormogaster* en España. P. Cent. Pir Biol. Exp., 9:27-35

Buckman, H.O. & Brady, N.C. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. Lombrices de tierra pp. 113-116.

Díaz Cosín, D. J.; Moreno, A. G. & Jesús, J. B. 1980. Lombrices de tierra (Lumbricidae, glososcolécidos y Megascolécidos) de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Inventario y citas. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.(Biol.), 78:77-95

Flores, M. T. & Alvira, P. 1988. La lombriz de tierra (*E. foetida* Sav. y *L. rubellus* Hoff.), biología y usos más importantes. An. Edaf. Agrobiol. 46: 771-784.

Lavelle, P. 1983. "The structure of earthworm communities" en: Satchell, J. E. (ed.), Earthworm ecology from Darwin to vermiculture. Ed. Chapman and Hall. p. 449-466.

Pérez Onteniente, A. 1997. Lombrices de tierra de la Comunidad Valenciana: faunística, ecología y parasitología. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia, Valencia, 418pp.

Pérez Onteniente, A.; Rodríguez Babío, C. 2002. Three new species of earthworms (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae), from the Valencian Community (Spain). Journal of Natural History 36, 515-530.

Pérez Onteniente, A.; Rodríguez Babío, C. 2008. Lombrices de tierra de la Comunitat Valenciana. Ed. Generalitat Valenciana, Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge. Colección Biodiversidad nº 16, 83 pp.

Pérez Onteniente, A.; Rodríguez Babío, C. & Díaz Cosín, D.J. 1998. Lombrices de tierra (Annelida, Oligochaeta) de la Comunidad Valenciana, España. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.), 94 (1-2):119-131.

Qiu, J. P.; Bouché, M. 1998a. Chorologie : Nouvelle stations d'études de lombriciens et relation des taxons à celles-ci. Doc. pédozool. integr. 3, 9: 253-273.

Qiu, J. P.; Bouché, M. 1998b. Revisión du genre *Proselodrilus* Bouché, 1972 (Oligochaeta : Lumbricidae); description de 16 taxons nouveaux pour la science. Doc. pédozool. integr. 4, 5 : 37-64.

Qiu, J. P.; Bouché, M. 1998c. Révision morphologique, chorologique et taxonomique du genre *Scherotheca* Bouché, 1972 (Oligochaeta: Lumbricidae). Doc. pédozool. integr. 4, 12: 117-139.

Cita recomendada:

Pérez Onteniente, A. 2012. Lombrices raras y endémicas de la provincia de Castellón (España). Nemus nº 2. pp. 63-69. Ateneu de Natura. Castelló

Pectínidos de las aguas de Castellón: faunística, taxonomía y evolución

Juan B. Peña¹ y Carlos Saavedra²

En la costa de Castellón existe un banco natural de pectínidos del que se extraen ejemplares adultos de vieira por las embarcaciones de arrastre, aunque las capturas no son importantes. En el proceso de captación de semillas dentro del banco natural, mediante el fondeo de colectores filamentosos, se han encontrado otras once especies de pectínidos, realizándose unas claves dicotómicas para diferenciar las semillas de pocos milímetros. Recientemente se han utilizado técnicas de biología molecular para diferenciar los pectínidos y estudiar su evolución.

Palabras clave: bivalvos, vieiras, morfología, sistemática, biogeografía, filogenia molecular, datación molecular, Mediterráneo.

Pectinidae off Castellón (Spain) coast: fauna, taxonomy and evolution

In the Castellón coast there is a natural population of scallops that are caught by trawlers, though the catches are not important. During the spat settlement experiments in the scallop population ground, by means of the deployment of filamentous collectors, a total of 12 scallop species were caught and classified. We describe a dichotomy keys to elucidate these 12 spat species of very few millimeters in shell length. Recently, some molecular techniques have been used to differentiate the scallop species and to study their evolution.

Key words: bivalvia, scallops, morphology, systematics, biogeography, molecular phylogeny, molecular dating, Mediterranean.

A raíz de encontrar en los desembarcos de los barcos de pesca del arrastre de Peñíscola y Grao de Castellón cierto número de ejemplares de vieira (*Pecten jacobaeus* L.), en 1989 se inició el estudio de las poblaciones de esta especie en las costas de la Comunidad Valenciana, realizando una encuesta de capturas en las diferentes cofradías de pescadores. Al detectar un caladero con abundantes capturas en el Carreró (40°01' N, 0°26' E), situado entre 70 y 75 m de profundidad y a unas 13 millas marinas de Oropesa del Mar y a unas 22 millas de Peñíscola, se realizó un estudio del ciclo reproductor de la vieira (Mestre et al., 1990a; 1990b). Posteriormente, siguiendo la técnica japonesa de captación de semillas del medio natural (Taguchi & Walford, 1976; Ventilla, 1977) se realizaron los primeros intentos de fijación de larvas de pectínidos sobre las bolsas colectoras (Peña et al., 1995) en el Carreró y en el Arrecife de Cabanes (40°07' N, 0°13' E), situado a 18-20 m de profundidad, frente al Prat de Cabanes-Torreblanca, identificando en una primera fase sólo dos especies de pectínidos (Peña et al., 1995). Después de los primeros fondeos en el Carreró se

ensayaron las fijaciones de pectínidos en otros caladeros de la provincia de Castellón, como Roncabanes (39°56' N, 0°11' E), situado a 50 m de profundidad y la Roca de Garbí (39°55' N, 0°07' E), situado a 40 m de profundidad, ambas frente al Grao de Castellón; la Sobarra (40°20' N, 0°40' E), situado a 65 m de profundidad, frente a Peñíscola y, finalmente en el Voltant (40°06' N, 0°29' E), situado a 65 m de profundidad, frente a Alcocebre.

Con el tiempo, en los diferentes caladeros y a las profundidades descritas se fueron encontrando e identificando mayor número de especies de pectínidos, pasando de las dos iniciales (*P. jacobaeus* y *Aequipecten opercularis* L.) a cinco (*Mimachlamys varia* L., *Palliolium incomparabile* Risso, *Flexopeten flexuosus* Poli) (Peña & Canales, 1993; Peña et al., 1996). Posteriormente, además de estas especies se identificaron *Perapecten commutatus* Monterosato y *Pseudamysium clavatum* Poli (Peña et al., 1994; 2005) y en Peña et al. (1997) se describió *Flexopeten glaber* L. y se diferenció *Crassadoma multistriata* Poli de *M. varia*. Actualmente se ha llegado a las 12 especies al encontrar escasos ejemplares

¹ Juan B. Peña. Instituto de Acuicultura de Torre la Sal, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 12595 Ribera de Cabanes (Castellón). jbpsnya@iats.csic.es

² Carlos Saavedra. Instituto de Acuicultura de Torre la Sal, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 12595 Ribera de Cabanes (Castellón). saavedra@iats.csic.es

de *Delectopecten viterus* Gmelin, *Karnekampia bruei* Paryraudeau y *Lissopecten hyalinum* Poli.

La mayoría de publicaciones sobre taxonomía de los pectínidos describen las características morfológicas, el hábitat y la distribución geográfica de los ejemplares adultos (Rombouts, 1991; Wagner, 1991; Poppe & Goto, 2000). Sin embargo, en escasos artículos se describen las larvas y juveniles de estas especies, por lo que a la hora de identificar las semillas de escasos milímetros capturadas en los colectores resulta difícil. Por consiguiente, este artículo se centra en la identificación de los juveniles de las 12 especies de pectínidos que frecuentan la costa castellanense, cuyo objetivo fue la realización de una clave dicotómica que permita clasificar los pectínidos del Mediterráneo occidental utilizando una lupa binocular.

Una de las herramientas más poderosas para resolver cuestiones de tipo sistemático, taxonómico o de biodiversidad es la biología molecular, especialmente la secuenciación del ADN. Mediante métodos filogenéticos bien desarrollados se puede determinar el parentesco evolutivo de las variedades, razas y especies, y poner fechas aproximadas al momento de su origen. También se pueden estudiar diversos aspectos de la demografía y de la adaptación al medio utilizando técnicas de genética de poblaciones.

En publicaciones anteriores abordamos algunas de estas cuestiones en torno a la especie más emblemática de los pectínidos castellanenses, que es la vieira mediterránea (*P. jacobaeus*). Esta especie fue descrita por Linneo en 1758, quien la separó de la vieira atlántica *P. maximus* por las diferencias obvias en la morfología de la concha. Sin embargo, los primeros estudios moleculares indicaron que las diferencias entre las dos especies eran muy tenues, más propias de las que se encuentran habitualmente entre poblaciones

de la misma especie que entre especies bien diferenciadas (para una revisión ver Saavedra 2007). Nuestros estudios permitieron determinar que la vieira atlántica penetra en el Mediterráneo hasta el Mar de Alborán, y que se separa de la vieira mediterránea a través del frente oceanográfico Almería-Orán (Ríos et al., 2002; Saavedra & Peña, 2004). Este frente se sitúa en el límite oriental del mar de Alborán y es un límite biogeográfico para muchas especies, y también un punto de diferenciación genética entre poblaciones de una misma especie (Patarnello et al., 2007).

Otra cuestión debatida es el origen de las vieiras europeas que abordaremos en el presente artículo. Tradicionalmente se ha aceptado la hipótesis de Fleming (1957), posteriormente adaptada por Waller (1991), según la cual el género *Pecten* se originó en lo que es hoy el océano Índico, a principios del Mioceno (hace unos 20 millones de años) (Fig. 1). En aquel tiempo existía una conexión entre lo que luego serían las cuencas atlántica e india, denominada mar de Tetis. El Tetis se cerró a finales del Mioceno, hace unos 15 millones de años (Rögl, 1998), para formar el mar Mediterráneo y los mares Rojo y Arábico, y como consecuencia las especies residentes en ambas zonas quedaron aisladas y evolucionaron independientemente. El grupo aislado en el Mediterráneo habría dado lugar a las actuales *P. maximus* y *P. jacobaeus*, y el grupo del océano Índico se habría dispersado dando lugar a las especies *P. sulcicostatus* Sowerby II y *P. benedictus* de África, *P. fumatus* Reeve y *P. modestus* Reeve de Australia, y *P. novaezelandiae* Reeve de Nueva Zelanda. Todas estas especies constituyen lo que Fleming denominó el "grupo jacobaeus".

En un artículo anterior realizamos una primera evaluación de la hipótesis de Fleming mediante el estudio de secuencias del gen que codifica el RNA 16S del genoma mitocondrial

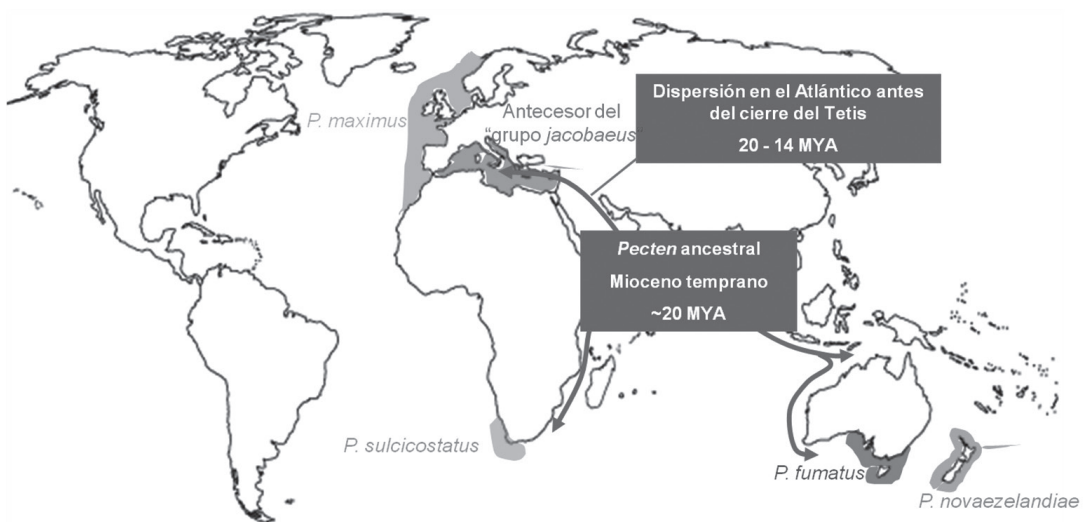


Figura 1 | Distribución de las especies estudiadas en este trabajo y modelo de Fleming-Waller (FW) para la diversificación evolutiva del "grupo jacobaeus".

Figure 1 | Distribution of the species studied in this work, and Fleming-Waller (FW) model of evolutionary diversification of the "jacobaeus group".

en *P. jacobaeus*, *P. maximus*, *P. fumatus* y *P. novaezelandiae* (Saavedra & Peña, 2004). Nuestros resultados indicaron que la divergencia observada entre las especies de la cuenca Atlantomediterránea y las de Australasia era demasiado pequeña para ser compatible con una separación en el Mioceno. Propusimos una hipótesis alternativa basada en las consideraciones de Vermeij (1992) y Beu & Darragh (2001). Según esta hipótesis las especies de *Pecten* del Atlántico norte y del Mediterráneo serían las especies más antiguas del “grupo jacobaeus”, se habrían dispersado a Suráfrica aprovechando el periodo frío de mediados del Plioceno y posteriormente se habrían dispersado a Australia y Nueva Zelanda, aprovechando la Corriente Circumpolar Austral que fluye de oeste a este en el hemisferio sur. Hemos denominado a esta hipótesis el modelo de Vermeij-Beu-Darragh (VBD) (Fig. 3). Al modelo de Fleming-Waller nos referiremos como “modelo FW”.

En este artículo presentamos los primeros resultados de una evaluación del modelo VBD. Además de las especies anteriormente estudiadas de Europa, Australia y Nueva Zelanda hemos incluido una de las dos especies surafricanas (*P. sulcicostatus*). Por otra parte, hemos ampliado los genes secuenciados a tres, al incluir los genes que codifican los RNA 12S y 16S mitocondriales.

Material y métodos

Zona de estudio

En la Figura 2 se muestra el mapa de la costa de Castellón en la que se han marcado los nueve puntos de fondeo de los colectores, en los que se han recolectado las diferentes especies de pectínidos. Además de los seis caladeros descritos en la introducción, a partir de 2001 y hasta 2009, se utilizaron las instalaciones de tres piscifactorías para el engorde de peces (dorada y lubina) en jaulas flotantes. Una situada a la salida del puerto pesquero de Burriana (39°51' N, 0°01' W), sobre fondos de arena y rocas entre 15 y 22 m de profundidad y explotada por la empresa CRIMAR. La segunda granja marina estaba localizada cerca del puerto deportivo de Oropesa del Mar (40°04' N, 0°10' E), sobre fondos de arena entre 25 y 29 m de profundidad, que estaba explotada por la empresa PISCIMED. La tercera granja marina se encontraba a la salida del puerto deportivo de Alcocebre (40°15' N, 0°19' E), situada a 15-20 m de profundidad, y propiedad de la empresa Peix d'Or.

Los diferentes puntos de muestreo se eligieron por estar situados encima de formaciones rocosas que, en teoría, los pescadores del arrastre evitan para no romper las redes (Carreró, Voltant, Roncabanes, Roca de Garbí y Sobarra) y en la playa de Torre de la Sal (Arrecife de Cabanes) profundidad a la que está prohibido pescar. A pesar de tomar estas precauciones, en los caladeros de Roncabanes y la Roca de Garbí algunos barcos de arrastre de Burriana y Castellón pasaron pegados a las rocas y sus redes se enredaron con los cabos de los colectores, de forma que en otoño sólo

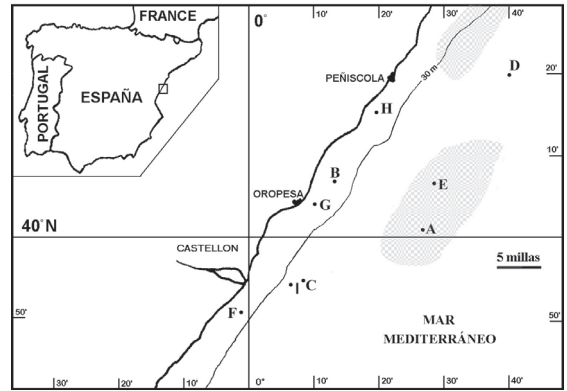


Figura 2 | Mapa de la localización de los nueve puntos muestreados en la costa de Castellón. A: Carreró, B: Arrecife de Cabanes, C: Roncabanes, D: Sobarra, E: Voltant, F: Burriana, G: Oropesa, H: Alcocebre, I: Roca de Garbí. Las zonas sombreadas indican la distribución de la población natural de vieira.

Figure 2 | Map of the nine locations of collector deployment in the Castellon coast. A: Carreró, B: Arrecife de Cabanes, C: Roncabanes, D: Sobarra, E: Voltant, F: Burriana, G: Oropesa, H: Alcocebre, I: Roca de Garbí. The dashed zones indicate the wild population distribution of the scallops.

se recuperaron algunas bolsas, por lo que los resultados no se han contabilizado. A consecuencia de este hecho, en la Sobarra se fondearon los colectores unos días después de empezar la veda de los barcos de arrastre y se recuperaron unos días antes de que éstos volvieran a faenar. La suspensión de los colectores de las instalaciones de las granjas marinas permitió recuperar una mayoría de las bolsas.

Colectores

La técnica de captación de semillas de pectínidos consiste en colocar cerca del fondo, independientemente de la profundidad de la columna de agua, materiales filamentosos que sirvan de soporte para que las larvas se fijen para sufrir la metamorfosis. Estos materiales se encierran en bolsas de malla que permitan entrar a las larvas de pectínidos, pero impidan su salida cuando las semillas decidan desprenderse del filamento y empezar una vida libre sobre el bentos.

Las líneas colectoras constan de una soga de 12 mm de grosor y de una longitud unos 10-15 m mayor que la profundidad donde se vayan a fondear. Así, por ejemplo, en el Carreró se empleaban cabos de 90 m, en un extremo se ataban uno o dos bloques de cemento de unos 50 kg y en el otro extremo una boya de superficie. Según la profundidad, se ataban 7, o 10 o 14 bolsas colectoras separadas unos 50-60 cm entre ellas. Estas bolsas siempre se distribuían cerca del fondo, empezando a un metro o dos por encima del muerto de cemento y a unos dos metros de la última bolsa se ataba un flotador de inmersión que mantenía el cabo en posición vertical. A unos 3 m de la boya de superficie se colocaban varias plomadas para hundir la soga sobrante, impidiendo que flotara y se enredara en las hélices de los barcos.

A lo largo de los años se han ensayado diferentes tipos de bolsas de malla y del contenido. En términos generales, las bolsas de polietileno eran las usadas para el embalaje de cebollas o naranjas, de 35 x 40 cm y una malla de 11 mm de luz, aunque también se emplearon bolsas chilenas de 75 x 40 cm y una malla de 2 mm. En las primeras se podían escapar algunas semillas pasando por la malla, cosa que en las chilenas era imposible y se recuperaba mayor número de semillas. El contenido de las bolsas, en un principio, fue un fragmento de monofilamento de unos 25 a 30 g en peso seco de la red de nylon que se usa para la pesca del trasmallo, después se sustituyó por una bolsa para envasar mejillones y una bolsa para empaquetar judías verdes o las de las naranjas.

Fijación

Debido a que la época natural de desove de la vieira en el Mediterráneo occidental empieza en diciembre y se prolonga hasta mayo, con un pico en marzo y abril (Mestre et al., 1990b) y teniendo en cuenta que las larvas planctónicas tardan de 25 a 35 días en buscar un sustrato para la fijación (Dao, 1991), según la temperatura del agua, los colectores siempre se han fondeado en marzo o abril. Generalmente, la recuperación se ha realizado en otoño, cuando la temperatura del agua empieza a bajar de los 20°C, excepto en algunos años que se ha realizado en verano, para recuperarlos antes de que los barcos de pesca los puedan arrastrar y destruir.

En algunas ocasiones durante la recuperación de los colectores, en la cubierta de la embarcación, las bolsas se introdujeron individualmente en botes etiquetados de 2 L de capacidad, con agua de mar y formaldeído al 4%. Posteriormente, en el laboratorio, se identificaron las diferentes especies, siguiendo las indicaciones de Rombouts (1991) y Wagner (1991), se contaron según la posición de la bolsa a lo largo de la línea y se midió la altura de la concha mediante un pie de rey con una precisión de 0,01 mm. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones, las semillas de pectínidos de unos seis meses se identificaron en la embarcación, a simple vista, y se distribuyeron en cestas de cultivo, donde continuaron su engorde hasta alcanzar la talla comercial.

Cuando la recuperación de los colectores se hacía a los dos meses, las semillas medían escasos milímetros de altura, por lo que el contenido de cada bolsa se guardaba en frascos de cristal con etanol de 70°. Estas semillas se identificaban a la lupa binocular según Waller (1991), Peña et al. (1998) y Waller (2006), se medía la altura con la ayuda del ocular graduado de la lupa y se destinaban al montaje sobre portas para su observación al microscopio electrónico de barrido (MEB).

Muestreo, secuenciación de ADN y análisis de secuencias

Se obtuvieron muestras de músculo aductor de *P. maximus* de Galicia (España), *P. fumatus* de Tasmania, *P. sulcicostatus* de Cape Town (Sudáfrica) y de *P. novaezelandiae* de la isla Norte de Nueva Zelanda. No se incluyó una muestra

específica de *P. jacobaeus* porque un estudio preliminar indicó que presenta la misma secuencia que *P. maximus*, en concordancia con estudios previos basados en el gen del RNA 16S (Saavedra & Peña, 2004). Las muestras se mantuvieron en etanol 70% hasta la extracción de ADN, que se llevó a cabo mediante precipitación salina. Se amplificó un fragmento de 600 pares de bases (pb) del gen de la citocromo oxidasa I (COI), otro del gen del RNA 12S de uso 400 pb, y otros del gen del RNA 16S de unos 500 pb, mediante PCR. Se utilizaron los cebadores de Folmer et al. (1994) para COI y los de Saavedra & Peña (2006) para los genes de los RNA. Las secuencias se editaron con el programa BioEdit (Hall, 1999) y se alinearon con Clustal W (Thompson et al., 1994). Se determinaron las distancias entre secuencias sin corrección (p-distance) y mediante el método de 2 parámetros de Kimura (1980) con corrección gamma. Se obtuvo un árbol filogenético mediante el método de unión de vecinos (neighbor joining; Saitou & Nei, 1987) basado en las distancias K2P con corrección gamma. La confianza de los agrupamientos se determinó mediante el método bootstrap. Como grupo externo se han utilizado *Euvola zizac* L. y *Nodipekten nodosus* L. ambas capturadas en Venezuela. Los análisis se llevaron a cabo con el software MEGA (Kumar et al., 2001).

Resultados

Diversidad de los pectínidos de las costas de Castellón

En los caladeros experimentados se han identificado un total de doce especies de pectínidos, pero no todas las especies se encuentran en los nueve puntos de muestreo. Así, las tres especies de elevado valor comercial, la vieira (*P. jacobaeus*), la volandeira (*A. opercularis*) y la zamburiña (*M. varia*), se encuentran en todos los caladeros junto a *C. multistriata*. *F. flexuosus* se presentó en todos los caladeros, excepto en el Voltant, con una marcada preferencia por los fondos someros. Por el contrario, *P. incomparabile*, que sólo aparece en zonas profundas, no se encontró en las tres granjas marinas. Por otro lado, *P. clavatum* y *P. commutatus* frecuentaron los colectores situados a mayor profundidad (Sobarra, Carretero y Voltant) y no están a profundidades inferiores a 50 m, mientras que *F. glaber*, solamente se capturó en los colectores fondeados en la zona somera del Arrecife de Cabanes. *L. hyalinum* se encontró en pequeñas cantidades en las granjas marinas de Alcocebre y Oropesa y en el Arrecife de Cabanes. *D. vitreus*, se fijó en muy pocas bolsas fondeadas en Alcocebre y Oropesa, mientras que de *K. bruei* sólo se encontró un ejemplar en el caladero del Arrecife de Cabanes. La abundancia de semillas de las diferentes especies de pectínidos en los siete caladeros frecuentados con varias campañas de asentamiento se han representado en la Figura 3, a excepción de Roncabanes y la Roca de Garbí, de los que se recuperaron muy pocas bolsas y no se han computado las fijaciones.

En los tres caladeros situados a mayor profundidad y en la granja marina de Oropesa, la especie más habitual fue *A. opercularis*, mientras que en las piscifactorías de Alcocebre y Burriana la especie más cuantiosa fue *M. varia*. Un caso aparte se encontró en el Arrecife de Cabanes, donde la especie más abundante fue *F. flexuosus* con un 43,3% de los pectínidos fijados, seguida de *A. opercularis* (21,4%) y *M. varia* (18,1%).

En el Carreró la volandeira superaba el 54,3% de las fijaciones, la zamburiña se quedaba en un 4,6% y la vieira en un 2,4%. En este caladero cabe destacar la presencia masiva de *P. incomparabile*, especie sin valor comercial, y una de las especies raras (*P. commutatus*).

En la Sobarra la volandeira representaba el 63,2% de los pectínidos, seguida de lejos por *P. clavatum* (11,7%), *P. jacobaeus* (8,4%) y *M. varia* (7,7%). *P. incomparabile* redujo su porcentaje considerablemente al quedar en un 6,5%. El resto de especies apenas superaron el 1%.

En el Voltant el asentamiento de los pectínidos mostró unas proporciones similares al vecino caladero del Carreró (Fig. 6) con un predominio de semillas de *A. opercularis* (55,5%), que junto a las de *P. incomparabile* (32,2%) suponían casi el 90%, dejando a la vieira un 4,9% y a la zamburiña un 0,1%. De las tres granjas marinas ensayadas, la de Oropesa registró unos resultados similares a los de los caladeros más profundos que a los de las otras dos piscifactorías. La volandeira con un 60% de las fijaciones junto a las de la zamburiña con 14,7% y la vieira (9,9%) suponen casi el 85% de los pectínidos recolectados, quedando las especies no comerciales reducidas a un 15%.

La mayor proporción de zamburiñas se cosechó en la granja marina de Alcocebre con más de un 82% de todos los pectínidos. La volandeira (7,4%) y la vieira (6,6%) sumaron otro

14%, por lo que las especies sin valor comercial quedaron reducidas a valores escasos (3,9%).

En la piscifactoría de Burriana (Fig. 9) también se observó un mayor predominio de zamburiñas (79,7%), que con el 7,4% de volandeiras y el 2,7% de vieiras, representaron casi el 90% de los pectínidos. En esta granja marina no se encontraron ejemplares de *L. hyalinum*, presentes en pequeño número en las otras dos piscifactorías y en el Arrecife de Cabanes.

Diferenciación de formas juveniles por los caracteres morfológicos al MEB

En Peña et al. (1998) se hizo un primer intento de diferenciar ocho especies de pectínidos de las aguas marinas de Castellón, pero ahora se describen las claves dicotómicas que permitan diferenciar las semillas de estos pectínidos (Anexo I).

Diversificación evolutiva de las vieiras del género *Pecten*

Para el presente análisis se obtuvieron 3 secuencias de *P. maximus*, 5 de *P. sulcicostatus*, 3 de *P. fumatus*, 2 de *P. novaezelandiae* y una de cada una de las 2 especies utilizadas como grupo externo. Las distancias entre *P. fumatus* y *P. novaezelandiae* variaron entre 0,006 y 0,010. Las distancias entre el grupo *P. maximus* y *P. sulcicostatus* estuvieron comprendidas entre 0,031 y 0,042. Las distancias entre *P. maximus* y el grupo *P. fumatus* / *P. novaezelandiae* variaron entre 0,030 y 0,040, y entre *P. sulcicostatus* y el grupo *P. fumatus* / *P. novaezelandiae* lo hicieron entre 0,026 y 0,035. El árbol filogenético obtenido a partir de las distancias K2P con corrección gamma se muestra en la Fig. 4. Se observa

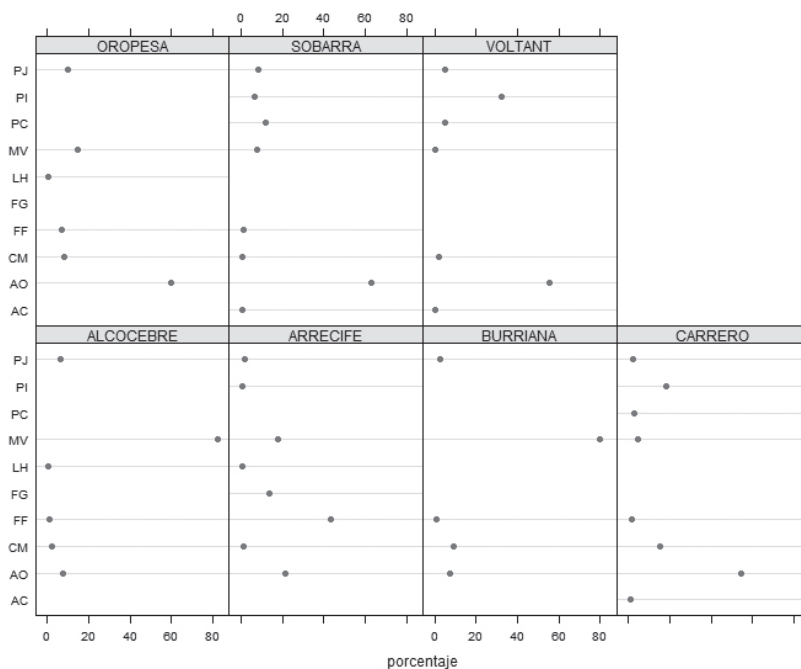


Figura 3 | Porcentaje de semillas de pectínidos capturadas en los caladeros estudiados. FF: *F. flexuosus*, LH: *L. hyalinum*, FG: *F. glaber*, PI: *P. incomparabile*, AO: *A. opercularis*, MV: *M. varia*, CM: *C. multistriata*, PJ: *P. jacobaeus*, PC: *P. clavatum*, AC: *P. commutatus*.

Figure 3 | Percentage of pectinids spat collected at the studied grounds. FF: *F. flexuosus*, LH: *L. hyalinum*, FG: *F. glaber*, PI: *P. incomparabile*, AO: *A. opercularis*, MV: *M. varia*, CM: *C. multistriata*, PJ: *P. jacobaeus*, PC: *P. clavatum*, AC: *P. commutatus*.

que la rama más antigua del género *Pecten* es la que contiene las secuencias del grupo *P. jacobaeus* / *P. maximus*. A continuación se separa *P. sulcicostatus* y finalmente el grupo de especies de Australasia (*P. fumatus* y *P. novaezelandiae*). Las edades de estos clados se determinaron utilizando un reloj molecular basado en la separación de *P. fumatus* y *P. jacobaeus*. Esta separación tuvo lugar hace poco más de un millón de años (Beu & Darragh, 2001). Como la divergencia observada fue de 0,006 a 0,010, la tasa de evolución del gen COI se puede estimar en 0,0027 a 0,0045 por millón de años. Si se aplica esta tasa a la divergencia de las especies estudiadas, se obtiene una estima de 3,4 – 7,8 millones de años para la divergencia *P. sulcicostatus* respecto a *P. maximus* / *P. jacobaeus* y 2,9 - 6,5 millones de años para la divergencia del grupo *P. fumatus* / *P. novaezelandiae* de *P. sulcicostatus*.

Discusión y conclusiones

Biodiversidad de los pectínidos en las costas de Castellón

En la costa de Castellón se pueden encontrar doce especies de pectínidos, algunas muy abundantes como *A. opercularis*, *M. varia*, *F. flexuosus* y *P. incomparabile*, y otras en número moderado como *P. jacobaeus*, *C. multistriata* y *P. clavatum*. Las especies escasas fueron *P. commutatus*, *F. glaber* y *L. hyalinum*, mientras que las raras o esporádicas fueron *D. vitreus* y *K. bruei*. Según la profundidad se pueden encontrar unas especies u otras, así *P. commutatus* y *P. clavatum* sólo se fijan a más de 50 metros de profundidad, mientras que *F. flexuosus*, *F. glaber* y *L. hyalinum* son más frecuentes en zonas someras.

Generalmente, los pectínidos desovan en primavera y verano. Para confirmar este hecho se fondearon colectores todos los meses a lo largo de más de un año, que se recuperaron después de un mes o de dos meses, en dos caladeros protegidos de los pescadores del arrastre: en el Arrecife de Cabanes (Peña et al., 1996) y en el Carreró (Peña et al., 1997). La presencia de semillas fijadas en los colectores es indicativa del desove en el mes anterior al fondeo de los colectores.

En el Arrecife de Cabanes, localizado entre 18 y 20 m de profundidad, la vieira se fijó desde febrero a junio y en noviembre, con un pico en junio, confirmando el desove de invierno y primavera más intenso y un segundo desove en otoño más flojo. La volandeira apareció fijada todos los meses del año, con un pico de abril a junio y otro máximo en febrero, indicando desoves de invierno y primavera. La zamburiña se asentó en los colectores fondeados desde marzo a diciembre, con dos picos en abril y junio, demostrando que las puestas de *M. varia* se producen en primavera, verano y otoño. *F. flexuosus* se observó en los colectores desde mayo a enero, con un pico en agosto, por lo que el desove ocurre desde primavera a otoño. *P. incomparabile* se fijó en pequeño número durante los meses de invierno.

