

Els dipòsits litorals atribuïts històricament al Pliocè-Plistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrani occidental): revisió, biocronologia de mol·luscs i implicacions paleogeogràfiques

Josep JUÁREZ-RUIZ i Guillem MAS (†)

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

Juárez-Ruiz, J. i Mas, G. 2022. Els dipòsits litorals atribuïts històricament al Pliocè-Plistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrani occidental): revisió, biocronologia de mol·luscs i implicacions paleogeogràfiques. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 65: 237-257. ISSN 0212-260X. e-ISSN 2444-8192. Palma.

Des de meitats del segle XX Mallorca ha esdevingut un lloc de referència pel que fa al Quaternari mediterrani, essent l'estudi de les platges fòssils un dels seus camps més prolífics. Si bé la major part dels jaciments estudiats corresponen al Plistocè mig i superior, existeix un petit grup de localitats amb d'edats més antigues que encara avui en dia romanen pobrament documentats. Aquests tenen edats estimades entre el Pliocè i el Plistocè inferior, encara que la metodologia emprada per datar-los sembla avui en dia en part obsoleta i contradictòria segons quines siguin les fonts consultades. En aquest estudi pretenem actualitzar el coneixement sobre aquestes localitats problemàtiques i el seu registre de mol·luscs fòssils, caracteritzant-les tant cronològica com paleontològicament. Finalment, es deriven un seguit de consideracions sobre l'evolució de la costa Mallorquina durant el Pliocè.

Paraules clau: Pliocè, Zanclià, Piacenzià, mol·luscs, platja, MPMUs.

LITTORAL DEPOSITS HISTORICALLY ATTRIBUTED TO PLIOCENE-LOWER PLEISTOCENE OF MALLORCA (ILLES BALEARS, WESTERN MEDITERRANEAN): REVISION, MOLLUSCS BIOCHRONOLOGY AND PALEOGEOGRAPHIC IMPLICATIONS. Mallorca is a prominent area concerning the Mediterranean Quaternary from Middle XX century, being the study of fossil beach deposits one of the most prolific fields. Although most of the outcrops correspond to Middle and Upper Pleistocene, a little and poorly known group of localities are older. Those deposits are usually placed in Pliocene and Lower Pleistocene, even though the dating methods seem today obsolete and contradictory depending of the sources. In this work we aim to Update the knowledge about those problematic outcrops and their mollusca fossil record in a cronologic and paleontological point of view. Finally, we expose a few considerations concerning the evolution of the Pliocene coast in Mallorca.

Key words: Pliocene, Zanclean, Piacenzian, molluscs, beach, MPMUs.

Josep JUÁREZ-RUIZ, Societat d'Història Natural de les Balears. Carrer Margarida Xirgu 16 baixos, 07011, Palma, Mallorca (Illes Balears). E-mail: nite1988@hotmail.com

Recepció del manuscrit: 3-10-2022; revisió acceptada: 3-11-2022; publicació online: 12-11-2022.

Introducció

El Pliocè marí mediterrani es caracteritza per la seva abundància de

jaciments paleontològics rics en malacofauna de caire tropical i subtropical (Monegatti i Raffi 2001; Landau *et al.*, 2004; 2007; Aguirre *et al.*, 2005). No

obstant, aquestes sofriren una sèrie d'extincions locals al llarg d'aquest període i durant el Plistocè inferior, tenint com a resultat la presència de comunitats diferenciades amb valor biocronològic, el que es coneix com *MPMUs* (*Mediterranean Pliocene Molluscan Units*). Aquestes, per sí soles o combinant amb altres metodologies, han servit per establir nombroses cronologies de dipòsits marins al llarg i ample del Mediterrani (Monegatti i Raffi, 2001; Aguirre *et al.*, 2005; Landau *et al.*, 2007; Büyükmeriç *et al.*, 2018).

Pel que fa a Mallorca, el Pliocè marí va ser estudiat com a tal per primera vegada a meitats del segle XX, tant a nivell paleontològic com estratigràfic i paleogeogràfic (Bauzá, 1944; 1946; 1964; Colom *et al.*, 1969; Cuerda *et al.*, 1969). Des de llavors s'han documentat paleontològicament nombroses localitats al respecte (Mas, 2015; Morey, 2020), encara que, a dia d'avui, manquen en molts de casos estudis específics sobre mol·luscs que permetin caracteritzar amb precisió els jaciments. Tal vegada una excepció sigui la rica fauna recuperada d'un sondatge al municipi de Sa Pobla (Bauzá, 1946; 1964), datada en el Pliocè inferior (Colom, 1980), si bé els mol·luscs trobats romanen en una part important inèdits, dipositats a col·leccions institucionals i privades (obs. per.).

Al marge d'aquests estudis sobre el Pliocè local existeix documentació sobre dipòsits de platja no assignats a una formació geològica concreta que, si bé han estat generalment datats dins el Plistocè (Cuerda i Sacarés, 1966; 1970; 1992; Cuerda, 1975; Pomar i Cuerda, 1979), en els darrers anys s'ha suggerit una major antiguitat (Vicens, 2015; Mas, 2015).

Context geològic i problemàtica del Pliocè marí a Mallorca

L'illa de Mallorca constitueix el principal segment emergit del promontori Balear, una elevació continental d'aproximadament 500 km de llarg per 100 km d'ample. Va ser formada per l'orogènia alpina, que va comprimir els materials dipositats en el solc i geosinclinal Bètic. Aquest va culminar durant el Miocè mitjà, originant els principals relleus de l'arxipèlag. L'estratigrafia de l'illa comprèn materials que van des de del Carbonífer fins a l'Holocè, si bé el seu registre és discontinu, amb diversos hiatus (Pomar *et al.*, 1983; Jenkyns *et al.*, 1990; Mas 2015).

A nivell estructural, Mallorca està constituïda per un sistema de horst i graben (Fig. 1). Els primers donen lloc a la Serra de Tramuntana, Serres de Llevant i relleus centrals, formats majorment per materials preorogènics i sinorogènics. Els segons coincideixen amb les conques sedimentàries de Palma, Inca, Sa Pobla-Alcúdia i Sa Marineta, colmatades amb materials postorogènics. Al seu límit es desenvolupen diverses plataformes carbonatades formades durant el Miocè superior (Esteban, 1987; 1996). Sobre aquestes i dins les conques sedimentàries va tenir lloc la deposició de la gran majoria dels materials del Pliocè marí, els quals es solen dividir en dues gran unitats estratigràfiques, de base a sostre: les Calcisiltites de Son Mir, sublitorals, i les Calcarenites de Sant Jordi, litorals, (Mas 2015 i treballs aquí citats), encara que no falten propostes alternatives amb més unitats (Morey, 2021). A nivell paleontològic, Les Calcisiltites de Son Mir destaquen per la presència del lamel·libranqui *Amusium cristatum* (Bornn, 1827), mentre que les Calcarenites

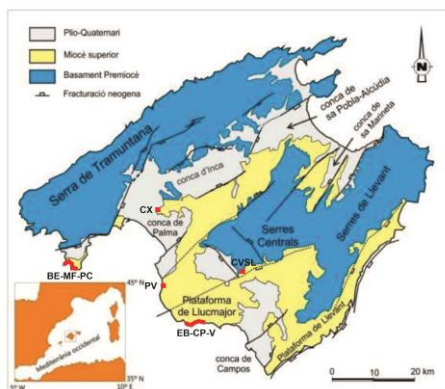


Fig. 1. Mapa geoestructural de Mallorca amb les zones d'estudi indicades: CVSL: Cova Vella de Son Lluís, EB-CP-V: Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera, PV: Pas des Verro, CX: Can Xarpa, BE-MF-PC: Banc d'Eivissa-Morro den Feliu-Punta des Catius. Modificat de Mas (2015).

Fig. 1. Geostructural map of Mallorca with the location of the studied zones: CVSL: Cova Vella de Son Lluís, EB-CP-V: Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera, PV: Pas des Verro, CX: Can Xarpa, BE-MF-PC: Banc d'Eivissa-Morro den Feliu-Punta des Catius. Modified from Mas (2015).

de Sant Jordi contenen una malacofauna més diversa però pobrament preservada, de la qual es pot destacar el gastròpode *Persististrombus coronatus* (Defrance, 1827) (Pomar *et al.*, 1983; Mas, 2015; Morey, 2020). Usualment apareixen superposades a nivell d'aflorament dins gran seqüències progradants, davall tot un seguit de dipòsits continentals assignats al Plistocè (Butzer, 1975). Aquest fet, junt amb que les Calcsilitites de Son Mir estan datades amb foraminífers dins el Pliocè inferior (Colom, 1980; 1985), ha portat a diversos autors (Pomar *et al.*, 1983) a assumir per defecte que les Calcarenites de Sant Jordi siguin del Pliocè superior o, fins i tot, que arribin al Plistocè. No obstant, recentment (Mas, 2015), s'ha proposat que part dels dipòsits litorals dipositats

directament damunt les plataformes carbonatades miocenes, són realment sincrònics amb el Pliocè inferior sublitoral abans esmentat. A aquesta divergència interpretativa s'afegeix la disparitat de les cronologies proposades per un mateix dipòsit de platja quan aquest és anterior al Plistocè mitjà, que pot ser Pliocè *sensu lato*, límit Pliocuaternari o Plistocè inferior segons l'estudi que es segueixi (Cuerda, 1975; Vicens, 2015; Mas, 2015; Morey, 2013; 2021).

El que els autors pretenem resoldre principalment amb el present treball és precisament aquest darrer punt, el de l'edat d'aquests jaciments inclosos dins les grans seqüències progradants del Pliocuaternari, confirmant, desmentint o matisant les estimacions prèvies. De forma més puntual, revisem la taxonomia proposada a treballs clàssics (Cuerda, 1975; Cuerda i Sacarès, 1992) així com la seva interpretació paleoambiental, estratigràfica i paleogeogràfica, tot seguit per ampliar el coneixement sobre el Pliocè de Mallorca, que malgrat els estudis al respecte encara té algunes llacunes, en especial pel que fa a la paleontologia de mol·luscs.

