

# LES INVESTIGACIONS SOBRE EL CARST I LES COVES DE MALLORCA: EVOLUCIÓ DELS CONEIXEMENTS I PERSPECTIVES ACTUALS

Joaquín Ginés<sup>1,2</sup>, Angel Ginés<sup>1,2</sup> i Joan J. Fornós<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grup de Recerca de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears,  
Ctra. Valldemossa km 7.5, 07122 Palma (Illes Balears)

<sup>2</sup> Societat Espeleològica Balear, C/ Margarida Xirgú 16, 07011 Palma (Illes Balears)

**Resum:** Les investigacions realitzades sobre el carst i les cavitats naturals de Mallorca han experimentat un gran desenvolupament durant les darreres cinc dècades, per motius ben diversos que han actuat de manera sinèrgica: l'eclosió de l'espeleologia mallorquina, l'aparició de publicacions espeleològiques locals i la instauració de la formació universitària a les Illes Balears. En aquestes pàgines es fa una revisió detallada dels avenços que s'han anat produint, tant en l'estudi del carst en general i les seves formes de superfície o *exocarst*, com en el coneixement de les coves i avencs de l'illa i els dipòsits que contenen. Especial menció mereixen els treballs desenvolupats sobre aspectes geocronològics i paleoclimàtics, entre els quals destaquen les investigacions portades a terme sobre els espeleotemes freàtics (POS) de les coves litorals de Mallorca i la seva relació amb antics nivells de la mar.

**Paraules clau:** *exocarst, endocarst, espeleotemes freàtics (POS), nivells de la mar, Mallorca.*

**Abstract:** Research carried out on the karst and caves of Mallorca Island has undergone great development over the last five decades, for a variety of reasons that have acted synergistically: the sudden emergence of Mallorcan caving activities, the bloom of local speleological publications and, finally, the launching and consolidation of university studies in the Balearics. In this paper a detailed review of the advances that have been produced is made, as much in the study of karst in general and its surface landforms or *exokarst*, as in the knowledge of the caves and chasms of the island and the deposits hosted within them. Special mention should be deserved to the works carried out on geochronological and paleoclimatic aspects, including the research on the phreatic overgrowths on speleothems (POS) from coastal caves of Mallorca and their relationship with ancient sea levels of the Mediterranean.

**Keywords:** *exokarst, endokarst, phreatic overgrowths on speleothems (POS), sea level, Mallorca.*

## Introducció: evolució general dels coneixements sobre aquesta matèria

El coneixement científic de les coves de Mallorca és un fenomen que a molt estirar es remunta fins a les darreries del segle XIX, amb la topografia i les observacions sobre cavitats que podríem qualificar de clàssiques o històriques –Coves d'Artà (PEÑA, 1882) i Coves del Drac (WILL, 1880; MARTEL, 1897)–, així com amb esporàdiques consideracions de caire geològic sobre el carst de l'illa (LOZANO, 1884). Al llarg de la primera meitat del segle XX les aportacions bibliogràfiques i topogràfiques s'incrementen lleugerament, fins arribar als anys 50 quan tenen lloc contribucions substancials lligades a la puixança de l'espeleologia catalana de postguerra, tal i com assenyalen GINÉS (1993) i GINARD *et al.* (2011).

Malgrat això, fins a la dècada dels setanta del passat segle el bagatge de publicacions sobre el carst i les coves illenques continuava essent més aviat pobre, tenint en compte que els reculls bibliogràfics d'aleshores esmentaven tan sols unes poques desenes de referències sobre la matèria (DARDER, 1946; COLOM, 1973). La situació subsegüent canviarà de forma dràstica en el darrer quart del segle XX, gràcies a una conjunció de factors –que s'analitzen tot seguit– els quals propiciaran un increment exponencial de les investigacions sobre el carst de Mallorca, amb una notable millora del seu coneixement tant en el pla quantitatiu com qualitatiu. Des d'un punt de vista merament quantitatiu, i partint de la molt migrada situació inicial, el recull bibliogràfic realitzat per GINÉS i GINÉS (2004) sobre espeleologia física i carst de les Balears comptava ja amb 533 referències, que superen les 1.100 en el moment present, i sempre sense comptabilitzar les contribucions a altres disciplines relacionades amb les coves com són la bioespeleologia o la paleontologia.