En el caladero Carreró, situado entre 70 y 75 m de pro-

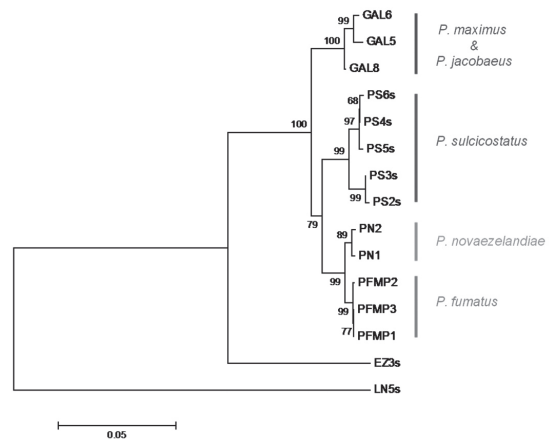


Figura 4 | Árbol filogenético basado en distancias de 2 parámetros de Kimura calculadas a partir de secuencias de 3 genes mitocondriales y obtenido mediante unión de vecinos (Neighbor joining).

Figure 4 | Neighbor joining phylogenetic tree based in Kimura 2-parameter distances obtained from 3 mitochondrial genes.

fundidad, *P. jacobaeus* se fijó desde noviembre a julio, con máximos en diciembre, enero y marzo, mostrando desoves seguidos en otoño, invierno y primavera. Tal como ocurrió en el Arrecife de Cabanes, la volandeira desova durante todo el año, mostrando semillas todos los meses y se observaron picos en abril-mayo y en agosto-septiembre, indicando desoves más importantes en primavera y verano. La zamburiña apareció en todos los colectores, excepto en los de otoño, destacando los picos de mayo y junio, confirmando un periodo de puestas desde noviembre a septiembre. *P. clavatum* tiene dos desoves bien marcados, el abundante de primavera-verano, con un pico en junio, y otro reducido en invierno, por lo que las puestas se producen de marzo a julio y luego de noviembre a enero. Las semillas de *P. incomparabile* se encontraron todos los meses del año, con un máximo en los colectores fondeados en agosto y en diciembre. Las semillas de *F. flexuosus* aparecieron en pequeño número en los colectores fondeados desde junio a octubre, demostrando que los desoves se producen de mayo a septiembre. *P. commutatus* se fijó en los colectores fondeados en junio y julio, por lo que su desove se concentra a finales de primavera.

En conclusión, los colectores fondeados en primavera (marzo-abril) y recuperados en otoño (octubre-noviembre) pueden captar las semillas de las tres especies comerciales y del resto de pectínidos. Resultados bastante diferentes a los que describió Margus (1991) en el Adriático norte, con fijaciones de *Pecten jacobaeus* desde marzo a noviembre, con un pico en junio; en que las semillas de *A. opercularis* aparecieron desde septiembre a diciembre y las de *M. varia* en todo el año, con un máximo en agosto.

La identificación de las semillas de las diferentes especies de pectínidos que se pueden coleccionar en la costa de Castellón

es posible siguiendo las claves dicotómicas descritas en los resultados (Anexo 1). Los juveniles de *P. jacobaeus*, *P. incomparabile*, *D. vitreus*, *F. flexuosus*, *F. glaber* y *L. hyalinum* se pueden separar de las seis especies de los grupos *Chlamys* y *Aequipecten* por el contorno. Así, *P. jacobaeus* es la única especie con la aurícula anterior más corta que la posterior y no tiene costillas (Lam. I, 1). El grupo *Decatopecten* se caracteriza porque la longitud de la charnela es similar a la de la longitud del disco. Las tres especies del grupo se diferencian en que *F. flexuosus* tiene 5 costillas principales y de una a cuatro secundarias entre aquellas (Lam. II, 2), *F. glaber* posee 10 costillas iguales (Lam. II, 3) y *L. hyalinum* carece de costillas, aunque dispone de pequeñas ondulaciones, y las valvas son muy frágiles (Lam. I, 6). De acuerdo con Waller (2006) la subfamilia Pallioliinae contiene seis tribus, de las que la Palliolini comprende los géneros *Palliolum*, *Placopecten*, *Karnecampia* y *Pseudamussium*. El grupo *Palliolum* se caracteriza porque la aurícula posterior forma con la charnela un ángulo de unos 115° (Lam. I, 3). La diferencia entre *P. incomparabile* y *D. vitreus* reside en que la primera posee en las valvas muchas filas de alvéolos o hendiduras radiales (Lam. I, 2), mientras que *D. vitreus* tiene las valvas completamente lisas, sin costillas ni alvéolos (Lam. I, 5). *Karnecampia bruei* se caracteriza por tener la microescultura de la zona preradial de la valva izquierda con surcos radiales (Lam. II, 6), mientras que *Pseudamussium clavatum* tiene la microescultura de la zona preradial de la valva izquierda enmarcada (Lam. II, 4), con costillas radiales y concéntricas que proporcionan un aspecto de rejilla. El grupo *Aequipecten* tiene la microescultura de la zona preradial de la valva izquierda con alvéolos redondeados y ovalados (Lam. III, 2) y las costillas salen a la misma altura;

la diferenciación de *A. opercularis* (Lam. III, 4), estriba en las costillas regulares y las laminillas concéntricas distribuidas de forma regular (Lam. III, 3), mientras que en *P. commutatus* (Lam. III, 6), las laminillas concéntricas entre las costillas tienen una distribución irregular y oblicua (Lam. III, 5). Finalmente, el grupo *Chlamys* tiene la microescultura de la zona preradial de la valva izquierda formada por alvéolos en “V” o “U” invertidas e irregulares (Lam. IV, 1); la distinción de *C. multistriata* (Lam. IV, 6) respecto a *M. varia* (Lam. IV, 3), reside en que en ésta especie algunas costillas secundarias salen entre las primarias (Lam. IV, 2), y en los flancos se observan algunas protuberancias, mientras que en *C. multistriata* existen muchas costillas secundarias y terciarias y los flancos anterior y posterior están llenos de protuberancias (Lam. IV, 5).

Diversificación evolutiva de las vieiras del género *Pecten*

Nuestro análisis del origen de las especies de vieiras del “grupo jacobaeus” basado en la divergencia molecular de tres genes mitocondriales, arrojan unas estimaciones de 4,7 – 7,8 millones de años para el origen de *P. sulcicostatus* a partir del grupo *P. maximus* / *P. jacobaeus*, y de 2,8 – 6,5 millones de años para el origen del grupo de especies de Australasia (*P. fumatus* y *P. novaezelandiae*) a partir de la especie surafricana. Estos valores son especialmente rotundos porque están basados en un calibración específica del reloj molecular para el género *Pecten*, basado en la aparición de *P. novaezelandiae* en el registro fósil, que se estima en hace poco más de un millón de años (Beu & Darragh, 2001). Los valores encontrados para la tasa de evolución de *Pecten* (0,0027 – 0,0045 por millón de años) son bajos en com-

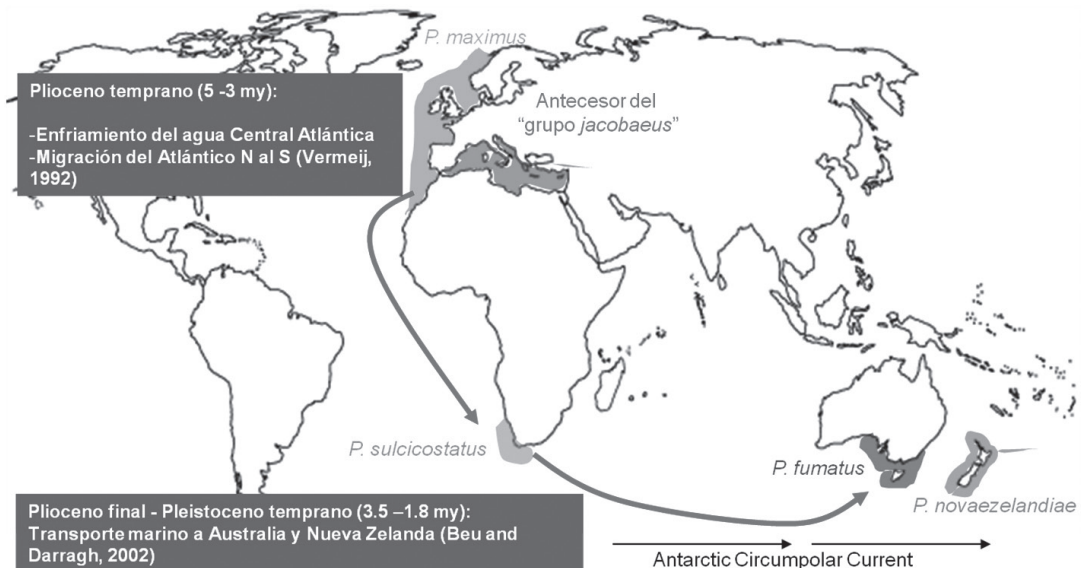


Figura 5 | Modelo de Vermeij-Beu-Darragh (VBD) de la diversificación evolutiva de los pectínidos del “grupo jacobaeus”.

Figure 5 | The Vermeij-Beu-Darragh (VBD) model for evolutionary diversification of pectinids in the “jacobaeus group”.

paración con las estimaciones para otros grupos. Hay que señalar que aquí hemos realizado una estimación basada en 3 genes conjuntamente. En otra especie, estos genes presentan tasas de evolución muy dispares cuando se consideran individualmente. Es probable que los bajos valores se deban al efecto ponderado de los genes de evolución más lenta.

En cualquier caso, la datación de la divergencia entre el grupo *P. maximus* / *P. jacobaeus* del Atlántico NE y del Mediterráneo y *P. sulcicostatus* de Suráfrica, así como la de las especies europeas respecto a las de Australasia, no es compatible con el modelo FW de diversificación de *Pecten*. Este modelo asume que un vez cerrado el mar de Tetis hace unos 15 millones de años, el contacto entre las regiones indopacífica y atlántica quedó suprimido. Si su origen se estableciese en un antecesor del océano Índico, la datación debería ser mayor que el momento del cierre del Tetis, o sea mayor de 15 millones de años. Sin embargo, los tiempos de divergencias estimados entre los grupos estudiados en este trabajo indican que esto no ha sido así. Al menos el origen de las vieiras de Suráfrica y de Australasia es claramente noratlántico.

Por lo que respecta al origen de las vieiras de Australasia, nuestras dataciones indican que no se trata de especies antiguas originadas por radiación de un antecesor a finales del Plioceno, como propuso Fleming (1957). La separación respecto a las vieiras de Suráfrica es consistente con la hipótesis de Beu & Darragh (2001), que consideran que muchas especies de la fauna de Australia y Nueva Zelanda presentan distribuciones disjuntas en Suráfrica y Suramérica y que esto es debido al efecto transportador de la corriente circumpolar austral, que fluye de oeste a este no lejos de las costas de esas regiones continentales. En cualquier caso, nuestras dataciones moleculares del origen de las vieiras de Australasia excluye la posibilidad de que se trate de especies originadas de un antecesor antiguo presente en el Índico, pues si esto fuera así las dataciones de la divergencia respecto a las vieiras del Atlántico debería ser mayores de 15 millones de años.

En base a todas estas consideraciones, proponemos un nuevo modelo para la diversificación de las vieiras del género *Pecten*, que es aplicable al menos al "grupo jacobaeus" (Fig. 5). Según este modelo, la especie ancestral de todo el grupo habitaba las aguas del Atlántico y del Mediterráneo en el Mioceno. A principios del Plioceno (hace unos 5 millones de años), tuvo lugar un cambio climático que provocó un enfriamiento de las aguas marinas. La temperatura del agua en los trópicos pudo disminuir por debajo de los 20 grados (Vermeij, 1992) y hacerse habitable para las larvas de las vieiras. De esta manera pudo haberse producido un transporte de larvas desde el norte al sur del océano Atlántico, dando lugar al antecesor de *P. sulcicostatus* en Suráfrica. Posteriormente, estos antecesores surafricanos podrían haberse dispersado hasta Australia y Nueva Zelanda ayudados por la corriente Circumpolar Austral, que circula de oeste a este en el sur del océano Pacífico. Nuestras dataciones muestran que esta dispersión tuvo lugar en torno a sólo 1 millón de años después de la llegada a Suráfrica del ancestro noratlántico.

Nuestro estudio se ha basado en datos obtenidos a partir

del genoma mitocondrial. Aunque habitualmente se considera que los genes mitocondriales son ideales para las dataciones porque la variabilidad es esencialmente neutra y la tasa de evolución es bastante uniforme, recientemente estas características están sufriendo una fuerte reconsideración. La selección natural, actuando a través de barridos selectivos (selective sweeps) puede ser responsable de que la tasa de evolución sea muy variable entre linajes y más acelerada en otros. Es aconsejable por tanto reevaluar las conclusiones de nuestro estudio mediante el análisis de secuencias de genes localizados en los cromosomas del núcleo celular. Por otra parte, nuestro estudio no ha incluido todas las especies vivientes de vieira. Lagunas plantean problemas de biogeografía y evolución particularmente relevantes. Existe una forma de vieira en las costas ecuatoriales de África denominada *P. keppelianus* Sowerby III que algunos autores consideran una variedad de *P. maximus*. Es posible que esta forma represente el "eslabón" entre los *Pecten* del Atlántico norte y el Atlántico sur. En el Mar Rojo vive una especie muy interesante (*P. dorotheae* Melvin & Standen) que podría ser un representante directo del último antecesor común de las vieiras ancestrales del Índico, si es que han existido alguna vez, o bien una dispersión hacia el norte de las vieiras surafricanas. Existe una segunda especie de vieira en las aguas de Suráfrica (*P. afrobenedictus*), que habita la costa del océano Índico, y que podría ser una especie próxima *P. earyhtraea* Sowerby II o a *P. sulcicostatus* (Killburn & Dijkstra, 1995). Obtuvimos muestras preservadas de esta especie en el museo de Historia Natural de Natal, pero no hemos sido capaces de obtener ADN de calidad suficiente para nuestros estudios. La fauna australiana de *Pecten* incluye una tercera especie, *P. modestus*, de las costas occidentales. Los datos obtenidos mediante marcadores alozímicos indican que es una especie bien diferenciada de *P. fumatus* y *P. novaezelandiae* (Woodburn, 1988), y podría ser un eslabón entre las especies de Suráfrica y Australasia. Finalmente, se han descrito especies de vieira que habitan en las costas de Japón, China y SE asiático (*P. excavatus* Anton y *P. albicans* Schröter) que indican la posibilidad de una dispersión transecuatorial hacia el norte, a partir de un ancestro de Australasia. Todos estos problemas de la diversificación evolutiva de las vieiras podrán resolverse en el futuro mediante métodos similares a los empleados en este trabajo.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento a las empresas que colaboraron en el fondeo y en la recuperación de los colectores, en especial a la tripulación de la embarcación "Agustín Isabel" del puerto de Peñíscola, y al Dr. Celso Rodríguez-Babío (Universidad de Valencia) y al Dr. R.G. Moolenbeek (Universidad de Amsterdam) por su ayuda en la identificación de algunas de las semillas de pectínidos. También queremos agradecer al Dr. Jay Parsons de Canadá y al Dr. Trevor Probyn (DEA, Suráfrica) la cesión de las muestras de vieiras de Cape Town.

Bibliografía

- Beu, A. & Darragh, T.A. 2001.** Revision of southern Australian Cenozoic fossil Pectinidae (Mollusca: Bivalvia). *Proc. R. Soc. Victoria*, 113: 1–205.
- Dao, J.C. 1991.** Cultivo de la vieira en Bretaña. In: G. Barnabé (Ed.) *Acuicultura*, Vol. 1, Parte II, Capítulo 5: 369–380. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- Fleming, C.A. 1957.** The genus *Pecten* in New Zealand. *N. Z. Geol. Surv. Paleontol. Bull.* 26: 1–69.
- Folmer, O., Black, M., Hoeh, W., Lutz, R. & Vrijenhoek, R. 1994.** DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.*, 3: 294–299.
- Hall, T.A. 1999.** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids. Symp. Ser.*, 41: 95–98.
- Kilburn, R.N. & Dijkstra, H.H. 1995.** A new species of *Pecten* Muller, 1776, from south Africa, with a note on "*Pecten sulci-costatus* var. *casa*" van Bruggen, 1961. *Ann. Natal. Mus.*, 36: 271–279.
- Kimura, M. 1980.** A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of DNA sequences. *J. Mol. Evol.*, 16: 111–120.
- Kumar, S., Tamura, K., Jakobsen, I.B. & Nei, M. 2001.** MEGA2: molecular evolutionary genetics analysis software. *Bioinformatics*, 17 (12): 1244–1245.
- Margus, D. 1991.** Settlement of Pectinid larvae in the Krka River estuary of Yugoslavia. In: *Scallop Biology and Culture* (S.E. Shumway & P.E. Sandifer, eds.) World Aquaculture Society: Baton Rouge, pp. 37–42.
- Mestre, S., Peña, J.B., Fariás, A. & Uriarte, I. 1990 a).** Primeros resultados sobre el ciclo reproductor y de almacenamiento de reservas de *Pecten jacobaeus* L. en las costas de Oropesa (Castellón). *Actas III Cong. Nac. Acuicult.*, 455–460. Pontevedra.
- Mestre, S., Peña, J.B., Fariás, A. & Uriarte, I. 1990 b).** Época natural de freza y ciclo gametogénico de *Pecten jacobaeus* (L.). *Iberus*, 9: 161–167. Valencia.
- Patarnello, T., Volckaert, F.A.M.J. & Castilho, R. 2007.** Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographic break?. *Mol. Ecol.*, 16: 4426–4444.
- Peña, J.B. & Canales, J. 1993.** Captación de semilla de pectínidos en colectores filamentosos fondeados en la costa de Castellón. *Actas IV Cong. Nac. Acuicult.*, 365–370. Pontevedra.
- Peña, J.B., Canales, J., Rodríguez-Babío, C. & Mestre, S. 1994.** Captación de moluscos y otros organismos mediante colectores filamentosos en la costa de Castellón durante 1991. *Cuadernos de Invest. Biol.*, 18: 211–223, Bilbao.
- Peña, J.B., Mestre, S. & Fariás, A. 1995.** Pectinid settlement on artificial collectors in Castellón, East Spain, in 1990. *Ifremer, Actes de colloques*, 17: 111–114.
- Peña, J.B., Canales, J., Adsuara, J.M. & Sos, M.A. 1996.** Study of seasonal settlements of five scallop species in the western Mediterranean. *Aquaculture Int.*, 4: 253–261.
- Peña, J.B., Canales, J. & Ríos, C. 1997.** Identification of pectinid spat collected in western Mediterranean. *Eleventh Int. Pectinid Workshop, La Paz (México)*: 126–128.
- Peña, J.B., Canales, J., Martín, R. & Ríos, C. 1997.** Captación estacional de semillas de pectínidos en el caladero Carreró (Castellón). *Actas VI Cong. Nac. Acuicult.*, 301–306.
- Peña, J.B., Ríos, C., Peña-Llopis, S. & Canales, J. 1998.** Ultrastructural morphogenesis of pectinid spat from western Mediterranean. An identification way to differentiate seven genera. *J. Shellfish Res.*, 17: 123–130.
- Peña, J.B. 2001.** Taxonomía, morfología, distribución y hábitat de los pectínidos iberoamericanos. Capítulo 1: 1–25. In A.N. Maeda-Martínez (ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. 501 pp. Editorial Limusa. México. ISBN: 968-18-6385-2.
- Peña, J.B. 2005.** Efecto del tipo de colector sobre el asentamiento de larvas de pectínidos en la costa de Castellón (este de España). *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 21: 353–360. Madrid.
- Poppe, G.T. & Goto, Y. 2000.** *European Seashells*. Vol. 2 (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda). ConchBooks, Germany. Pp. 221
- Ríos, C., Sanz, S., Saavedra, C., Peña, J.B. 2002.** Allozyme variation in populations of scallops, *Pecten jacobaeus* (L.) and *P. maximus* (L.), across the Almería-Oran front. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 267: 223–244.
- Rögl, F. 1998.** Palaeogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys seaways (Oligocene to Miocene). *Ann. Nat. Mus. Wien.*, 99A: 279–310.
- Rombouts, A. 1991.** *Guidebook to Pecten Shells*. Crawford House Press, Australia. 157 pp.
- Saavedra, C. 2007.** Recursos genéticos de moluscos y acuicultura. En: Martínez, P. & Figueras, A. (coord.), "Genética y Genómica en acuicultura", pp 65–111. Observatorio Español de Acuicultura, Madrid. Accesible en http://www.fundacionoesa.es/images/stories/publicaciones/libros/genetica_y_genomica.pdf.
- Saavedra, C. & Peña, J.B. 2004.** Phylogenetic relationships and genetic diversity of commercial European and Australian king scallops (*Pecten spp.*) based on partial 16S ribosomal RNA gene sequences. *Aquaculture*, 235: 153–166.
- Saavedra, C. & Peña, J.B. 2005.** Nucleotide diversity and Pleistocene population expansion in Atlantic and Mediterranean scallops (*Pecten maximus* and *Pecten jacobaeus*) as revealed by the mitochondrial 16S ribosomal RNA gene. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 323: 138–150.
- Saavedra, C. & Peña, J.B. 2006.** Phylogenetics of American scallops (Bivalvia: Pectinidae) based on partial 16S and 12S ribosomal RNA gene sequences. *Marine Biology*, 150 (2006): 111–119.
- Saitou, N. & Nei, M. 1987.** The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*: 406–425.
- Taguchi, K. & Walford, J. 1976.** Techniques and economics of Japanese scallop culture in Mutsu Bay, Aomori Prefecture. *Scallop Workshop, Baltimore, Ireland, 11–16 May, 15 pp.*
- Thompson, J.D., Higgins, D.G. & Gibson, T.J. 1994.** CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.*, 22: 4673–4680.
- Ventilla, R.F. 1977.** Further investigations into the collection of natural scallop spat off the Ardnamurcham coast. *White Fish Auth., Field Report* 536: 1–22.
- Vermeij, G. 1992.** Trans-equatorial connections between biotas in the temperate eastern Atlantic. *Mar. Biol.*, 112: 343–348.
- Wagner, H.P. 1991.** Review of the European Pectinidae (Mollusca: Bivalvia). *Vita Marina*, 41: 1–48.

Waller, T.R. 1991. Evolutionary relationships among comercial scallops (Mollusca: Bivalvia: Pectinidae). In: S.E. Shumway (Ed.), *Scallops: Biology, ecology & aquaculture*. Chapter 1: 1-73. Elsevier, Amsterdam.

Waller, T.R. 2006. New phylogenies of the Pectinidae (Mollusca: Bivalvia): reconciling morphological and molecular approaches. In:

S.E. Shumway and G.J. Parsons (Eds.), *Scallops: Biology, ecology & aquaculture*. Chapter 1: 1-44. Elsevier, Amsterdam.

Woodburn, L. 1988. Genetic variation in southern Australasian Pecten. In: Dredge, M.L.C., Zacharin, W.F., Joll, L.M. (Eds.). *Proceedings of the Australasian Scallop Workshop*. Tasmanian Government Printer, Hobart, pp. 226– 240.

Cita recomendada:

Peña, J. B. & Saavedra, C. 2012. Pectínidos de las aguas de Castellón: faunística, taxonomía y evolución. *Nemus* n° 2. pp. 71-82. Ateneu de Natura. Castelló

Lámina I: (arriba izquierda) **1:** Valva izquierda de *P. jacobaeus* L. 1758. **2:** Microestructura de la valva izquierda de *P. incomparabile* Risso, 1826. **3:** Valva izquierda de *P. incomparabile*. **4:** Zona preradial de la valva izquierda de *D. vitreus* Gmelin, 1791. **5:** Valva izquierda de *D. vitreus* Gmelin, 1791. **6:** Microestructura de las costillas de la valva izquierda de *L. hyalinum* Poli, 1795.

Lámina II: (arriba derecha) **1:** Costillas de las valvas de *F. glaber* L. 1758. **2:** Valva izquierda de *F. flexuosus* Poli 1795. **3:** Valva izquierda de *F. glaber* L. 1758. **4:** Zona preradial de la valva izquierda de *P. clavatum* Poli, 1795. **5:** Valva izquierda de *P. clavatum* Poli, 1795. **6:** Zona preradial de la valva izquierda de *K. bruei* Payraudeau, 1826.

Lámina III: (abajo izquierda) **1:** Valva izquierda de *K. bruei* Payraudeau, 1826. **2:** Zona preradial de la valva izquierda de *A. opercularis* L. 1758. **3:** Costillas de las valvas de *A. opercularis* L. 1758. **4:** Valva izquierda de *A. opercularis* L. 1758. **5:** Costillas de las valvas de *P. commutatus* Monterosato, 1875. **6:** Valva izquierda de *P. commutatus* Monterosato, 1875.

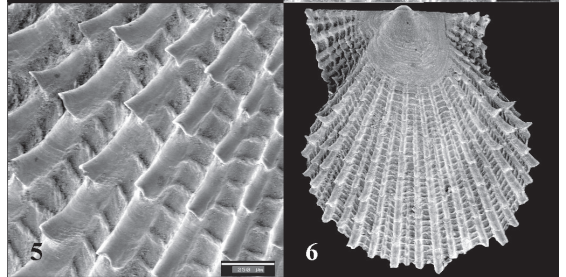
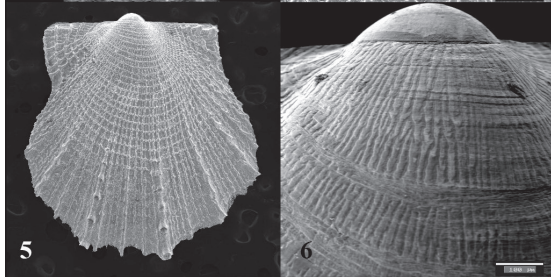
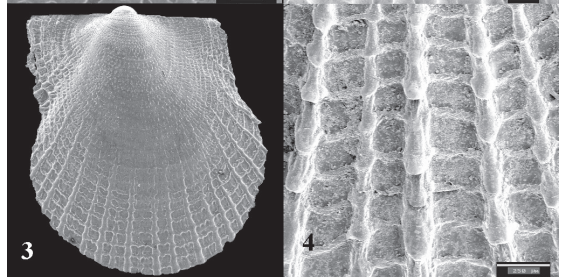
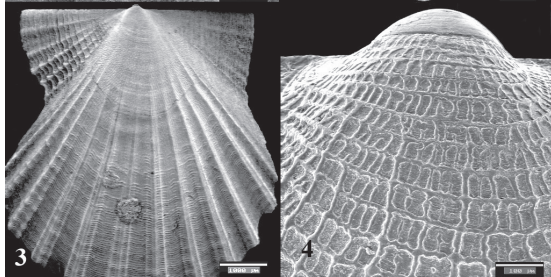
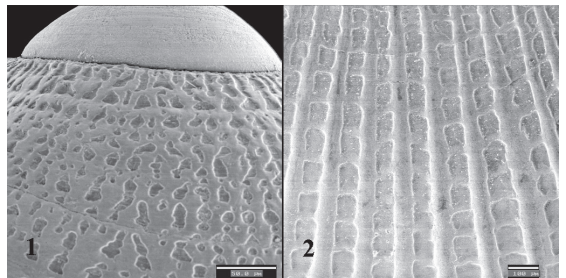
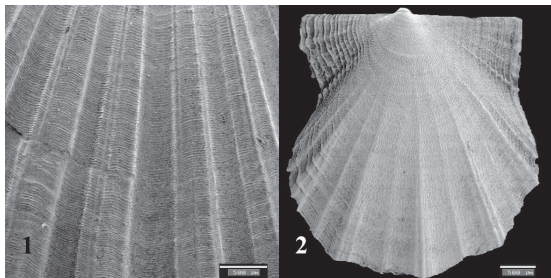
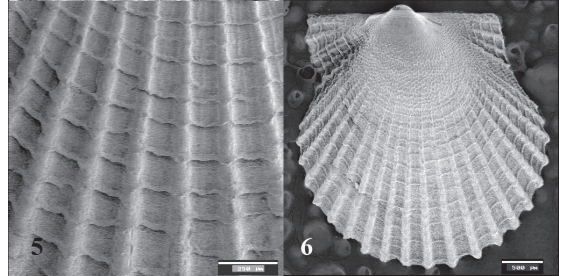
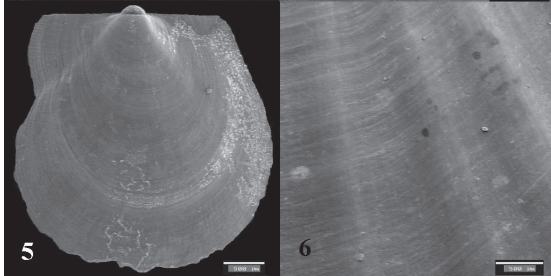
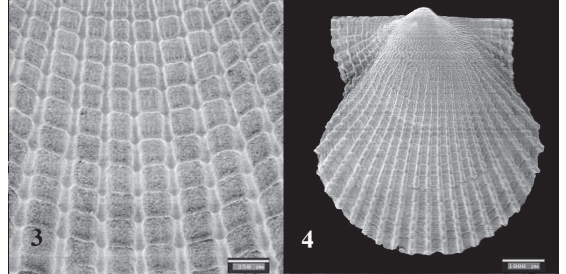
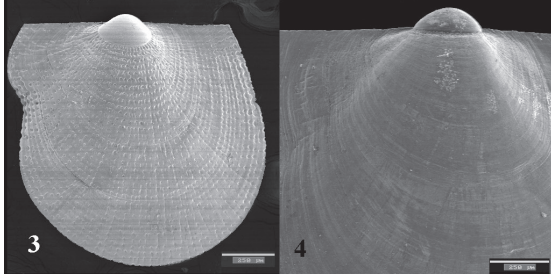
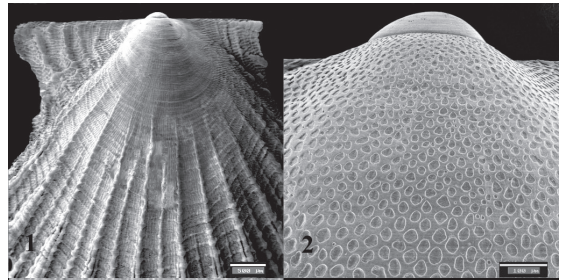
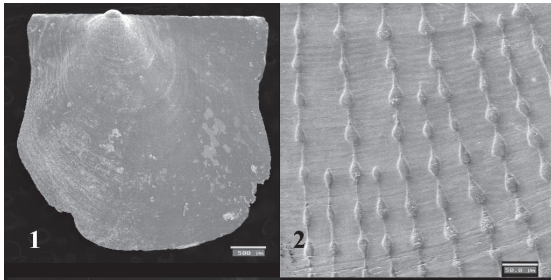
Lámina IV: (abajo derecha) **1:** Zona preradial de la valva izquierda de *M. varia* L., 1758. **2:** Costillas de las valvas de *M. varia* L., 1758. **3:** Valva izquierda de *M. varia* L., 1758. **4:** Costillas de las valvas de *C. multistriata* Poli 1795. **5:** Flanco anterior de las costillas de las valvas de *C. multistriata* Poli 1795. **6:** Valva izquierda de *C. multistriata* Poli 1795.

Plate I. (up left) **1:** Left valve of *P. jacobaeus* L. 1758. **2:** Microstructure of the left valve of *P. incomparabile* Risso, 1826. **3:** Left valve of *P. incomparabile*. **4:** Preradial zone of the left valve of *D. vitreus* Gmelin, 1791. **5:** Left valve of *D. vitreus* Gmelin, 1791. **6:** Microstructure of the left valve ribs of *L. hyalinum* Poli, 1795.

Plate II. (up right) **1:** Ribs of both valves of *F. glaber* L. 1758. **2:** Left valve of *F. flexuosus* Poli 1795. **3:** Left valve of *F. glaber* L. 1758. **4:** Preradial zone of the left valve of *P. clavatum* Poli, 1795. **5:** Left valve of *P. clavatum* Poli, 1795. **6:** Preradial zone of the left valve of *K. bruei* Payraudeau, 1826.

Plate III. (bottom left) **1:** Left valve of *K. bruei* Payraudeau, 1826. **2:** Preradial zone of the left valve of *A. opercularis* L. 1758. **3:** Ribs of both valves of *A. opercularis* L. 1758. **4:** Left valve of *A. opercularis* L. 1758. **5:** Ribs of both valves of *P. commutatus* Monterosato, 1875. **6:** Left valve of *P. commutatus* Monterosato, 1875.

Plate IV (bottom right) **1:** Preradial zone of the left valve of *M. varia* L., 1758. **2:** Ribs of both valves of *M. varia* L., 1758. **3:** Left valve of *M. varia* L., 1758. **4:** Ribs of both valves of *C. multistriata* Poli 1795. **5:** Anterior flank of the ribs of both valves of *C. multistriata* Poli 1795. **6:** Left valve of *C. multistriata* Poli 1795.