Material i mètodes

Per a la realització del present article s'han revisat tant bibliogràficament com en camp tot un seguit de jaciments que contenen dipòsits de fàcies costanera amb fauna marina y que han estat documentats reiteradament a la bibliografia local. Els autors hem posat especial atenció en la recerca de nous tàxons que permetin realitzar estimacions cronològiques dels dipòsits estudiats, així com en la revisió dels prèviament documentats. Els jaciments revisats (Fig. 1) han estat considerats de forma individualitzada (Cova Vella de Son Lluís) en els casos on

aquests constitueixen dipòsits aïllats; en el casos en que constitueixen una successió de dipòsits amb estratigrafia i fauna anàloga dins un mateix sector (Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera), aquests s'han agrupat per tal de facilitar la seva revisió i il·lustrar els canvis laterals de fàcies. Els dipòsits de platja estudiats sovint estan inclosos dins àmplies seqüències estratigràfiques (normalment del Miocè al Pleistocè mitjà), si bé no és l'objectiu d'aquest treball la revisió exhaustiva d'aquestes ni de tot el seu contingut paleontològic. L'estratigrafia s'ha revisat sols de forma puntual, en casos en que s'ha cregut necessari fer-ho per contextualitzar els jaciments. Per a informació estesa (estratigrafia, paleontologia, toponímia, etc.) dels afloraments individualitzats els autors remetem a Cuerda (1975), Cuerda i Sacarès (1992), Vicens (2015), Mas (2015) i Morey (2020).

Els criteris paleocronològics segueixen els ja aplicats a diverses conques sedimentàries pliocenes i plioquaternàries del Mediterrani, com puguin ser les Itàlia o SE d'Espanya (Monegatti i Raffi, 2001, 2007; Aguirre *et al.*, 2005; Landau *et al.*, 2004, 2007; Büyükmeriç *et al.*, 2018). En aquest sentit, hem considerat les MPMUs, abans explicades (veure Introducció), les quals hem caracteritzat principalment en base a tàxons amb una distribució geogràfica àmplia, que permeten establir correlacions entre les diferents conques mediterrànies. De la confrontació entre la biocronologia i dades prèviament publicades (context geològic, magnetostratigrafia, datacions radiomètriques, veure González-Hernández, 2000; Mas, 2015) els autors hem proposat un seguit d'interval cronològics dins els quals els jaciments s'haurien format, si bé ignorem el moment concret de la sedimentació dels dipòsits.

El material paleontològic revisat per el aquest estudi prové majoritàriament de les col·leccions Museu de la Naturalesa de les Illes Balears - Societat d'Història Natural de Balears (MNIB-SHNB) i del Museu Balear de Ciències Naturals (MBCN). Per altra banda, alguns tàxons no presents a aquestes institucions s'han documentat fotogràficament als afloraments corresponents. La taxonomia emprada es basa en Muñiz-Solís (1999), Monegatti i Raffi (2001, 2007) Aguirre *et al.* (2005), Landau *et al.* (2004, 2007), Büyükmeriç *et al.* (2018) i en la base de dades d'espècies marines WoRMS (WoRMS, 2022). Les fotografies s'han fet baix condicions lumíniques pròpies de cada institució, degut a lo qual alguns dels exemplars figurats apareixen amb diferent il·luminació. Els exemplars provinents del MBCN han estat preparats prèviament amb micropercutor neumàtic per tal de mostrar el màxim de trets diagnòstics.

Resultats

Cova Vella de Son Lluís (Fig. 2)

Es tracta d'un dels primers jaciments del Pliocè documentat a Balears (Colom *et al.*, 1969; Cuerda *et al.*, 1969). Si bé Colom (1980) assigna el dipòsit al Pliocè superior, recentment (Mas, 2015), s'ha estimat un Pliocè inferior en base a criteris estratigràfics i estructurals (Juárez i Altaba, 2022). Per altra banda, Morey (2020) suggereix un probable Plistocè. El jaciment és majorment subterrani i pot ser observat gràcies a la presència eventual de la cova que li dona nom. A part del sostre i parets de la seva sala principal es pot observar una notable acumulació d'exemplars de *P. coronatus* (Fig 2B) en una matriu calcarenítica llimosa, estimada en varies desenes de milers d'individus. Aquesta grada lateralment a dipòsits conti-

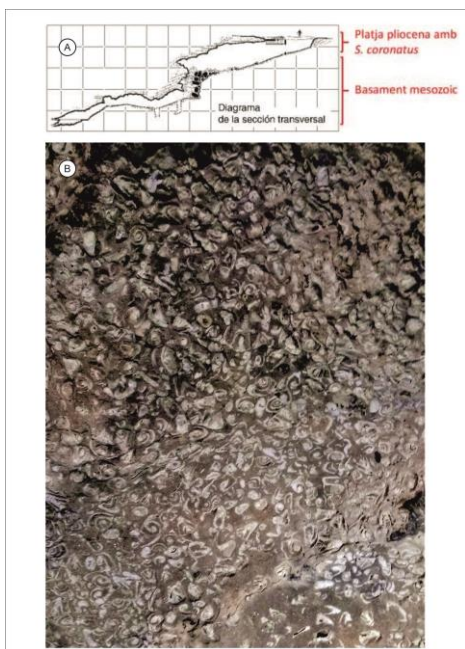


Fig. 2. A) Tall topogràfic de la cavitat de Cova Vella de Son Lluís amb situació del dipòsit de platja, segons Mas (2015). B) Vista parcial de l'acumulació de *Persististrombus coronatus* al sostre de la sala principal.

Fig. 2. A) Topographic section of the Cova Vella de Son Lluís cave with the location of the beach deposit, according to Mas (2015). B) Partial view of the *Persististrombus coronatus* accumulation at the ceiling of the principal chamber.

mentals (Juárez i Altaba, 2022). De forma residual, tenen presència altres espècies (Colom *et al.*, 1969; Cuerda *et al.*, 1969; Juárez i Altaba, 2022).

La revisió de l'aflorament ha constatat la presència de nous tàxons (Taula. 1), del qual destaca *Heteroninella bertarellii* (Andreoli i Marsigli, 1997) (Fig. 10g), que és propi de l'interval Zanclià-Piacenzià inferior (Landau *et al.*, 2004, 2007). Aquest gastròpode correspon amb una troballa prèviament documentada al jaciment de *Trochus* sp (Cuerda *et al.*,

1969). La seva presència permet contextualitzar el dipòsit dins la MPMU1. Aquest context biocronològic concorda amb la interpretació de Mas (2015), qui estima, per la posició geoestructural, estratigràfica i topogràfica, que el jaciment correspon al màxim transgressiu de la reinundació del Mediterrani. Així doncs, l'aflorament quedaria situat dins el Zanclià inferior.

Si bé s'han documentat altres dipòsits similars del Pliocè a localitats properes (Son Fullana i Son Mulet, Colom *et al.*, 1969), els autors els hem exclòs del present treball, ja que es tracta d'afloraments presents a canteres reutilitzades o restaurades, el que ha impossibilitat el seu adequat estudi pel que fa als nivells de platja aquí revisats.

Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera (Fig. 3)

Sector costaner amb nombrosos afloraments del Miocè, Pliocè i Plistocè. Conté diversos dipòsits litorals d'edats diverses reiteradament documentats a la zona de Es Bancals i de Vallgornera (Cuerda i Sacarés, 1966, 1970, 1992; Cuerda, 1975; Butzer, 1975; Cabtree *et al.*, 1978; Pomar i Cuerda, 1979; Nielsen *et al.*, 2014; Mas, 2015; Vicens, 2015; Juárez i Matamales, 2016, Morey, 2020). Els estudis primerencs (Cuerda i Sacarés, 1966, 1970) remarquen la presència de dipòsits atribuïbles al límit Plioquaternari i Plistocè inferior, situats per sobre nivells del Miocè. No obstant, posteriorment s'han proposat interpretacions alternatives. En aquest sentit, Mas *et al.* (2013) i Mas (2015) estimen a Vallgornera una edat Pliocena per uns nivells infralitorals situats a base de les platges, però consideren aquestes com a Plistocè amb fauna probablement reelaborada del Pliocè. Pel que fa a Es Bancals, Nielsen *et al.* (2014) elaboren un estudi magnetostratigràfic on

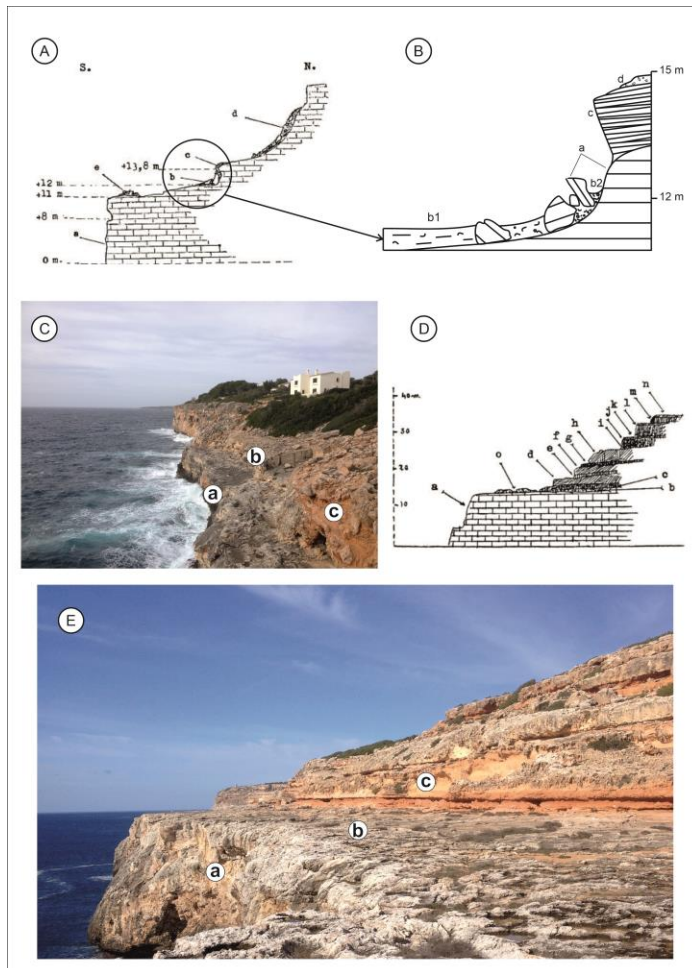


Fig. 3. A) Tall estratigràfic de l'aflorament de Vallgornera-Es Dos Ulls, segons Cuerda & Sacarés (1970). B) Reinterpretació parcial del tall anterior: a) Miocè superior basal, b1) *shoreface*, Zanclià mig-superior, b2) acumulació local de *Patella* dins la mateixa unitat (jaciment històric), c) *foreshore-backshore* (part) del mateix sistema de platja, d) dipòsit de vessant, Plistocè. C) Panoràmica del l'aflorament: a) Miocè superior, b) Jaciment del Pliocè (Zanclià mig-superior) c) Plistocè. D) Tall estratigràfic de l'aflorament de Es Bancals a l'àrea estudiada, segons Cuerda & Sacarés (1970). E) Panoràmica del mateix indret: a) Miocè superior, b) jaciment del Pliocè (Zanclià mig-superior), c) Paleòsols i dunes del Pliocè-Plistocè.