A partir d'aquests precedents, en aquestes pàgines es procedeix a plantejar quins són els factors explicatius d'aquesta evolució tan accelerada per passar a continuació revista, de manera necessàriament molt abreujada, als coneixements actuals i els avenços més destacables dins dels diversos vessants de la investigació del carst i les cavitats subterrànies de Mallorca.

### **Els factors explicatius de la situació actual**

A la dècada dels setanta del segle XX es dona la conjunció de tres factors que, actuant de manera sinèrgica, suposen una total inflexió a l'alça pel que fa a la coneixença del món subterrani de l'illa i del modelat càrstic del territori illenc. Encara que no sigui l'objecte d'aquest treball, es pot afirmar que tots tres factors obeeixen a unes condicions conjunturals molt concretes, caracteritzades pel desenvolupament econòmic associat al "boom" turístic illenc, així com per una situació social en la qual ja es notaven signes de la progressiva desintegració del règim autàrquic i totalitari de la postguerra; aquestes condicions socioeconòmiques propiciaran l'actuació gairebé sincrònica dels esmentats factors, que s'analitzen a continuació.

#### *L'eclosió de l'espeleologia illenca a finals dels anys seixanta del segle passat*

A part d'unes activitats primerenques realitzades els anys 1950 per l'*Equip Mallorquí d'Espeleologia* –un grup de naturalistes lligats a la Societat d'Història Natural de les Balears (VICENS i PLA, 2001)–, el que considerem l'eclosió de l'espeleologia mallorquina cal situar-la a finals de la dècada dels seixanta. Concretament, l'any 1968 ja es troben actius tres grups de joves que assoliran una llarga trajectòria espeleològica: l'*Speleo Club Mallorca* i el *Grup Espeleològic EST* (ambdós de Palma) i el *Grup Nord de Mallorca*, amb seu a Pollença. Les tasques exploratòries i topogràfiques d'aquests grups, juntament amb altres clubs de vida més efímera, es desenvoluparen a un ritme molt intens durant la dècada dels setanta, tal com es recull al treball de GINARD *et al.* (2011). Una bona prova de l'activitat gairebé frenètica d'aleshores ens el subministra l'evolució en el temps de l'Inventari Espeleològic de Mallorca: partint de menys d'un centenar de cavitats documentades fins a la dècada dels seixanta, l'any 1974 ja es comptabilitzaven 545 coves i avencs (ENCINAS *et al.*, 1974), mentre que cinc anys després la xifra s'enfilava fins a les 814 cavitats (TRIAS *et al.*, 1979).

Al llarg dels anys posteriors l'activitat espeleològica continuarà a bon ritme, amb els grups illencs organitzant-se a partir de 1972 en el que esdevindrà –dos lustres després– la *Federació Balear d'Espeleologia* (GINARD *et al.*, 2011). Aquesta organització fou un fidel reflex de l'espeleologia local durant més de quatre dècades, ja que al seu voltant es varen saber conjugar les tasques d'exploració amb una espeleologia geogràfico-cultural que propiciava la diversificació del coneixement del medi subterrani. A partir de 2017 es va constituir la *Societat Espeleològica Balear*, com a conseqüència del progressiu gir de l'espeleologia federada balear cap a les activitats esportives i d'aventura.

La situació actual ha anat evolucionant encara més des del punt de vista quantitatiu: el recull més recent de les coves i avencs de Mallorca realitzat per ENCINAS (2014) inclou més de 4.000 cavitats, xifra molt important però que incorpora un bon nombre de cavitats de petites dimensions (balmes i petits avencs). Malgrat això, es pot situar en més de dos milenars el nombre de coves i avencs de magnituds relativament rellevants existents a l'illa. Per altra banda, és necessari ressaltar el gran avenç que han suposat les exploracions subaquàtiques dels espeleobussejadors illencs, liderats per Francesc Gràcia; les seves activitats d'espeleobusseig, que han estat continuades des del 1994, han fet incrementar molt el que es coneix sobre les coves del llevant i migjorn de Mallorca (vegeu-ne, per exemple, TRIAS i MIR, 1977 i GRÀCIA *et al.*, 2019 i 2020, com a comparació).