1. La valva izquierda tiene la aurícula anterior más corta que la posterior y sin costillas (Lam. I, 1)
P. jacobaeus
- La valva izquierda tiene la aurícula anterior más larga que la posterior o son prácticamente iguales (2)
2. La valva izquierda sin costillas y la aurícula posterior forma un ángulo obtuso con la charnela (3)
- La valva izquierda con costillas radiales y la aurícula posterior forma un ángulo recto (4)
3. La zona preradial y el disco de la valva izquierda poseen filas de alvéolos radiales (Lam. I, 2 y 3)
P. incomparabile
- La zona preradial de la valva izquierda es completamente lisa (Lam. I, fig. 4) así como el resto de la valva (Lam. I, 5)
D. vitreus
4. La longitud de la charnela es similar a la longitud del disco y con menos de diez costillas (5)
- La longitud de la charnela es igual o menor que la longitud del disco y con muchas costillas (7)
5. Ambas valvas son frágiles y translúcidas (Lam. I, 6); las costillas son ondulaciones
L. hyalinum
- Ambas valvas son robustas y las costillas fuertes (Lam. II, 1) (6)
6. La valva izquierda con 5 costillas principales y 1-4 secundarias más estrechas entre aquellas (Lam. II, 2)
F. flexuosus
- La valva izquierda con 10 costillas iguales (Lam. II, 3)
F. glaber
7. La zona preradial de la valva izquierda enmarcada (Lam. II, fig. 4); con 5 costillas en la valva izquierda y 6 en la derecha (Lam. II, 5)
P. clavatum
- La valva izquierda con más de 10 costillas radiales (8)
8. La zona preradial de la valva izquierda con surcos radiales (Lam. II, 6); con 11 costillas principales y 10 secundarias (Lam. III, 1)
K. bruei
- La zona preradial de la valva izquierda con alvéolos redondeados (Lam. III, 2) (9)
- La zona preradial de la valva izquierda con alvéolos irregulares (Lam. IV, 1) (10)
9. Las 20 costillas son iguales y entre ellas laminillas concéntricas regulares (Lam. III, 3). La aurícula posterior forma un ángulo recto con el margen dorsal (Lam. III, 4)
A. opercularis
- La valva izquierda con 18 costillas y 17 en la derecha. Laminillas discontinuas entre las costillas (Lam. III, 5). La aurícula posterior forma un ángulo obtuso con el margen dorsal (Lam. III, 5)
P. commutatus
10. La mayoría de las costillas aparecen a la misma distancia del umbo y son casi iguales (Lam. IV, 2); la valva izquierda con 27 a 36 costillas y con algunas protuberancias en los márgenes (Lam. IV, 3)
M. varia
- Las costillas desiguales por aparecer a diferentes distancias del umbo, formando costillas secundarias y terciarias entre aquellas (Lam. IV, 4); con muchas protuberancias sobre ellas (Lam. IV, 5). La valva izquierda con 42 a 53 costillas (Lam. IV, 6)
C. multistriata

Estudi de la depredació de Naticidae (Gasteropoda) sobre *Spisula subtruncata* (Bivalvia) al litoral de la Serra d'Irta (Peníscola, Mediterrània occidental)

M. Araceli González de la Lastra Sánchez, Enric Forner i Valls & Pilar González de la Lastra Sánchez

El treball estudia la depredació de gasteròpodes perforadors de la família Naticidae sobre el bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778). Aquesta és l'espècie dominant en la comunitat infauníc de substrat tou, de gra fi, del litoral de la Serra d'Irta (Peníscola, el Baix Maestrat, Península Ibèrica, Mediterrània occidental). El treball es desenvolupa mitjançant l'estudi de les marques de bioerosió produïdes per la predació en les conques, perforacions del tipus *Oichnus paraboloides*. Les mostres s'han recollit en una tanatocenosi de la Cala d'Irta. S'ha realitzat un estudi previ de les espècies sobre les que els naticids depreden. S'han trobat 26 espècies amb *Oichnus paraboloides* (Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda i Anellida). Hi ha una clara preferència pels bivalves de la família Mactridae, amb un pes molt alt, un 80 % del total de les preses, de *S. subtruncata*. Posteriorment s'ha centrat l'estudi en les relacions predador-presa d'aquesta última espècie, amb mostres àmplies recollides a l'atzar. S'ha pogut estimar la intensitat de la predació al voltant del 10 % del total de la població. S'ha conclòs un alt nivell d'eficiència en els predadors que s'avalua per la baixa proporció d'atacs fallats, 14 %, i la pràctica inexistència d'atacs dobles. S'ha constatat la existència d'estereotipicitat en la selecció del lloc triat per fer la perforació, amb una clara preferència per la zona umbonal i un rebuig per les zones més ventrals. Finalment s'ha constatat l'existència de correlació entre la grandària del predador i de la presa de la qual hem conclòs un procés, per part del caçador, de selecció de la presa en funció de la grandària d'aquesta.

Mots clau: Gastropoda, Bivalvia, Relació predador presa, Estereotipicitat, Bioerosió, Oichnus, Serra d'Irta, Mediterrània occidental.

Study of Naticidae predation (Gastropoda) on *Spisula subtruncata* (Bivalvia) in "Serra d'Irta" coast (Peníscola, western Mediterranean)

We present here a study of the predation by gastropod drillers (Naticidae family) on the bivalve *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778). *S. subtruncata* is the dominant species in the infaunic community on the soft, fine granined substrate of the shores in Serra de Irta site (Peníscola, Baix Maestrat, Iberian Peninsula, western Mediterranean). This work was conducted studying the marks (*Oichnus paraboloides* type) made during the predation process on the shells. The samples were collected from a thanatocenoses on the "Cala Irta". In a first analysis we found a total of 26 Naticidae prey-species showing *Oichnus paraboloides*: Gastropoda, Bivalvia, Scaphopoda and Anellida. We found a clear preference for bivalves of the Mactridae family, 80% being *S. subtruncata*. We focused on the predator-prey relationship between Naticidae and *S. subtruncata* using random sampling. We found a 10% of the sample predated, a 14% with signs of attack failure, with an almost complete absence of double attacks, that led us to conclude that predators are highly efficient. We confirmed the existence of stereotypy in selection of the location chosen for drilling, with a clear preference for the umbonal area and a refusal of the ventral zone. Finally, we found a correlation between the size of the predator and the size of the prey, concluding that hunters select preys based on size.

Key words: Gastropoda, Bivalvia, Predatory-prey relationship, Stereotypy, Bioerosion, Oichnus, Serra d'Irta, western Mediterranean.

percentatge de fragmentació i del grau de dominància de *S. subtruncata* en aquesta tanatocenosi. En tercer lloc, a efectes de contrastar que el punt de la mostra general no contenia cap biauix pel punt d'extracció respecte a la dominància de la *S. subtruncata*, es va fer una recollida per tots els punts de la platja, amb 12 submostres, tant en els punts extrems, NE i SO, com a la zona central des del nivell de contacte amb l'aigua fins al punt més allunyat, cada 3 m. Per assegurar l'atzar es llançava d'esquena una plantilla amb una obertura 10 x 10 cm (100 cm²) en cadascuna de les zones i es recollia el material de dins del quadrat fins a completar, com a màxim, el pot de la mostra, que tenia un contingut de 100 cm³. Del conjunt de conquilles recollides, s'han pogut identificar un total de 3.450, de les quals 3.165 són valves de *S. subtruncata*. A la mostra 11, la més allunyada de la mar, es va ampliar la recol·lecció amb la recollida selectiva en l'entorn només de les conquilles de grans dimensions a efectes de completar la riquesa d'espècies de la tanatocenosi. Finalment es va realitzar una extracció selectiva únicament de conquilles de *S. subtruncata* amb *O. paraboloides*, per completar mostres que permeten incrementar la precisió estadística quan s'analitzen les variables relacionades amb les perforacions, amb una intensitat de 1,5 hora / persona i amb un resultat de 155 valves.

La presa

Spisula subtruncata (da Costa, 1778). Família Mactridae. Filtradador. És un bivalve comú, infaunic, que se soterra molt superficialment (Yonge, 1948) en zones de poca profunditat amb substrats tous de sorra fina o fangs. Viu a les àrees de costa d'Europa amb una distribució que va des de Noruega a la Mediterrània i la costa atlàntica del Marroc (Tebble,

1966; Fraschetti et al., 1997; Zenetos et al., 2005; Cardoso et al., 2007; Bequiraj et al., 2007; Rueda et al., 2009; Rufino et al., 2010). Generalment, ha estat considerat com una de les majors font d'alimentació dels peixos demersals i és important, com a espècie dominant, en l'estructura de les comunitats macrobentòniques durant els mesos de primavera i estiu (de la Ossa et al., 2008) a la costa de Castelló. És el bivalve més abundant de la comunitat macroinfaunica (a la qual caracteritza) dels sediments tous de gra fi a medis de poca profunditat de la badia de Blanes (Sardà et al. 1999, 2000). Les poblacions pateixen fortes variacions estacionals, amb pics a l'abril-maig i gairebé desaparició a la tardor. Ha estat considerada l'espècie filtradora més eficient d'una mostra dels 10 bivalves menjadors de matèria en suspensió més comuns de les costes de Dinamarca (Kiorboe & Mohlenberg, 1981), on presenta un ràpid creixement: arriba a mesurar 8-10 mm durant els primers 4-5 mesos. S'han realitzat estudis que constaten l'impacte negatiu de l'extracció de sorres en l'espècie (Sarda et al. 2000) encara que és un actiu recolonitzador quan cessen els dragats (Van Dals & Essink, 2001) i abocaments d'aigües residuals urbanes (Martinez & Adarraga, 2003; de la Ossa et al., 2008). Per a Gili (2001) hi ha un procés de substitució de *S. subtruncata* per *Chamelea gallina* (Linneo, 1758), que relaciona amb l'increment de la temperatura de l'aigua de la mar, la tropicalització, a la Mediterrània, substitució que no s'ha apreciat en l'àrea d'estudi. En estat fòssil, ha estat esmentada en el Miocè superior (Tortonà) de Portugal en ambients d'aigües càlides, infralitorals, de salinitat normal (Santos & Mayoral, 2007; Mocho et al. 2010). Aquesta datació del Tortonà, assegura una longevitat per a l'espècie superior a 7 milions d'anys. És abundant al Pliocè de Portugal (Gili et al., 1995).

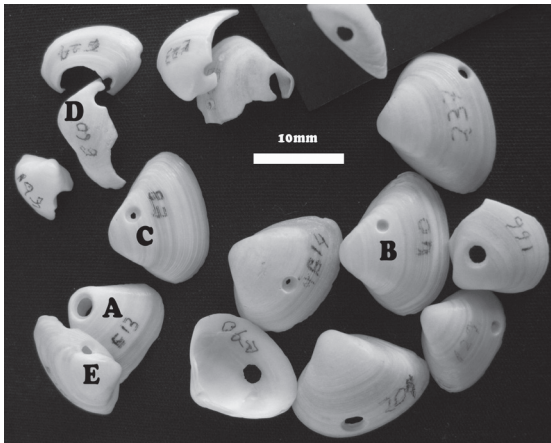


Figura 2 | Valves de *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) amb perforacions del tipus *Oichnus paraboloides* Bromley, 1981. **A)** Perforació completa o funcional. **B)** Incompleta. **C)** No funcional. **D)** Valva fracturada per la perforació

Figure 2 | *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) valves with drillings of the *Oichnus paraboloides* (Bromley, 1981) type. **A)** complete and functional drill. **B)** incomplete. **C)** not functional. **D)** broken valve due to drilling

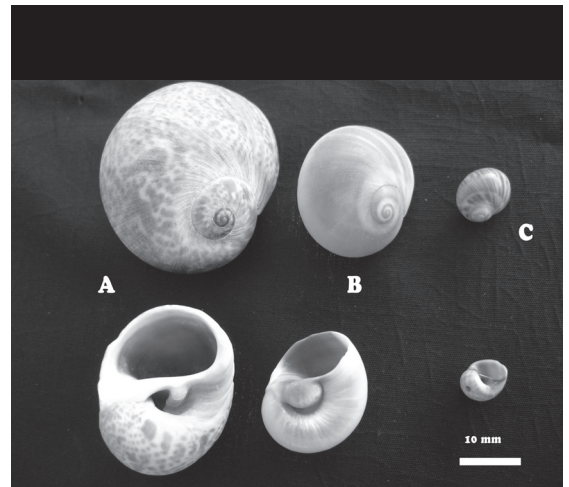


Figura 3 | Naticíds de la tanatocenosi de cala Irta. **A)** *Natica (Naticarius) hebraea* (Martyn, 1784). **B)** *Neverita josephinia* Risso, 1826. **C)** *Euspira pulchella* (Risso, 1826).

Figure 3 | Naticidae from the thanatocenoses in Cala Irta. **A)** *Natica (Naticarius) hebraea* (Martyn, 1784), **B)** *Neverita josephina* (Risso, 1826). **C)** *Euspira pulchella* (Risso, 1826).

Els potencials predadors

Els naticids actuals són normalment infaunics. Sovint es colguen a la sorra amb la presa per perforar-la després que l'han immobilitzat amb el peu musculós molt desenvolupat. La perforació la realitzen amb l'acció rotatòria de la ràdula assistida per una secreció àcida d'un òrgan accessori situat a l'extrem ventral de la probòscide (Taylor, 1970).

Natica (Naticarius) hebraea (Martyn, 1784). Família Naticidae. Gasteròpode carnívor perforador. Bentònic. Calvet (1992), a partir d'observacions d'aquari, descriu que el depredador immobilitza la presa pel marge ventral, impeding l'obertura de les valves. Així, impossibilita qualsevol acció de la presa de manera que la probòscide amb els òrgans perforadors queden tant més a prop de l'umbó quan major és el gasteròpode. És conegut que els naticids manipulen les seves preses, i sovint es desplacen sota la superfície de la sorra amb la presa en posició adient per efectuar la perforació (Berg et al., 1975).

Neverita josephinia Risso, 1826. Família Naticidae. Gasteròpode carnívor, perfora les conquilles de les seves preses. Bentònic. Mayoral (1990) indica que els naticids a més d'embolicar la presa amb el seu peu musculós l'orienten en la posició més favorable (parts que afecten les zones vitals, umbons, regió muscular, ...) per realitzar la perforació.

Euspira pulchella (Risso, 1826). Família Naticidae. Gasteròpode carnívor perforador. Bentònic.

Per a la determinació de les espècies trobades s'han utilitzat les següents publicacions: Arduino et al. (1995) i Brunet & Capdevila (2005). Per a la nomenclatura taxonòmica s'ha tingut en compte el catàleg de Chiarelli (1999). En la metodologia de la localització de les perforacions s'ha seguit a Lorenzo & Verde, (2004) i Kelley, (1988), amb adaptacions nostres a la geometria de la conquilla de *S. subtruncata*, que hem dividit en 6 sectors (Figura 4). Per al càlcul dels índexs d'atac (percentatge d'individus que han patit un atac de naticids) i la intensitat de predació (percentatge d'individus que han mort consumits per naticids) s'ha dividit el nombre de valves amb orifici pel nombre total de valves (perforades i senceres) dividit per dos, per obtenir el nombre d'exemplars. Per establir la funcionalitat de les perforacions s'ha seguit a Kitchell et al (1986), que considera no funcionals les perforacions en què el diàmetre intern no és més gran que el 0,5 del diàmetre extern i incompletes quan la perforació no travessa la conquilla (Fig. 2). Les mesures

Espècie	n	%	Amplada
<i>Natica (Naticarius) hebraea</i>	138	43,53	16,2 a 40,5
<i>Neverita josephinia</i>	176	55,52	13,7 a 27,2
<i>Euspira pulchella</i>	3	0,95	6,2 a 10,3
Total	317	100,00	

Taula 1 | Predadors potencials de la família Naticidae recollits a la Cala d'Irta. Mostra inicial selectiva de 3 hores / persona

Table 1 | Potential predators from the Naticidae family collected at "Cala d'Irta". Selective initial sample in 3 man-hours.

s'han pres amb un peu de rei digital i es donen en mm. arrodonides a dècimes de mil·límetre. Per l'anàlisi estadístic, s'utilitza la prova del χ^2 per a la comparació de variables qualitatives i el coeficient de correlació de Pearson per estimar la relació entre variables quantitatives. S'assumeix una distribució normal de les mostres per al càlcul dels intervals de confiança del 95%.

Resultats

En la mostra inicial selectiva dirigida a obtenir tots els naticids i les marques de la seva predació només s'han trobat 3

Espècie	núm	%
Bivalvia	319	89,86
<i>Spisula subtruncata</i> (da Costa, 1778)	285	80,28
<i>Macra stultorum</i> (Linneo, 1758)	20	5,63
<i>Acanthocardia (Rudicardium) tuberculata</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
<i>Tellina (Lacioloia) incarnata</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
<i>Tellina (Peronaea) planata</i> (Linneo, 1758)	2	0,56
<i>Donax (Serrula) trunculus</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
<i>Glycymeris glycymeris</i> (Linneo, 1758) (jov.)	1	0,28
<i>Ostrea edulis</i> (Linneo, 1758) (jov.)	1	0,28
<i>Ostreola stentina</i> (Payraudeau, 1826)	4	1,13
<i>Chama</i> ssp.	2	0,56
<i>Chamelea gallina</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
Gastropoda	15	4,23
<i>Stramonita haemastoma</i> (Linneo, 1766)	1	0,28
<i>Bulla striata</i> (Bruguière, 1792)	1	0,28
<i>Gibbula (Steromphala) rarilineata</i> (Michaud, 1829)	2	0,56
<i>Natica (Naticarius) hebraea</i> (Martyn, 1784)	2	0,56
<i>Neverita josephinia</i> Risso, 1826	1	0,28
<i>Euspira pulchella</i> (Risso, 1826)	2	0,56
<i>Nassarius (Hima) reticulatus</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
<i>Nassarius (Hima) incrassatus</i> (Stroem, 1768)	1	0,28
<i>Nassarius (Sphaeronassa) mutabilis</i> (Linneo, 1758) (jov.)	1	0,28
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linneo, 1758)	1	0,28
<i>Galeodea echinophora</i> (Lineo, 1758) (jov.)	1	0,28
<i>Tricolia pullus pullus</i> Linneo, 1758)	1	0,28
Scaphopoda	19	5,35
<i>Antalis inaequicostatum</i> (Dautzenberg, 1891)	19	5,35
Anellida	2	0,56
<i>Serpula</i> ssp.	1	0,28
<i>Ditrupes</i> ssp.	1	0,28
TOTAL <i>Oichnus paraboloides</i>	355	100

Taula 2 | Espècies amb *Oichnus paraboloides* (Bromley, 1981) en una recol·lecció selectiva de 3 hores / persona a la tanatocenosi de la Cala d'Irta (Peníscola, al Baix Maestrat).

Table 2 | Specis with *Oichnus paraboloides* (Bromley, 1981) in a 3 man-hours selective sample in the thanatocenosis at Cala d'Irta site (Peníscola, Baix Maestrat)

espècies a la Cala d'Irta. Una d'elles, *Euspira pulchella* (Risso, 1826), amb una població molt reduïda (Taula 1), que només representa l'1% de la població total de naticíds, és una espècie menuda: l'exemplar més gran tenia una amplada de 10,3 mm. Les altres dues espècies, *Natica (Naticarius) hebraea* (Martyn, 1784) i *Neverita josephinia* (Risso, 1826), d'àmplies poblacions, amb una proporció bastant semblant d'individus i que compten amb exemplars de totes les edats, són gasteròpodes d'una grandària mitjana i són els potencials productors dels *O. Paraboloides*.

S'han portat a la taula 2 les espècies en què s'ha constatat un atac per gasteròpodes de la família Naticidae per la presència de perforacions del tipus *Oichnus paraboloides*.

El ventall de preses explotades pels naticíds és molt ampli: fins a 26 espècies es van recol·lectar. Ocupa un paper preponderant la classe Bivalvia, amb el 90% de les conquilles perforades, que corresponen a 11 espècies diferents. A part del percentatge altíssim de *S. subtruncata*, un 80% del total de les preses, cal destacar la *Mactra stultorum* (Linne, 1758), també de la família Mactridae, amb 20 exemplars, un 5,63%. És significatiu el percentatge, superior al 5%, de la classe Scaphopoda, amb una sola espècie. Els gasteròpodes no formen una part molt important de la dieta dels Naticidae (no arriben al 4% del total), però presenten

Variables	n; %
Valves examinades <i>S. subtruncata</i>	5380
Proporció valves <i>S. subtruncata</i> rebutjades	33,38%
Proporció valves <i>S. s.</i> sobre el total de conquilles	93,68%
Valves perforades	294
Valves no perforades	5086
Proporció valves perforades	5,46%
Número estimats d'individus de <i>S. subtruncata</i>	2690
Índex d'atacs	10,93
Valves amb <i>O. paraboloides</i> funcional	252
Valves amb <i>O. paraboloides</i> no funcional/no completat	42
Proporció perforacions no funcionals	14,29%
Intensitat de predació	9,37%
Valves esquerres amb perforació	156
Valves dretes amb perforació	138
Proporció valves perforades esquerres	53,06%
<i>Oichnus.paraboloides</i> .en la línia de fractura	16
Valves amb <i>O. paraboloides</i> fracturades	80
% <i>O. p.</i> en línia fractura/total <i>O.p.</i>	5,44%
% fracturades per <i>Oichnus p.</i> / Total fracturades amb <i>O.p.</i>	20%
% valves amb <i>O.p.</i> fracturades/total valves amb <i>O.p.</i>	27%

Taula 3 | Resultats de valves de *Spisula subtruncata* amb *Oichnus paraboloides* a la tanatocenosi de Cala d'Irta (Peníscola, al Baix Maestrat). Mostra de 1 Kg.

Table 3 | Analysis of the *Spisula subtruncata* valves with *Oichnus paraboloides* at the Cala d'Irta thanatocenoses (Peníscola, Baix Maestrat). 1 Kg. sample.

una variada distribució que afecta fins a 12 espècies en la mostra, incloent la predació confamiliar, encara que escassa (al voltant del 1% per *N. hebraea* i *N. josephinia*), dels tres potencials predadors.

El resultat de la mostra general d'un 1 Kg ha donat els resultats recollits a la Taula 3. No s'ha trobat cap exemplar de *S. subtruncata* amb les valves articulades. En la resta de bivalves no és freqüent però hi ha alguna a les zones més properes a la línia de l'aigua després de temporals. No s'ha trobat en les valves de *S. subtruncata* cap perforació del tipus *Oichnus simplex* (Bromley, 1981) perforació cilíndrica amb el marge més irregular que s'associa a gasteròpodes murícids (Mayoral, 1990; Hoffman & Martinell, 1984; Taylor et al., 1983).

La proporció de valves amb perforacions és del 5,69%. Només és necessària la perforació d'una de les dues valves per a facilitar el consum de la presa, per la qual cosa, si es vol fer un càlcul de la pressió sobre la població, s'ha d'establir prèviament el nombre d'individus a través de la divisió en dos del total de valves.

L'índex d'atacs de naticíds sobre *S. subtruncata* en les valves conservades en la tanatocenosi de la cala d'Irta és de l'11%. D'aquests atacs només un 14% (n = 294) de casos no van acabar amb el consum de la presa, com podem deduir de l'existència d'una perforació incompleta, bé perquè no ha arribat a l'interior o bé perquè no és funcional en el sentit indicat per Kitchell et al. (1986) ja que les dimensions del diàmetre interior no arriben al 50% de l'exterior, una dada que permet interpretar que el predador ha interromput la perforació per les causes que siga. El grau d'eficiència dels naticíds és per tant molt alt: el 86% dels atacs iniciats conclouen amb èxit. Poques preses aconsegueixen escapar, si més no quan la perforació ja s'ha iniciat.

A més, tampoc cometen errades. Apareixen poques valves amb més d'un forat. Dues entre 294, el 0,7%, i en ambdós casos es tracta d'un intent no completat i un funcional, que per les dimensions de la perforació podien ser del mateix predador (Valva núm. 81. Diàmetre extern de l'orifici incomplet: 1,3 mm. Diàmetre extern de l'orifici funcional: 1,5 mm; valva núm. 107, I 2,3, mm F 2,2 mm). Si descomptem els atacs fallats, la intensitat de predació sobre la població de *S. subtruncata* per part del naticíds és d'un 9,37% (95% interval de confiança 8,59-10,15; p < 0,01).

A la mostra general, la dominància de *S. subtruncata* és de 93,68%, molt alta. Com es pot comprovar a la taula 4, aquesta dominància no ve condicionada pel lloc de la tanatocenosi on es va realitzar l'extracció de la mostra. En totes les ubicacions es registren nivells similars de dominància, coherents amb el resultat obtingut en la mostra general. La mostra 11 es va ampliar de manera selectiva amb conquilles de grans dimensions de l'entorn per a completar la riquesa d'espècies i no té valor estadístic a aquests efectes.

Analitzades el total de conquilles perforades de les tres mostres (n = 536) s'aprecia una desproporció de valves esquerres del 53'92%, no significativa (p < 0,05). El total de valves per a una mostra més potent, de n = 3165, presenta un desequilibri del mateix signe i encara amb un percentatge

Mostra núm.	Localització dins la cala	Distància aigua m	Valves <i>S. subtruncata</i>	Altres conquilles	Proporció <i>S. subtruncata</i>
1	Extrem S-O	1	430	15	96,63
2	Extrem S-O	3	370	18	95,36
3	Centre	0	161	0	100,00
4	Centre	3	393	0	100,00
5	Centre	6	376	28	93,07
6	Centre	9	357	22	94,20
7	Centre	12	198	16	92,52
8	Centre	15	145	18	88,96
9	Centre	18	249	12	95,40
10	Centre	21	203	15	93,12
11*	Centre	24	64	134	32,32*
12	Extrem N-E	3	219	7	96,90
	Total		3165	285	91,74
	Total sense 11		3101	151	95,36

Taula 4 | Localització dins de la Cala d'Irta de les diverses mostres per al control de la dominància de *S. subtruncata*. *Mostra en part selectiva cercant diversitat.

Table 4 | Spatial location in "Cala d'Irta" of the samples used for calculating the Dominance Index of *S. subtruncata*. *Partially selective sample in search of diversity.

superior: 56,70%, que és significatiu per a una $p < 0,01$.

Les dades observades sobre el lloc on el predador realitza la perforació, segons els sectors establerts a la Fig. 4, es recullen a la Taula 5. Les dades permeten rebutjar la hipòtesi nul·la: que el lloc de les perforacions responga a l'atzar amb una freqüència proporcional a la superfície de cada sector. Ja que el χ^2 total obtingut, 607,42, és molt superior al màxim de 20,51 (per a 5 graus de llibertat i $p < 0,001$). Per tant, s'accepta la hipòtesi alternativa: que el depredador té preferència per uns llocs concrets a l'hora de perforar. És a dir, que realitza una selecció del lloc on perfora. El valor de les desviacions respecte als esperats indiquen el sentit i la intensitat de la preferència. Hi ha una marcada preferència pel sector 1, zona umbonal, i un rebuig dels sectors 5 i 6 les àrees més ventrals.

S'ha analitzat la relació entre la grandària del depredador i la mida de la presa. En les preses, s'ha considerat la longitud màxima anterior-posterior. Per al depredador, s'ha considerat el diàmetre extern de la perforació, ja que aquesta mesura està en relació a la mida del caçador (Hoffman & Martinell, 1984; DeAngelis, Kitchell & Post, 1985). Com s'han descartat les valves en què no es podia mesurar la longitud, per estar fracturades, la mostra ha quedat reduïda a 359 unitats. Els resultats (Figura 5) indiquen un coeficient de correlació de 0,433, que és significatiu per a una $p < 0,001$ (95% interval de confiança 0,345-0,513).

Discussió

Els gasteròpodes carnívors perforadors de la família Naticidae del litoral de la serra d'Irta consumeixen gairebé únicament mol·luscs, encara que s'ha constatat la predació sobre anèl·lids, amb un percentatge que no arriba a l'1%. Mostren una clara preferència en l'elecció de la presa per la classe Bivalvia, que pot suposar el 90% de la seva dieta. I dins d'aquesta espècie, la família Mactridae suposa el 86% del total. *S. subtruncata* és l'espècie més freqüentment consumida (80%). La majoria de restes són infauniques. Taylor et al. (1983) indiquen com a hipòtesi d'evolució general que, en el Cenozoic inferior, les preses dels gasteròpodes perforadors havien estat principalment de la classe Gastropoda i que, en el Cenozoic superior i en l'actualitat, les preses principals són els bivalves. Però, com passa amb els naticids del litoral de la serra d'Irta, també preden sobre escafòpodes (un 5%, sobre una sola espècie) i gasteròpodes (un 4%; 12 espècies). En l'elecció de la presa influeixen diversos aspectes com la disponibilitat, òbvia en el cas de *S. subtruncata*, i potser les característiques de la closca, el gruix i el fet de no tenir elements defensius (costelles, cordons, espines, etc.) que dificulten la perforació. També es desprèn una clara preferència per les espècies infauniques. Una estratègia general ha estat indicada per al comportament dels predadors: maximitzar el resultat amb els mínims esforç i risc, optimitzar la ràtio cost / benefici en l'obtenció

Sector	O	P	E	O-E	χ^2	χ^2/E
1	298	0,17	91,12	206,88	42799,33	469,70
2	65	0,16	85,76	-20,76	430,98	5,03
3	51	0,13	69,68	-18,68	348,94	5,01
4	73	0,14	75,04	-2,04	4,16	0,06
5	22	0,19	101,84	-79,84	6374,43	62,59
6	27	0,21	112,56	-85,56	7320,51	65,04
n	536	1	536	0	57278,36	607,42

Taula 5 | Lloc dels *Oichnus paraboloides* sobre *S. subtruncata* per sectors de la Fig. 4. O: valors observats; P: probabilitat a l'atzar segons superfície; E: valors esperats.

Table 5 | Localization of the *Oichnus paraboloides* on *S. subtruncata* by sectors shown on Fig. 4. O: observed values; P: random probability of occurrence; E: expected values

d'energia (Hoffmann & Martinell, 1984). Per a De Angelis et al. (1985), l'elecció depèn de la mida i la morfologia de la presa.

Una altra dada a ressaltar a partir de la informació obtinguda és l'escassa intensitat de la predació confamiliar, almenys sobre els naticids dominants, que se situa al voltant de l'1%. El cas de la Euspira apunta una situació diferent, d'intensa depredació, però l'escàs nombre d'exemplars no permet fer majors valoracions. No obstant això, el canibalisme dins del grup taxonòmic familiar és molt escàs respecte a altres ecosistemes (Martinell et al., 2010) i potser indicaria que no hi ha una gran pressió sobre l'espècie per falta de recursos alimentaris. Una dada més que apuntaria a un ecosistema madur i estable, sense problemes per al conjunt de la població, tant de predadors com de preses.

Stanton i Nelson (1980) han suggerit que el canibalisme i el consum d'una gran diversitat de tipus de presa indiquen falta d'eficiència en l'alimentació dels naticids de l'Eocè. Nosaltres estariem d'acord només en part amb aquesta hipòtesi: subscriuríem que el canibalisme pot indicar falta d'eficiència, i ens manifestariem en contra del segon. En primer lloc, i per camins diferents, el baix percentatge d'atacs fallats, la inexistència d'errors (dues perforacions funcionals en una valva), l'elecció del lloc de les perforacions (les zones vitals, umbons i zona muscular), ens permet deduir una alta eficiència dels naticids del litoral de la serra d'Irta. És cert que trien la presa i que el major component de la seva dieta és l'espècie absolutament dominant. O siga que en disposa d'àmplies poblacions que poden furnir, elles soles, les necessitats dels depredadors. Per tant, interpretem que no hi ha canibalisme confamiliar perquè no és necessari, ja que no existeix pressió alimentària ni cap necessitat d'autocontrol de

la pròpia població davant les restriccions d'aliment. Aquesta conclusió seria conforme amb el postulat de Stanton i Nelson (1980), segons el qual els naticids preden molt eficientment, almenys sobre *S. subtruncata*, i no es veuen empenyos cap a la predació confamiliar. Però discrepem en l'altra circumstància. D'entrada, en el nostre cas no es donen les dues condicions de l'afirmació d'Stanton i Nelson: no hi ha canibalisme però sí que hi ha una gran diversitat de tipus de preses. Ara bé, per a nosaltres la diversitat de víctimes no es pot interpretar com una falta d'eficiència, ans al contrari. De fet, l'absoluta dependència d'una sola presa pot ser una estratègia perillosa, gens eficient si incloem la variable temps, i fins i tot a curt termini, durant la vida d'un individu, supeditat a les alteracions brusques en la població de la presa habitual. El fet de mantenir una àmplia gamma de preses, fins a 26 n'hem registrat, a banda de diversificar la dieta (element que no podem valorar), confereix al depredador unes possibilitats majors de supervivència davant de qualsevol caiguda eventual en la població de la seva presa principal, i, per tant, fa augmentar la seva eficiència evolutiva. No oblidem que *S. subtruncata*, sense anar més lluny, presenta una notable variació estacional que, en alguns casos, suposa la seva pràctica desaparició a la tardor (Sardà et al., 1999, 2000). Tot i no tenir constància que aquesta situació tan radical pugui donar-se en la nostra àrea d'estudi, com ocorre a la badia de Blanes, la predació sobre un ventall ample de preses (bivalves, gasteròpodes, escafòpodes o fins i tot anèl·lids) li donaria una major capacitat de supervivència. D'altra banda, el consum de gran varietat de preses no sembla disminuir en res l'eficiència, almenys sobre la predació de *S. subtruncata*, per part dels naticids del litoral de la serra d'Irta (*N. hebraea* i *N. josephinia*).

La intensitat de predació dels naticids sobre *S. subtruncata* està al voltant del 10%. O potser hauríem de dir que és d'almenys el 9,37%, d'acord amb les valves conservades en la tanatocenosi, ja que, com ha indicat Roy et al. (1994), existeix un risc de biaix, una subestima, produït per la possible menor resistència al trencament de les valves perforades. Aquests autors han calculat la resistència al trencament de les valves perforades a la zona umbonal, que és també la dominant en el nostre cas, i de les no perforades de l'espècie actual, *Mulinia lateralis*, (de forma subtriangular i dimensions similars a *S. subtruncata*). I n'han obtingut resultats estadísticament significatius, segons els quals s'observa una major fragilitat en les valves perforades. No es coneixen estudis de càlcul de la resistència a la fractura en *S. subtruncata*. Certament, tot el material de la tanatocenosi ha estat transportat des del seu hàbitat com a mínim unes desenes o centenars de metres, i sotmès, per tant, al treball de les ones. Ni una sola ha aparegut amb les valves articulades. De fet, en la mostra general per al càlcul de la intensitat de la predació s'han descartat un 33% (per $n = 4.462$) de les valves ja la part de la conquilla que mancava no permetia apreciar si estaven perforades. Parlem, doncs, d'un nivell de fragmentació gens menyspreable i al qual s'haurien d'afegir els fragments que no disposaven d'umbó i que, per tant, no es van considerar. Aquests dos factors apunten la possibilitat que

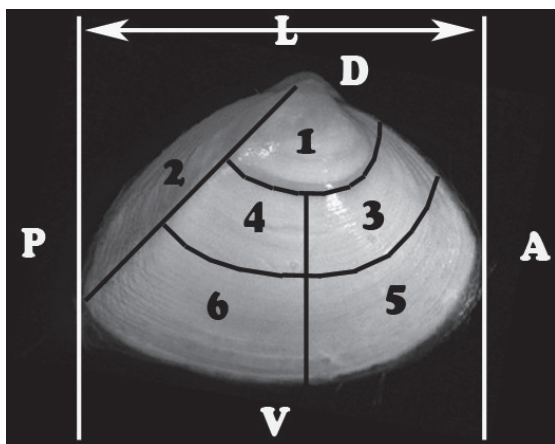


Figura 4 | Sectors en què s'han dividit les valves (la dreta en la foto) per a l'estudi del punt on es realitza la perforació. L: longitud, distància màxima anterior posterior. A: Zona anterior. P: zona posterior. D: zona dorsal. V: zona ventral.