Fig. 3. A) Stratigraphic section of the Vallgornera-Es Dos Ulls outcrop, according to Cuerda & Sacarés (1970). B) Partial reinterpretation of the previous section: a) Basal Upper Miocene, b1) *shoreface*, Middle Upper Zanclean, b2) local *Patella* accumulation from the same unit (historical fossil site), c) *foreshore-backshore* (part) from the same beach-system, d) slope deposit, Pleistocene. C) Panoramic view of the Vallgornera-Es Dos Ulls outcrop in the studied area, according to Cuerda & Sacarés (1970). E) Panoramic view from the same zone: a) Upper Miocene, b) historical fossil site (Middle-Upper Zanclean), c) paleosoils and aeolianites, Pliocene to Pleistocene.

es determina per error un Plistocè mitjà pels dipòsits de platja aquí revisats, els quals es confonen amb uns altres posteriors d'aquest interval (Cuerda, 1975). Vicens (2015) remarca la versemblança entre els dipòsits de Vallgornera i Es Bancals, que segons ell podrien correspondre al Plistocè inferior.

Si bé les observacions realitzades al sector de Cala Pi no han permès la recopilació de dades remarcables (la fauna està molt fragmentada dins dipòsits de *foreshore*), sí ha estat possible la localització de mol·luscs rellevants tant a Es Bancals com a Vallgornera. En aquest sentit, destaquem la presència en ambdós afloraments d'*Haliotis bertinii* Forli, Dell'Angelo, Ciappelli i Taviani, 2003, una rara espècie documentada en el Zanclià superior (Forli *et al.*, 2003; Cresti i Forli, 2021; Forli *et al.*, 2021) (Figs. 10a-10b). També s'ha observat la presència en ambdues localitats d'altres tàxons propis del Pliocè, tals com *Spinucella cancellata* (Bellardi, 1882), determinada prèviament com a *Acanthina gallica* (Gervais in Viguiet, 1889) a Vallgornera (Cuerda i Sacarés, 1992).

Pel que fa a l'històric aflorament de Vallgornera, citat també amb el topònim de Es Dos Ulls (Vicens, 2015; Mas 2015), considerem que es tracta d'una simple acumulació local de fauna (principalment *Patella* spp. i *Saccostrea virleti* (Deshayes, 1835)) (Fig. 9c) deguda a una trampa sedimentària donada per un paleodespreniment dins un dipòsit litoral més ample, no d'un dipòsit superposat a unitats més antigues, com havia estat proposat (Cuerda i Sacarés, 1966; 1970, 1992). La millor preservació de les restes fòssils dins aquesta acumulació respecte de la resta del jaciment (closques amb restes de coloració eventuals *versus* motlles interns) vendria donada per un menor grau

de carbonatació del sediment fruit del particular context estratigràfic abans esmentat.

El conjunt faunístic d'aquests afloraments denota clarament la *MPMU1* (Zanclià-Piacenzià inferior). Considerant a més la datació radiomètrica, magnetostratigrafia i biocronologia d'un altre jaciment amb una posició estratigràfica anàloga situat també damunt la plataforma carbonatada de Lluçmajor (Pas des Verro, veure més avall), aquests es podrien associar a un Zanclià mig-superior.

Pas des Verro (Fig. 4)

Extens aflorament penjat a un penya-segat, observable en una petita part gràcies a l'existència d'un talús de carretera. Profusament citat i revisat al llarg de les passades dècades (Cuerda i Sacarés, 1966, 1970, 1992; Cuerda, 1975; Pomar i Cuerda, 1979), és situat inicialment dins l'estatge Emilià del Plistocè inferior en base a l'alçada sobre el nivell del mar actual. González-Hernández *et al.* (2000) realitzen un estudi magnetostratigràfic del jaciment, determinant un interval de polaritat inversa els nivells amb fauna marina, coincidint amb les estimacions prèvies sobre la seva edat. En clar contrast, Mas (2015) presenta dues datacions radiomètriques de la platja fòssil feta amb $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ que dona edats de $4,81 \pm 0,5$ Ma per la part inferior del dipòsit (*shoreface*) i de $3,57 \pm 1,0$ Ma per la part superior (*foreshore* i *backshore*), el que el situa dins el magnetocron Gilbert (també de polaritat inversa). Aquest estudi també suggereix que el jaciment podria correspondre amb una regressió marina intrapliocena.

Si bé l'edat del jaciment sembla en aquest cas clara, els autors hem revisat el material paleontològic del jaciment (dipo-

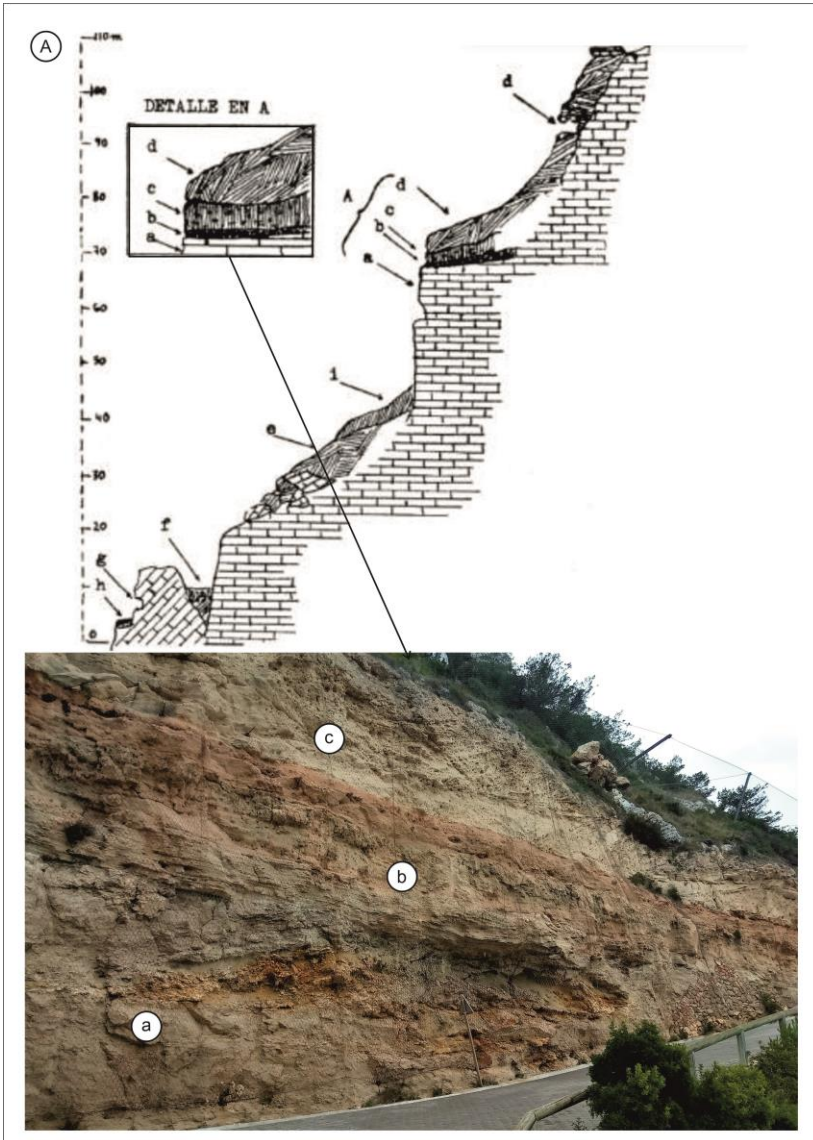


Fig. 4. A) Tall estratigràfic de l'aflorament de Pas des Verro, segons Cuerda i Sacarés (1970). B) Panoràmica del jaciment històric, amb la correspondència al tall anterior: a) Miocè superior, b) Platja del Zanclià mig-superior (*shoreface, foreshore i backshore*, jaciment històric), c) paleosòls i Eolianites del Pliocè-Plistocè.

Fig. 4. A) Stratigraphic section of the Pas des Verro Outcrop, according to Cuerda & Sacarés (1970). B) Panoramic view of the historical fossil site and its correspondence in the previous section: a) Upper Miocene, b) Upper Middle-Upper Zanclean beach (*shoreface, foreshore and backshore, historical fossil site*), c) Pliocene to Pleistocene paleosoils and aeolianites Miocene.

sitat a la SHNB), canviant algunes de les determinacions prèvies. En aquest sentit, destaquem la presència de *S. cancellata*, (abans determinada com *Acanthina plessissi* (Lecointre, 1952), per Cuerda i Sacarés, 1992), *Patella ambroggii* Lecointre, 1952 (abans determinada com *P. ferruginea* Gmelin, 1791, per Cuerda i Sacarés, 1992) (Figs. 10c-10e) i *S. virleti* (abans determinada com *S. cucullata* (Born, 1778), (Cuerda i Sacarés, 1992). Les tres espècies són típiques del Pliocè (Landau *et al.*, 2004; 2007; Betancort, 2012;), i típiques de la MPMU1, si bé no exclusives. No obstant, la datació radiomètrica abans esmentada, així com la polaritat inversa del nivell de platja i l'analogia amb Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera (amb fauna del Zanclià), indiquen un Zanclià mig-superior.