#### *Les publicacions espeleològiques locals a partir dels anys setanta*

Des del començament de l'estructuració organitzativa de l'espeleologia balear, que tingué lloc a partir de 1972, es va plantejar la necessitat de promoure una publicació especialitzada que pogués

contribuir a la divulgació de les descobertes que s'anaven succeint al nostre subsòl. D'aquesta manera, l'any 1974 s'inicia la publicació d'*ENDINS*, revista editada en un principi per la Delegació Balear del Comitè Catalano-Balear d'Espeleologia i amb posterioritat –des del 1982– per la *Federació Balear d'Espeleologia* (PLA i VICENS, 2000). La seva periodicitat ha estat gairebé anual i, sense discussió, es convertí ben prest en una eina fonamental per a la potenciació i divulgació de l'activitat espeleològica illenca, mitjançant una intensa política d'intercanvis internacionals.

La publicació d'*ENDINS* abraça 36 volums que comprenen des de 1974 fins al 2014, data en que cessà la seva edició. Al llarg d'aquests quaranta anys, la sèrie d'aquesta publicació ha donat cabuda a un total de 348 treballs que tracten de totes les temàtiques relacionades amb l'estudi de les coves i el carst de les Balears, i molt especialment de Mallorca. A més a més, convé ressaltar l'edició de diversos volums monogràfics, entre els que hi figuren dos estats de la qüestió relatius al coneixement del carst i les coves de les nostres illes, elaborats amb més de quinze anys de diferència en ocasió d'esdeveniments acadèmics rellevants (GINÉS i GINÉS, 1995; GRÀCIA *et al.*, 2011b).

A partir de 2018, el buit bibliogràfic deixat per l'*ENDINS* passà a estar ocupat per una nova publicació: els *Papers de la Societat Espeleològica Balear*, amb 3 volums ja editats fins ara, i entre els quals cal assenyalar el volum inicial de caràcter monogràfic sobre les Coves del Drac, del municipi de Manacor (SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR, 2018).

L'existència de publicacions locals especialitzades ha estat clau dins el desenvolupament a Mallorca de les ciències del carst i de les coves, des del moment que ha esperonejat a nombrosos autors –tant de l'àmbit espeleològic com acadèmic– a realitzar i divulgar les seves investigacions sobre aquestes matèries. Aquest bagatge bibliogràfic generat des de publicacions netament espeleològiques, s'ha vist complementat amb nombroses aportacions dins mitjans científics locals, com són el Bolletí i les Monografies de la *Societat d'Història Natural de les Balears*.

#### *La implantació dels estudis universitaris a Mallorca*

Els estudis universitaris moderns s'iniciaren a les Balears el 1972 amb la creació de les facultats de Ciències i de Filosofia i Lletres, dependents respectivament de la *Universitat Autònoma de Barcelona* i de la *Universitat de Barcelona*. Aquestes facultats se segregaren de les respectives universitats d'origen el 1978, passant a formar la *Universidad de Palma*, que fou l'embrió de la *Universitat de les Illes Balears* (UIB) la qual es constituí el 1985. Així doncs, durant la dècada dels setanta arribaren al món acadèmic local alguns geòlegs catalans –Lluís Pomar i Antonio Rodríguez-Perea– que integrarien un primer Departament de Geologia, a la Facultat de Ciències de Palma; paral·lelament s'anaven consolidant els estudis de geografia a la nostra illa, sota el lideratge de Bartomeu Barceló. Alguns anys més endavant, al nucli geològic que s'estava desenvolupant a la UIB s'incorporà Joan J. Fornós, qui continuarà lligat a l'estudi del carst fins l'actualitat.