Figure 4 | Drilling points were tabulated using sectors in the valves (right in the picture). L: maximum width. A: anterior end. P: posterior end. D: dorsal surface. V: ventral surface

pogués existir alguna subestima de la intensitat de predació per la pèrdua diferencial, més gran en les valves perforades, a causa del seu major risc de fragmentació. No obstant això, i seguint els suggeriments dels esmentats autors (Roy et al, 2004: 410), s'han comptabilitzat els exemplars amb *Oichnus* amb una fractura que talla, precisament, la perforació. Suposen un 5% respecte del total de perforacions íntegres. Un 20% respecte al total de valves amb *O. paraboloides* i fractura ($n = 80$). Dades que no apunten que la perforació contribueixca significativament al trencament de les conquilles. Però la hipòtesi que no hi haja cap efecte d'increment de la fragilitat per la perforació resulta contrària a la teoria. Físicament, una perforació per força ha de debilitar la resistència al trencament de l'estructura de la conquilla. D'altra banda, cal apuntar la dificultat d'apreciar, en un fragment que ha rotat, l'existència en la vora d'un *Oichnus*; per tant, s'han seleccionat els casos clars i s'han rebutjat els dubtosos. De tot això interpretem que no s'ha de descartar una subestima de la intensitat de predació per aquesta causa, però a partir de les dades de què disposem no podem apuntar que aquesta siga important. D'altra banda, també en el denominador hi pot haver un biaix important de sentit contrari: una part de la població de *S. subtruncata* pot ser consumida per altres predadors matxucadors, per exemple peixos, cefalòpodes o decàpodes, que destrueixen o fragmenten de tal manera la petxina que aquesta no es conserve, almenys en condicions d'entrar en la nostra mostra, que ha descartat totalment qualsevol fragment que no incloga una part de l'umbó, això és, disminuint la població aparent que queda a la tanatocenosi, reduint el denominador, sobreestimant, per tant, la predació que conserva les conquilles. Aquesta qüestió ja ha estat apuntada per alguns autors (Green, RH, 1968; Taylor et al., 1983). En tot cas, només disposem de la informació de les valves perforades respecte a les que s'han conservat, el percentatge aparent que va ser consumit per naticíds. El que podem afirmar és que existeix una predació

generalitzada i que ens movem en una intensitat de predació important, al voltant del 10%, però que no suposa cap perill per a la viabilitat de la població de *S. subtruncata*.

El grau d'eficiència mostrat pels naticíds és elevat. El nombre de perforacions mitjà per valva és de 1,003. En els dos casos de 2 perforacions en una sola valva, una d'elles era incompleta, fet que cal interpretar com un intent fracassat o interromput que després s'ha completat amb èxit, ja que l'altra era funcional, potser feta pel mateix caçador, ja que els diàmetres de les perforacions són molt similars. No hi ha cap cas de 2 perforacions funcionals en una mateixa valva. S'ha trobat un sol cas de perforació inversa.

Del total d'atacs registrats (294), només 42 no van resultar funcionals. El percentatge d'èxit, doncs, una volta iniciada la perforació, és del 86%.

Hem previst la possibilitat de l'existència d'una preferència per part dels naticíds en l'elecció de la valva, dreta o esquerra, en la qual practiquen la perforació (potser per la pròpia lateralitat del gasteròpode), ja que l'estudi de la proporció de la valva esquerra sobre el total presenta una irregularitat: un 54,1% de les valves perforades són esquerranes, quan el que s'espera en una espècie equivalva hauria de ser el 50%, si més no en mostres grans. Però la mostra que hem fet servir ($n = 536$) no dona valors significatius per $p < 0,05$; ho serien en canvi per a $p < 0,1$. La nostra interpretació és que, amb les dades de què disposem, no podem afirmar cap preferència del depredador sobre la valva a perforar. En canvi, amb una mostra més potent ($n = 3165$), el conjunt de les valves presenta un desequilibri en el mateix sentit i més intens: un 56,7% de valves esquerranes, que és significatiu per a una $p < 0,001\%$). Les causes es desconeixen. Roy et al. (1994) no van obtenir diferències significatives entre la resistència al trencament de la valva dreta i la valva esquerra en *Mulinia lateralis* i suggereixen que les pèrdues degudes a la fragmentació haurien de ser similars per a les dues valves en les espècies equivalents i, en aquest cas, si persisteixen

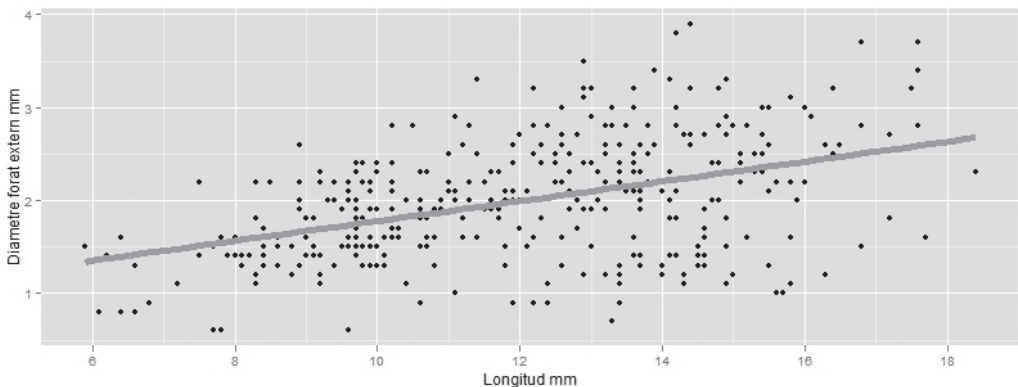


Figura 5 | Relació entre la longitud de les valves de *S. subtruncata* i el diàmetre extern de la perforació. Coeficient correlació 0,433; $n = 359$.

Figure 5 | Relationship between valve length in *S. subtruncata* and the external diameter of the drill. Correlation index 0.433; $n=359$

diferències haurien de ser causades pel tipus de classificació i arrossegament fins a la tanatocenosi des de la biocenosi. Nosaltres hem conclòs que, amb la mostra disponible, no s'aprecia preferència en l'elecció de la valva pels predadors i no disposem d'una hipòtesi concloent per explicar l'excés de valves esquerranes que es dona en la tanatocenosi.

La tendència dels naticids a seleccionar el punt concret on fer la perforació ja ha estat indicat per diversos autors (Mayoral, 1990; Lorenzo & Verde, 2004). I discutida per Calvet (1992), que indica que la selecció està determinada per la posició del gasteròpode, que immobilitza les preses per la zona ventral de manera que la proboscis queda més propera a la zona umbonal. En tot cas, hi hauria una estereotipicitat, perquè hi hauria una pauta de comportament que es repeteix: la tècnica d'immobilitzar el bivalve per la zona ventral de forma que s'impedisca l'obertura de les valves i s'anule qualsevol moviment. De fet, les dues postures no són, en el fons, tan diferents. Els elevats percentatges de perforació en algunes zones concretes no poden ser explicades per la forma de l'atac. És possible que aquesta preferència, en el nostre cas, tinga com a causa la possibilitat d'accedir al múscul adductor posterior, que és el que permet obrir les valves de la presa, l'anul·lació del qual pot facilitar la ingesta completa de la presa. Els sectors 1, 2 i 4, que donarien accés a la zona posterior, suposen prop del 80% del total de perforacions. Sembla, a més, que els naticids s'adapten a la morfologia de la presa: en el cas de la *S. subtruncata* hi ha una notable proporció en el sector 2 (Fig. 4; lletra E de la Fig. 2), el que correspon a la part dorsal posterior, que permetria tallar el múscul adductor posterior perpendicularment al sentit de les seves subjeccions, la qual cosa suposaria la immediata obertura de les valves. En

conclusió, hem contrastat una alta estereotipicitat en els *O. paraboloides* perforats sobre *S. subtruncata*, una alta fidelitat en la repetició de la posició dels orificis produïts.

Els naticids seleccionen la presa en funció de la seu pròpia mida i de les dimensions de la víctima. Triada una espècie concreta, desapareixen totes les altres variables que influeixen en l'elecció (risc potencial de la presa, de resposta agressiva, de facilitat d'escapar, dificultat per la morfologia, gruix, estructures defensives, etc. de la closca específica) i queda únicament la grandària. Una presa major suposa més quantitat d'aliment (major aportació d'energia) però també haver de perforar una conquilla més gruixuda (i consumir més energia per accedir a l'aliment), de manera que el predador intentarà accedir al màxim d'energia possible amb el mínim cost energètic per a obtenir-la. Sempre amb el límit de la pròpia capacitat de consum. Per tant, si això és així, hi haurà d'haver una correlació entre la grandària del depredador, que s'infereix del diàmetre extern de la perforació, i la grandària de la presa, que hem obtingut mesurant la seva longitud màxima. Les dades del nostre treball (figura 5) confirmen una selecció de la mida de la presa per part del depredador, amb un coeficient de correlació de 0,433, molt significatiu (per a una $p < 0,001$).

Agraïments

A Vicent Gual Ortí, per la col·laboració en la composició de les figures. A Alberto Arnedo Pena, per la revisió de les qüestions estadístiques. Als revisors pels suggeriments fets que han contribuït a millorar el treball.

Bibliografia

- Arduino, G.; Locatelli, B.; Orlando, F.; e Repetto, G. 1995.** Catalogo illustrato delle conchiglie marine del Mediterraneo. Edizione Associazione Amici del Museo Federico Eusebio. Alba (Italia).
- Bequiraj, S., Kashta, L. Kuçi, M. Kasemi, D. Mato, X Gace. A. 2007.** Benthic macrofauna of *Posidonia oceanica* meadows in the Albanian coast. *Natura Montenegrina, Podgorica*, 7 (2): 55-69.
- Berg, C.J. & Nishenko, S. 1975.** Stereotypy of predatory boring behavior of Pleistocene naticid gastropods. *Paleobiology*, vol.1: 258-260
- Bianchi, C.N. 2007.** Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean sea. *Hidrobiologia*, 580: 7-21.
- Brasseur, P.; Becker, J.M., Brankart, J.M. & Schoenauer, R. 1996.** Seasonal temperature and salinity fields in the Mediterranean Sea: climatological analyses of an historical data set. *Deep Sea Research* 42 (2): 159-192.
- Bromley, R.G. 1981.** Concepts in ichnotaxonomy illustrated by small round holes in shells. *Acta Geológica Hispànica*, 16 (1-2): 55-64.
- Brunet, J. i Capdevila, M. 2005.** Atlas malacològic del delta de l'Ebre. Editor Joan Brunet Navarro. Sant Carles de la Ràpita.
- Cardoso, J.F.M.F., Witte, J. & van der Veer, H.W. 2007.** Growth and reproduction of the bivalve *Spisula subtruncata* in Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research*, 57 (4): 316-324.
- Carriker, M.R. & Yochelson, E.L. 1968.** Recent gastropod boreholes and Ordovician cylindrical borings. U.S. Geological Survey Professional Paper. 593-B: 1-26.
- Calvet i Catà, C. 1992.** Borehole site-selection in *Naticarius hebraeus* (Chemnitz in Karsten, 1769) (Naticidae: Gastropoda)? *Orsis*, 7: 57-64.
- Chiarelli, S. 1999.** Nuovo Catalogo delle Conchiglie Marine del Mediterraneo. Società italiana di Malacologia.
- De la Ossa, J.A., Ruso, Y.P., Giménez, F. & Sánchez, J.L. 2008.** Effects of sewage discharge in *Spisula subtruncata* (da Costa 1778) populations. *Arch Environ Contam Toxicol*, 54: 226-235.
- DeAngelis, D.L., Kitchell, J.A. and Post, W.M. 1985.** The influence of naticids predation on evolutionary of bivalve prey: conclusions from a model. *The American Naturalist*, vol. 126, núm. 6: 817-842.
- Decret 108/2002, de 16 de juliol, del Govern Valencià,** de Declaració del Parc Natural de la Serra d'Irta i de la Reserva Natural Marina d'Irta. *Diari Oficial Generalitat Valenciana*, núm. 4298, 23/07/2002.
- Fraschetti, S. Covazzi, A., Chiantore, M. and Albertelli, G. 1997.** Life-history traits of the bivalve *Spisula subtruncata*

(da Costa) in the Ligurian Sea (North-Western Mediterranean): The contribution of newly settled juveniles. *Scientia Marina*, 61 (Supl.2): 25-32.

Gili, C. 1995. Pliocene nassaiids (Mollusca: Neogastropoda) of central-west Portugal. *Tertiary Research*, 15 (3): 95-110.

Green, R.H. 1968. Mortality and stability in a low diversity subtropical intertidal community. *Ecology*, 49: 848-854.

Hoffman, A. and Martinell, J. 1984. Prey selection by naticid gastropods in the Pliocene of Emporda (Northeast Spain). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 7: 393-399.

Kelley, P.H. 1988. Predation by Miocene gastropods of the Chesapeake Group: stereotyped and predictable. *Palaios*, Vol.3, núm. 4: 436-448.

Kitchell, J.A.; Boggs, C.H.; Rice, J.A.; Kitchell, J.F.; Hoffmann, A. & Martinell, J. 1986. Anomalies in naticid predatory behavior: a critique and experimental observations. *Malacologia*, 27 (2): 291-298.

Kiorboe, T. & Mohlenberg, F. 1981. Particle Selection in Suspension-Feeding Bivalves. *Marine Ecology Progress Series*, Vol.5: 291-296.

Lorenzo, N. & Verde, M. 2004. Estructuras de biosión en moluscos marinos de la formación Villa Soriano (Pleistoceno tardío-Holoceno) de Uruguay. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7 (3): 319-328.

Martinell, J., Domenech, R. Aymar, J., Kowalewsky, M. 2010. Confamilial predation in Pliocene naticid gastropods from Southern France: utility of preexisting collections in quantitative paleoecology. *Palaios*, v.25: 7 p.

Martinez, J. Adarraga, I. 2003. Estructura y evolución temporal de los sedimentos y de las comunidades bentónicas afectadas por los vertidos de un colector de aguas residuales en San Sebastian (Guipúzcoa) (Golfo de Vizcaya). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 19 (1-4): 345-370.

Mayoral, E. 1990. Implicaciones etológicas y significado de la estereotipicidad de *Oichnus* Bromley durante el plioceno de la cuenca del bajo Guadalquivir (SO España). *Estudios Geológicos*, 46: 347-354.

Neumann, A.C. 1966. Observations on coast erosion in Bermuda and measurements of boring rate of the sponge *Cliona lampa*. *Limnology and Oceanography*, 11: 92-108.

Newton, C.R. 1983. Triassic origin of shell-boring gastropods. *Geol. Soc. Amer. Abstr. Progr.*, 15: 652-653.

Mocho, P., Pereira, S., Lourenco, J. 2010. Bivalves marinhos do Miocénico superior (Tortonian inferior) da Foz do Rego (Costa de Caparica, Portugal). *Revista Electrónica de Ciências da Terra Geosciences On-line Journal*, Volume 17, n. 5: 1-4.

Kierboe, T. & Mohlenberg, F. 1981. Particle selection in suspension-feeding bivalves. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 5: 291-296.

Roy, K., Miller, D.J. & Labarbera, M. 1994. Taphonomic bias in analyses of drilling predation: effects of gastropod drill holes on bivalve shell strength. *Palaios*, v.9: 413-421.

Rueda, J.L., Gofas, S. Urra, J. and Salas, C. 2009. A highly diverse molluscan assemblage associated with eelgrass beds (*Zostera marina* L.) in the Alboran sea: Micro-habitat preference, feeding guilds and biogeographical distribution. *Scientia Marina* 73 (4): 679-700.

Rufino, M., Gaspar, M., Pereira, A., Maynou, F. and Monteiro, C. 2010. Ecology of megabenthic bivalves communities from sandy beaches on the south coast of Portugal. *Scientia Marina*, 74(1): 163-178.

Santos, A. & Mayoral, E. 2007. Palaecología de la malacofauna de bivalvos del Mioceno superior de Cacela (SE Portugal). *Treballs del Museu Geologic de Barcelona*, 15: 25-49.

Sardà, R., Pinedo, S. & Martin, D. 1999. Seasonal dynamics of macroinfaunal key species inhabiting shallow soft-bottoms in the Bay of Blanes (NW Mediterranean). *Acta Oecologica*, 20 (4): 315-326.

Sardà, R., Pinedo, S., Gremare, A. and Taboada, S. 2000. Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the Catalan Western Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1446-1453.

Stanton, R.J. & Nelson, P.C. 1980. Reconstruction of the trophic web in paleontology: community structure in the Stone City Formation (Middle Eocene, Texas). *Journal of Paleontology*. 54: 118-135.

Taylor, J.D. 1970. Feeding habits of predatory gastropods in a Tertiary (Eocene) molluscan assemblage from the Paris basin. *Paleontology*, Vol. 33: 254-260.

Taylor, J.D., Cleavelly, R.J. & Morris, N.J. 1983. Predatory gastropods and their activities in the blackdown Greensand (Albian) of England. *Paleontology*, vol. 26, Part. 3: 521-553.

Tebble, N. 1966. British bivalves seashells: a handbook for identification. The British Museum, London.

Van Dalfsen, J.A. & Essink, K. 2001. Benthic community response to sand dredging and shoreface nourishment in dutch coastal waters. *Senckenbergiana maritima*, 31 (2): 329-332.

Yonge, C.M. 1948. Cleansing mechanisms and the function of the fourth pallial aperture in *Spisula subtruncata* (da Costa) and *Lutraria lutraria* (L.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 27: 585-596.

Zenetos, A., Vardala-Theodorou, E. and Alexandrakis, C. 2005. Update of the marine Bivalvia Mollusca checklist in Greek waters. *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 85: 993-998.

Cita recomendada:

González de la Lastra, M. A., Forner, E., González de la Lastra, P. 2012. Estudi de la depredació de Naticidae (Gasteropoda) sobre *Spisula subtruncata* (Bivalvia) al litoral de la Serra d'Irta (Peníscola, Mediterrània occidental). pp. 83-92. Ateneu de Natura, Castelló.

Seguiment d'aus al Toll d'Ascla (Onda, Castelló) de 2007 a 2011

Joan Castany i Àlvaro

El treball mostra la presència d'ornitofauna al Toll d'Ascla (Onda, Castelló) en base a la fenologia (distribució al llarg de l'any) de cada espècie, a l'estudi de la comunitat i a les variacions interanuals (2007-2011). L'espai és una antiga mina d'argila situada al costat del barranc de Ràtils, afluent del riu Anna (Onda, Castelló) abandonada després de l'aparició d'aigües freàtiques. Els resultats se centren en censos (estacions d'escolta) quinzenals duts a terme durant 5 anys. El volum de la mostra analitzada és de 7.619 contactes d'individus pertanyents a 78 espècies. L'ordre més abundant (72%) és el dels passeriformes, seguit dels ciconiformes (13%). Aquest darrer ordre inclou l'espècie més emblemàtica present al Toll, l'esplugabous (*Bubulcus ibis*) on té un dels dormidors hivernals més importants de la província de Castelló amb més de 400 individus. De tot el conjunt, i atès que es tracta d'un espai humit, el número d'individus contactats que depenen directament d'aquest medi aquàtic i palustre ha segut de 2.092, pertanyents a 20 espècies. Pel que fa a la diversitat (H) les anàlisis estadístiques mostren que la mitjana oscil·la entre 3 i 4 tot i tractar-se d'un espai antròpic amb tràfic, soroll, al costat de fàbriques i amb una relativa qualitat d'aigua.

Paraules clau: Toll d'Ascla, barranc de Ràtils, estacions d'escolta, passeriformes, *Bubulcus ibis*, medi aquàtic i palustre, comunitat d'aus, Diversitat, Equitativitat, Dominància, Similitud.

Bird monitoring at Toll d'Ascla site (Onda, Castelló) 2007 - 2011

This work shows the ornithofauna present at Toll d'Ascla site (Onda, Castellón). I show here the phenology (timing along the year) for the most common species, their inter-year variations in abundance (2007-2011) and some relevant community indexes. Toll d'Ascla is an old clay mine found by the Ràtils ravine, which is an affluent of the Anna river (Onda, Castellón, eastern Spain). The mine was abandoned once the freatic level was reached. The results are based on fortnight census (point counts) conducted along 5 years. A total of 7.619 birds were counted belonging to 78 species. the mosts abundant order was Passeriforme (72%), followed by ciconiiformes (13%). Placed in this order we found the most relevant species, the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) that has the biggest roost in Castellón province (400 ex.). 2.092 ex. of 20 species depend directly of the wetland. The analysis of the Diversity Index (H) shows that it varies from 3 to 4 in spite of being a highly anthropic place, with close roads with heavy transit, noisy tile plants and low water quality.

Key words: Toll d'Ascla, Ràtils ravine, point counts, passeriformes, *Bubulcus ibis*, wetlands, bird community, Diversity, Equitativity, Dominance, Similarity.

No resulta fàcil en la bibliografia trobar treballs referents al seguiment de comunitats d'aus de manera exhaustiva que se centren en tot l'any i que compreguen períodes més o menys llargs de temps. Al respecte n'hi ha un ample ventall de modalitats de publicació.

Són força coneguts, pel seu àmbit d'actuació, els intents d'organitzacions ecologistes com ara SEO-Birdlife (Societat Espanyola de Ornitologia) o l'ICO (Institut Català d'Ornitologia) que s'han posat com a objectiu en els darrers anys acotar aquesta mancança amb programes de seguiment

com el SOCC (Seguiment d'ocells comuns a Catalunya) (ICO, 2008) o el SACRE (Seguimiento de aves comunes reproductoras en España) (SEO/BirdLife, 1997-2011) que continuen centrant-se només en el període de nidificació o en el d'hivernada degut a la dificultat d'infraestructures que encara comporta abordar anys sencers. D'altra banda s'està fent seguiment interessants en anuaris ornitològics en base a cites puntuals que els informadors consideren dignes d'atenció (GOB, 1991-2011; Anton, 2008; Tirado, 2011). N'hi ha altres publicacions que aborden part de la comunitat

però usant números absoluts per al període de cria o monitoritzant espècies concretes (Dies, B. et al. 1999); altres combinen dades d'espais naturals per a temps variables que no excedeixen de l'any o se centren en informacions genèriques sobre comunitats (Garcia & Català). I la modalitat més estesa és la dels catàlegs on caldria incloure els atles; aquests combinen informacions referents a la distribució, població i tendència, amenaces, requeriments ecològics, estatus, conservació... (Urios et al. 1991; Purroy, F. 1997; Martí, R. & Del Moral, 2003; Estrada et al. 2004).

El grup AU d'ornitologia apunta diferències al respecte. Des de temps ençà estem duent a terme projectes centrats en seguiments exhaustius de comunitats d'aus que abasten tot l'any, bé semanalment bé quinzenal, i que alguns s'allarguen uns quants anys (Castany & López-Iborra, 1992, 2001; Barreda & Castany, 2007, 2008).

Un exemple d'aquest tipus de seguiment és el cas que ens ocupa duta a terme en una àrea coneguda com el Toll d'Ascla. Es tracta d'un espai natural ubicat al terme d'Onda (Castelló), (Plana Baixa) (UTM: 30S, x: 0737771; y: 4427842). És un antic terrer d'on s'extreien argiles per a les indústries ceràmiques força abundants a la comarca. La impermeabilitat del substrat ha fet que actualment s'hi haja configurat un xicotet espai humit (12.000 m² de taca d'aigua) les aigües del qual fluctuen, normalment, en funció de les pluges i de les extraccions o aportacions d'un pou que hi ha al costat. Si s'observa aèriament, es podrà veure que a un quilòmetre, en direcció E, i seguint el curs del barranc de Ràtils, n'hi ha dos espais semblants tot i que més xicotets i allunyats de les vistes. Són els popularment coneguts com els "Terrers de la Companyia" que es destinaven en el seu temps al mateix ús. La presència contínua d'aigua en tots tres, la relativa proximitat (a 945 m l'un i a 1.388 m l'altre) i el denominador comú del barranc, configuren una mena de corredor natural on les espècies alades van i venen en funció del que necessiten: menjar, beure, dormir... El Toll d'Ascla és el més gran dels tres.

El Toll és un contrapunt a la imatge estereotipada que s'ha fet de la zona pràcticament lligada a l'explotació ceràmica. Potser l'atzar ha determinat que siga el que actualment és, una zona d'esbarjo on hi ha una interessant comunitat d'aus, fàcilment observables.

Les espècies vegetals que han colonitzat a les vores són les pròpies dels barrancs de la zona; això és: canya (*Arundo donax*), esbarzer (*Rubus ulmifolius*), tamarisc (*Tamarix sp.*), senill (*Phragmites australis*)... N'hi ha restes de tarongers abandonats, oliveres, figueres, pins (*Pinus halepensis*) i un substrat herbaci força tupit amb predomini de l'olivarda (*Inula viscosa*) i del fenoll (*Foeniculum sp.*). A la cara W s'ha habitat un espai municipal (8.772 m²) amb una instal·lació de dos abeuradors d'aproximadament 15 m² cadascun i una plantació de 80 espècies. A la banda N continuen havent horts de tarongers i a la banda S indústries ceràmiques.

L'objectiu del treball és recopilar les informacions de què disposa l'Associació grup Au en els censos realitzats en el Toll durant el període 2007-2011. Aquest conjunt de da-

des permet (1) disposar d'una referència sobre la comunitat d'aus que habiten l'àrea durant tot l'any; (2) conèixer la variació interanual per a cada cas; (3) transmetre als usuaris del toll --veïns, estudiants, aficionats, empresaris, polítics...-- la importància que té la presència de moltes espècies d'aus amb la pretensió d'aconseguir actituds de conservació; (4) crear un referent per a posteriors estudis; (5) que apleguen les informacions a les escoles de la zona perquè els ensenyants puguen aprofitar-les didàcticament. (6) fomentar una actitud crítica en tots els col·lectius implicats.

Material i mètodes

Quan es planteja la metodologia, s'està fent referència, ni més ni menys, al com s'ha fet; com s'ha dut a terme l'objectiu projectat. La polivalència del terme "metodologia" queda explicitada en el treball ocupant-se del conjunt de tècniques i d'estratègies que s'usen per tal d'aconseguir els objectius formulats. En aquest cas se'n barregen dues, les estrictament biològiques i les divulgatives.

Continuïtat i constància

Aquests dos factors han estat presents al llarg de tot el treball, considerant que són "conditio sine qua non" per tal de garantir la sèrieta en l'assoliment dels objectius formulats. Les cinc temporades que s'inclouen van de l'any 2007 al 2011. Per respectar l'homogeneïtat de les dades el censador ha seguit sempre el mateix: Joan Castany i Àlvaro.

Selecció d'hàbitats

No se n'ha fet cap. El punt de cens s'ha situat a la banda W, que és la que presenta major accessibilitat i la que permet millors vistes. Actualment coincideix on hi ha ubicat el mirador.

Estacions d'escolta

De l'ample ventall de metodologies disponibles per tal d'estimar l'abundància de les aus, s'ha triat la que s'anomena "estacions d'escolta". Al Toll no es pot muntar, per exemple, un transecte lineal per un tema d'accés i per la forma ovalada. I si bé és cert, com a inconvenient, que el mètode no permet obtenir dades sobre les densitats absolutes de les aus present, les que s'han aconseguit sí que s'apropen en molts cassos degut a la reducció de l'espai, tot i que aquest no siga l'objectiu principal del treball. El mètode presenta diferents variants, especialment pel que fa a la duració. Els criteris seleccionats són els següents (Anderson et al. Citat per Tellería, J.L. 1986):

Els animals contactats són vistos o escoltats amb probabilitat 0/1 en un radi de 100 m.

Duració: 10' per estació.

Els animals localitzats en la posició inicial d'observació se situen en la seua posició natural sense que abans i per causa de l'acció del mètode s'hagen mogut en relació a la seua posició inicial.

Les observacions dels diferents individus són independents entre si. Cap animal no pot ésser contactat dues vegades.

L'interval horari predilecte per a l'activitat canora, i per tant per a la realització dels censos era des que es feia de dia fins les 10:30 h. Els gràfics s'han fet amb Excel i R.

Índex sobre la comunitat

Permeten donar una visió global i contextualitzada de què ocorre en el Toll pel que fa a les aus. S'analitzen els índex d'abundància, de diversitat, equitativitat, dominància i similitat. Parlar de diversitat en biologia és sinònim de varietat i aquest és avui un dels conceptes requerits en molts plantejaments conservacionistes. La idea de biodiversitat apareix completa si contempla, d'una banda, el nombre d'espècies presents en la comunitat, i d'una altra, la distribució dels individus (l'abundància) de les mateixes espècies. L'anàlisi de la diversitat (H) s'ha realitzat segons l'índex de Shannon-Wiener, basat en la "Teoria de la informació" (Shannon i Weaver, 1963). Aquest autors creen l'índex de diversitat lligat al d'equitativitat (E) (Pielou, 1975). Aquest darrer referència el repartiment del nombre d'individus en les diferents espècies d'una comunitat; permet, així, normalitzar els índex de diversitat obtinguts en la mateixa comunitat al llarg dels diferents moments de l'any. D'altra banda l'índex de dominància relaciona el número d'espècies censades i la importància de les més preponderants. Finalment els índex de similitat i de reemplaçament (Moreno, 2001) relacionen el número d'espècies censades i el número d'espècies comunes entre elles, essent útil per a estudiar aspectes migratològics.

Resultats i discussió

Durant els cinc anys de cens duts a terme al Toll d'Ascla s'ha contactat un total de 7.619 individus pertanyents a 78 espècies (Anexe 1, Figura 1).

Riquesa d'ordes, famílies i espècies

Al Toll n'hi ha representats 12 ordres (Fig.2). El més abundant és el de passeriformes (72%). Els ordres que depenen directament de la presència d'aigua o de l'ambient palustre copsen el 24,2% del total (2.092 individus pertanyents a 20 espècies) i pertanyen el 12,5% a ciconiformes, 5,2% a caradriformes, 3,3% a gruiformes, 1,8% a colimbiformes, 0,63% a pelecaniformes, 0,4% a coraciformes i 0,2% a anseriformes. Si aquestes proporcions es comparen amb la presència d'aquest tipus d'aus en àrees humides properes (desembocadura del propi riu a Borriana o Goles del Millars) cal dir que són escasses. La poca presència d'espècies i individus aquàtics es deu bàsicament a la pròpia idiosincràsia que té el toll: és un espai antròpic vorejat per dos camins amb tràfic freqüent, amb sorolls continus de fons procedents de les fàbriques del costat, és profund, té poca vegetació palustre a les vores i té una qualitat d'aigua baixa, forçament eutropitzada degut a la manca de renovació. Aquests tipus d'espais, tret del triangle ceràmic d'Onda, Ribesalbes i L'Alcora, no són gens abundants, i si n'hi ha són de perímetre molt reduït. De fet a un kilòmetre, en direcció E, i seguint el curs del barranc de Ràtils, poden trobar-se'n dos

de semblants tot i que més xicotets i allunyats de les vistes. Són els popularment coneguts com "Terrers de la Companyia" que es destinaven també en el seu temps (mitjans de segle XX) a l'extracció de terra per a ús ceràmic. La presència contínua d'aigua en tots tres, la relativa proximitat i el denominador comú del barranc, configuren una espècie de corredor natural on les espècies alades van i venen en funció del que necessiten: menjar, beure, dormir... El Toll d'Ascla, però, és amb diferència el més gran de tots. Els resultats que es mostren no inclouen gràfics d'espècies

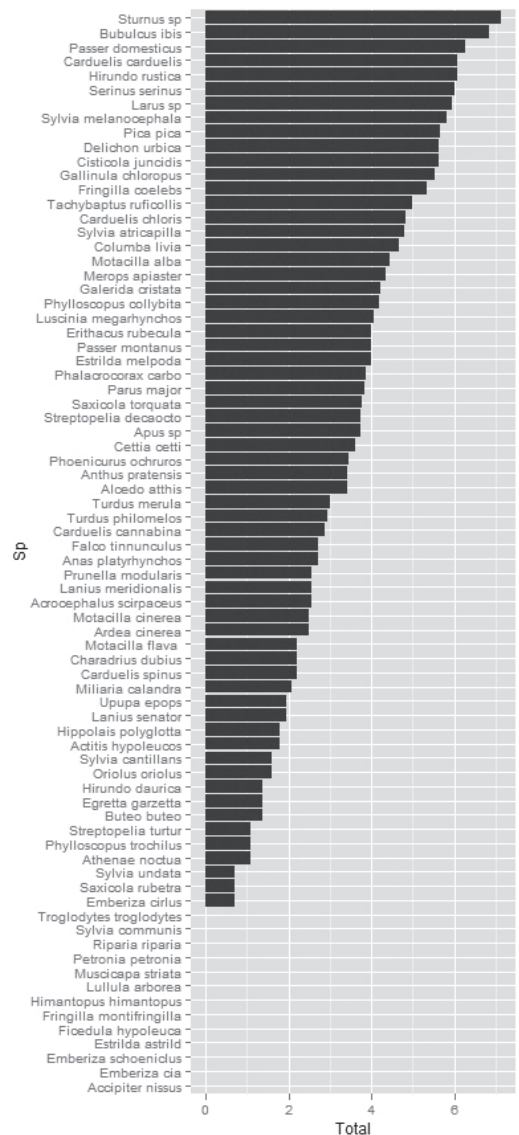


Figura 1 | Espècies detectades al Toll d'Ascla durant el període 2007-2011 ordenades per número de contactes i mostrades en escala logarítmica.