El conjunt d'exemplars examinats de *P. ambroggii* provinents d'aquest jaciment, així com dels afloraments de Es Bancals i Vallgornera (veure selecció a Fig 10) denoten un ampli polimorfisme de l'espècie, amb presència de morfotips molt similars a *P. alessiae* Dell'Angelo, Montagna i Taviani, 2004 (veure Forli *et al.*, 2021). Aquest fet suggereix una sinonímia entre ambdós tàxons, si bé estudis específics serien necessaris per profunditzar en la taxonomia d'aquest remarcable gastròpode.

Can Xarpa (Fig. 5)

Jaciment conegut des de la primera meitat del segle XX però documentat posteriorment (Butzer i Cuerda, 1962; Cuerda, 1975, 1987; Pomar i Cuerda, 1979). Ha estat considerat com una rellevant localitat del Pleistocè inferior (Sicília II, en base a l'alçada sobre el nivell del mar) fins a temps recents (Vicens, 2015), on es dubta de les estimacions prèvies. Segons els estudis citats, el dipòsit

de platja es situa en discordança erosiva sobre materials del Miocè superior. Mas (2015) identifica els suposats materials del Miocè de base com a pliocens i atribueix el dipòsit aquí revisat a un Plioquatnari indeterminat.

Observacions de camp i estudi dels materials paleontològics han permès fer majors precisions sobre aquest dipòsit. Malgrat l'estratigrafia és difícilment observable a la zona (per estar quasi coberta per terres de conreu), es pot constatar la presència concordant a base i a sostre del dipòsit referit de varis metres de sediments de la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi, del Pliocè. Les restes observables del dipòsit de platja constitueixen realment dos horitzons, un inferior de calcarenites llimoses amb acumulació de *Glycymeris* sp. (el jaciment històric que aquí es refereix) i un amb conglomerats litorals amb litoclasts perforats per litòfags. Ambdues unitats tenen escassa continuïtat, gradant lateralment a les fàcies infralitorals típiques de la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi. La fauna observada a l'horitzó inferior conté alguns elements termòfils típics del Pliocè, dels que destaquem *P. coronatus*, *Conus pelagicus* Brocchi, 1814 (Fig 11d), *S. virleti* i *Malea orbiculata* (Brocchi, 1814) (Monegatti i Raffi, 2001; Landau *et al.*, 2004; Dominici *et al.*, 2020) (Fig. 11 b1-b2). Aquest taxó, del qual es deixa de tenir registre durant la MPMU2 a Sicília (veure Dominici *et al.* 2020), es correspon amb la cita de *Semicassis undulata* (Gmelin, 1791) de Vicens (2015). El conjunt de mol·luscs, que no conté espècies exclusives de la MPMU1, suggereix una edat posterior a l'interval Zanclià-Piacenzià inferior. De la posició estratigràfica del dipòsit revisat entre materials infralitorals de la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi es desprèn la

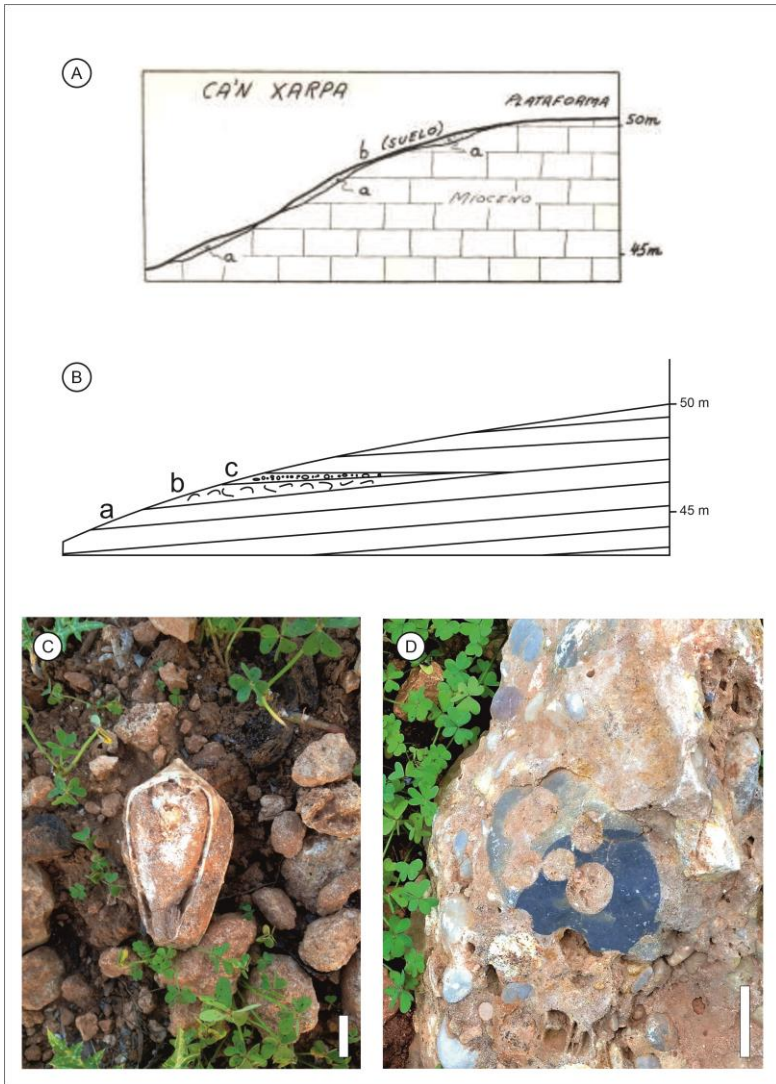


Fig. 5. A) Tall estratigràfic del jaciment de Can Xarpa, segons Butzer i Cuerda (1962). B) Reinterpretació del tall anterior: a) calcarenites infralitorals del Piacenzià, b) calcarenites llimoses amb *Glycymeris* del Piacenzià superior (jaciment històric), c) conglomerats. C) *Conus pelagicus* descontextualitzat de la unitat 'b' del tall anterior. D) fragment descontextualitzat del conglomerat de la unitat 'c' del tall anterior mostrant un còdol amb perforacions de litòfags.

Fig. 5. A) Stratigraphic section of the Can Xarpa outcrop, according to Butzer and Cuerda (1962). B) Reinterpretation of the previous section: a) Piacenzian infralittoral calcarenites, b) Upper Piacenzian muddy calcarenites (historical fossil site), c) conglomerates. C) out of context *Conus pelagicus* from the 'b' unit. D) out of context conglomerate fragment from the 'c' unit showing a pebble with lithophag borings.

presència d'una regressió marina dins aquesta, ja documentada a altres afloraments de l'illa (Mas 2015; Morey, 2021) i molt probablement lligada a mínim climàtic del Piacenzià (Monegati i Raffi, 2007; Jiménez-Moreno, 2019). Considerant el context estratigràfic i la presència de tàxons termòfils, estimem que la fauna de mol·luscs correspon molt probablement a l'interval transgressiu que segueix el mínim del Piacenzià i que dona lloc al conjunt de la *MPMU2*.

Banc d'Eivissa-Morro den Feliu-Punta d'es Catiús (Fig. 6)

Franja costanera amb una àmplia representació d'afloraments marins i continentals del Miocè, Pliocè i Plistocè. D'edat molt discutida històricament, els seus dipòsits de platja varen ser documentats per primera vegada a Banc d'Eivissa (on es situen la majoria d'estudis) per Muntaner (1957) amb un jaciment situat segons l'autor dins el Plistocè mitjà en base a l'alçada sobre el nivell del mar actual. Posteriorment és revisat per Solé-Sabarís (1962) i Rosselló i Cuerda (1973), on es determina interval Pliocè superior-Plistocè inferior pel dipòsit. En una línia similar, Butzer (1975) i Cuerda (1975) estableixen un Plistocè inferior pel jaciment, el qual és qüestionat per Hearty (1987), qui suggereix de nou el Pliocè en base a la impossibilitat d'una datació per aminoàcids d'una mostra paleontològica. González-Hernández *et al.* (2000) fan un estudi magnetostratigràfic de Banc d'Eivissa i, considerant la polaritat inversa del nivell de platja i la fauna documentada prèviament, fixen temptativament dins el magnetocron Matuyama (2,58-0,78 Ma) l'edat del dipòsit. Mas i Ripoll (2010) documenten un nou jaciment d'estratigrafia i fauna anàloga a Banc d'Eivissa situat al seu SE,

a Morro den Feliu, que estimen del Pliocè. Des de llavors hi ha hagut una divergència en quan a les estimacions cronològiques dels dipòsits litorals de la zona. Per una banda, s'ha posat en dubte l'edat 'moderna' del conjunt litoral al·ludint la presència de *Callista italica* (Defrance, 1818), que implicaria un estadi de polaritat inversa més antic del plantejat, dins un probable Pliocè antic regressiu (Mas i Ripoll, 2010; Mas, 2015). Per altra banda, (Morey, 2013; 2021), ha situat aquest entre el Pliocè superior i el límit Plioquaternari, en base als estudis previs i a la troballa de nivells que suposadament contenen espècies de significació temperada, el que denotaria el refredament climàtic que donà inici al Pleistocè.