Des dels primers moments la relació entre el món acadèmic i l'espeleològic fou del tot simbiòtica: alguns geòlegs s'aproparen a l'espeleologia per tenir fàcil accés a un vessant específic del seu objecte d'estudi i, per altra banda, els espeleòlegs foren propicis a aquesta col·laboració per contribuir al coneixement del medi subterrani i beneficiar-se de la implementació dels coneixements i la metodologia científica. Bona prova d'aquesta situació són les contribucions publicades conjuntament per autors d'ambdós estaments, des dels començaments de l'edició de l'*ENDINS* (POMAR *et al.*, 1975, 1976, 1979). Així mateix, cal esmentar a partir del 1981 els inicis del *Projecte HADES*, dedicat a l'estudi dels espeleotemes freàtics de la Cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia) –el qual fou guardonat amb el Premi Ciutat de Palma d'Investigació– projecte que estava encapçalat per Lluís Pomar i Joaquín Ginés (HADES, 1985).

La implicació dels geòlegs de la UIB en el coneixement del carst balear ha estat molt forta, abraçant des d'una llarga etapa on el Departament de Ciències de la Terra estava lligat als estudis de Geografia, fins als moments actuals dins del Departament de Biologia. La bibliografia generada per aquesta mena de simbiosi entre el món acadèmic de la UIB i l'espeleologia mallorquina ha estat realment prolífica, i ha contribuït al llarg del temps a la internacionalització de la producció científica sobre el nostre carst

dins de l'àmbit de les publicacions d'"impacte". A més d'això, la UIB pròpiament dita ha publicat alguns llibres importants dins l'estudi i la divulgació sobre el carst de la nostra illa (FORNÓS i GINÉS, 1996; FORNÓS, 1998), a part de promoure esdeveniments i encontres científics sobre la matèria que han donat lloc a monografies editades amb altres institucions (GRÀCIA *et al.*, 2011b; GINÉS *et al.*, 2012a). Alguns altres exemples, d'abast internacional, són el volum monogràfic de l'*International Journal of Speleology*, sobre la Cova des Pas de Vallgornera (FORNÓS i GINÉS, 2014), o l'extens llibre sobre les formes de lapiaz editat per l'*Institut za Raziskovanje Krasa*, d'Eslovènia (GINÉS *et al.*, 2009).

Respecte de les activitats docents, cal remarcar la impartició d'una assignatura sobre "*Processos i morfologies en roques carbonatades: Carst*" entre els anys 1994 i 2010, dins els estudis de la llicenciatura de Geografia. L'assignatura era impartida per Joan J. Fornós comptant així mateix amb la col·laboració de l'estament espeleològic; d'aquesta manera, els estudiants illencs han tingut ocasió d'accedir i aprofundir en els coneixements científics sobre aquests temes, al mateix temps que alguns espeleòlegs participaven activament en l'ensenyança de les matèries associades al modelat càrstic. Un exponent clar d'aquesta favorable situació rau en el fet que a partir de 1999 s'han llegit fins a cinc tesis doctorals sobre el carst i les coves de Mallorca: l'exocarst de la Serra de Tramuntana (GINÉS, 1999), l'endocarst litoral de l'illa i els seus aspectes geocronològics (GINÉS, 2000b), el paleocarst del miocè superior de Mallorca (ROBLEDÓ, 2005), les formes i taxes d'erosió de les costes calcàries (GÓMEZ-PUJOL, 2006), i les coves subaquàtiques de Mallorca (GRÀCIA, 2015), a més d'altres tesis relacionades més o menys indirectament amb les coves illenques (paleontologia, biologia, etc.).

Al llarg d'aquest gairebé mig segle de simbiosi espeleològic-universitària, la producció científica realitzada i publicada ha estat ingent gràcies, entre d'altres coses, al desenvolupament de al manco sis projectes d'investigació sobre el carst litoral balear, recolzats i finançats per diversos ministeris de l'Estat. Així mateix ha estat crucial la realització d'aquests projectes en col·laboració amb diverses universitats internacionals: *Universit  Roma Tre*, *University of South Florida* i *University of New Mexico*, entre d'altres. Tot això, juntament amb els altres factors exposats abans, han conformat un estat actual de les investigacions que s'exposa a continuació de manera abreujada, sistematitzant els resultats obtinguts d'acord amb les categories temàtiques principals que es poden distingir dins l'estudi del carst de Mallorca.