Figure 1 | Detected species in Toll d'Ascla during 2007-2011 ordered by contacts and shown in logarithmic scale

poc representades (Anexes 2 i 3).

L'ordre passeriformes està representat per 55 espècies per tantants a 17 famílies (Fig. 3). Les proporcions de les famílies que a continuació s'hi indiquen ho seran en referència a l'ordre corresponent.

La família dels fringíl·lids és la més nombrosa i cospa el 22% del total de passeriformes. Cal destacar la presència abundant de cadernerres (*Carduelis carduelis*) que apareixen normalment lligades a l'àrea a les llavors abundants de cards (*Cardus sp.*) i de lletsons (*Sonchus sp.*) durant l'estiu i d'olivarda (*Inula viscosa*) durant l'hivern; la tendència interanual mostra una davallada important. Li segueix en nombre el gafarró (*Serinus serinus*) que apareix en l'àrea lligat als horts de tarongers que per la banda NO limiten amb el toll; aquesta espècie depèn, quasi exclusivament, de la presència de citró blanc (*Diplotaxis erucoides*) que degut a la instal·lació quasi total del reg a goteig ha minvat exageradament les seues poblacions (Martínez-Pérez et al., 2006). Després apareix també abundantment, encara que només d'hivern, el pinsà (*Fringilla coelebs*); es tracta d'una espècie generalista que menja pràcticament de tot (frugívora, granívora, insectívora). La presència en la zona de verderol (*Carduelis chloris*) està lligada als xiprers que hi ha al costat del camí de Ràtils, on, a més, hi cria. La presència de la resta de fringíl·lids censats, passarell (*Carduelis cannabina*), Llueret (*Carduelis spinus*) i pinsà reial (*Fringilla montifringilla*) són pràcticament anecdòtics. Passarells se'n veu algú de pas i de lluerets si és un bon any d'hivernada.

Als fringíl·lids li segueixen en importància els silvíds amb una representació del 16%. L'espècie que més destaca és el capnegret (*Sylvia melanocephala*) que està omnipresent a tota l'àrea i durant tot l'any. Li segueix el trist (*Cisticola juncidis*) que apareix a principis de primavera i que criarà també a la zona; es tracta d'un au palustre lligada a zones no inundades d'aigua (Castany & López-Iborra 1992; Castany, 2003) que es veu molt afectada per les baixes temperatures hivernals; a la zona apareix associada a espècies altes de gramínies.

La busquera del capnegre (*Sylvia atricapilla*) i el mosquiter comú (*Phylloscopus collybita*) són el tercer i el quart en importància, respectivament. Ambdós apareixen d'hivern i l'actuació municipal que s'ha fet ha incrementat la seua presència. La busquera del cap negre és força freqüent al taronger on menja insectes, baies (olives, tomatera borda, llentiscle...) i de tant en tant taronges, mentre que el mosquiter comú només és insectívor. La presència de rossinyol bord (*Cettia cetti*) és, però, l'espècie que aporta més interès ja que es tracta d'un dels pocs passeriformes palustres que es trobarà al toll; és insectívor i en aquest cas està lligada a masses de canyar (*Arundo donax*), senills (*Phragmites australis*) i esbarzers (*Rubus ulmifolius*); només ocupa l'espai durant la hivernada. La resta de silvíds, tot i que les quantitats siguin anecdòtiques, cal comentar que coincideixen amb els anomenats transsaharians a excepció de la busquereta cuallarga (*Sylvia undata*). Són la busquereta de garriga (*Sylvia cantillans*), la busquereta vulgar (*Sylvia communis*), el mosquiter de passa (*Phylloscopus trochilus*), la bosqueta vulgar (*Hippolais polyglotta*) i la xitxarra de canyar (*Acrocephalus scirpaceus*); aquest grup ha passat l'hivern a zones subsaharianes i tornen al continent europeu a nidificar. A l'àrea del toll només hi nidifica la bosqueta vulgar. La xitxarra de canyar és l'única exclusivament palustre i, tot i ser generalista en espais d'aquest tipus (Castany 2006; López-Iborra et al. 2006), al toll no hi cria.

La família dels passeríds (10,45%) està representada àmpliament pel teuladí (*Passer domesticus*) que viu i nidifica a l'àrea als forats de les casetes abandonades que hi ha a la banda E, a les torres de la llum i a les tanques de publicitat de les fàbriques contigües. La presència de teuladí xàrrrec (*Passer montanus*) és molt menys nombrosa i també apareix com a nidificant. Finalment el teuladí gologroc (*Petronia petronia*) només se l'ha censat una vegada durant el pas postnupcial.

Pel que fa a la família dels hirundínids (13%) a l'espai apa-

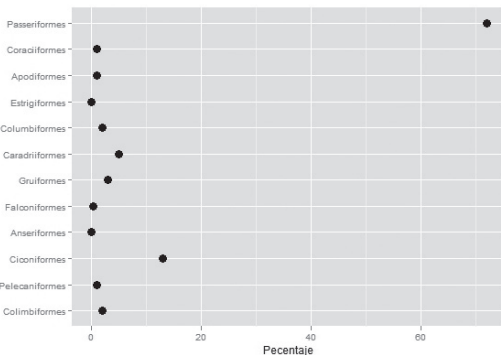


Figura 2 | Ordres detectats al Toll d'Ascla durant el període 2007-2011 mostrades en percentaje sobre el total.

Figure 2 | Orders detected at Toll d'Ascla during 2007-2011 shown as percentage.

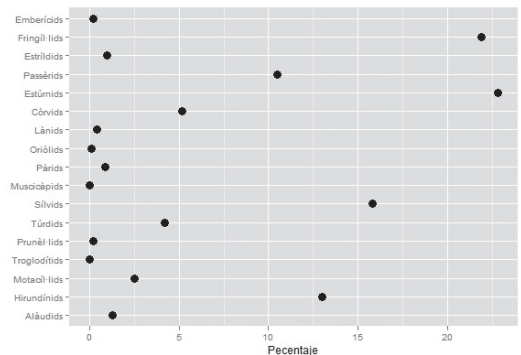


Figura 3 | Famílies de passeriformes detectades al Toll d'Ascla durant el període 2007-2011 mostrades en percentaje sobre el total.

Figure 3 | Passerine families detected at Toll d'Ascla during 2007-2011 ordered by contacts and shown in logarithmic scale

reixen quatre representants tots ells transsaharians. Crida l'atenció l'absència de l'únic hirudínid hivernant que hi ha a casa nostra, el roqueret (*Ptyonoprogne rupestris*), i que s'hi troba present a la major part d'espais humits castellonecs. El més abundant de tots ells és l'oroneta (*Hirundo rustica*) que nidifica a la zona ocupant l'interior de casetes de camp abandonades; freqüentment se l'observa formant estols, caçant mosquits ben a prop de l'aigua o fins i tot bevent sense aturar-se. Li segueix en nombre l'avió comú (*Delichon urbicum*) que té una colònia de nidificació a la fàbrica d'esmalts que hi ha a la banda E del toll; també usa el toll per caçar i beure. Finalment la presència d'oroneta cua rogenca (*Hirundo daurica*) i d'oroneta de ribera (*Riparia riparia*) són simplement anecdòtiques.

Pel que fa als túrdids (4% dels passeriformes) el toll el visiten 7 espècies. La més abundant és el rossinyol comú (*Luscinia megarhynchos*); és un au transsahariana insectívora que només ocupa els espais propers al toll per criar; des de l'estació de cens s'escolten els rossinyols en una àrea més ampla degut a la potència del seu cant. Bàsicament tots s'ubiquen a les proximitats del barranc de Ràtils, que està al costat del toll. Li segueix en quantitat el pit roig (*Erithacus rubecula*) que està present a l'àrea només d'hivern; és un au generalista que menja insectes i tot tipus de baies (olives, lentsicles, tomatera borda, arborços...). A continuació hi ha el també hivernant bitxac comú (*Saxicola torquata*) que és fàcil d'observar perquè ocupa talaies --puntes de branques seques i les mateixes tanques metàl·liques-- des d'on caça insectes. Passa el mateix amb el culroig (*Phoenicurus ochruros*), hivernant que ocupa espais antròpics; l'actuació municipal ha incrementat la seua població; menja insectes i baies. La merla (*Turdus merula*), túrdid present durant tot l'any, és escassa i es creu que la seua davallada es deu a l'ús d'herbicides i pesticides emprats en els conreus (Castany & López-Iborra, 1992; Barreda & Castany 2007; 2008). El tord (*Turdus philomelos*), també escàs, potser estiga denunciant la pressió cinegètica a la qual està sotmés durant pràcticament tota la hivernada. Finalment el bitxec rogenca (*Saxicola rubetra*) és un au transsahariana molt semblant a l'altre bitxec tot i que només és contactable i de manera anecdòtica, durant els passos.

La família dels motacíl·lids ocupa el 2,49 % del contactes. Les quatre espècies censades, totes elles insectívores, són força habituals en espais palustres ocupant cadascuna d'elles un nínxol ecològic. La cueta blanca (*Motacilla alba*) és la més generalista de totes i de fet podem trobar-la, bàsicament d'hivernada, igual al costat de l'aigua, a les cunetes de les carreteres que al pati d'una escola. Cria al riu Anna en un nombre de parelles molt reduït. La titeta (*Anthus pratensis*), exclusivament hivernant, ocupa praderies humides amb vegetació herbàcia i fangars s'agrupa freqüentment en estols. La presència al toll depèn, doncs, de la presència de fangs a les vores. La cueta torrentera (*Motacilla cinerea*), més selectiva pel que fa a hàbitat que els anteriors, sempre apareix, i en menor nombre, lligada a l'aigua. I finalment el cuetet (*Motacilla flava*) només apareix, anecdòticament, en

períodes de pas.

Resta d'espècies de passeriformes censades.

En aquest apartat s'han agrupat una sèrie d'espècies que, tot i ser abundants en alguns casos, pertanyen a famílies molt poc representades. És el cas de les dues espècies d'estornells (*Sturnus unicolor* i *Sturnus vulgaris*) que copsen el 22,8 % dels passeriformes. La proporció ja és un indicador important de la seua abundància. Durant l'hivern els bandos d'ambdues espècies s'agrupen, per separar-se en primavera i estiu ja que *S. vulgaris* no hi nidifica. Els que s'hi queden són *S. unicolor*. Pel que fa als còrvids només apareix un representant, la garsa (*Pica pica*) que amb 282 contactes cospa el 5,2% dels contactes de passeriformes. La gràfica interanual (Anexe 4) no reflexa l'increment de l'espècie a les planes castellonenques, ciutats incloses (Castany, 2012 en premsa). És llesta, carronyera i omnívora, la qual s'hi troba a la base del seu èxit. Potser no s'hi observe un increment de la seua presència degut a les concessions cinegètiques que se'ls fa als cotos de caça.

Una altra espècie representada és el careta taronja (*Estrilda melpoda*). És una espècie al·lòctona (introduïda) original de l'Àfrica subsahariana. A la zona té establertes xicotetes colònies que ocupen espais càlids (Castany & López-Iborra 1997). Menja llavors d'espècies de la família de les miliàcees que apareixen abundantment enmig i a les vores dels horts de tarongers regats a goteig.

La família dels pàrids només té un representant a la zona, el tot estiu (*Parus major*). Es tracta d'un au sedentària, adaptada exitosament a qualsevol tipus de hàbitat ja que menja fruits, llavors i insectes. La gràfica interanual mostra una tendència a incrementar la seua presència.

De la família dels prunèl·lids apareix també només un únic representant i, a més, molt escàs, el cercavores (*Prumella modularis*). De la família alaudids n'hi ha dos representants, la petrolina (*Lullula arborea*) amb un únic contacte i la cogullada (*Galerida cristata*) present a la zona durant tot l'any i amb una proporció dins dels passeriformes d'un 1,3%; apareix nidificant als sostres dels magatzems i fàbriques ceràmiques. Finalment hi ha la família dels lànids també amb dos representants, el capsot (*Lanius senator*), amb 7 contactes i el botxi (*Lanius meridionalis*) amb 13. Són aus solitàries que els identifica la conducta d'empalar les seues preses a espècies vegetals punjoses (*rubus*, *ulex*...) que usa de rebost.

Altres espècies no passeriformes ni aquàtiques

La família dels colúmbids cospa el 2% dels contactes amb tres representants. El colom roquer (*Columba livia*), au adaptada a espais antròpics, apareix al toll perquè hi ha un colomar a la caseta d'Isert, a escassament 200 m. La tórtora turca (*Streptopelia decaocto*), també adaptada a espais pròxims a l'home, és freqüent trobar-la durant tot l'any a la torre elèctrica que hi ha caseta de controls d'aigües de la depuradora ubicada al costat del camí de Ràtils. Finalment la menys abundant, amb només 3 contactes és la tórtora

europaea (*Streptopelia turtur*); es tracta d'un au transsahariana que, tot i criar a casa nostra, mostra una davallada important degut a la pràctica cinegètica del que es coneix com a "mitja veda"; en el catàleg nacional d'espècies protegides figura com a vulnerable (Catàleg dels vertebrats valencians, 2005).

L'abellerol (*Merops apiaster*), pertanyent a la família dels meròpids, està present a l'àrea bàsicament durant els passos i agrupat en bàndols. Podria ser un potencial transsahariana nidificant a les parets argiloses de la cara sud, però de moment no ho és. Els falciots (*Apus apus* i *Apus pallida*), aus també transsaharianes, ocupen el cel del toll a la recerca de plàncton aeri o baixant a beure fent picats espectaculars.

La vistosa puput (*Upupa epops*), tot i ser migrant, la tenim durant tot l'any encara que siga en baixes proporcions. Nidifica als forats de les casetes de camp abandonades. Del grup dels rapinyaires diürns el més abundant de tots és la moixeta (*Falco tinnunculus*); és una espècie que pateix la pressió cinegètica dels falsos silvestristes que la capturen furtivament amb xarxes de terra durant el pas de tardor per les molèsties que els ocasiona en la pràctica de la modalitat. La resta d'espècies contactades són anècdotes. Hi ha 4 contactes d'aligot comú (*Buteo buteo*) i 1 d'esparver (*Accipiter nissus*). La presència de rapinyaires nocturns està escassament representada ja que els censos s'efectuen de dia; no obstant això el mussol (*Athenae noctua*), que apareix també anecdòticament als censos (3 contactes), és un nidificant comú. Passa el mateix amb altres nocturnes com ara el xot (*Otus scops*) i els dos sabocs (*Caprimulgus europaeus* i *C. ruficollis*). S'han vist i escoltat a la zona però no apareixen als censos.

Les espècies aquàtiques

En aquest apartat hem inclòs les espècies d'aus que depenen directament del recurs aigua. S'han exclòs els passeriformes palustres ja que han estat tractats en el capítol d'abans. El conjunt d'aquàtiques cospa el 24,5% del total de contactes. N'hi ha representades 7 famílies.

Per ordre d'abundància hi ha la família dels ardèids amb tres representants. L'esplugabous (*Bubulcus ibis*), és el més abundant (941 contactes) i té al Toll un dormidor d'uns 400 individus durant tot l'hivern en el canyar (*Arundo donax*)

que hi ha al costat del camí de Ràtils; en època de cria desapareix i la seua presència hivernal depèn de si les aigües del toll apleguen al canyar ja que això els hi dóna més protecció. El nombre de contactes depèn molt de l'hora de cens ja que si es fan molt dematí és freqüent trobar-los encara al dormidor. L'altre ardèid és l'agró blau (*Ardea cinerea*), amb només 12 contactes. I finalment hi ha la garceta blanca (*Egretta garzetta*) que té una presència anecdòtica (4 contactes).

La família dels làrids (gavines) són individus pertanyents a diferents espècies i sempre vistos de pas en direcció E-O suposadament cap els abocadors o cap el pantà de Sitjar.

La família dels podicipèdids està representada amb 144 contactes per l'escabussonet (*Tachybaptus ruficollis*). Apareix quasi sempre en els censos incrementant els contactes a finals de l'època de cria en concentracions postnupcials. Desapareixen quan les pluges arrossegueu argiles i embruten l'aigua impedit-los accés visual a preses potencials. La tendència interanual va en augment.

La família dels ràl·lids té amb la gallineta d'aigua (*Gallinula chloropus*) el seu màxim i únic exponent. És l'au aquàtica més constant i abundant al toll durant tot l'any amb 255 contactes. A la gràfica fenològica de l'espècie s'observa com incrementa el seu contingent durant la tardor en la migració postnupcial.

De la família dels caràdrids només s'ha censat una espècie, el corriol menut (*Charadrius dubius*) que deu nidificar a l'àrea tot i que d'una manera molt reduïda (9 contactes). D'escolopàcids també només hi ha un representant força escàs, la siseta de pit blanc (*Actitis hypoleucos*) amb 6 contactes.

La presència de la família dels anàtids només té un representant, el coll verd (*Anas platyrhynchos*) amb només 15 contactes concentrats en els darrers dos anys. Potser siga un bon auguri de futur el fet que durant la redacció del present article (abril 2012) s'haja vist una niuada de 10 pollets.

Una altra au freqüent durant l'hivern, encara que en un nombre reduït d'individus (48 contactes), és la corba marina grossa (*Phalacrocorax carbo*), que pertany a la família dels falacrocoràcids; menja peixos i potser per això siga escassa. No obstant això la seua espectacular grandària marca diferències amb la resta d'habitants alats del toll.

Finalment de la família dels alcedínids hi ha el blauet (*Alcedo atthis*). És un habitant freqüent al toll durant tot l'any. No s'ha pogut confirmar la seua nidificació però a ben se-

Índex	G	F	Mç	Ab	Mg	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Diversitat	3.767	3.858	3.667	3.761	3.707	3.678	3.484	3.344	2.716	3.449	3.532	3.852
Equitativitat	0.857	0.961	1.072	0.946	0.882	0.921	0.812	0.676	0.562	0.700	0.779	0.894
Abundància	511	396	315	343	444	378	472	428	1054	490	591	521
Riquesa	37	35	32	35	36	33	32	34	37	44	42	40
Dominància	0.247	0.217	0.178	0.207	0.215	0.190	0.284	0.339	0.474	0.334	0.327	0.197

Taula 1 | Índex poblacionals estudiats al Toll d'Ascla 2007-2011

Table 1 | Population Indexes calculated at Toll d'Ascla 2007-2011

gur que ho farà en espais pròxims (Terrers de la companyia o barranc de Ràtils).

Anàlisi de la comunitat

Sobre espècies i individus

La Figura 4 mostra la riquesa d'espècies i d'individus al llarg de tot l'any per al període 2008-2011. La presència per mesos d'espècies i d'individus mostra tres moments importants: la hivernada (desembre, gener, febrer), la cria (abril, maig i juny) i els dos passos, el postnupcial, on apareixen s'incrementa el nombre d'individus i d'espècies (setembre, octubre i novembre) i el prenupcial (març i abril) amb els contingents prou més mermats. Durant l'hivern –novembre, desembre, gener– s'han censat 51 espècies; en l'època de cria –abril, maig, juny– 47. El nombre d'individus diferents apareguts als censos durant l'hivern és de 2.409 i en primavera de 2.796. Estadísticament no hi ha diferències significatives pel que fa a la presència d'espècies entre me-

sos ($\text{Chi}^2 = 5,1168$; $p = 0,9539$). Però sí que n'hi ha pel que fa als individus ($p < 0,001$). En aquest sentit el moment que marca diferències és el pas postnupcial. Des de finals de setembre fins a mitjan novembre un munt important d'aus es trasllada després d'haver criat a les àrees de repòs. Es desplacen adults i joves la qual cosa fa que s'engreixi la gràfica de tardor. No passa el mateix en el pas prenupcial ja que la hivernada ha minvat les poblacions i només retornen a les àrees de cria els contingents d'aus que ha sobreviscut. Interanualment (Fig. 5) no hi ha diferències significatives pel que fa al nombre d'espècies ($\text{Chi}^2 = 1,4022$; $p = 0,9240$) i torna a haver-ne pel que fa al nombre d'individus ($p < 0,001$). El promedi d'espècies interanual és de 51 i el dels individus de 1.487. En el cas dels segons les fluctuacions es produeixen si el cens coincideix, atzarosament, en el pas d'espècies que van en bàndols com estornells, hirúndids, falciots o en l'abandó del dormidor per part dels esplugabous (*Bubulcus ibis*); de fet, la diferència que s'observa en 2009 es deu al cens d'un bàndol d'estornells de més de 600

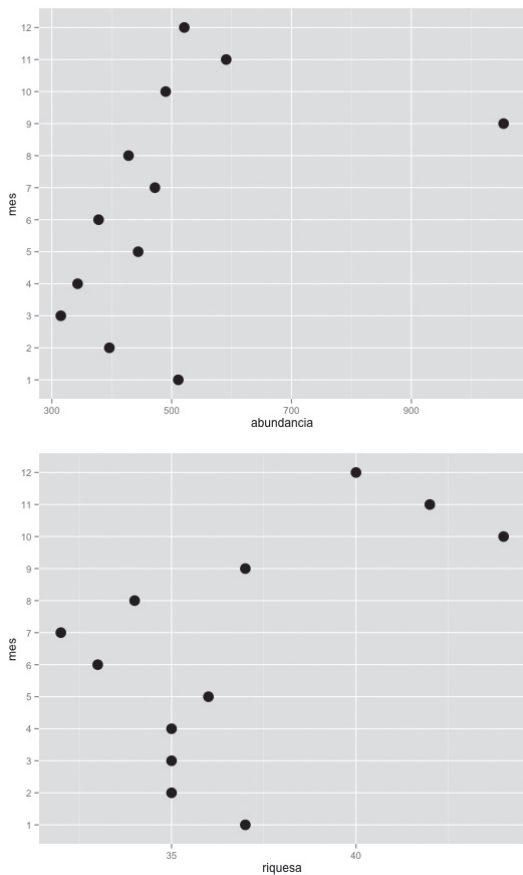


Figura 4 | Evolució mensual del número d'individus (dalt) i d'espècies (baix) presents al Toll d'Ascla 2007-2011.

Figure 4 | Monthly evolution of total bird counts (up) and species richness (down) at Toll d'Ascla 2007-2011

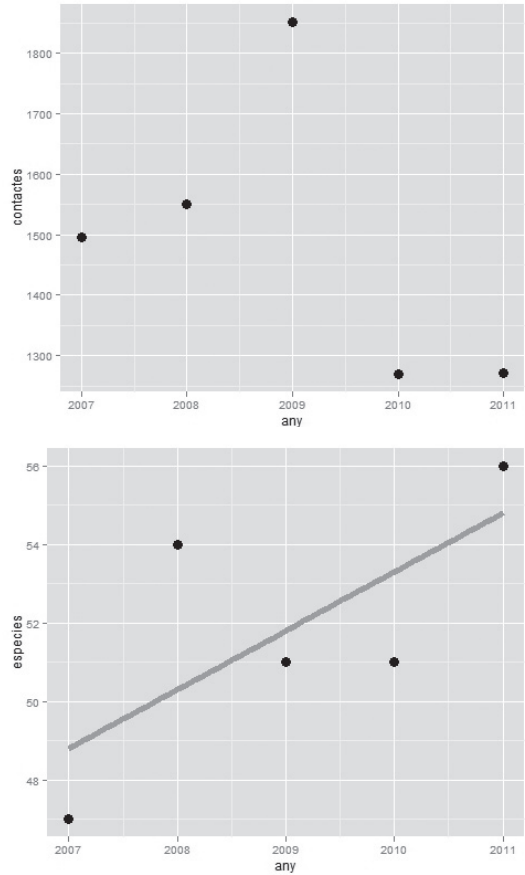


Figura 5 | Número d'individus (dalt) i d'espècies (baix) amb línia de tendència al Toll d'Ascla per al període 2007-2011.

Figure 5 | Total bird counts (up) and species richness (down) (with trend line) at Toll d'Ascla 2007-2011

individus. També pot observar-se a la gràfica que hi ha una xicoteta diferència entre les espècies censades l'any 2007 ($n=47$) i el 2011 ($n=56$) que podria ser deguda a la intervenció antròpica feta a l'espai municipal l'any 2010 basada en la instal·lació d'abeuradors i la plantació de 80 espècies vegetals.

Índex de diversitat (H), equitativitat (E), dominància (ID) i de similitud

“A priori” el concepte de diversitat ens duu a pensar en la varietat d'objectes i en la seua distribució. Si es vol obtenir informació sobre l'organització d'una comunitat d'aus formada per poblacions de diferents espècies, es fa necessari plantejar-se la diversitat. I aquesta és una premisa que permet, “a posteriori” introduir-nos en aspectes conservacionistes. Un primer indicador de la diversitat és el nombre d'espècies diferents presents en la comunitat. Ja hem vist abans que aquestes n'eren 51 d'hivern i 47 durant l'època de cria. Però aquestes dades resulten poc eficaces perquè no tenen en compte la respectiva abundància de cadascuna d'elles. Per tal de cobrir aquesta mancança Shannon i Weaver (1963) crearen un índex que permetia comparar els resultats obtenint informació sobre la distribució de l'índex de diversitat, la seua relació amb el nombre d'espècies i la possible existència d'heterogeneïtats. Tingueren en compte tant el nombre d'espècies com la distribució o repartiment dels individus en eixes espècies. En l'estudi s'ha calculat l'índex de diversitat (H) per anys (Fig. 6). Connectada, doncs, la varietat d'individus, d'espècies i la seua distribució, s'observa que els valors oscil·len entre 3 i 4. Els nivells més baixos de diversitat (Taula 1) es troben durant el pas postnupcial, tot just a l'inici de la tardor (finals d'agost $H_{ag}=2.34$ i tot setembre $H_{set}=2.72$). En aquest moment estan de pas les aus transsaharianes, algunes d'elles més esquives i ràpides (silvídids) i altres agrupades en grans bàndols (hirúndids) i a les quals els esperen entre 3.000 i 5.000 kilòmetres per aplegar a les respectives àrees de repòs. Bona part de les aus que després es comptaran en el mes d'octubre i principis de novembre són les presaharianes que s'hi quedaran a les nostres latituds a passar l'hivern. Interanualment s'observa (Fig. 6) un increment important entre 2007 i 2011 d'1 punt. La hipòtesi que cobra més pes per explicar aquesta circumstància és la ja referida a la intervenció que s'ha fet a l'àrea a nivell vegetal i de disposició d'aigua. Per tal de valorar l'índex de Diversitat del Toll d'Ascla és interessant compararlo amb el d'altres espais. Per exemple habitualment un espai urbà presenta una diversitat que oscil·la entre 1 i 2 (Castany, in press); la diversitat als 16 km de desembocadura del Millars oscil·la entre l'1 en el tram de més a l'O i els 4,4 a la mateixa desembocadura (Castany, J. 2007); al parc de Ribalta de Castelló (Barreda i Castany, 2008) la variació interanual de la diversitat durant 6 anys presenta una mitjana de 3,5 durant l'hivern i de 2,7 durant l'època de cria. Els camps de conreu de regadiu -tarongerar- del terme d'Alqueries (obs. pers.) presenten una H de 2,91 d'hivern, i de 3,14 en primavera. Als camps de conreu de secà de Vilanova d'Alcolea -garroferar, oliverar i ametllerar— l'H és de 3,12 d'hivern i

de 3,19 en primavera (obs. pers.).

L'equitativitat (Pielou, 1975) és una proporció que fa referència a la distribució del nombre d'individus entre ells, independentment del nombre d'espècies. El seu càlcul és una manera de normalitzar els índexs de diversitat obtinguts en comunitats amb diferents nombre d'espècies i poder saber quina d'aquestes comunitats està més lluny de la seua diversitat màxima (1); aquesta s'aconseguiria si totes les espècies es presentaren en la mateixa proporció d'individus. A la Taula 1 es mostra l'índex per mesos. Els resultats de l'índex de diversitat i el d'equitativitat mantenen una alta correlació ($r=0,8352$). D'una banda hi ha una aproximació a un valor d'equitativitat “1” en el mes de març (inici del pas prenupcial) que coincideix amb l'absència generalitzada de bàndols. I d'una altra s'hi observa una davallada de la diversitat i de l'equitativitat en agost, setembre i octubre (pas postnupcial) degut a l'aparició dels bàndols tant de migrants transsaharianes que se'n van (hirundínids) com als d'estúrnids presaharianes que apleguen.

La informació sobre Dominància (ID) (Taula 1) ve a corroborar les dades ja referides sobre equitativitat. L'índex relaciona el número d'espècies censades i la importància de les més preponderants. Al respecte hi ha diferències significatives pel que fa a la presència d'aus al llarg dels mesos de l'any ($\chi^2=33,049$; $p=0,0009$) com pot intuir-se en les dades de la Taula 1. A major equitativitat, major diversitat i menor dominància. I a l'inrevés, a menor equitativitat, menor diversitat i major dominància. Ja s'ha referit a què es deu l'increment d'aus en els mesos de tardor. L'època de cria no és un moment de concentració d'individus. Els adults van molt a la seua intentant sobreviure i tirar endavant amb la supervivència de la prole. Serà prou després (tardor) quan algunes espècies s'agruparan en bàndols i es dispersaran

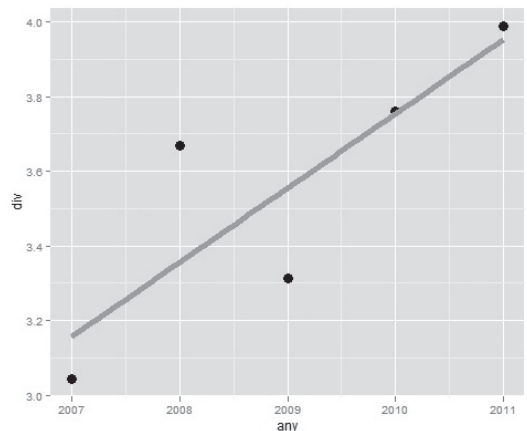


Figura 6 | Índex de diversitat (H) interanual amb línia de tendència al Toll d'Ascla 2007-2011.

Figure 6 | Annual Diversity Index (H) with trend line at Toll d'Ascla 2007-2011.

cap a altres llocs. Després de la cria la comunitat d'aus ha augmentat considerablement i a partir d'ací comença progressivament la davallada de la població. Això té a veure amb l'esmentada supervivència. Moltes espècies redueixen de forma natural la població juvenil tots els anys en un 60% i la població adulta en un 40% (Castany, 2003).

Finalment l'índex de Similaritat i de Reemplaçament (Taula 1) que és una proporció on es relaciona el número d'espècies censades i el número d'espècies comunes entre elles al Toll és alt. El grau és de 0,77. Al llarg dels mesos es manté pràcticament un promedi de 28 espècies comunes i 15 de diferents. No hi ha diferències entre ells ($\chi^2=5,094$; $p=0,9265$). No obstant això s'apunten dos moments en què la similaritat baixa un poc per baix de la mitjana marcant tot just els dos passos, el preupal (març-abril) en 0,66 i el postnupal (setembre-octubre) en 0,69. Són els dos moments en què hi ha, d'altra banda, el major nivell de reemplaçament específic.

Estat de Conservació

En termes generals l'estat de conservació que presenten les

aus del Toll d'Asla és el propi d'un espai antropitzat. La immensa majoria són aus generalistes, bé de conreus, d'espais. Al llistat del Anexe 2, fet en base a les informacions que dona el Libro rojo de las aves de España (Madroño et al. 2004) i el Catàleg dels vertebrats valencians (2005) no hi ha aus amb requeriments especials. No obstant això el valor ornític que té és el fet de tractar-se d'un espai a protegir, i més quan en un terme municipal no hi ha res més paregut. El dormidor hivernal d'Esplugabous (*Bubulcus ibis*) és força interessant i depèn, d'una banda, del nivell (altura) que presente l'aigua i d'altra, de l'estat de conservació del canyar (*Arundo donax*) que hi ha al costat del camí de Ràtils. I cal considerar com a mesura la prohibició de la pesca atès que el perímetre és molt xicotet i la presència de peixadors repercuteix directament sobre les poques aus aquàtiques que alberga l'àrea. Potser una replantació d'espècies rupícoles i de vegetació palustre a les vores de l'aigua incrementaria la presència de més espècies d'aiguamoll.

Bibliografia

Anderson et al. Citat per Tellería, J.L. 1986. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. RAICES, Madrid.

Anton, M (ed). 2008. Anuari d'Ornitologia de Catalunya. 2007. Barcelona. Institut Català d'Ornitologia.

Barreda, J. & Castany, J. 2007. Aus a la desembocadura del riu Sec de Castelló. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló.

Barreda, J. i Castany, J. 2008. Aus al Parc de Ribalta de Castelló. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló.

Castany, J. & López-Iborra, G. 1992. Ornitofauna i vegetació del Riu Anna al seu pas pel terme d'Onda. Butlletí del centre d'Estudis Municipals d'Onda 4: 87-196.