Les observacions de camp i la revisió del material paleontològic realitzada per aquest estudi permeten descartar la darrera estimació cronològica abans referida. Els nivells esmentats es localitzarien majorment dins blocs mètrics descontextualitzats (Fig. 6 C), producte de l'erosió i desmantellament parcial de l'aflorament. La fauna que contenen (en una matriu calcarenítica de gra gruixat) és, al nostre parer, massa fragmentària i/o mal preservada com per poder realitzar determinacions específiques en la immensa majoria de casos, no havent-se localitzat cap espècie clarament posterior al Pliocè. Al contrari, la presència de laminació subhoritzontal, la mida petita dels clastes (inferior a 1 cm per norma general) i l'associació amb altres unitats estratigràfiques a alguns dels blocs de major mida permeten interpretar els nivells com les restes d'un dipòsit local de *foreshore* dins la seqüència progradant que marca la resta de l'aflorament. Al marge d'aquestes consideracions, la sola presència de *C. italica* descarta l'interval proposat per al conjunt de nivells amb fauna ma-

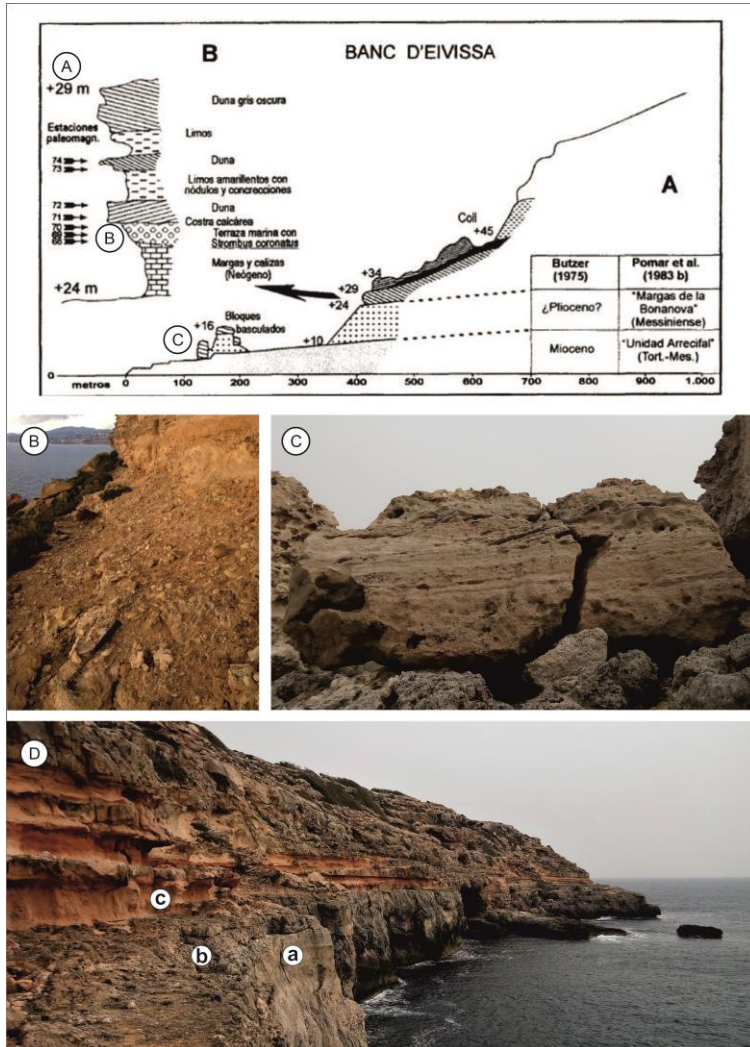


Fig. 6. A) Tall estratigràfic de l'aflorament de Es Banc d'Eivissa, segons González-Hernández et al. (2000). B) dipòsit de *Shoreface* del Pliocè, Piacenzià inferior (jaciment històric), C) megabloc descontextualitzat (longitud aproximada: 5 m) representant part del *foreshore* i *backshore* del mateix sistema de platja. D) Vista parcial dels afloraments entre Morro den Feliu i Punta des Catius: a) Miocè superior basal, b) Platja del Piacenzià inferior, c) Paleòsols i eolianites del Pliocè i Plistocè.

Fig. 6. A) Stratigraphic section of the Banc d'Eivissa outcrop, according to González-Hernández et al. (2000). B) Pliocene (Lower Piacenzian) shoreface deposit (historical fossil site), C) Out of context Megablock (approximate length, 5 m) with partially represented foreshore and backshore from the same beach-system. D) Partial view of the outcrops between Morro den Feliu and Punta des Catius: a) Basal Upper Miocene, b) Lower Piacenzian beach, c) Paleosols and aeolianites from Pliocene to Pleistocene.

rina (Monegatti *et al.*, 2001; Dominici *et al.*, 2020).

Si bé els dipòsits de platja prèviament estudiats es situen dins les zones de Banc d'Eivissa i Morro d'en Feliu, durant la realització del present article s'ha pogut constatar la presència a la zona de dipòsits de platja pliocens quasi continus (exceptuant zones cobertes per dipòsits de vessant del Plistocè) (Fig 6 D). Aquests es localitzen al SE d'aquesta darrera localitat, fins passar Punta d'es Catius. Els afloraments d'aquest sector són estratigràficament equivalents als ja citats i contenen una fauna anàloga, amb la particularitat de que puntualment s'ha observat una major representació de tàxons, així com una millor preservació de les restes fòssils (Taula. 1). En associació, s'han observat balànids i dents de selacimorfs i espariforms. En aquest sector, la fauna de macromol·luscs és dominada clarament per *Glycimeris bimaculata* (Poli, 1795) (Fig. 1a) i *P. coronatus* (Fig. 11a), els quals representen aproximadament el 90% dels exemplars observats. No obstant, en segons quins punts aquests tàxons decauen notablement i, en canvi, s'observa major abundància relativa de *Patella* sp. i *Ostrea* sp., el que denota una costa alternant amb trams arenosos i rocallosos. Deixem per futurs estudis el profunditzar en el coneixement d'aquests nous jaciments, potencialment molt remarcables tant pel seu contingut en mol·luscs marins com per la riquesa de mol·luscs terrestres (que inclouen formes primitives del gènere *Iberellus*, veure Juárez i Altaba, 2022) i icnotàxons d'insectes en nivells superiors.

Els tàxons documentats a la zona de Banc d'Eivissa-Morro d'en Feliu-Punta d'es Catius (Taula 1) denoten un interval Zancleà-Piacenzià inferior, el que permet considerar el conjunt faunístic dins la MPMU1. Es pot destacar al respecte la

presència de *C. italica* (Fig. 9d), ja documentada prèviament (Mas i Ripoll, 2010; Mas, 2015), *Septifer plioblittus* Sacco, 1898 (Fig. 9b), *H. bertarellii* i *Conus globoponderosus* Sacco, 1893 (Fig. 11c). La presència de *Nerita zatunii* Bertarelli i Inzani, 1985 (Fig. 10 f), present al Piacenzià però localitzada recentment al Zancleà superior d'Itàlia (Cresti i Forli, 2021) permet acotar l'interval al Zancleà superior-Piacenzià inferior, és a dir al final de la MPMU1. Confrontant aquest interval amb la polaritat inversa mesurada al dipòsit (González-Hernández *et al.*, 2000), aquest quedaria inclòs dins el Piacenzià inferior, als primers moments del magnetocron Gauss (Monegatti i Raffi (2007).

Discussió

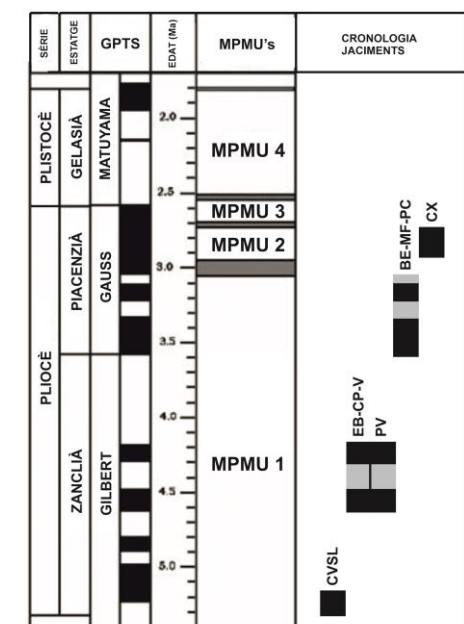
Les datacions proposades (Fig. 7) poden ser contextualitzades dins l'evolució paleogeogràfica de Mallorca amb el model proposat a Mas (2015). Segons aquest estudi, els dipòsits litorals situats als marges de les conques sedimentàries, usualment sobre una superfície d'erosió del Miocè final, corresponen al Pliocè inferior, moment en que el nivell del mar va ser més alt. En contrast, els situats al seu interior serien posteriors, quan les conques ja s'havien colmatat parcialment (cas de Can Xarpa). No obstant, la cronologia dels jaciments localitzats als límits O i E de la conca de Palma (plataformes de Lluçmajor i Calvià) evidencien un canvi notable en la paleogeografia mallorquina durant el Zancleà i Piacenzià inferior. En aquest sentit, s'ha de destacar que el jaciment més antic de tots els revisats (Cova Vella de Son Lluís, del Zancleà inferior) està superposat directament sobre els relleus

Taula. 1. Listat dels tàxons documentats segons la seva presència als jaciments estudiats (veure Fig. 1 per abreviacions). *Nou al registre fòssil de Mallorca.

Table 1. List of documented taxa in the studied outcrops (view Fig 1. for abbreviations). *New for the Mallorcan fossil record.