### L'exocarst: les formes de superfície i el lapiaz

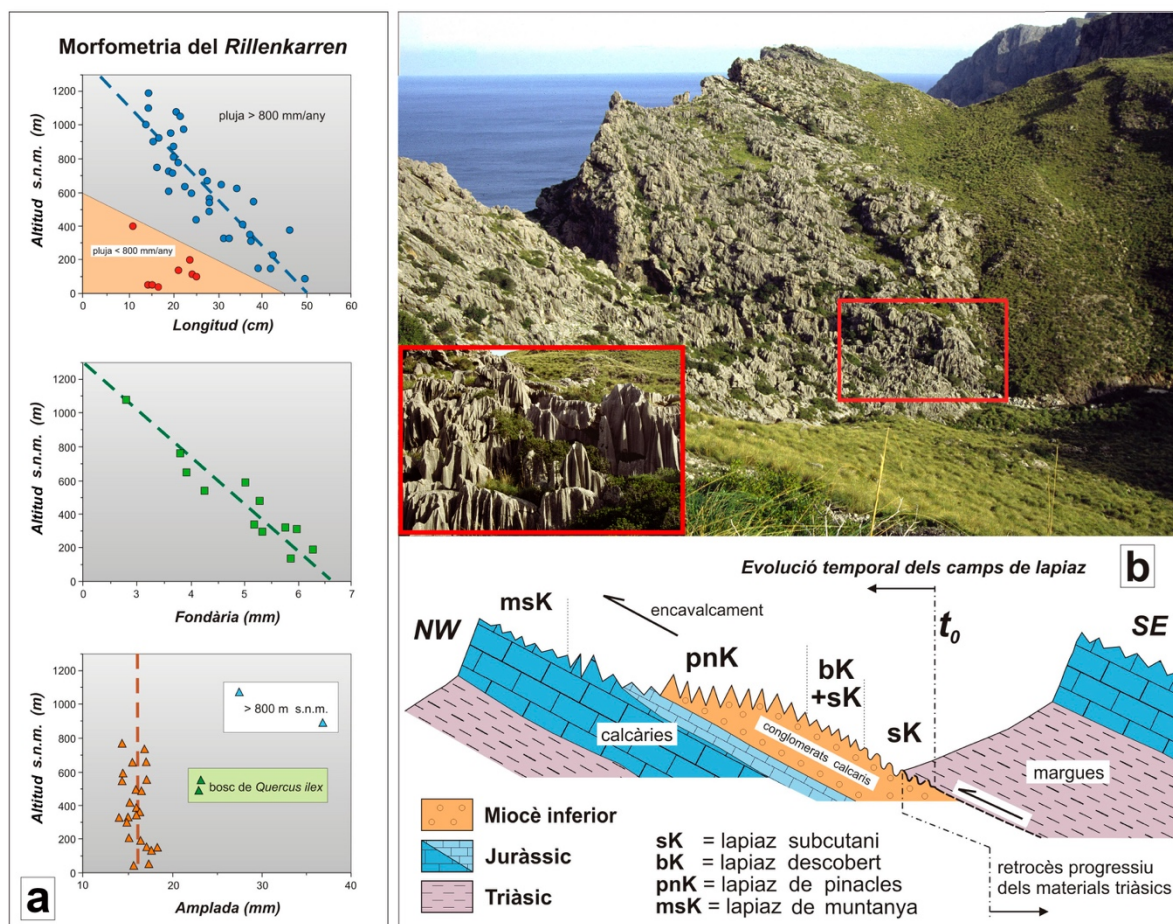
En textos divulgatius pioners, com el de DARDER (1930), ja es plantejaven les particularitats del modelat de les roques calcàries –el *carst*– amb la seva dicotomia de formes superficials i subterrànies. Publicacions posteriors s'ocuparen en més detall del carst de les nostres illes, descrivint els trets específics que permeten establir unes regions càrstiques ben diferenciades, sobre la base dels condicionants geològics (GINÉS i GINÉS, 1989). En aquest mateix sentit, s'han fet algunes aproximacions a la geologia de Mallorca i de les Balears, focalitzades en la susceptibilitat als processos de carstificació, les quals es poden consultar a FORNÓS i GELABERT (1995, 2011).