Castany, J. & López-Iborra, G. 1997. Orange-cheeked Waxbill *Estrilda melpoda*. En: Blair M. (Ed.) Atlas of European Breeding Birds. European Birds Census Council. pp. 706-707.

Castany, J. & López-Iborra, G. 2001. Ornitofauna del riu Anna. En Castany, J. & López-Iborra, G.: Estudi ecològic del riu Anna. Anàlisi prèvia al funcionament de la depuradora mancomunada Vila-real, Betxí, Onda. Diputació de Castelló. Castelló.

Castany, J. 2003. El carricer real (*Acrocephalus melanopogon*) en el P.N. del Prat de Cabanes-Torreblanca. Tesis doctoral. Universitat de València, p. 51.

Castany, J. 2006. Anàlisi de peso, grasa i sedimentació en el carricer comú (*Acrocephalus scirpaceus*) en la desembocadura del riu Mijares (Castellón). Revista de Anillamiento 16-17: pp. 11-17.

Castany, J. 2007. Situació dels passeriformes palustres a les Goles del Millars, Clot de la Mare de Déu i riu Sec de Castelló. Actes de les II Jornades de Recuperació del Millars. Almassora.

Castany, J. 2012. (en premsa) Situació de les aus urbanes a la ciutat de Castelló (2005-2011). Actes III Jornada sobre fauna castellanenca. Planetari de Castelló. Castelló

Catàleg dels vertebrats valencians, 2005. Conselleria de Territori i Habitatge. València.

Dies, B., Dies, J.I., Oltra, C., García, J. y Català, F.J. 1999. Las aves de la albufera de Valencia. VAERSA. València.

Estrada, J., Pedrocchi, V., Brotons, L., & Herrando, S. (eds). 2004. Atlas dels ocells nidificants de Catalunya 1999-2002. Institut Català d'Ornitologia (ICO)/Lynx Edicions. Barcelona

Garcia-Gans, J. & Català, F.J. Avifauna urbana y periurbana de la ciudad de Valencia. Ajuntament de València. Delegación de sanidad y consumo.

GOB, 1991-2011. Anuari ornitològic de les Balears. Informes 1991-2011. Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa. Palma.

ICO, 2008. Sisè informe del Programa de Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya (SOCC). Institut Català d'Ornitologia. Barcelona.

López-Iborra, G.; González, F i Castany, J. 2006. Estimaciones de supervivencia anual de carriceros comunes (*Acrocephalus scirpaceus*) adultos en dos humedales mediterráneos. Revista de Anillamiento 16-17: pp. 18-24.

Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (Eds.) 2004. Libro rojo de las aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/birdLife. Madrid.

Martí, R. & Del Moral, J.C. (Eds) 2003. Atlas de las aves reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Espanyola de Ornitología. Madrid.

Martínez-Pérez, J.A.; Castany, J. i López-Iborra, G. 2006. La estación de anillamiento La Murtera (Onda, Castellón): fenología y evolución del verdicillo (*Serinus serinus*). Revista de Anillamiento 16-17: pp. 25-28.

Moreno, C.E. 2001. M&T.Manuales y tesis SEA, vol.1.Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, ORCYT-UNESCO, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe. UNESCO.

Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York

Purroy, F. 1997 Atlas de las aves de España. Lynx edicions. Barcelona.

SEO/BirdLife, 1997-2011. Seguimiento de Aves Comunes Reproductoras en España. Programa SACRE. Informes 1996-2011. SEO-BirdLife. Madrid.

Shannon, C.E. y W. Weaver, 1963. The mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana. Illinois.

Tirado, M (ed). 2011. Anuario Ornitológico de la Comunidad Valenciana 2009. Internatura. Castellón.

Voous, K.H. 1977. List of recent holartic bird species. Brit. Orn. Union. London.

Urios, V., Escobar, J.V., Pardo, R., & Gómez, J.A. 1991. Atlas de las aves nidificantes de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca. València.

Ordre	Família	Valencià	Castellà	Nom científic	Total
Colimbiformes	Podicipèdids	Cabussonet	Zampullín común	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	144
Pelecaniformes	Falacrocoràcids	Corba marina grossa	Cormorán grande	<i>Phalacrocorax carbo</i>	48
Ciconiformes	Ardèids	Esplugabous	Garcilla bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	941
Ciconiformes	Ardèids	Garseta blanca	Garceta común	<i>Egretta garzetta</i>	4
Ciconiformes	Ardèids	Agró blau	Garza real	<i>Ardea cinerea</i>	12
Anseriformes	Anàtids	Coll verd	Ánade real	<i>Anas platyrhynchos</i>	15
Falconiformes	Accipítrids	Esparver	Gavilán común	<i>Accipiter nissus</i>	1
Falconiformes	Accipítrids	Aligot comú	Busardo ratonero	<i>Buteo buteo</i>	4
Falconiformes	Falcònids	Moixeta	Cernícalo vulgar	<i>Falco tinnunculus</i>	15
Gruiformes	Ràl·lids	Gallineta d'aigua	Gallineta común	<i>Gallinula chloropus</i>	255
Caradriiformes	Recurviròstrids	Camallonga	Cigüeñuela común	<i>Himantopus himantopus</i>	1
Caradriiformes	Caràdrids	Corriol menut	Chorlitoje chico	<i>Charadrius dubius</i>	9
Caradriiformes	Escolopàcids	Siseta de pit blanc	Andarriós chico	<i>Actitis hypoleucos</i>	6
Caradriiformes	Làrids	Gavines	Gaviotas	<i>Larus sp</i>	382
Columbiformes	Colúmbids	Colom roquer	Paloma bravía	<i>Columba livia</i>	107
Columbiformes	Colúmbids	Tórtora turca	Tórtola turca	<i>Streptopelia decaocto</i>	42
Columbiformes	Colúmbids	Tórtora	Tórtola europea	<i>Streptopelia turtur</i>	3
Estrigiformes	Estrígids	Mussol	Mochuelo	<i>Athenae noctua</i>	3
Apodiformes	Apòdids	Falciots	Vencejos sp	<i>Apus sp</i>	42
Coraciiformes	Alcedínids	Blauet	Martín pescador	<i>Alcedo atthis</i>	31
Coraciiformes	Meròpids	Abellerol	Abejaruco europeo	<i>Merops apiaster</i>	76
Coraciiformes	Upúpids	Puput	Abubilla	<i>Upupa epops</i>	7
Passeriformes	Alàudids	Cogullada	Gogujada común	<i>Galerida cristata</i>	68
Passeriformes	Alàudids	Petrolina	Totovia	<i>Lullula arborea</i>	1
Passeriformes	Hirundínids	Oroneta de ribera	Avión zapador	<i>Riparia riparia</i>	1
Passeriformes	Hirundínids	Oroneta	Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>	430
Passeriformes	Hirundínids	Oroneta cua rogenca	Golondrina daurica	<i>Hirundo daurica</i>	4
Passeriformes	Hirundínids	Avió comú	Avión común	<i>Delichon urbica</i>	279
Passeriformes	Motacil·lids	Titeta d'hivern	Bisbita común	<i>Anthus pratensis</i>	31
Passeriformes	Motacil·lids	Cuetet	Lavandera boyera	<i>Motacilla flava</i>	9
Passeriformes	Motacil·lids	Cueta torrentera	Lavandera cascadeña	<i>Motacilla cinerea</i>	12
Passeriformes	Motacil·lids	Cueta blanca	Lavandera blanca	<i>Motacilla alba</i>	84
Passeriformes	Troglodítids	Cargolet	Chochín	<i>Troglodytes troglodytes</i>	1
Passeriformes	Prunèl·lids	Cercavores	Acentor común	<i>Prunella modularis</i>	13
Passeriformes	Túrdids	Pit-roig	Petirrojo	<i>Erithacus rubecula</i>	55
Passeriformes	Túrdids	Rossinyol comú	Ruiseñor común	<i>Luscinia megarhynchos</i>	57
Passeriformes	Túrdids	Culroig	Colirrojo tizón	<i>Phoenicurus ochruros</i>	32
Passeriformes	Túrdids	Bitxec rogenç	Tarabilla norteña	<i>Saxicola rubetra</i>	2
Passeriformes	Túrdids	Bitxac comú	Tarabilla común	<i>Saxicola torquata</i>	44
Passeriformes	Túrdids	Merla	Mirlo común	<i>Turdus merula</i>	20
Passeriformes	Túrdids	Tord	Zorzal común	<i>Turdus philomelos</i>	19

Anexe 1 | Llistat sistemàtic d'ordres, famílies i espècies, seguint a Voous (1977) (*Tachybaptus ruficollis* - *Turdus philomelos*)

Annex 1 | Systematic list (orders, families and species), following Voous (1977) (*Tachybaptus ruficollis* - *Turdus philomelos*)

Ordre	Família	Valencià	Castellà	Nom científic	Total
Passeriformes	Silvids	Rosinyol bord	Ruiseñor bastardo	<i>Cettia cetti</i>	37
Passeriformes	Silvids	Trist	Buitrón	<i>Cisticola juncidis</i>	277
Passeriformes	Silvids	Xitxarra de canyar	Carricero común	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	13
Passeriformes	Silvids	Bosqueta vulgar	Zarcero común	<i>Hippolais polyglotta</i>	6
Passeriformes	Silvids	Busquereta cuallarga	Curruca rabilarga	<i>Sylvia undata</i>	2
Passeriformes	Silvids	Busquereta de garriga	Curruca carrasqueña	<i>Sylvia cantillans</i>	5
Passeriformes	Silvids	Capnegret	Curruca cabecinegra	<i>Sylvia melanocephala</i>	334
Passeriformes	Silvids	Busquereta vulgar	Curruca zarcera	<i>Sylvia communis</i>	1
Passeriformes	Silvids	Busquereta de casquet	Curruca capirotada	<i>Sylvia atricapilla</i>	121
Passeriformes	Silvids	Mosquiter comú	Mosquitero común	<i>Phylloscopus collybita</i>	65
Passeriformes	Silvids	Mosquiter de passa	Mosquitero musical	<i>Phylloscopus trochilus</i>	3
Passeriformes	Muscicàpids	Papamosques gris	Papamoscas gris	<i>Muscicapa striata</i>	1
Passeriformes	Muscicàpids	Papamosques blanquet	Papamoscas cerrojillo	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1
Passeriformes	Pàrids	Totestiu	Carbonero común	<i>Parus major</i>	47
Passeriformes	Oriòlids	Oriol	Oropéndola	<i>Oriolus oriolus</i>	5
Passeriformes	Lànids	Capsot	Alcaudón común	<i>Lanius senator</i>	7
Passeriformes	Lànids	Botxí	Alcaudón real	<i>Lanius meridionalis</i>	13
Passeriformes	Còrvids	Garsa	Urraca	<i>Pica pica</i>	282
Passeriformes	Estúrnids	Estornells	Estorninos	<i>Sturnus sp</i>	1249
Passeriformes	Passèrids	Teuladí	Gorrión común	<i>Passer domesticus</i>	517
Passeriformes	Passèrids	Teuladí xàrrec	Gorrión molinero	<i>Passer montanus</i>	54
Passeriformes	Passèrids	Teuladí golagroc	Gorrión chillón	<i>Petronia petronia</i>	1
Passeriformes	Estríldids	Careta taronja	Carita naranja	<i>Estrilda melpoda</i>	54
Passeriformes	Estríldids	Bec de coral senegalés	Pico de coral senegalés	<i>Estrilda astrild</i>	1
Passeriformes	Fringíl·lids	Pinsà	Pinzón vulgar	<i>Fringilla coelebs</i>	205
Passeriformes	Fringíl·lids	Pinsà reial	Pinzón real	<i>Fringilla montifringilla</i>	1
Passeriformes	Fringíl·lids	Gafarró	Verdecillo	<i>Serinus serinus</i>	408
Passeriformes	Fringíl·lids	Verderol	Verderón común	<i>Carduelis chloris</i>	124
Passeriformes	Fringíl·lids	Cadenera	Jilguero	<i>Carduelis carduelis</i>	436
Passeriformes	Fringíl·lids	Llueret	Lugano	<i>Carduelis spinus</i>	9
Passeriformes	Fringíl·lids	Passerell	Pardillo común	<i>Carduelis cannabina</i>	18
Passeriformes	Embericids	Sit groc	Escribano soteño	<i>Emberiza cirius</i>	2
Passeriformes	Embericids	Sit blau	Escribano montesino	<i>Emberiza cia</i>	1
Passeriformes	Embericids	Repicalatons	Escribano palustre	<i>Emberiza schoeniclus</i>	1
Passeriformes	Embericids	Cruixidell	Triguero	<i>Emberiza calandra</i>	8

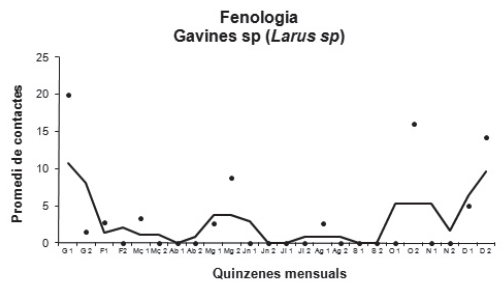
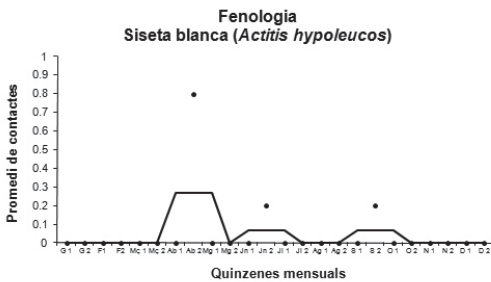
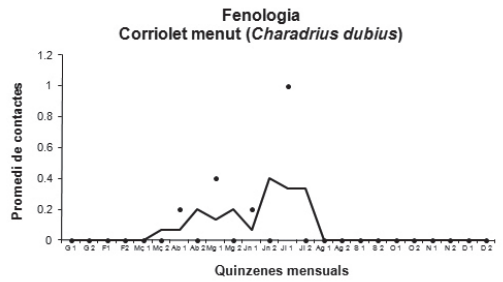
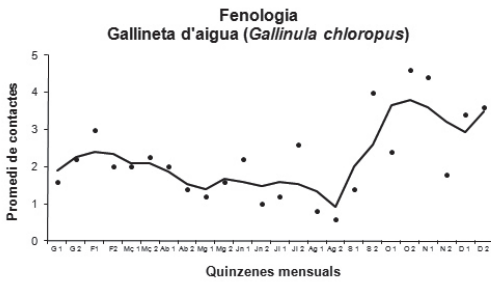
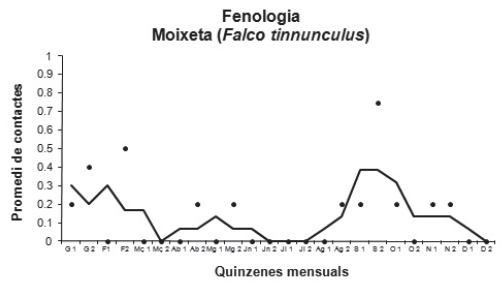
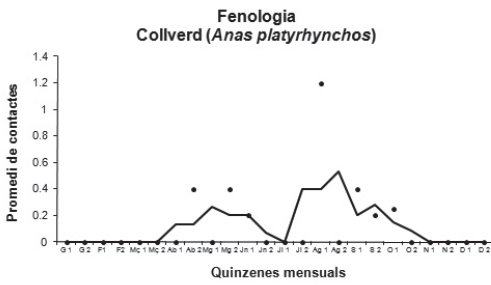
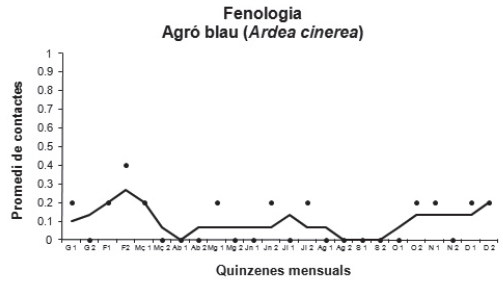
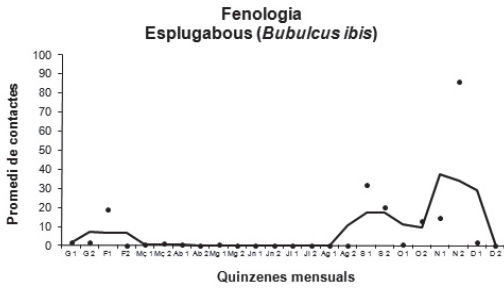
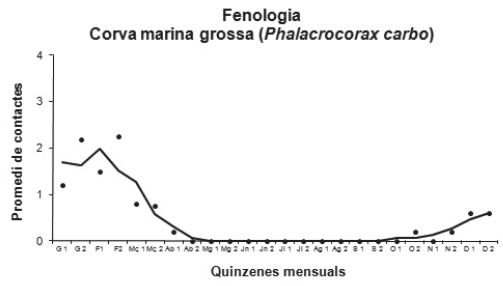
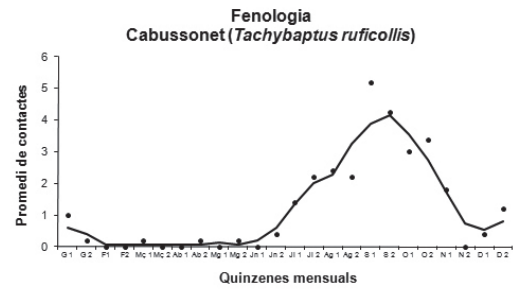
Anexe 1 | Llistat sistemàtic d'ordres, famílies i espècies, seguint a Voous (1977) (*Cettia cetti* - *Emberiza calandra*)

Annex 1 | Systematic list (orders, families and species), following Voous (1977) (*Cettia cetti* - *Emberiza calandra*)

ESPÈCIES	CV	CNEA	DIR	LR02	ESPÈCIES	CV	CNEA	DIR	LR02
<i>Accipiter nissus</i>		IE		NE	<i>Lanius senator</i>		IE		NT
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>		IE		NE	<i>Lullula arborea</i>		IE	I	NE
<i>Actitis hypoleucos</i>		IE		NE	<i>Luscinia megarhynchos</i>		IE		NE
<i>Alcedo atthis</i>		IE	I	NT	<i>Merops apiaster</i>		IE		NE
<i>Anas platyrhynchos</i>			III.1	NE	<i>Miliaria calandra</i>		IE		NE
<i>Anthus pratensis</i>		IE		NE	<i>Motacilla alba</i>		IE		NE
<i>Apus sp</i>		IE		NE	<i>Motacilla cinerea</i>		IE		NE
<i>Ardea cinerea</i>		IE		NE	<i>Motacilla flava</i>		IE		NE
<i>Athene noctua</i>		IE		NE	<i>Muscicapa striata</i>		IE		NE
<i>Bubulcus ibis</i>		IE		NE	<i>Oriolus oriolus</i>		IE		NE
<i>Buteo buteo</i>		IE		NE	<i>Parus major</i>		IE		NE
<i>Carduelis cannabina</i>				NE	<i>Passer domesticus</i>	T			NE
<i>Carduelis carduelis</i>				NE	<i>Passer montanus</i>				NE
<i>Carduelis chloris</i>				NE	<i>Petronia petronia</i>		IE		NE
<i>Carduelis spinus</i>				NE	<i>Phalacrocorax carbo</i>		IE		NE
<i>Cettia cetti</i>		IE		NE	<i>Phoenicurus ochrurus</i>		IE		NE
<i>Charadrius dubius</i>		IE		NE	<i>Phylloscopus collybita</i>		IE		NE
<i>Cisticola juncidis</i>		IE		NE	<i>Phylloscopus trochillus</i>		IE		NT
<i>Columba livia</i>			II.1	NE	<i>Pica pica</i>			II	NE
<i>Delichon urbica</i>		IE		NE	<i>Prunella modularis</i>		IE		NE
<i>Egretta garzetta</i>		IE	I	NE	<i>Riparia riparia</i>	VU	IE		NE
<i>Emberiza cia</i>		IE		NE	<i>Saxicola rubetra</i>		IE		NT
<i>Emberiza cirrus</i>		IE		NE	<i>Saxicola torquata</i>		IE		NE
<i>Emberiza schoeniclus</i>		IE		VU	<i>Serinus serinus</i>				NE
<i>Erithacus rubecula</i>		IE		NE	<i>Streptopelia decaocto</i>			II	
<i>Estrilda astrild</i>					<i>Streptopelia turtur</i>			II	VU
<i>Estrilda melpoda</i>					<i>Sturnus unicolor</i>	T			NE
<i>Falco tinnunculus</i>		IE		NE	<i>Sturnus vulgaris</i>				NE
<i>Ficedula hypoleuca</i>		IE		NE	<i>Sylvia atricapilla</i>		IE		NE
<i>Fringilla coelebs</i>			I	NE	<i>Sylvia cantillans</i>		IE		NE
<i>Fringilla montifringilla</i>		IE		NE	<i>Sylvia communis</i>		IE		NE
<i>Galerida cristata</i>		IE		NE	<i>Sylvia melanocephala</i>		IE		NE
<i>Gallinula chloropus</i>			II.2	NE	<i>Sylvia undata</i>			I	NE
<i>Himantopus himantopus</i>		IE	I	NE	<i>Tachybaptus ruficollis</i>		IE		NE
<i>Hippolais polyglotta</i>		IE		NE	<i>Troglodites troglodites</i>		IE		NE
<i>Hirundo daurica</i>		IE		NE	<i>Turdus merula</i>			II.3	NE
<i>Hirundo rustica</i>		IE		NE	<i>Turdus philomelos</i>			II	NE
<i>Lanius meridionalis</i>		IE		NT	<i>Upupa epops</i>		IE		NE

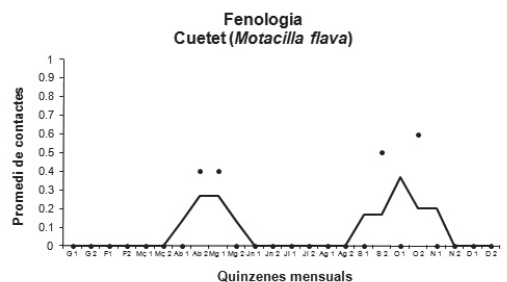
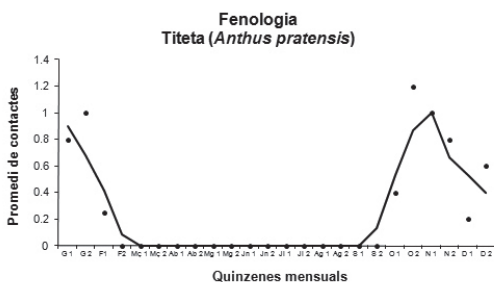
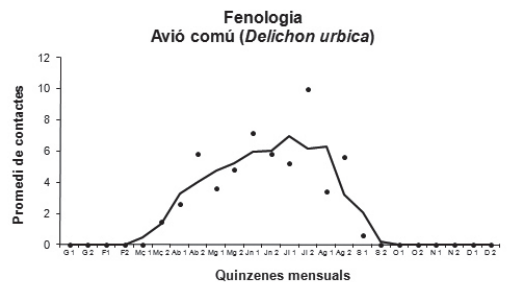
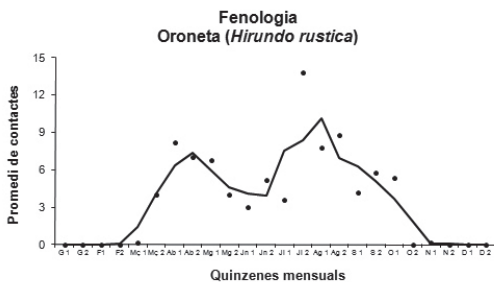
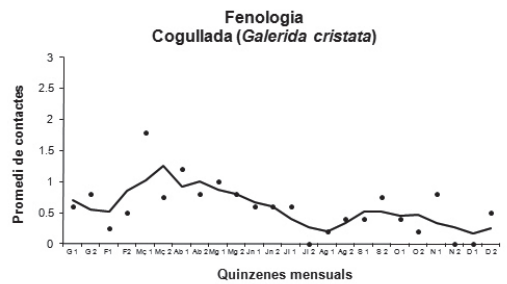
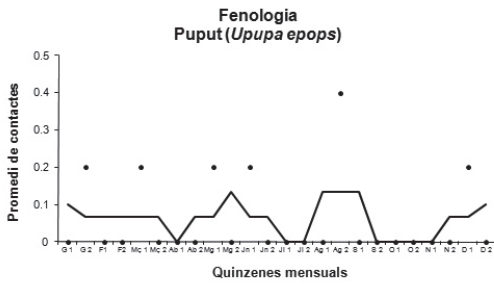
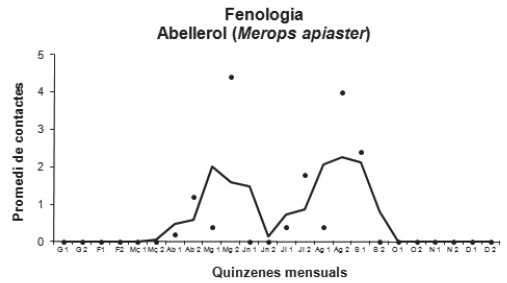
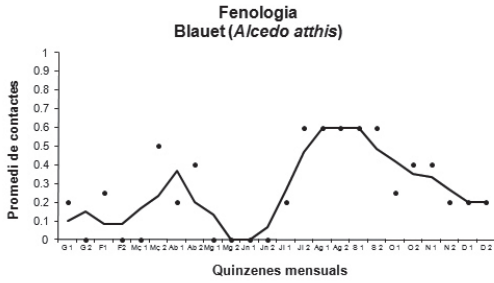
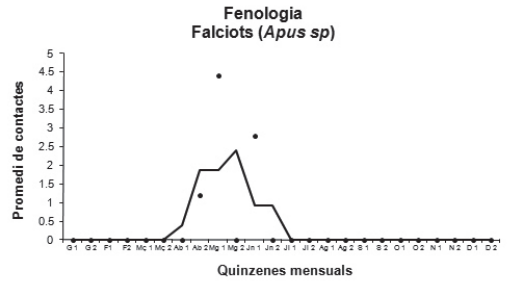
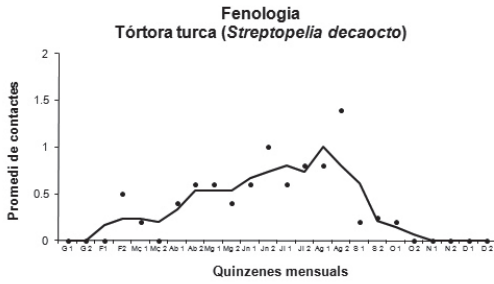
Anexe 2 | Figures de protecció de l'avifauna present al Toll d'Ascla (Onda). **CV:** Catàleg Valencià. **CNEA:** Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades. **DIR:** Directiva d'aus (Annexos). **LR02:** Llibre Roig de les Aus d'Espanya (2002). **VU:** Vulnerable. **IE:** de Interès Especial. **NE:** Necessita Estudi. **T:** Tutelada. **NT:** Quasi Amenaçat

Annex 2 | Protection figures for the birds present at Toll d'Ascla (Onda). **CV:** Valencian Catalog. **CNEA:** Spanish Threatened Red List. **DIR:** Birds Directive (Annexes). **LR02:** Spanish Birds Red Book (2002). **VU:** Vulnerable. **IE:** de interès especial. **NE:** Not Evaluated. **T:** Managed. **NT:** Near Threatened



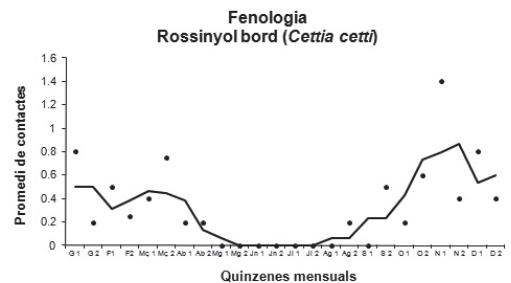
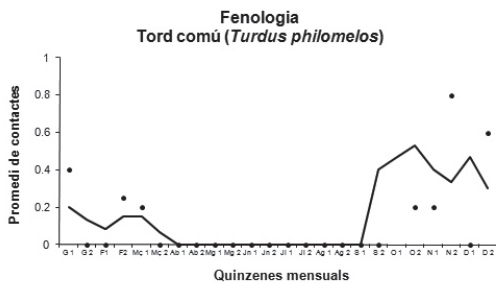
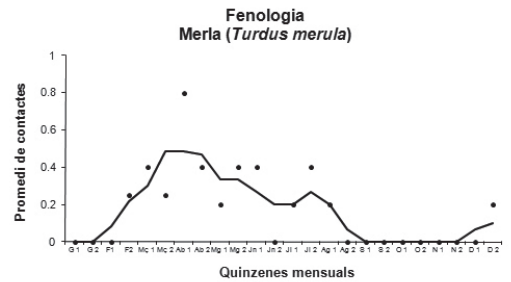
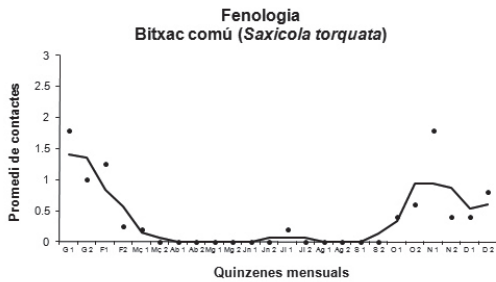
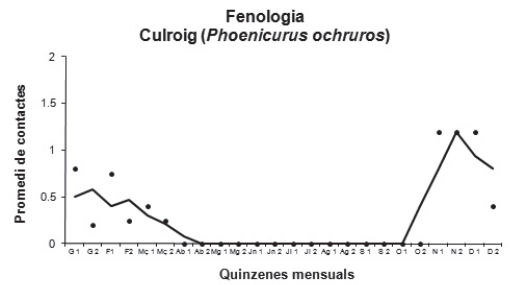
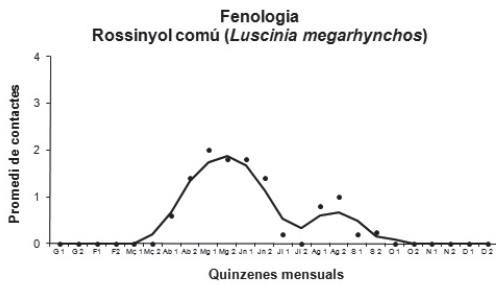
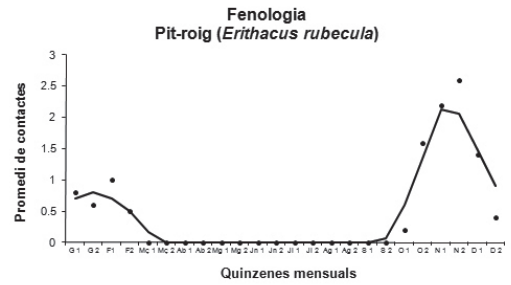
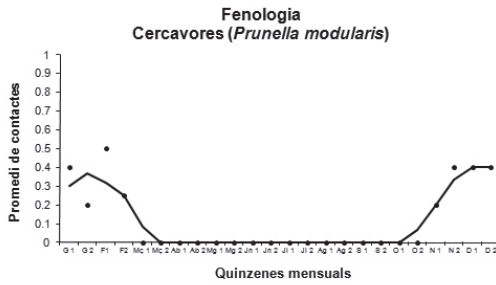
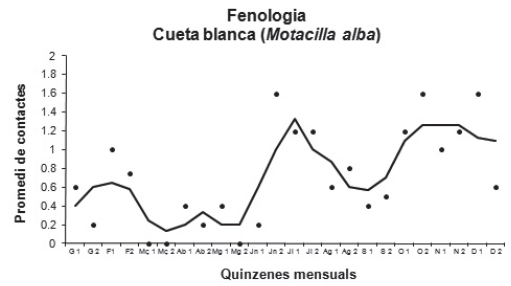
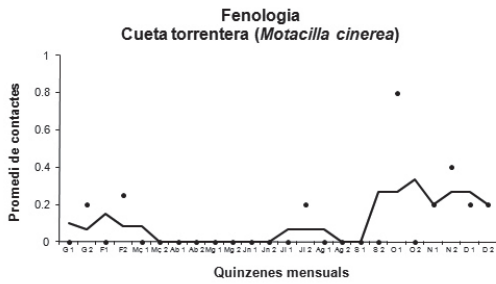
Anexe 3 | Fenologia de les espècies més representatives al Toll d'Ascla. 2007-2011 (*I Tachybaptus ruficollis* - *Larus sp.*)

Annex 3 | Fenology of the most important species at Toll d'Ascla. 2007-2011(*I Tachybaptus ruficollis* - *Larus sp.*)