	CVSL	EB-CP-V	PV	CX	BE-MF-PC
<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758		X			X
* <i>Barbatia polymorphoides</i> (Mayer, 1868)					X
* <i>Anadara darwini</i> (Mayer, 1868)	X				
<i>Glycymeris bimaculata</i> (Poly, 1795)					X
<i>Glycymeris pilosa</i> (Linnaeus, 1767)			X	X	X
<i>Loripes orbiculatus</i> Poly, 1791		X			X
<i>Donacilla cornea</i> (Poly, 1795)					X
<i>Tellina planata</i> Linnaeus, 1758					X
<i>Gastrana fragilis</i> (Linnaeus, 1758)		X			
<i>Callista italica</i> (Defrance, 1818)					X
* <i>Callista pedemontana</i> (Lamarck, 1818)					X
* <i>Pelecypora brocchii</i> (Deshayes, 1836)					X
<i>Ruditapes decussatus</i> (Linnaeus, 1758)		X			
<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758			X		
<i>Glossus humanus</i> (Linnaeus, 1758)					X
<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758	X	X		X	X
<i>Saccostrea virleti</i> (Deshayes, 1835)		X			X
<i>Pseudochama gryphina</i> (Lamarck, 1819)		X			X
<i>Spondylus gaederopus</i> (Linnaeus, 1758)					X
<i>Spondylus</i> cf. <i>crassicaosta</i> Lamarck, 1819					X
<i>Acanthocardia tuberculata</i> (Linnaeus, 1758)			X		
<i>Cerastoderma glaucum</i> (Brugière, 1819)				X	
<i>Parvicardium minimum</i> (Philippi, 1836)					X
<i>Cardita calyculata</i> (Linnaeus, 1758)					X
<i>Cardites antiquatus</i> (Linnaeus, 1758)			X		
<i>Lima lima</i> (Linnaeus, 1758)		X			
<i>Limaria tuberculata</i> (Olivi, 1792)		X			
<i>Chlamys multistriata</i> (Poli, 1795)		X			X
<i>Chlamys glabra</i> (Linnaeus, 1758)		X			
<i>Pecten</i> cf. <i>jacobeus</i> (Linnaeus, 1758)		X			
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819		X			
* <i>Septifer plioblitus</i> Sacco, 1898					X
<i>Lithophaga lithophaga</i> (Linnaeus, 1758)				X	X
<i>Petricola lithophaga</i> (Retzius, 1788)					X
<i>Patella caerulea</i> Linnaeus, 1758		X	X		X
<i>Patella depressa</i> Pennant, 1777		X	X		X
<i>Patella ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791		X	X		X
<i>Patella vulgata</i> Linnaeus, 1758		X			
<i>Patella ambroggii</i> Lecointre, 1952		X	X		X
* <i>Haliotis bertinii</i> Forli, Dell'Angelo, Ciappelli & Taviani, 2003		X	X		
<i>Phorcus turbinatus</i> Born, 1778		X			
<i>Bolma rugosa</i> (Linnaeus, 1767)		X			
* <i>Heteroninella bertarellii</i> (Andreoli & Marsigli, 1997)	X				X
* <i>Architectonica</i> sp. Röding, 1798					X
* <i>Terebra postneglecta</i> Sacco, 1891					X
<i>Cerithium</i> sp. Brugière, 1789		X			X
* <i>Cerithium costatum</i> Brugière, 1792		X			
<i>Persististrombus coronatus</i> Defrance, 1827	X			X	X
<i>Conus mercati</i> Brocchi, 1814	X				X
* <i>Conus subtextile</i> Orbigny, 1852		?			X

<i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791	x		
* <i>Conus globoponderosus</i> Sacco, 1893			x
* <i>Conus cf. laeviponderosus</i> Sacco, 1893			x
* <i>Conus pelagicus</i> Brochi, 1814	?	x	
* <i>Neverita olla</i> (de Serres, 1829)	x		
* <i>Neritina zatunii</i> Bertarelli & Inzani, 1985			x
* <i>Malea orbiculata</i> (Brocchi, 1814)		x	
* <i>Cypraeicassis cypraeiformis</i> (Stutchbury, 1837)			x
<i>Hexaplex trunculus conglobatus</i> (Michelotti, 1841)	x	x	x
* <i>Bolinus brandaris torularius</i> (Lamarck, 1822)		x	
* <i>Spinucella cancellata</i> (Bellardi, 1882)	x		x
* <i>Fasciolaria tarbelliana</i> (Grateloup, 1845)		x	
<i>Euthria cornea</i> (Linnaeus, 1758)	x		
<i>Hinia</i> sp. Leach, 1847	x		
<i>Nassarius gibbosulus</i> (Linnaeus, 1758)			x
* <i>Erato elongata</i> (Seguenza, 1880)			x



centrals, que marcaren la línia de costa d'aquell moment (Fig. 8A, veure també Colom *et al.* 1969). Per el contrari, els jaciments situats sobre la plataforma carbonatada de Lluçmajor, coincidents *a grosso modo* amb la línia de costa actual (no així amb el nivell del mar, que és inferior avui en dia), corresponen a un Zanclià mig-superior.

Fig. 7. Intervals cronològics proposats pels jaciments estudiats (veure Fig. 1 per abreviatures) en el seu context cronoestratigràfic, magnetoestratigràfic i biocronològic. Les zones grises representen incompatibilitats entre la polaritat mesurada al jaciment i l'interval biocronològic proposat. Esquema modificat de Monegatti i Raffi (2007).

Fig. 7. Proposed chronological intervals for the studied outcrops (view Fig. 1 for abbreviations) in their chronostratigraphic, magnetostratigraphic and biochronological context. The grey zones represent incompatibilities between the measured polarity and the proposed biochronological interval.

Els fets exposats suggereixen un significatiu canvi en el contorn de l'illa produït en poc més d'un milió d'anys, durant els quals la totalitat de la plataforma de Lluçmajor hauria quedat per sobre el nivell del mar (Fig. 8B). Aquesta dinàmica és consistent amb les fluctuacions eustàtiques globals mesurades pel Pliocè (Jiménez-Moreno, 2019; Dumitru *et al.*, 2019; Ginés *et al.*, 2021), amb una tendència regressiva general que també ha estat detectada a Mallorca (Just *et al.*, 2011), concordant també amb els models recents de l'evolució de les conques plioquaternàries mallorquines (Capó i Garcia, 2019). En conseqüència, una part important dels grans sistemes de dunes i

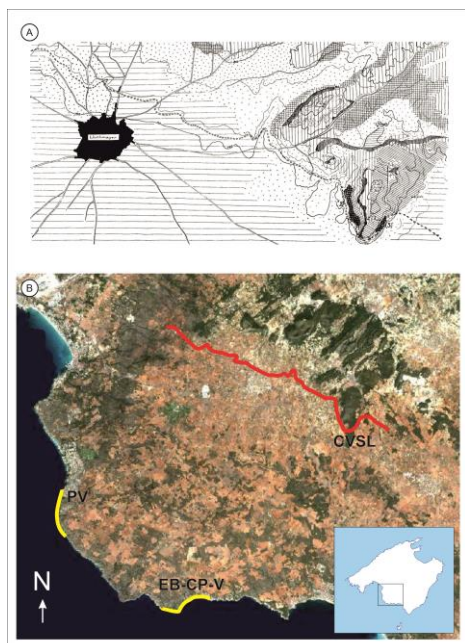


Fig. 8. A) Cartografia de la línia de costa del Pliocè a la zona de Lluçmajor, segons Colom *et al.* (1969). B) superposició en foto satèl·lit de la cartografia anterior (en vermell), que correspondria amb la costa del Zanclià inferior i línia de costa del Zanclià mig-superior (en groc), ambdues amb els jaciments representatius assenyalats (veure Fig. 1 per abreviatures).

Fig. 8. A) *Cartography of the Pliocene coastline in Lluçmajor area, according to Colom et al. (1969).* B) *Overlap of the previous cartography over satellite photo (in red), corresponding to the Lower Zanclean coastline and Middle-Upper Zanclean coastline (in yellow), both of them with studied outcrops represented in (view Fig. 1 for abbreviations).*

paleosòls plioquatnaris presents a aquesta plataforma (Colom *et al.*, 1968; Cuerda *et al.*, 1968; Vicens, 2015) s'haurien format durant el Pliocè inferior, el que implica que la seva antiguitat podria ser notablement major de l'estimada en molts de casos. Una evolució similar ha tingut probablement el límit OE de la

conca de Palma, que també compta amb jaciments de cronologia similar davall sistemes de dunes i paleosòls (veure Butzer, 1975; González-Hernández *et al.*, 2000). En tot cas, a l'hora d'estipular les causes d'aquests canvis paleogeogràfics també s'hauria de considerar els efectes que la tectònica recent ha tingut sobre part de les àrees mencionades (Pomar i Ward, 1995), així com les lectures sobre espeleotemes freàtics (Dumitru *et al.*, 2019; Ginés *et al.*, 2021).

Conclusions

La revisió dels mol·luscs fòssils provinents de varis dipòsits de platja històricament atribuïts al Pliocè *sensu lato*, Pliocuatnari i Plistocè inferior ha permès aclarir la seva cronologia. En aquest sentit, Cova Vella de Son Lluís correspondria al Zanclià inferior; Es Bancals-Cala Pi-Vallgornera, al Zanclià mig-superior; Banc d'Eivissa-Morro d'en Feliu-Punta d'es Catiús, al Piacenzià inferior i Can Xarpa al Piacenzià superior. En un únic cas (Pas des Verro) en que el jaciment ja havia estat datat radiomètricament, els autors estimem que aquest correspon al Zanclià mitjà-superior. En definitiva, tots els afloraments es poden contextualitzar dins l'MPMU1 (amb *C. italica*, *S. plioblitus*, *H. bertarellii* i *H. bertinii* com a espècies més representatives), menys el de Can Xarpa, que correspondria a l'MPMU2 (amb *M. orbiculata* i *C. pelagicus*).

Tenint en compte que tots els afloraments revisats pertanyen al Pliocè i representen fàcies costaneres, considerem que tots ells queden inclosos dins la Unitat de Calcarenites de Sant Jordi, representant els seus límits laterals a diferents moments d'aquest període. Per altra banda, la revisió taxonòmica de la fauna de mol·luscs ha donat un conjunt de 66 tà-

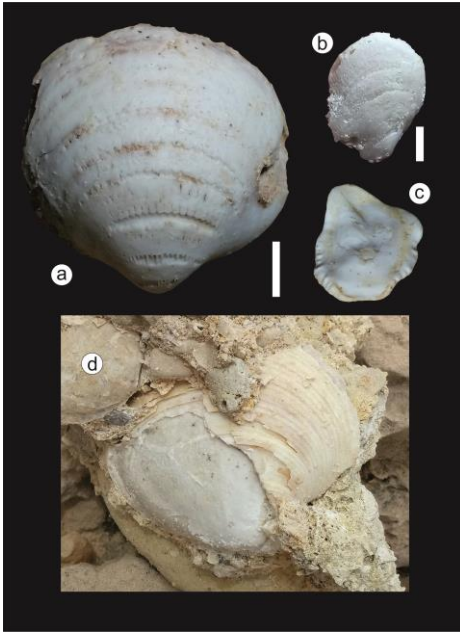


Fig. 9. a) *Glycymeris bimaculata* (MBCN23096), b) *Septifer plioliblitus* (MBCN23097), c) *Saccostraea virleti* (MBCN23098), d) *Callista italica* (in situ). Tots els exemplars provinents de la franja entre Morro den Feliu i Punta des Catiús, Piacenzià inferior. Escala: 2 cm (a,c,d) i 0,5 cm (b).

Fig. 9. a) *Glycymeris bimaculata* (MBCN23096), b) *Septifer plioliblitus* (MBCN23097), c) *Saccostraea virleti* (MBCN23098), d) *Callista italica* (in situ). All the specimens from between Morro den Feliu i Punta des Catiús, Lower Piacenzian. Scale: 2 cm (a,c,d) i 0,5 cm (b).

xons, 22 d'ells nous per el registre fòssil de Mallorca (Taula. 1). Al respecte, la franja de Banc d'Eivissa-Morro d'en Feliu-Es Catiús és la que més paleobiodiversitat mostra.

Les cronologies proposades pels jaciments revisats i la seva posició geogràfica denoten una línia de costa altament progradant durant el Pliocè inferior, resultant en l'exposició subaèria de gran extensions de terra com pugui ser la plataforma de Lluçmajor deguda a la dinàmica regressiva del nivell marí global.



Fig. 10. a) *Haliotis bertinii* associada a *Mytilus galloprovincialis* (MBCN23099, Zanclià mig-superior, Vallgornera-Es Dos Ulls), b) *Haliotis bertinii* (in situ, Zanclià mig-superior, Es Bancals), c) *Patella ambroggii*: adult amb costulació densa (Zanclià mig-superior, Pas des Verro), d) *Patella ambroggii*: juvenil (MNIB-SHNB-Col. Cuerda 1975, Zanclià mig-superior, Vallgornera-Es Dos Ulls), e) *Patella ambroggii*: adult amb costulació espaiada (MNIB-SHNB-Col. Cuerda 1887, Zanclià mig-superior, Pas des Verro), f) *Nerita zatunii* (MBCN23100, Piacenzià inferior, entre Morro den Feliu i Punta des Catiús), g) *Heteroninella bertarellii* (MBCN23101, Zanclià inferior, Cova Vella de Son Lluís). Escala: 2 cm (a, b, c, d, e, g), 0,5 cm (f).

Fig. 10. a) *Haliotis bertinii* associada a *Mytilus galloprovincialis* (MBCN23099, Middle-Upper Zanclean, Vallgornera-Es Dos Ulls), b) *Haliotis bertinii* (in situ, Middle-Upper Zanclean, Es Bancals), c) *Patella ambroggii*: adult with dense costulation (Middle Upper Zanclean, Pas des Verro), d) *Patella ambroggii*: juvenile (MNIB-SHNB-Col. Cuerda 1975, Middle-Upper Zanclean, Vallgornera-Es Dos Ulls), e) *Patella ambroggii*: adult with spaced costulation (MNIB-SHNB-Col. Cuerda 1887, Middle-Upper Zanclean, Pas des Verro), f) *Nerita zatunii* (MBCN23100, Lower Piacenzian, between Morro den Feliu i Punta des Catiús), g) *Heteroninella bertarellii* (MBCN23101, Lower Zanclean, Cova Vella de Son Lluís). Escala: 2 cm (a, b, c, d, e, g), 0,5 cm (f).

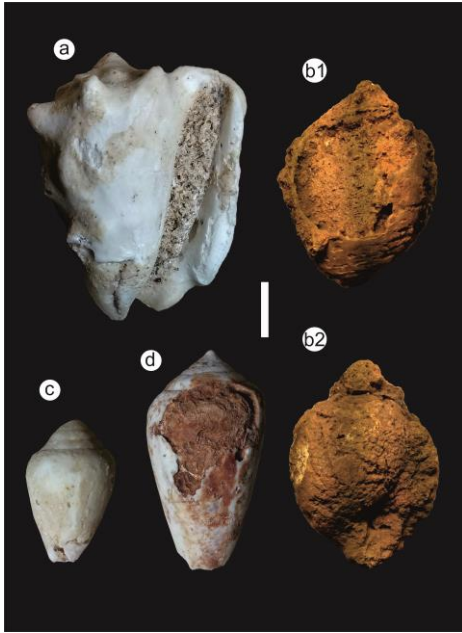


Fig. 11. a) *Persististrombus coronatus* (MBCN23102, Piacenzià inferior, entre Morro den Feliu i Punta des Catiús), b1-b2) *Malea orbiculata* (MNIB-SHNB-Col. Muntaner 743, Piacenzià superior, Can Xarpa), c) *Conus globoponderosus* (MBCN23103, Piacenzià inferior, entre Morro den Feliu i Punta des Catiús), d) *Conus pelagicus* (MBCN23104, Piacenzià superior, Can Xarpa). Escala: 2 cm.

Fig. 11. a) *Persististrombus coronatus* (MBCN23102, Lower Piacenzian, between Morro den Feliu and Punta des Catiús), b1-b2) *Malea orbiculata* (MNIB-SHNB-Col. Muntaner 743, Upper Piacenzian, Can Xarpa), c) *Conus globoponderosus* (MBCN23103, Lower Piacenzian, between Morro den Feliu and Punta des Catiús), d) *Conus pelagicus* (MBCN23104, Upper Piacenzian, Can Xarpa). Escala: 2 cm.

Aquest fet suggereix que una part important dels dipòsits continentals de paleosòls i dunes existents sobre els jaciments marins i assignats al Plioquaternari o Plistocè puguin ser realment del Pliocè, al final del qual es registra una menor temperatura i major aridesa. Futurs estudis seran necessaris per comprovar de la forma rigorosa que es mereix el que aquí es planteja.

Agraïments

Els autors agraïm a Rafel Matamales (MBCN) i Guillem X. Pons (SHNB) la seva disposició a l'hora de facilitar la consulta del material paleontològic emprat per aquest estudi, i a Josep Sacarès, descobridor de varis dels jaciments aquí revisats, per compartir amb nosaltres valuosa informació de camp.

(†) *Durant la realització d'aquest article, el dia 4/12/2021, Guillem Mas Gornals va morir sobtadament als 58 anys. El teu company de recerca no t'oblida. Que la terra et sigui lleu.*

Bibliografia

- Aguirre, J., Cachão, M., Domènech, R., Lozano-Francisco, M^e C., Martinell, J., Mayoral, E., Santos, A., VeraPeláez, J. L. i Da Silva, C. M. 2005. Integrated biochronology of the pliocene deposits of the Estepona basin (Málaga, S Spain). Palaeobiogeographic and palaeoceanographic implications. *Revista Española de Paleontología*, 20 (2), 225-244.
- Bauzá, J. 1944. Notas sobre la paleontología de Baleares. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XLII: 627.
- Bauzá, J. 1946. Contribución a la geología y paleontología de Mallorca. Plioceno marino de Mallorca. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XLIV: 369-380.
- Bauzá, J. 1964. Fauna de las formaciones del Terciario superior de La Puebla (Mallorca). *Estudios Geológicos*, XX: 187-220.
- Betancort, J. F. 2012. *Fósiles marinos del Neógeno de Canarias (Colección de la ULPGC). Dos neotipos, catálogo y nuevas aportaciones (sistemática, paleoecología y paleoclimatología)*. Tesis Doctoral. ULPGC. 350 pp.
- Butzer, K.W. 1975. Pleistocene littoral sedimentary cycles of the Mediterranean Basin: A Mallorquin view. In: *After the*