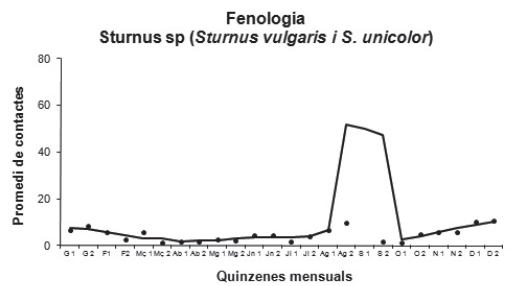
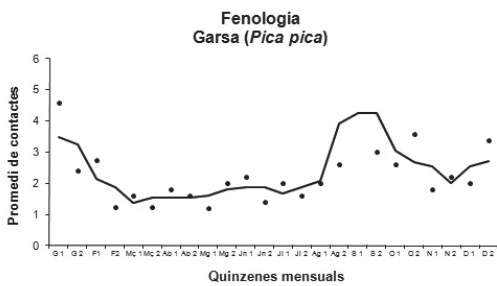
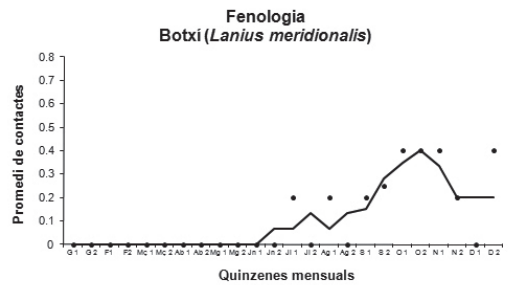
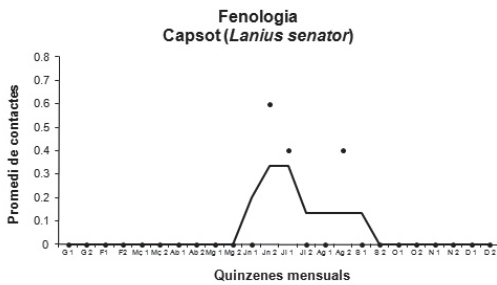
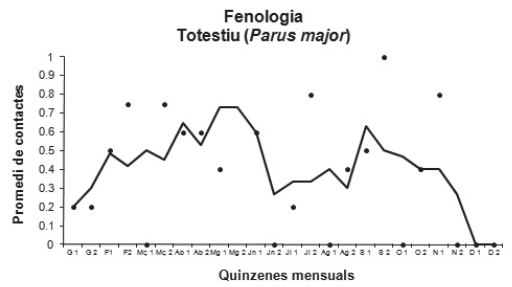
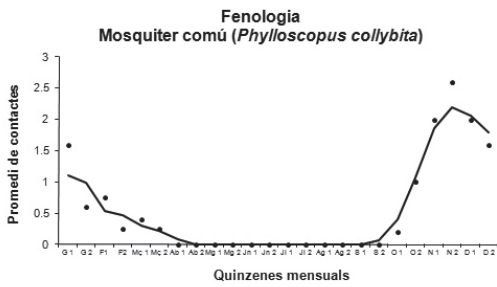
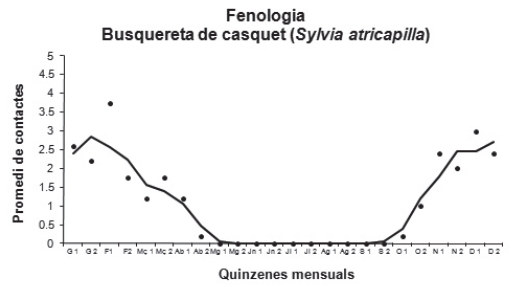
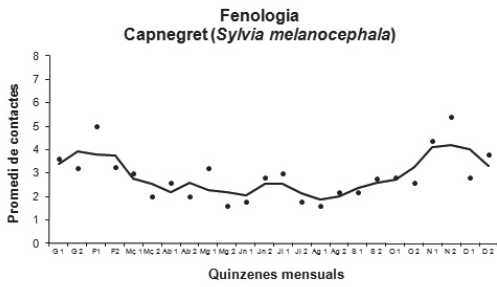
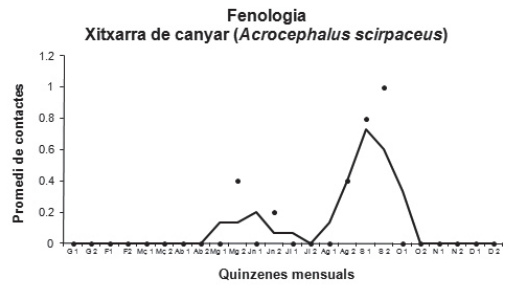
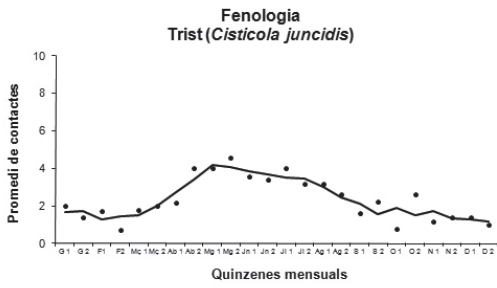
Anexe 3 | Fenologia de les espècies més representatives al Toll d'Ascla. 2007-2011 (II *Streptopelia decaocto* - *Motacilla flava*)

Annex 3 | Fenology of the most important species at Toll d'Ascla. 2007-2011 (II *Streptopelia decaocto* - *Motacilla flava*)



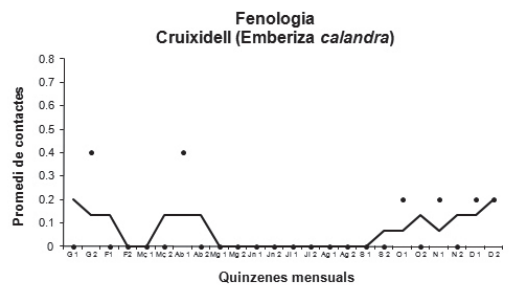
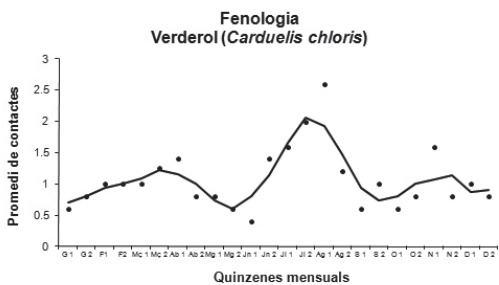
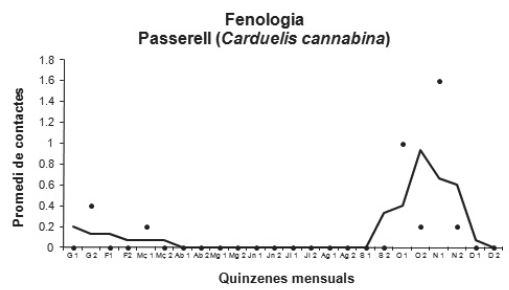
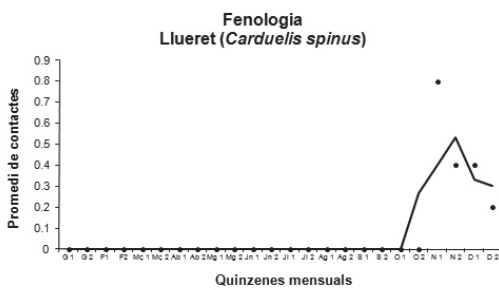
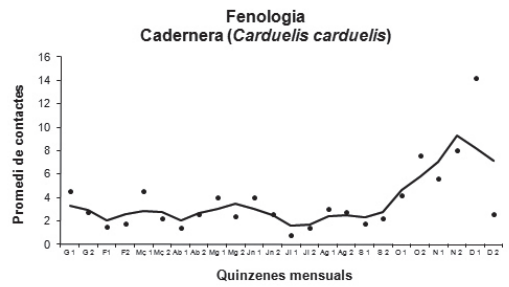
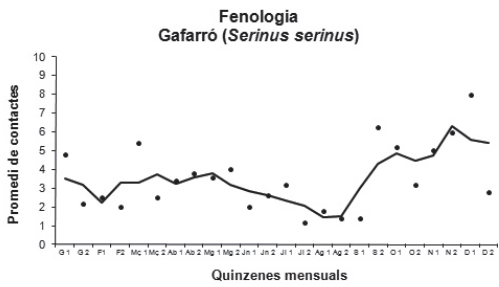
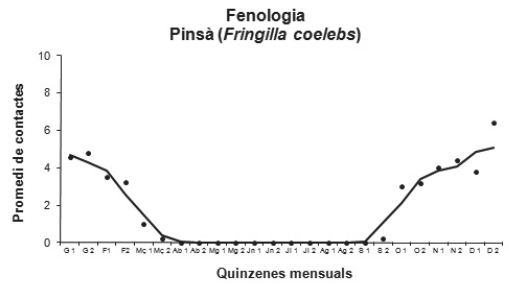
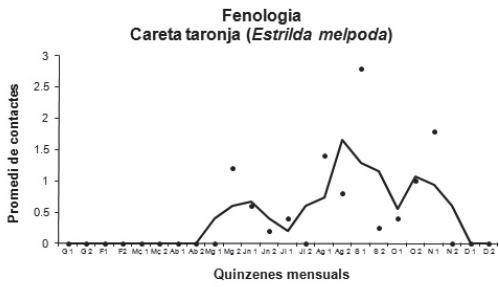
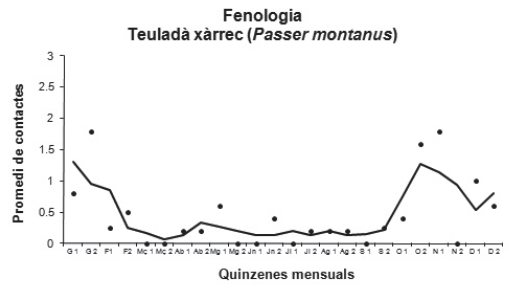
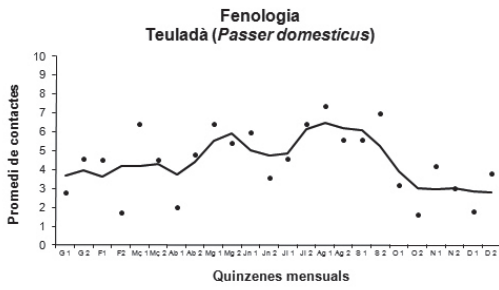
Anexe 3 | Fenologia de les espècies més representatives al Toll d'Ascla. 2007-2011 (III *Motacilla cinerea* - *Cettia cetti*)

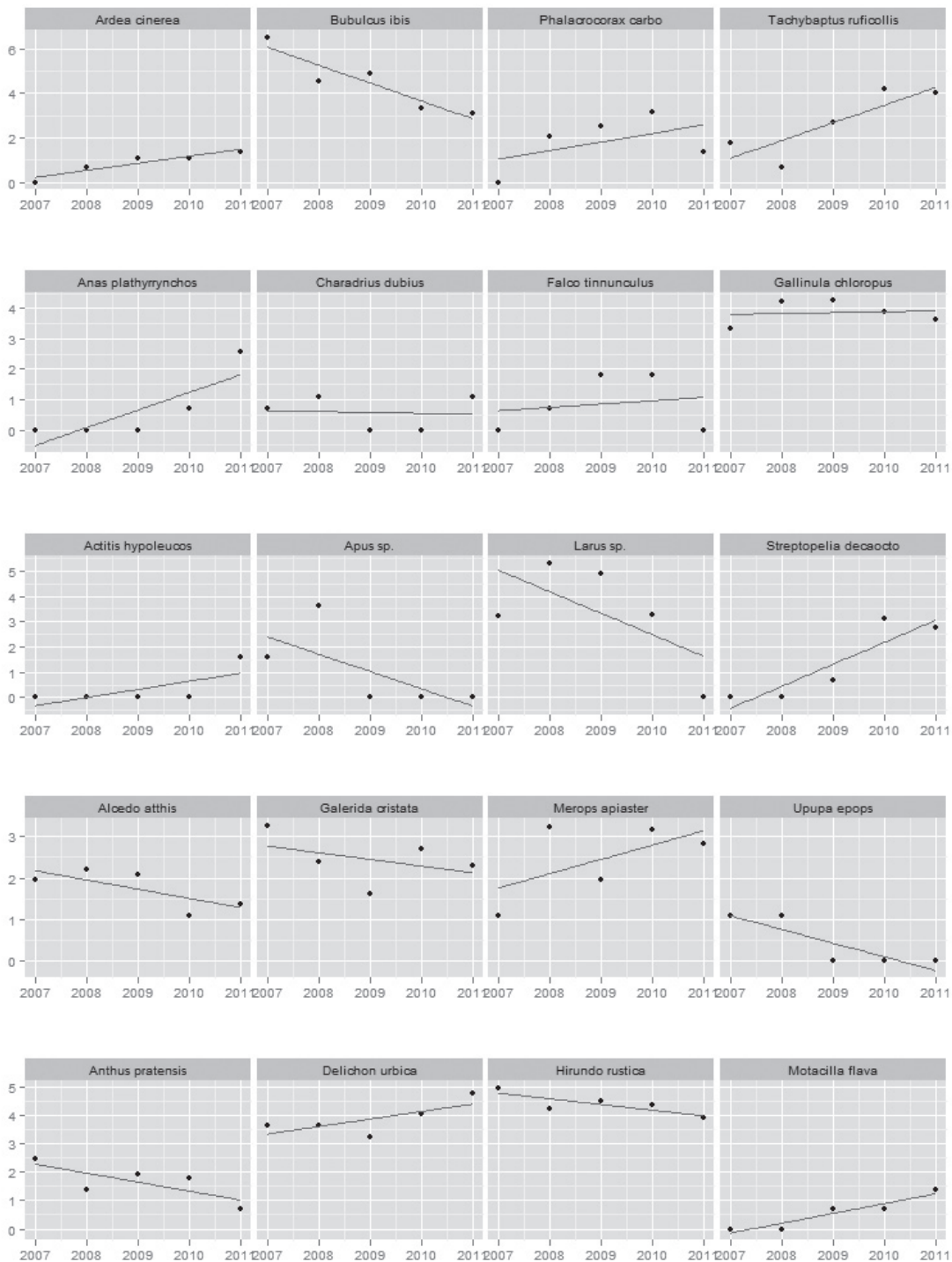
Annex 3 | Phenology of the most important species at Toll d'Ascla. 2007-2011 (III *Motacilla cinerea* - *Cettia cetti*)



Anexe 3 | Fenologia de les espècies més representatives al Toll d'Ascla. 2007-2011 (IV *Cisticola juncidis* - *Sturnus* sp.)

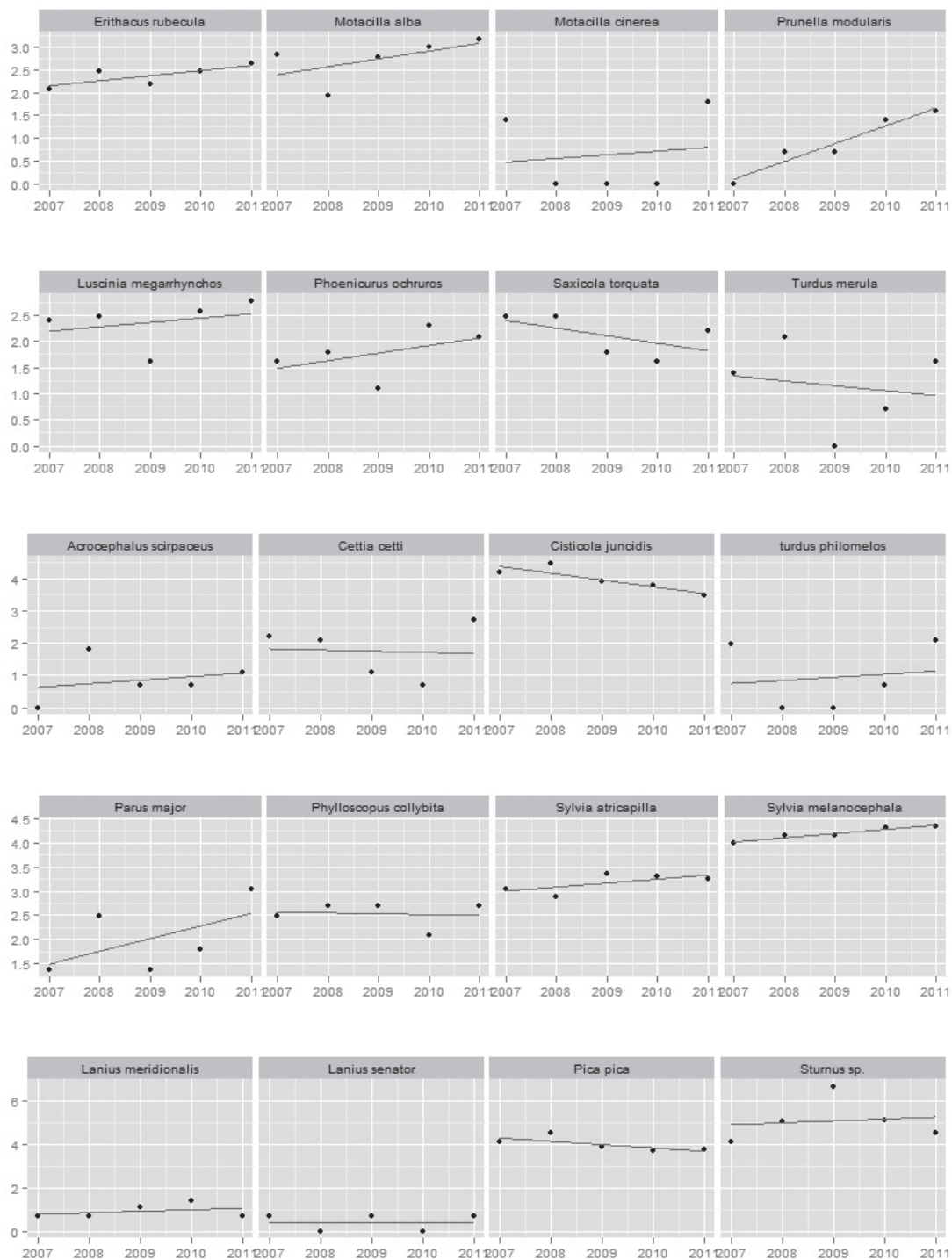
Annex 3 | Fenology of the most important species at Toll d'Ascla. 2007-2011 (IV *Cisticola juncidis* - *Sturnus* sp.)





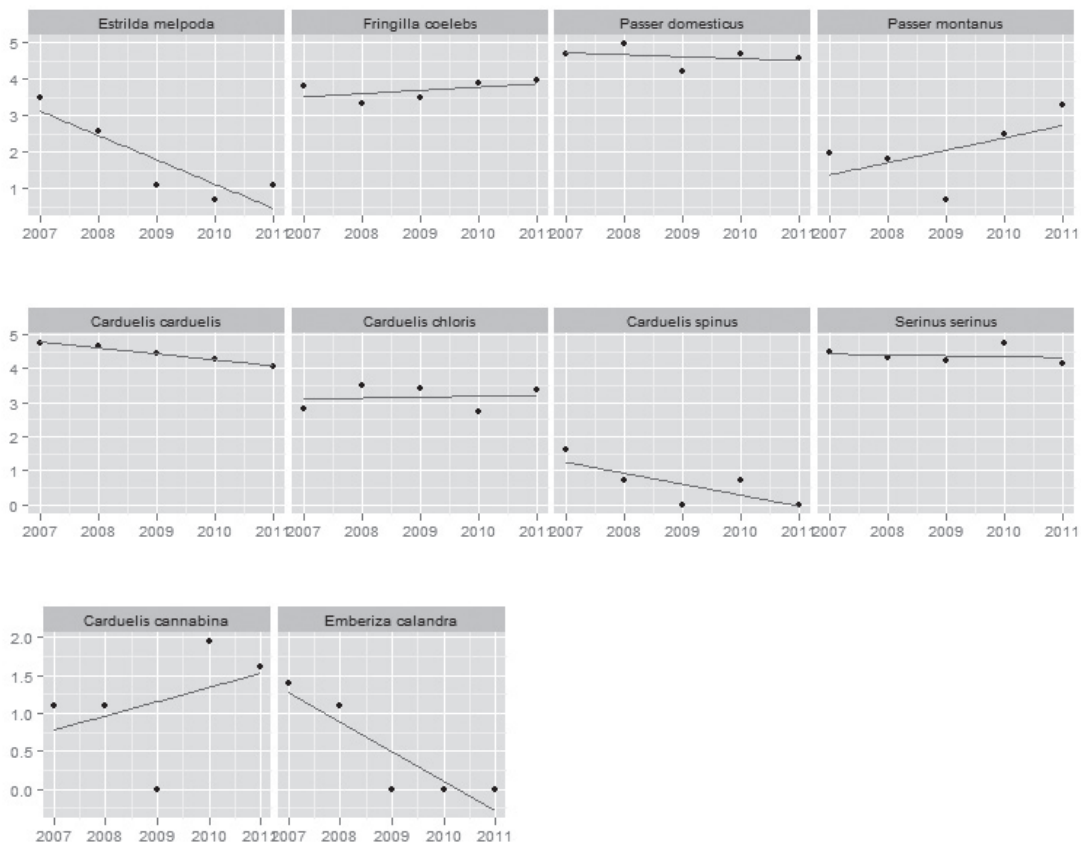
Anexe 4 | Evolució interanual dels contactes per a les espècies més representatives al Toll d'Ascla. (I *Ardea cinerea* - *Motacilla flava*)

Annex 4 | Evolution of the annual contacts for the most important species at Toll d'Ascla. (I *Ardea cinerea* - *Motacilla flava*)



Anexe 4 | Evolució interanual dels contactes per a les espècies més representatives al Toll d'Ascla. (II *Erithacus rubecula* - *Sturnus sp.*)

Annex 4 | Evolution of the annual contacts for the most important species at Toll d'Ascla. (II *Erithacus rubecula* - *Sturnus sp.*)



Anexe 4 | Evolució interanual dels contactes per a les espècies més representatives al Toll d'Ascla. (III *Estrilda melpoda* - *Emberiza calandra*)

Annex 4 | Evolution of the annual contacts for the most important species at Toll d'Ascla. (III *Estrilda melpoda* - *Emberiza calandra*)

La comunidad de aves en campos de secano abandonados en la Plana de Castellón

Miguel Tirado Bernat

Se censó un área de 11 Ha. con una periodicidad cuasi diaria entre los años 2007 y 2008 en el término municipal de Benicàssim, Castellón. Se analizan algunos parámetros de la ornitocenosis. La riqueza específica alcanzó las 90 especies. Durante la migración otoñal se alcanzaron las mayores densidades, con valores de IKA en el entorno de 250. La biodiversidad fue alta en todos los periodos del ciclo anual, destacando el paso prenupcial con un valor de 4.60. Las especies más abundantes fueron: *Sturnus vulgaris*, *Passer domesticus*, *Sturnus unicolor*, *Carduelis carduelis*, *Delichon urbicum* y *Serinus serinus*. La distribución de las abundancias relativas en verano se ajustó a un patrón exponencial típico de comunidades con un bajo índice de similaridad, siendo la invernada la que presentó una curva de rango-abundancia mejor distribuida. La época invernal ofrece los menores índices de dominancia y unas altas densidades, mientras que las mayores riquezas se alcanzaron durante las dos migraciones con 90 especies detectadas. Las migraciones abarcaron el 80% del periodo anual.

Palabras clave: Comunidad de aves, biodiversidad, similaridad, densidad, dominancia, Castellón, ciclo anual, invernada, migración.

Bird community in abandoned dryland orchards in La Plana de Castellón

An area of 11 Ha. was censued in an almost-daily basis between 2007 and 2008 in the Benicàssim municipality, Castellón, Spain. Some parameters of the bird population are analyzed. The species richness reached 90 species. The higher densities were reached during the autumn migration, with KIA around 250. Biodiversity was high around the whole anual cicle, with the autumn migration standing out with a value of 4.60. The more abundant species were: *Sturnus unicolor*, *Passer domesticus*, *Sturnus unicolor*, *Carduelis carduelis*, *Delichon urbicum* y *Serinus serinus*. The distribution of the relative importance in summer fitted a geometric series typical of a low similarity index community, with the winter showing an importance-value curve better distributed. Winter offered the lowest dominance indexes and high densities, and the higher richness were reached during the migrations, with 90 species detected. Migrations occupied the 80% of the annual cycle.

Key words: Bird community, biodiversity, Similarity, Density, Castellón, annual cycle, wintering, migration.

La Plana de Castellón es una llanura costera que ocupa una extensión de unos 470 Km². En ella se ubican las mayores ciudades de la provincia, con lo que la densidad supera los 500 habitantes por km² (Institut Valencià d'Estadística). Su clima es típicamente termomediterráneo con una temperatura media en el mes más frío de 8,5° y de 24,7° en el más cálido. La precipitación media anual es de 450 mm (Quereda, J. 1976). Los suelos de la Plana de Castellón son muy fértiles y han sido cultivados desde hace centenares de años. La superficie cultivada ha ido aumentando a lo largo de los siglos hasta alcanzar prácticamente el 100% del suelo disponible. Este aumento de superficie ha ido acompañado de un aumento de la superficie dedicada al regadío, resi-

dual inicialmente y que actualmente supone más del 90% (Domingo Pérez, 1983). La vegetación natural por lo tanto ha desaparecido casi por completo, y tan solo se observan algunos bosquetes aislados de pino carrasco, algunos olmos en zonas de contacto y vegetación de sustitución en parcelas abandonadas.

Históricamente, la ornitofauna de la provincia de Castellón que ha recibido mas atención ha sido la asociada a zonas húmedas o espacios protegidos: Desembocadura del Río Seco de Castellón (Barreda, X. & Castany, J. 2007) Marjal de Almenara (Hernández, V.J., 2008); a especies concretas (Sánchez & Martínez, 2002, Castany 2003, 2007; GER-EA, 2011; Esteller & Tirado, 2011; Prades, et al., 2011;

Ros & Tena 2011;). También hay obras de carácter general dedicadas a las aves nidificantes (Urios, et al. 1991). De la zona de cultivos de la Plana disponemos tan solo de un trabajo centrado en el naranjal (Pardo, 1984), mientras que son muy escasos los trabajos dedicados a la ornitocenosis a lo largo de todo el ciclo anual (Castany, 2012).

Desde le punto de vista ecológico, en los ambientes agrícolas que nos ocupan se dan cita una variada representación de aves proveniente de varios ecosistemas diferentes, la mayor o menor importancia de cada grupo, y la mayor o menor riqueza y diversidad de cada zona concreta dependerá del tipo de cultivo, de la proximidad a zonas boscosas, de la extensión de éstas y de la proximidad a núcleos urbanos (Tellería, 2008). La cantidad de tratamientos fitosanitarios y el tipo de riego también han demostrado tener importancia en la ornitocenosis (Martínez Pérez et al., 2006).

Mediante esta trabajo se pretende contribuir al conocimiento de la fauna ornitológica del área de la plana, trabajando en un ambiente de cultivos de secano abandonados, que evocan la estructura de un bosque incipiente. La superficie libre de infraestructuras en la Plana está sufriendo una fuerte regresión por el imparable aumento de la superficie construida.

Método y materiales

Para estudiar la comunidad de aves se censó una superficie de 11 Ha. mediante un transecto de 900 mts. en el que se apuntaron todas las aves observadas u oídas a nivel de especie. Se censó de forma diaria durante las migraciones, y entre dos y cinco días por pentada el resto del año entre 2007 y 2008.

Se eligió como área de estudio unos campo de cultivos abandonados de almendros. La zona presenta un desnivel máximo de 4 metros, es contigua al núcleo poblacional de Benicàssim y se encuentra a una distancia de 1 Km. del mar. Los suelos están formados por areniscas triásicas aluviales. La vegetación se puede separar en cuatro estratos. Un estrato herbáceo ralo con una variada representación de



Figura 1 | Vista parcial del área de censo

Figure 1 | Partial view of the census area

gramíneas rastreras, crucíferas y compuestas: *Diplotaxis*, *Thymus*, *Parrynchia*, *Coronilla*... Un segundo estrato herbáceo que cubre prácticamente el 100% del terreno y que está compuesto casi exclusivamente por *Hiparrhenia sp.*, pero también por *Avena* y *Brachypodium* y algunas masas de viscosilla (*Inula sp.*) e hinojo (*Foeniculum vulgare*). Un estrato arbustivo, formado por pies aislados, entre los que destacan el olivo silvestre (*Olea europaea*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y la coscoja (*Quercus coccifera*) y por último, un estrato arbóreo compuesto por almendros (*Prunus amygdalus*) con una densidad bastante uniforme de unos 80 pies/ha. y que resulta mayoritario (8 ha.), y marginalmente por naranjos (*Citrus sinensis*) que ocupan aproximadamente 2 ha., rebrotados de cepa tras su tala. Ambas formaciones se encuentran en un estado vegetativo bastante deficiente por la falta de cuidados. A estos arbolillos se les unen algunos pies maduros de pino carrasco (*Pinus halepensis*) y algunos otros jóvenes, dispersos y en muy baja densidad.

Se calculan los siguientes índices:

Similaridad:

Las afinidades entre las pentadas se calcularon en base al índice de similaridad de Sorensen $S=2A/2A+B+C$ siendo:

A= número de especies comunes a dos pentadas contiguas comparadas

B= número de especies exclusivas de la pentada A

C= número de especies exclusivas del pentada B

Riqueza:

S= número total de especies.

Abundancia:

Para el análisis de la abundancia relativa se consideró la relación entre el número de especímenes de una especie y el total de individuos de todas las especies. Este valor puede ser calculado para un muestreo en particular o para todos y se expresa en porcentaje:

$$A = Ni \div Nt \times 100$$

donde: Ni = número de individuos de una especie.

Nt = total de individuos de todas las especies.

Densidad:

Calculada como el índice kilométrico de abundancia (IKA) que expresa el número de aves contactadas por kilómetro de censo. $IKA=a/km$

a= suma de aves censadas en cada pentada

km= suma de km recorridos en los dos años en cada pentada.

Diversidad:

Para calcular la diversidad se utilizó la expresión de Shannon-Weaver (1963) $H= \sum Spi \log_2 pi$. Donde:

pi = relación entre el número de individuos de una especie respecto al total de individuos detectados.

Equitatividad:

Se calculó el índice equitatividad de Simpson basado su propio índice de diversidad $D=1/\sum pi^2$ expresado como la relación entre la diversidad y la riqueza de especies $E=D/S$.

Dominancia:

Se refiere a abundancia numérica de las especies y su influencia en la naturaleza de la comunidad. Se calcula usando la fórmula propuesta por McNaughton $ID= 100 \times$

$Y1 + Y2 / Y$. Donde:

Y1= número de individuos de la especie mas abundante en el muestreo

Y2= segunda especie con mayor número de individuos

Y= número total de individuos de todas las especies.

Resultados

Se realizaron un total de 504 censos en los que se detectaron 185.882 aves de 104 especies. El 80,6% de las especies y el 99% de los contactos correspondieron a passeriformes. Atendiendo a su presencia en el entorno separamos a las aves según su estatus en:

Migrantes (52.1%) (presentes exclusivamente durante alguno de los dos periodos migratorios no cría ni invernada en el entorno).

Invernante (26.6%) (especie no nidificante presente durante la invernada).

Residente (16.0%) (especie con poblaciones presentes a lo largo de todo el año, con independencia de que puedan transitar otras poblaciones migrantes o invernantes).

Estivales (5,3%) (especie con poblaciones no residentes y no invernantes presentes durante la época de cría).

Similaridad y periodos migratorios

El índice de similaridad de Sorensen nos permite comparar la ornitofauna presente entre dos periodos cualesquiera (en este caso pentadas) devolviendo un índice, que es mayor cuanto mayor es la diferencia de especies detectadas. Se utiliza este índice para apoyar la separación de los periodos migratorios, que se definen como los periodos comprendidos entre el inicio y finalización de la estabilidad del estiaje y la invernada. Este índice por lo tanto es capaz de detectar los periodos migratorios en toda su extensión, emergiendo un uso restrictivo de los periodos de invernada y estiaje.

En la Figura 1 se representa el citado índice (S) - 1, de tal manera que los mínimos representan una alta estabilidad entre dos pentadas contiguas, y los máximos, altos índices de reemplazo. Para definir el inicio y la finalización de los

	Prenupcial	Estiaje	Postnupcial	Invernada
P inicial	9 (26-ene)	36 (25-jun)	43 (30-jul)	71 (17-dic)
P final	35 (20-jun)	42 (25-jul)	70 (11-dic)	8 (5-feb)
Dur. (días)	135	30	140	55
S	0,14	0,07	0,14	0,05
Rango	0,13	0,03	0,23	0,03

Tabla 1 | Duración de los cuatro grandes periodos del año en un área de cultivos de Benicàssim. Se indican las fechas de inicio y finalización, la media del Índice de Similaridad (S); el rango (diferencia entre el valor máximo y el mínimo de S) y la duración en días de cada estación. La media de S y su rango son bajos durante invierno y verano (periodos de estabilidad) y más altos durante los pasos.

Table 1 | Duration of the four main year periods in a dry-crop area in Benicàssim. Dates for the beginning and end of each period are provided; average Similarity Index (S) ; range (difference between maximum and minimum) and duration in days for each period. Mean S and its range are low in summer and winter (stable periods) and higher during migrations.

periodos migratorios se ha considerado un índice de similaridad inferior a 0,9 (superior a 0,1 en la gráfica), que supone un reemplazo de aproximadamente el 20% de las especies. Los cortes propuestos vinieron, en consecuencia, determinados por las siguientes situaciones:

La migración prenupcial se comenzó a hacer patente en la P8 (5-feb), y la marcaron, por un lado, la aparición de algunos migrantes presaharianos que no invernaron en la zona (*Galerida cristata*, *Upupa epops*, *Emberiza cirulus* o *Emberiza schoeniclus*) y por otro, por la desaparición de algunos invernantes como *Sylvia undata*.

La finalización del paso prenupcial fue bastante progresivo, y aunque a principios de junio se observó ya una alta estabilidad, aún quedaron migrantes transaharianos tardíos no nidificante como *Streptopelia turtur*, *Merops apiaster*,

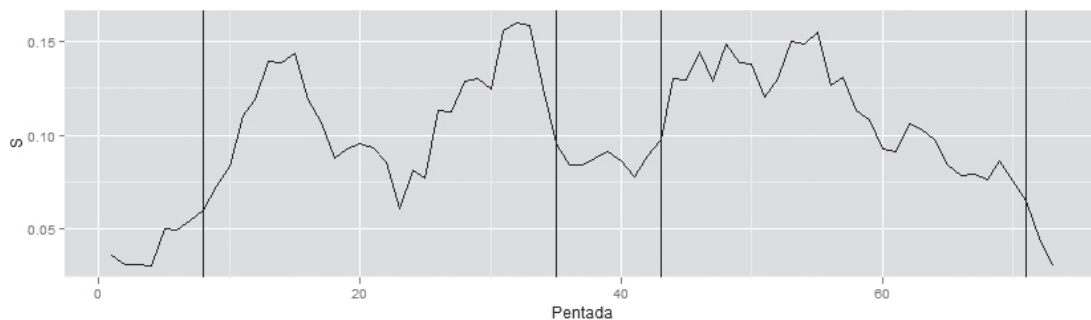


Figura 1 | Índice de similaridad de Sorensen (S) -1 para cada par de pentadas. Representado a partir los datos de los años 2007 y 2008. Las líneas verticales indican los puntos de corte propuestos para los cuatro periodos del año.