- Australopithecines* (K.W. Butzer, G. Isaac, eds.), The Hague, 25-71.
- Büyükmériç, Y., Tekin, E., Herece, E., Sözeri, K., Akça, N. i Varol, B. 2018. Early Pliocene molluscs from the easternmost Mediterranean region (SE Turkey): biostratigraphic, ecostratigraphic, and palaeobiogeographic implications. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26: 1-25.
- Capó, A. i Garcia, C. 2019. Basin filling evolution of the central basins of Mallorca since the Pliocene. *Basin Research*, 31: 948-966.
- Colom, G., Sacarés, J. i Cuerda, J. 1969. Las formaciones marinas y dunares pliocénicas de la región de Lluçmajor (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 14: 46-61.
- Crabtree, K., Cuerda, J.; Osmaston, A. H. i Rose, J. 1978. *The Quaternary of Mallorca*. Quaternary Research Association. Field meeting guide. 114 pp.
- Colom, G. 1980. Nota preliminar sobre la existencia del Plioceno inferior, marino, en Mallorca (Balears). *Acta Geologica Hispanica*, 15 (2): 45-49.
- Colom, G. 1985. Estratigrafía y Paleontología del Andalucense y del Plioceno de Mallorca (Balears). *Bol. Geol. y Min.*, 96 (3): 235-302.
- Cresti, M. i Forli, M. 2021. Intertidal rocky shore Gastropoda (Mollusca) from the Pliocene of Terre Rosse (Siena). *Bollettino Malacologico*, 57: 192-202.
- Cuerda, J. 1975. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. Instituto de Estudios Baleáricos. Diputación Provincial de Baleares. Palma, 304 pp.
- Cuerda, J. 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares. Segunda edición revisada*. Direcció General de Cultura. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear, Palma de Mallorca, 310 pp.
- Cuerda, J. 1987. *Moluscos marinos y salobres del pleistoceno balear*. Publicaciones de la Caja de Baleares "Sa Nostra". Palma de Mallorca. 421 pp.
- Cuerda, J. i Sacarés, J. 1966. Nueva contribución al estudio del Pleistoceno marino del término de Lluçmajor (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 12: 63-100.
- Cuerda, J., Sacarès, J. i Colom, G. 1969. Hallazgo de terrazas pliocénicas, marinas, en la región de Lluçmajor (Mallorca). *Acta Geológica Hispánica*, 4 (2), 35-37.
- Cuerda, J. i Sacarès, J. 1970. Formaciones marinas correspondientes al límite plio- cuaternario y el Pleistoceno inferior de la costa de Lluçmajor (Mallorca). *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*, 16: 105-141.
- Cuerda, J. i Sacarès, J. 1992. *El Quaternari al Migjorn de Mallorca*. Direcció General de Cultura. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear, 121 pp.
- Dominici, S., Benvenuti, M., Garilli, V., Uchman, A., Pollina, F., Arpad David 2020. Pliocene-Pleistocene stratigraphic paleobiology at Altavilla Milicia (Palermo, Sicily): tectonic, climatic and eustatic forcin. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 59 (1): 57-83.
- Dumitru, O.A., Austermann, J., Polyak, V.J., Fornós, J.J., Asmerom, Y., Ginés, J., Ginés, A. i Onac, B.P. 2019. Constraints on global mean sea level during Pliocene warmth. *Nature*, 574: 233-236 + 12 pàgs supl.
- Esteban, M. 1979. Significance of the upper Miocene coral reefs of the Western Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 29: 169-188.
- Esteban, M. 1996. An overview of Miocene reefs from Mediterranean areas: general trends and facies models. In: *Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of Mediterranean Regions* (E.K. Franseen, M. Esteban, W.C. Ward, J.M. Rouchy, eds.) SEPM, Tulsa, Oklahoma, USA. Concepts in Sedimentology and Paleontology Series, 5: 3-53.
- Forli, M., Dell'Angelo, B., Ciappelli, F. i Taviani, M. 2003. A new species of Haliotidae (Mollusca, Vetigastropoda) in the Italian Pliocene. *Bollettino Malacologico*, 38 (9-12): 149-154.
- Forli, M., Corti, A. i Cresti, M. 2021. Further records of the Family Patellidae Rafinesque, 1815 (Mollusca: Gastropoda) in the Tuscan Pliocene. *Bollettino Malacologico*, 57: 152-163.

- Ginés, J., Ginés, A., Fornós, J., Dumitru, O., Austermann, J., Polyak, V. J., Asmerom, Y. i Onac, B. P. 2021. Els espeleotemes freàtics del Miocè superior i Pliocè de les Coves d'Artà (Capdepera, Mallorca). *Papers de la Societat Espeleològica Balear*, 4: 20-34.
- González-Hernández, F.M., Mörner, N.A., Goy, J.L., Zazo, C. i Silva, P.G. 2000. Resultados paleomagnéticos de los depósitos plio-pleistocenos de la cuenca de Palma (Mallorca, España). *Estudios Geológicos*, 56: 163-173.
- Hearty, P.J. 1987. New data on the Pleistocene of Mallorca. *Quaternary Science Reviews*, 6: 245-257.
- Jenkyns, H.C., Sellwood B.W. i Pomar, L. 1990. *A field excursion guide to the Island of Mallorca*. Geologists Association Guide. 93 pp.
- Jiménez-Moreno, G., Pérez-Asensio, J. N., Larrasoña, J., C., Sierro, F. J., García-Castellanos, D., Ángel Salazar, Salvany, J. M., Ledesma, S., Mata, M. P. i Mediavilla, C. 2019. Early Pliocene climatic optimum, cooling and early glaciation deduced by terrestrial and marine environmental changes in SW Spain. *Global and Planetary Change*, 180: 89-99.
- Juárez-Ruiz, J. i Altaba, C. R. 2022. Evidències primerenques del gènere *Iberellus* Hesse, 1908 (Gastropoda: Stylommatophora: Helicidae: Allognathini) al Pliocè inferior de Mallorca, amb descripció d'*Iberellus colladoi* sp. nov. *Nemus*, 12: 187-193.
- Juárez, J. i Matamales-Andreu, R. 2016. Tàxons inèdits o poc coneguts per al Pleistocè superior litoral de Mallorca (Illes Balears, Mediterrani Occidental) i consideracions sobre alguns jaciments. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 59: 39-63.
- Just, J., Hübscher, C., Betzler, C., Lüdmann, T., Reicherter. 2011. Erosion of continental margins in the Western Mediterranean due to sea-level stagnancy during the Messinian Salinity Crisis. *Geo-Mar Lett*, 31: 51-64.
- Landau, B., Beu, A., Marquet, R. 2004. The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, Southern Spain Part 5: Tonnoidea, Ficoidea. *Paleontos*, 5: 35-102.
- Landau, B., Houart, R. i da Silva, M. 2007. The Early Pliocene Gastropoda of Estepona, Southern Spain. Part 7: Muricidae. *Paleontos*, 11: 1-87.
- Landau, B., Harzhauser, M. i Beu, A. G. 2009. A revisión of the Tonnoidea (Caenogastropoda, Gastropoda) from the Miocene Paratethys and their Paleobiogeographic implications. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 149 (1): 61-109.
- Landau, B., Merle, D., Ceulemans, L. i Van Dingenen, F. 2019. The Upper Miocene gastropods of northwestern France, 3. Muricidae. *Cainozoic Research*, 19 (1): 3-44.
- Mas, G. 2015. *El registre estratigràfic del Messinià terminal i del Pliocè a l'illa de Mallorca. Relacions amb la crisi de salinitat de la Mediterrània*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears, 534 pp.
- Mas, G. i Ripoll, J. 2010. Cambres de pupació d'insectes coleòpters del Pliocè-Pleistocè inferior de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània occidental). Significació paleoambiental i cronoestratigràfica. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 91-106.
- Mas, G., Fornós, J.J. i López, B. 2013. Revisió de la sèrie neògena de la zona de cala Pi-Vallgornera-es Pas (Llucmajor, Mallorca). In: Pons, G.X., Ginard, A. i Vicens, D. (edits.). *VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears. Ponències i Resums* Societat d'Història Natural de Balears, 114-116.
- Morey, B. 2013. Aportacions al registre estratigràfic i paleoambiental del Pliocè i Quaternari del Banc d'Eivissa. *VI Jornades de Medi Ambient. Societat d'Història Natural de les Balears*, 77-80.
- Morey, B. 2020. *El patrimoni paleontològic de Mallorca. Catalogació, caracterització, valoració, propostes de gestió i conservació*. Tesi doctoral, Universitat de les Illes Balears, 2 vol., 641 i 413 pp., 1 anex.
- Morey, B. 2021. El Pliocè marí de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental): proposta estratigràfica i paleoambiental. In Pons, G. X., Vicens, D. i Del Valle, L.

- (edit.). *La Història Natural de les Balears i Andreu Muntaner Darder. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears* 33: 213-239.
- Monegatti, P. i Raffi, S. 2001. Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 165: 171-193.
- Monegatti, P. i Raffi, S. 2007. Mediterranean-Middle Eastern Atlantic Façade: molluscan biogeography and ecobiostatigraphy throughout the Late Neogene. *Açoreana*, Supl. 5: 126-139.
- Morey, B., Ripoll, J. 2009. *El Patrimoni paleontològic de Calvià (Mallorca). Catalogació, caracterització i valoració. Propostes de gestió i de conservació*. Premi Rei en Jaume d'Investigació 2009. Ajuntament de Calvià, 253 pp.
- Muniz-Solís, 1999. El género *Conus* L., 1758 (Gastropoda, Neogastropoda) del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus*, 17 (1): 31-90.
- Nielsen, K.A.; Clemmensen, L.B. i Fornós J.J. 2004. Middle Pleistocene magnetostratigraphy and susceptibility stratigraphy: data from a carbonate aeolian system, Mallorca, Western Mediterranean. *Quaternary Science Reviews*, 23: 1733-1756.
- Pomar, L. i Cuerda, J. 1979. Los depósitos marinos pleistocénicos en Mallorca. *Acta Geológica Hispánica* (Homenatge a Lluís Solé i Sabarís), 14, 505-513.
- Pomar, L., Marzo, M. i Barón, A. 1983. El Terciario de Mallorca. In: *El Terciario de las Baleares (Mallorca-Menorca). Guía de las excursiones*. (L. Pomar; A. Obrador; J.J. Fornós; A. Rodríguez-Perea, eds.). X Congreso Nacional de Sedimentología, Menorca 1983. Grupo Español de Sedimentología, 21-44.
- Pomar, L. i Ward, W. C. 1995. Sea-level changes, carbonate production and platform architecture: the Lluçmajor Platform, Mallorca, Spain. In: Haq, B.U. (ed) *Sequence stratigraphy and depositional response to eustatic, tectonic and climate forcing*. Kluwer, Amsterdam, pp 87- 112.
- Rosselló, V.M. i Cuerda, J. 1973. Notas sobre el Plioceno i Cuaternario del Banc d'Eivissa (Mallorca). *Cuadernos de Geografía*, 13: 5-13.
- Santandreu, G. 2005. El panorama espeleològic de Marratxí: Mallorca, Balears. *Endins*, 27: 93-130.
- Silva, P.G., González-Hernández, F.M., Goy, J.L. i Zazo, C. 1998. Origen y desmantelamiento del Antiforme Pliocuaternario de Marratxí (Mallorca, España). *Geogaceta*, 23: 143-146.
- Vicens, D. 2015. *El registre paleontològic dels dipòsits litorals quaternaris a l'illa de Mallorca (Illes Balears, Mediterrània Occidental)*. Tesi doctoral. Universitat de les Illes Balears, 985 pp.
- WoRMS, 2022. <https://www.marinespecies.org/> (consultat el 15/03/2022).