Figure 1 | Sorensen's Similarity Index (S) -1 for every pentade pair. Drawn from 2007 and 2008 data. Vertical lines represent proposed cut-points for the four year periods.

Sylvia borin o *Acrocephalus scirpaceus* que retrasaron la finalización del periodo migratorio prenupcial hasta la P35 (20-jun)

El principio de la migración postnupcial estuvo relativamente bien marcado en la P43 (30-jul) con la aparición de las primeras especies dispersivas: *Upupa epops*, *Apus pallidus*, *Emberiza circlus*, y de las primeras migrantes como *Phylloscopus bonelli*, *Phylloscopus trochilus* o *Luscinia mega-*

rrhynchos.

El final del periodo postnupcial fué de nuevo bastante progresivo, y ya a mediados de noviembre las especies presentes fueron básicamente invernantes, pero aún se produjeron cambios de cierta relevancia y no se observó un asentamiento completo hasta entrado el mes de diciembre P71 (17-dic), con la definitiva desaparición de los últimos migrantes tardíos: *Buteo buteo*, *Motacilla cinerea*, *Carduelis cannabina* o *Emberiza circlus* que no invernaron en la zona. Los resultados del análisis de este índice, junto a los valores de similaridad para cada periodo se muestran en la Tabla 1.

Riqueza

Durante los dos años de censos se contabilizaron un total de 185.882 aves obteniéndose una riqueza de $S_i=104$, siendo $S_{2007}=88$ y $S_{2008}=90$. Por estaciones, la riqueza máxima correspondió a la migración prenupcial $S_{pre}=90$; mientras que para el resto de las estaciones se obtuvo: $S_{post}=85$; $S_{inv}=40$ y $S_{est}=27$.

Se observaron dos periodos muy homogéneos con una alta riqueza, que correspondieron a la parte central de la migración prenupcial P16 a P27 (15-mar a 15-may) con un promedio de 33 sp/P y a la parte central de la migración postnupcial P49 a P61 (28-ago a 30-oct) con un promedio de 36 sp/P, mientras que la riqueza mínima correspondió a la parte central del estiaje y a la primera parte de la migración postnupcial P33 a 44 (9-jun a 7-ago) con un promedio de 22 sp/P.

La distribución de la riqueza específica fue distinta para aves transaharianas y presaharianas. Las primeras fueron más abundantes en el paso prenupcial ($S_{TPre}=39$ y $S_{TPost}=29$), mientras que las presaharianas mostraron un comportamiento opuesto ($S_{PPre}=50$ y $S_{PPost}=55$).

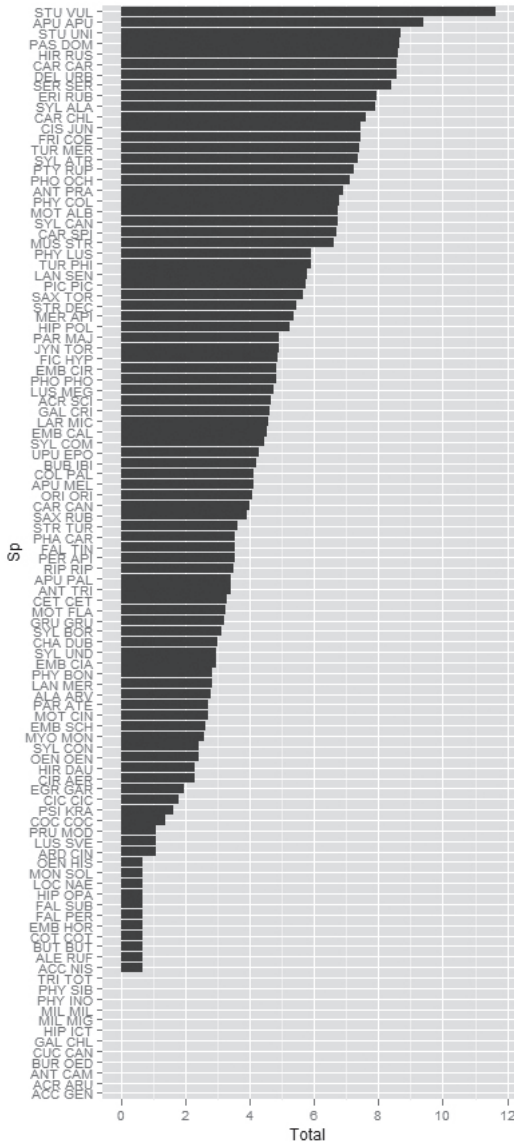


Figura 2 | Representación de las especies de aves detectadas en el área de estudio, ordenadas de más a menos abundantes y expresada en escala logarítmica.

Figure 2 | Representación de las especies de aves detectadas en el área de estudio, ordenadas de más a menos abundantes y expresada en escala logarítmica.

	Anual	Invernal	Prenupcial	Estival	Postnupcial
H	4.60	4.27	4.63	3.43	4.38
E	0.21	0.41	0.24	0.33	0.19
ID	21.11	21.14	20.54	45.1	29.65
IKA	122.2	139.6	85.2	77.5	157.9

Tabla 2 | Índices poblacionales destacados para un campo de cultivos abandonados en Benicàssim. Índice de diversidad de Shannon-Weiner (H), Índice de Equitatividad de Simpson (E), Índice de Dominancia (ID) e Índice Kilométrico de Abundancia (IKA) para cada uno de los periodos del año. Las mayores densidades se alcanzan durante el paso postnupcial y la invernada, que el primer caso dobla las densidades primaverales y estivales. La diversidad sin embargo es más alta durante el paso prenupcial, época que además muestra el menor Índice de Dominancia.

Table 2 | Population Indexes for a dry-land crop in Benicàssim. Shannon-Weiner Biodiversity index (H), Simpson's Equitativity Index (E), Dominance Index (ID) and Kilometric Abundance Index (KAI). The higher densities are reached during the postbreeding migration and in winter, in the first case it doubles the density found in summer and in the prebreeding migration. Diversity on the contrary is higher in spring, that shows the lowest Dominance Index.

Abundancia

Las especies más abundantes fueron el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) $A=12,16$, el gorrión común (*Passer domesticus*) $A=8,94$, el jilguero (*Carduelis carduelis*) $A=8,21$, el avión común (*Delichon urbicum*) $A=7,60$, el estornino negro (*Sturnus unicolor*) $A=7,52$ y el verdicillo (*Serinus serinus*) $A=7,08$. Juntos supusieron algo más de la mitad de los contactos (51,51%). En la Figura 2 se presenta la distribución de la ornitocenosis y la posición relativa de cada especie en la muestra.

Entre las distintas épocas del año se produjeron variaciones importantes en las 10 especies más abundantes. En el Anexo 1 mostramos estos datos para cada una de las épocas del año, separando, para la migración, a las aves según su migratología.

Dominancia

La dominancia (Tabla 2) fue máxima durante el paso postnupcial y durante el estiaje. Durante el estiaje la alta dominancia encontrada fue consecuencia del gran número de vencejos y aviones comunes con colonias de cría en el entorno inmediato del área de censo. En el punto opuesto se encuentra el periodo invernal, en el que los porcentajes de cada especie en la muestra están mejor repartidos, produciendo una menor dominancia.

La dominancia entre las especies migrantes transaharianas fue similar en ambos pasos. En primavera el índice obtenido fue $D_{Tpre}=67,8$ (*Apus apus* 34,13% y *Delichon urbicum* 33,68%) y en el paso postnupcial $D_{Tpost}=55,50$ (*Delichon urbicum* 39,11% e *Hirundo rustica* 16,39%).

Para migrantes presaharianos los valores de la dominancia fueron también similares aunque menores, y las dos especies más comunes variaron $D_{Ppre}=22,90$ (*Sturnus unicolor* 14,84% y *Serinus serinus* 14,38%) y $D_{Ppost}=35,7$ (*Sturnus*

vulgaris 22,85% y *Carduelis carduelis* 12,79%)

Densidad

El patrón de densidad se muestra independiente de la riqueza de especies y está fuertemente influenciado por la presencia de migrantes presaharianos. Los máximos anuales se alcanzan a partir de la P54 (23-sep) y hasta mediados de noviembre (P65) con valores de IKA máximos en el entorno de 250 a finales de octubre (P60 y 61). Este aumento estuvo producido por la fuerte entrada de fringílicos (*Carduelis carduelis*, *Serinus serinus*) y turdidos (*Erithacus rubecula*, *Turdus philomelos*, *Turdus merula* y *Phoenicurus ochruros*). Los valores invernales estuvieron en el entorno de 140 a/km. Esta densidad se mantuvo durante la primera parte de la migración prenupcial, dejando paso a un descenso suave que comenzó hacia finales de febrero, con la progresiva evacuación de los invernantes presaharianos.

Por lo que se refiere a los migrantes transaharianos, presentaron valores moderados de densidad (IKA promedio de 30 entre las P20-30 que ocupan el centro del paso primaveral), y algo más altas (42,4) en el centro del paso postnupcial (P45-55), debido a la presencia del contingente de aves jóvenes. Los promedios para cada estación se indican en la Tabla 2.

Equitatividad

La equitatividad de la muestra tiene relación tanto con la diversidad como con la distribución de las especies en el ecosistema y su dominancia, en la curva de rango-abundancia (Fig. 3) se observa que presentan distribuciones diferentes. Como es de esperar, estas curvas tienden a ser geométricas durante los dos pasos, debido a la baja equitatividad (muchas especies y baja dominancia), y son más cercanas a la distribución log-normal durante el estiaje y la invernada, a medida que aumenta la equitatividad de la muestra (Begon 1995).

Discusión

Entre los rasgos que definen la ornitofauna del área estudiada destaca una alta diversidad en todas las épocas del año. La mínima se encuentra en el estiaje, pero su valor es alto (3,43), superior al de otras zonas agrícolas del norte de la península: 2,63 en Galicia (Bongiorno, 1982); 1,36 en la campiña asturiana (Álvarez Laó et al., 2011) aunque cercano a los 3,12 en la campiña Vasca (Galarza, 1987), y a otras zonas agrícolas de secano del entorno: 3,61 en Vall d'Alba o 3,19 en Vilanova d'Alcolea (Castany, com.pers.). En cualquier caso, el área, debido a su avanzado estado de abandono, bien podría considerarse como un bosque abierto, lo que tiene un efecto positivo en este índice a través del aumento de la complejidad estructural (McArthur & McArthur, 1961; May, 1975). La riqueza específica es igualmente alta para esta época $S=27$, más alta que la encontrada en los cultivos de secano del entorno inmediato (21 en Vall d'Alba y 18 en Vilanova d'Alcolea) (Castany, com. pers.). Esta riqueza es debida a que el área alberga elementos faunísticos

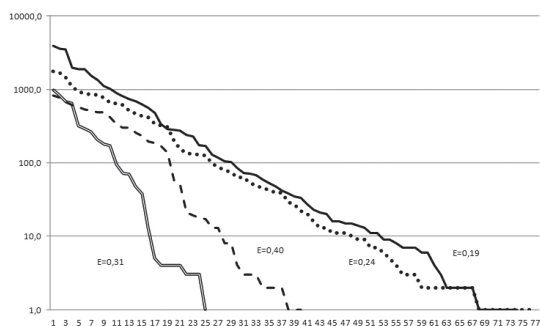


Figura 3 | Diagrama de rango-abundancia en escala logarítmica de una comunidad de aves en cultivos de secano abandonados. Se indica el valor del Índice de Equitatividad de Simpson (E) para la invernada, el estiaje y para ambas migraciones. Línea hueca estiaje. Línea discontinua invernada. Línea de puntos migración prenupcial. Línea continua migración postnupcial.

Figure 3 | Importance-value curves in decimal logarithmic scale of a bird community in a dry-land crop. Simpson's Equitativity Index (E) is indicated for the wintering, the summer and both migrations. Hollow line: summer; barred line: wintering; dotted line: prebreeding migration; solid line: postbreeding migration

cos de diferentes ambientes. Con aves típicas de entornos urbanos (*Delichon urbicum*, *Apus apus*, *Passer domesticus*, *Hirundo rustica*, *Streptopelia decaocto* o *Sturnus vulgaris*) unidos a una variada representación de especies que se han adaptado a los ambientes agrícolas y periurbanos. De este modo se produce una asociación algo caótica, con especies que en algunos casos tienen su ecotono en zonas boscosas o en la periferia de los bosques (*Serinus serinus*, *Turdus merula*, *Muscicapa striata*); otras veces son típicas de ecotonos de matorral o de bosque-matorral (*Sylvia melanocephala*, *Lanius senator*, *Hippolais polyglota*, *Jynx torquilla*...); o bien encuentran su óptimo en áreas abiertas de distinto tipo (*Cisticola juncidis*, *Galerida cristata*, *Motacilla alba* o *Charradrius dubius*). De nuevo observamos como el abandono del terreno tiene, en este estadio, un efecto beneficioso para la ornitocenosis estival.

La invernada por su parte, ofrece unos valores de diversidad ($H=4,27$) y riqueza ($S=40$) altos y con una dominancia mucho menor que en verano ($ID=19,76$) lo que indica una comunidad rica, mejor distribuida y más equitativa. Esta situación se produce como consecuencia de la llegada de un importante contingente de aves foráneas que se mezclan con las residentes, en un momento del año, tras la cría, en el que la elección del hábitat y la necesidad de un territorio fijo se relajan en gran medida. Este hecho, el de una invernada rica y diversa en invierno, es característico en los climas Mediterráneos, y se conoce desde hace tiempo. Bernis (1966) y Moreau (1972) ya destacaron el papel de la Península como área geográfica idónea para acoger a un importante contingente de las aves del Paleártico occidental en invierno. Esto es posible por su situación meridional dentro del continente y por la benignidad del clima, con raras heladas invernales, lo que unido a un régimen hídrico con abundantes lluvias otoñales, proporciona una importante cantidad de recursos tróficos durante esta época (Tellería 1988). Senar & Borrás (2004) apuntan además, que los mayores valores de diversidad y abundancia en toda la región Mediterránea está asociada a los pisos termo y mesomediterráneo. Estos índices invernales en Benicàssim son claramente superiores a los encontrados en los cultivos de secano cercanos: $H=3,33$ y $S=23$ en Vall d'Alba y $H=3,12$ y $S=18$ en Vilanova d'Alcolea (Castany, com.pers.), a pesar de estar ubicadas en el mismo piso bioclimático, quizás por su cercanía al mar, que genera una mayor suavidad térmica o por el estado de

abandono más avanzado que ofrece una mayor cantidad de ecotonos disponibles.

La mayor diversidad y riqueza invernal frente a la estival, es inversa a la encontrada tanto en estos cultivos cercanos, como en áreas del piso mesomediterráneo (Cincorres, Castany, com. pers.; Peñagolosa, obs. pers.), donde la riqueza y la diversidad, con la llegada del invierno disminuyen de forma muy notable, siendo más altas en verano.

Un tercer rasgo relevante de la ornitocenosis de estos campos de cultivo en Benicàssim estaría relacionado con la migración. A partir de la interpretación restrictiva de la invernada y del estiaje que se ha adoptado en este análisis, la duración total de las migraciones abarcaría una gran parte del ciclo anual (aproximadamente 270 días), con breves periodos de estabilidad invernal (55 días) y estival (30 días). Esta larga duración viene determinada por el solapamiento de la migración de aves transaharianas (tempranas en otoño y tardías en primavera) con el paso de las especies presaharianas (tempranas en primavera y tardías en otoño). Este solapamiento provoca que desde la llegada de las primeras especies presaharianas migrantes a finales del invierno (*Phylloscopus collybita*, *Eriothacus rubecula*...) hasta la salida de las últimas transaharianas prenupciales (*Hippolais polyglota*, *Acrocephalus scirpaceus*...); y por otro lado, desde la llegada de los primeros migrantes transaharianos tras la cría (*Phylloscopus bonelli*, *Hippolais polyglota*, *Oriolus oriolus*...) hasta la salida de los últimos presaharianos a finales de otoño, transcurre el 80% del año. Esto es en sí mismo un hecho relevante y diferenciador en el que probablemente influyen, por un lado, la situación de la Península Ibérica en uno de los extremos del Mar Mediterráneo, y por otro, la cercanía al mar, que actúa como canalizador de la migración para muchas especies.

La relevancia de esta área como zona de paso genera una alta riqueza de especies, de tal manera que más de la mitad de las detectadas son exclusivamente migrantes (50,2%). Numéricamente esto supone un total de 90 (78 en paso primaveral y 74 en el postnupcial) básicamente compuesta por passeriformes. A esta riqueza se le añade una alta diversidad ($H_{pre}=4,63$ y $H_{post}=4,38$) y unas elevadas densidades, especialmente postnupciales ($IKA_{post}=157,9$) que ponen de manifiesto la importancia de este tipo de formaciones cercanas al mar como áreas de descanso y alimentación para muchas aves migrantes.

Bibliografía

Barreda, X. & Castany, J. 2007. Aus a la desembocadura del riu sec de Castelló. Edicions del Ayuntamiento de Castellón. Ed. Associació grup Au d'Ornitologia. Castellón.

Bernis, F. 1966. Migración en aves. Tratado teórico y práctico. Publicaciones SEO. Madrid

Bongiorno, S. F., 1982. Land use and summer bird populations in northwestern Galicia, Spain. Ibis 124 (1)

Castany, J. 2003. El carricerín real (*Acrocephalus melanopogon*) en el P.N. del Prat de Cabanes-Torreblanca. Tesis doc-

toral. Universitat de València.

Castany, J. 2007. Situació dels passeriformes palustres a les Goles del Millars, Clot de la Mare de Déu i riu Sec de Castelló. Actes de les II Jornades de Recuperació del Millars. Almàsora.

Castany, J., 2012. Seguiment d'aus al Toll d'Ascla (Onda, Castelló) de 2007 a 2011. Nemus nº 2. Ateneu de Natura. Castelló

Domingo Pérez, C., 1983. La Plana de Castellón: formación de un paisaje agrario mediterráneo. Confederación Española de Cajas de Ahorro. Madrid.

Esteller, V. & Tirado, M. 2011. Migración postnupcial de rapaces por el P.N. del Desierto de las Palmas (Castellón). 2003-2010. En Tirado, M. & Castany, J., 2011. Actes del 1er Congrés sobre Fauna Castellonenca. pp 85-100. Associació Grup Au. Castelló

Galarza, A. (1987). Descripción estacional de las comunidades de paseriformes en una campiña costera del País Vasco. Munibe, 39.

GER-EA. Bort, J., Agueras, M. Bort, J.L. & Marzá, S. 2011. L'aguila de panxa blanca (*Hieraetus fasciatus*). Situación actual en Castellón. 2007". En Tirado, M. & Castany, J. (Eds.) 2011. Actes del 1º congrés sobre fauna castellonenca pp 79-84. Grup AU. Castelló

Hernández, V. J., 2008. La comunidad de aves de un humedal litoral mediterráneo. Estructura, dinámica y conservación. Nº 1. Técnicas en biología de la conservación. Tundra Ediciones. Valencia

Institut Valencià d'Estadística: www.ive.es (Consultado el 05-01-2012)

Martínez-Pérez, J.A.; Castany, J. i López-Iborra, G. 2006. La estación de anillamiento La Murtera (Onda, Castellón): fenología y evolución del verdicillo (*Serinus serinus*). Revista de Anillamiento 16-17: pp. 25-28.

May, R. M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. Ecology and evolution of communities (Ed. por M.L. Cody & J. M. Diamond) pag. 81-120. Belknap Press. Cambridge.

McArthur, R.H. & McArthur J.W., 1961. On bird species diversity. Ecology, 42

Moreau, R.E. 1972. The Palearctic-African bird migration system. Academic Press. London

Prades, R., Ortiz, J.V. & Llópis, A. 2011. Los chorlitejos patine-

gro (*Charadrius alexandrinus*) y chico (*C. dubius*) en las comarcas de Castellón. Efectivos, distribución y tendencia poblacional. En Tirado, M. & Castany, J. (Eds.) 2011. Actes del 1º congrés sobre fauna castellonenca pp 73-77. Grup AU. Castelló

Quereda, J. 1976. El clima de la Provincia de Castellón. Exma. Diputación de Castellón. Castellón.

Senar, J.C. & Borrás, A. 2004. Sobrevivir al invierno: estrategias de las aves invernantes en la península ibérica. Ardeola 51 (1). Madrid

Sánchez, A. & Martínez, A. 2002. La pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*) en las islas Columbretes. Biología y Conservación. impr. Graphic Group.

Tellería, J.L. 1988. Invernada de aves en la Península Ibérica. SEO. Madrid

Pardo, R. 1984. Las aves del naranjal de la provincia de Castellón. Ed. Confederación Española de Cajas de Ahorro, Madrid.

Ros, G. & Tena, J., 2011. El aguilucho cenizo (*Cyrus pygargus*) en el PN del Prat de Cabanes - Torrelblanca (Castellón). Estudio de una población nidificante sobre vegetación natural en zona húmeda. En Tirado, M. & Castany, J., 2011. Actes del 1er Congrés sobre Fauna Castellonenca. pp 51-60. Associació Grup Au. Castelló

Urios, V., Escobar, J.V., Pardo, R., Gómez, J.A. (Eds.) 1991. Atlas de las aves nidificantes de la Comunidad Valenciana. Conselleria d'Agricultura i Pesca. dirección General de Política Forestal i Pesquera. Valencia.

Cita recomendada:

Tirado, M. 2012. La comunidad de aves en campos de secano abandonados en la Plana de Castellón. Nemus nº 2 pp 115-122. Ateneu de Natura, Castelló

		TRANSAHARIANOS						PRESAHARIANOS			
ESTIAJE		INVERNADA		PRENUPCIAL		POSTNUPCIAL		PRENUPCIAL		POSTNUPCIAL	
APU APU	26,59	STU VUL	12,17	APU APU	34,13	DEL URB	39,11	STU UNI	14,84	STU VUL	22,85
DEL URB	18,53	ERI RUB	8,97	DEL URB	33,68	HIR RUS	16,39	SER SER	14,38	CAR CAR	12,79
PAS DOM	13,34	FRI COE	8,55	HIR RUS	9,00	SYL CAN	13,10	PAS DOM	8,68	PAS DOM	12,53
STU UNI	11,88	CAR CAR	7,34	PHY LUS	5,86	MUS STR	10,86	CAR CAR	7,16	STU UNI	7,04
HIR RUS	4,83	SER SER	7,19	LAN SEN	2,90	APU APU	6,99	SYL ATR	6,35	SER SER	6,94
SER SER	4,64	PAS DOM	6,59	SYL CAN	1,91	LAN SEN	1,97	ERI RUB	6,10	SYL ALA	5,52
CAR CAR	4,19	STU UNI	5,59	MER API	1,70	FIC HYP	1,87	CIS JUN	5,02	ERI RUB	4,97
SYL ALA	3,73	ANT PRA	5,54	HIP POL	1,65	PHO PHO	1,51	CAR CHL	4,96	CAR CHL	4,27
TUR MER	3,51	SYL ALA	5,30	SYL COM	1,38	HIP POL	1,08	SYL ALA	4,75	TUR MER	3,09
MUS STR	2,12	SYL ATR	4,98	LUS MEG	1,27	MER API	1,08	TUR MER	3,75	CIS JUN	2,89
CIS JUN	1,80	PHO OCH	4,22	ACR SCI	1,01	PHY LUS	1,05	FRI COE	3,73	PTY RUP	2,73
LAN SEN	1,39	PHY COL	3,59	MUS STR	0,97	ACR SCI	0,94	STU VUL	3,29	PHO OCH	2,19
CAR CHL	0,89	CAR SPI	3,34	PHO PHO	0,73	LUS MEG	0,85	ANT PRA	3,05	FRI COE	1,95
HIP POL	0,87	PTY RUP	3,22	SAX RUB	0,54	APU MEL	0,71	PHY COL	2,39	MOT ALB	1,80
STR DEC	0,71	CIS JUN	2,66	FIC HYP	0,51	ORI ORI	0,64	PHO OCH	2,21	SYL ATR	1,36
JYN TOR	0,25	MOT ALB	2,43	APU MEL	0,39	SAX RUB	0,37	CAR SPI	1,76	CAR SPI	1,18
MOT ALB	0,11	TUR MER	2,04	APU PAL	0,37	ANT TRI	0,36	MOT ALB	1,22	PHY COL	1,07
STR TUR	0,09	CAR CHL	1,85	ORI ORI	0,34	STR TUR	0,28	TUR PHI	1,09	PIC PIC	1,03
COL PAL	0,09	SAX TOR	1,58	STR TUR	0,32	SYL BOR	0,25	STR DEC	1,02	ANT PRA	0,70
ORI ORI	0,09	TUR PHI	0,62	PHY BON	0,21	SYL COM	0,20	PTY RUP	0,99	TUR PHI	0,64
APU PAL	0,09	EMB CIR	0,58	HIR DAU	0,17	PHY BON	0,11	EMB CAL	0,76	SAX TOR	0,44
MER API	0,07	GAL CRI	0,22	SYL BOR	0,17	SYL CON	0,07	SAX TOR	0,40	PAR MAJ	0,38
PAR MAJ	0,07	PIC PIC	0,22	OEN OEN	0,17	APU PAL	0,07	JYN TOR	0,35	JYN TOR	0,24
GAL CRI	0,07	STR DEC	0,21	RIP RIP	0,13	RIP RIP	0,05	GAL CRI	0,34	STR DEC	0,22
UPU EPO	0,05	PAR MAJ	0,18	SYL CON	0,13	OEN OEN	0,04	EMB CIR	0,34	CAR CAN	0,18

Anexo 1 | Abundancia relativa de las 25 especies más comunes en cada periodo. Para los pasos se han separado las especies por su migratología.

Annex 1 | Relative abundance for the 25 most abundant species in each period. For the migration periods the species are treated separately owing to their migratology

Normes de publicació

Poden enviar-se articles originals, escrits en català, anglès o castellà, de les diverses branques de les Ciències Naturals, de tot el món, encara que tindran especial consideració els treballs referits a la Mediterrània occidental.

Nemus també publicarà Notes corresponents a treball de poca extensió, de fins a 5 pàgines impreses incloent aules i figures, en les qual s'informarà breument de dades preliminars, noves observacions, primeres cites, etc. l'especial rellevància. També s'admetran ressenyes d'Institucions o museus científics i de novetats bibliogràfiques de ciències naturals.

Els treballs es remetran preferentment en format electrònic a l'adreça: grupaucastello@ono.com, o a ATENEU DE NATURA, Carrer Sant Roc, 125 3r 5a 12004 Castelló de la Plana.

En un document de text en qualsevol format compatible windows que incloga el text i les taules. Les figures per separat en format de alta resolució indicant la seva posició en el text.

Normes generals de redacció

El text es remetrà preferentment sense format específic. Els encapçalaments aniran en negreta i sense numerar. Els autors han d'evitar les repeticions. La redacció serà preferentment impersonal. Tant als resum com al text la primera vegada que es cita una espècie s'indicarà el nom comú, en minúscula, i el científic en cursiva: pit-roig, (*Erithacus rubecula*). Per a la resta de cites només s'utilitzarà el nom comú, si en té, o el científic abreujat (*E. rubecula*).

Per a les espècies fòssils la primera cita en resums i text serà completa, amb autor i any de publicació, en cursiva (*Anchura carrascoi* Calzada & Forner, 2009), per a les següents únicament el gènere abreujat i l'espècie (*A. carrascoi*). Els autors han de seguir les normes del Codi Internacional de Nomenclatura Zoològica o del Codi Internacional de Nomenclatura Botànica segons el cas. El material, si més no els tipus i els exemplars figurats han d'estar registrats i dipositats en una institució accessible als investigadors.

Les llistes de sinonímia s'han de reduir a les més importants i seguiran el següent patró:

1859 *Pleurotomaria pizcuetana* Vilanova: pl. 2, fig. 12.

1865 *Cassiopie pizcuetana* (Vilanova) Coquand: 248; pl. 3, figs 1,2.

1865 ? *Cassiopie zekellii* Coquand: 248-9; pl. 3, fig. 3.

1940 *Glauconia* (*Glauconia-Gymnentome*) *pizcueti* (Vilanova) Delpy: 105, fig.75 [esmena incorrecta].

1947 *Cassiopie helvetica* (Pictet & Renevier); Arkell: 168, fig. 37.8.

1984 *Gymnentome* (*Craginia*) *pizcuetai* (Vilanova) Mennessier: 61-2; pl. 18, figs 8-10 [esmena incorrecta].

1988 *Gymnentome pizcuetana* (Vilanova) Cleevly & Morris: 249-53; figs 7-8.

S'evitarà el tractament a nivell subespecífic sempre que no siga estrictament necessari. Els topònims s'escriuran sempre en la seua forma original, en la llengua del lloc.

Les cites en el text seran: Castany & Tirado (2003); (Castany & Tirado, 2003); Castany & Tirado, 2003: 432-433), si són varies caldrà ordenar-les cronològicament (Calzada, 1979; Martinell, 1987; Kidwell, 2003). Si es trasllada un text es farà entre cometes. S'evitarà sempre que siga possible la cita d'informes o memòries no publicades. Els treballs només poden citar-se si han estat acceptats.

Els articles es remetran estructurats en els següents apartats:

Títol: En negreta. Ha de ser el més curt possible, informant sobre el contingut. Ha d'incloure grup taxonòmic, edat per als treballs paleontològics i zona geogràfica, fugint de termes polítics.

Autors: Nom complet dels autors, adreça postal, correu electrònic i institució a la qual pertany, si fa el cas.

Resum: Que no podrà superar les 15 línies i ha d'informar de manera precisa i concisa sobre el contingut del treball.

Mots clau: Entre quatre i deu.

Introducció: Es donarà una idea dels antecedents històrics del tema així com de l'interès i finalitat del treball.

Material i mètode: Inclourà tota la informació necessària sobre les espècies estudiades, el material recollit, les tècniques de recol·lecció per obtenir la mostra o censos, la zona d'estudi, els instruments utilitzats, els mètodes d'estudi i les anàlisis de dades que permeten comprendre i interpretar correctament els resultats presentats.

Resultats: En aquesta secció es presentaran només les dades i resultats obtinguts pels autors. Discussió i conclusions. Es discutiran els resultats obtinguts i la comparació amb altres treballs relacionats.

Agraïments: Es mencionarà, si cal, les persones o entitats que han contribuït d'alguna forma a la realització del treball.

Bibliografia: Continuarà només les publicacions citades en el text. S'ordenarà alfabèticament per autors i cronològicament per un mateix autor, afegint les lletres minúscules, (a,b,c,...) per als treballs d'un mateix any. S'ajustarà als següents models:

Barreda, J. & Castany, J. (2008 a). Aus al Parc de Ribalta. 156 pp. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.

Barrón, E. 2003. Indicios de paleoincendios en el Terciario de la Península Ibérica. *Nemus*, 1: 5-16.

Richardson, W.J. 1978. Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review. *Oikos* 30: 224-272.

Salas, R. 1987. El cicle Cretaci inferior al marge oriental d'Iberia. In R. Folch i Guillèn (Ed.) *Història Natural dels Països Catalans, Geologia I*. Vol. 1: 333-348. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Serrasolsas I. 1994. Fertilitat de sòls forestals afectats pel foc. Dinàmica del nitrogen i del fòsfor. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.

La bibliografia on-line, al final, indicant entre parèntesis la data de consulta.

INTERNET. PALEOBIOLOGY DATABASE. <http://paleodb.org> (Consultada el 20 de gener de 2012).

Si el article està escrit en castellà o català caldrà enviar un resum en anglès que incloga el títol, el propi resum i els mots clau.

Taules: S'han de numerar correlativament. S'ha de utilitzar el mateix tipus i grandària de lletra que en la resta del text. S'evitaran les línies verticals. Les taules han de estar citades en el text. Cada taula ha d'anar acompanyada d'un títol que siga una descripció clara i concisa del contingut i de un text autoexplicatiu que indique el que es vol remarcar. El peu també ha d'anar en anglès sinó és la llengua del treball. Les taules es remetran en un fitxer Excel compatible.

Figures: Tota classe d'il·lustracions (gràfics, fotos, dibuixos, plànols, ...) entraran amb el nom de la figura numerada correlativament seguint l'ordre d'aparició en el text. El peu també anirà en anglès. Les figures seran reproduïdes exactament com es presenten pels autors, per la qual cosa han de ser remeses correctament elaborades i impreses si són il·lustracions o mitjançant suports electrònics d'alta resolució. Totes elles han de tenir el mateix estil de lletra i presentació. En el cas de gràfics s'adjuntarà també (preferentment en Excel) la matriu de dades amb la qual s'ha generat.

Es contestarà en un termini de quatre mesos des de la completa recepció de l'original proposat. Els treballs seran estudiats per dos revisors.

Els autors rebran dos exemplars de la revista i el PDF del seu article, en el cas que es publiqui el seu treball. Els autors cedeixen els seus drets, inclòs l'accés obert en Internet.

Nemus es una publicació científica editada conjuntament per l'Ateneu de Natura, pel Grup AU i per Grup Paleontològic d'Onda. ISSN 1697 - 2694