No hi ha cap dubte que l'estudi de les formes superficials del carst –el que es coneix habitualment com *exocarst*– s'ha beneficiat de l'existència d'uns paratges privilegiats de la mitjana muntanya de Mallorca: la Serra de Tramuntana (GINÉS i GINÉS, 2014). En aquesta regió natural de l'illa, els estudis s'han centrat sobretot en les formes de lapiaz (conegudes localment com a *esquetjars* o *rellars*), que són extraordinàriament abundants i ben desenvolupades a la principal serralada de l'illa. Les publicacions sobre el lapiaz de la Serra de Tramuntana compten amb nombrosos treballs de síntesi on es descriuen i interpreten la gran varietat de morfologies existents, les quals mostren la seva m xima riquesa i exuberància a la meitat nord-est de la serralada, entre Sóller i Formentor (B R *et al.*, 1986; GINÉS, 1990, 1999; CROWTHER, 1997; GINÉS i GINÉS, 2009a, 2011).

Bona part de les investigacions s'han focalitzat en els aspectes morfomètrics de les formes de lapiaz més simples –com és el cas del *rillenkarren* (BORDOY i GINÉS, 1990; CROWTHER, 1998; MOTTERSHEAD *et al.*, 2000)– on s'observa un clar control climàtic d'alguns dels seus paràmetres dimensionals (GINÉS,

1990; LUNDBERG i GINÉS, 2009), tal i com es pot veure a la Fig. 1a. Així mateix s'ha treballat en la línia d'interpretar l'evolució dels camps de lapiaz en funció dels condicionants litològics i la desforestació de les extensions calcàries de la Serra (Fig. 1b). Tots aquests aspectes estan tractats amb força detall per GINÉS (1999), on s'efectua una aproximació geo-ecològica a l'estudi de l'exocarst de la Serra de Tramuntana.

Els progressius avenços en el coneixement del modelat càrstic superficial de la Serra, propiciaren dues importants obres on s'inclouen nombroses dades sobre les morfologies de lapiaz de la muntanya mallorquina. Per un costat, a FORNÓS i GINÉS (1996) es publicaren els resultats de l'*International Symposium on Karren Landforms*, celebrat el 1995 a Sóller. Per altra banda, els treballs desenvolupats a l'illa serviren per a impulsar una magna obra sobre les formes de lapiaz (GINÉS *et al.*, 2009), d'abast internacional, on s'estudien les diverses tipologies de dissolució existents al rocam calcari, sobre la base d'investigacions sustentades en molts de casos per exemples de Mallorca (GINÉS i LUNDBERG, 2009; GÓMEZ-PUJOL i FORNÓS, 2009a; LUNDBERG i GINÉS, 2009).



**Fig. 1.** Els camps de lapiaz de la Serra de Tramuntana de Mallorca (modificat a partir de GINÉS i GINÉS, 2009a i 2011). **a:** Paràmetres morfomètrics de les estries de lapiaz o *Rillenkarren*. **b:** Distribució de les formes de lapiaz en funció de l'altitud, la litologia, i l'erosió dels materials margosos en els fronts d'encavalcament. Fotografies corresponents a la coma de les Truges, al municipi d'Escorca (Fotos: Joaquín Ginés).

A part dels exhaustius coneixements sobre el lapiaz de l'illa, les aportacions sobre les depressions càrstiques són molt manco nombroses i es limiten a descripcions generals (GINÉS i GINÉS, 1989, 2011), així com a treballs cartogràfics de paratges amb abundants *dolines*, ubicades dins un context de grans pinacles de lapiaz (GINÉS *et al.*, 2010). Dintre de l'enfocament geo-ecològic que ha presidit l'estudi de l'exocarst de la Serra, convé mencionar una publicació específica sobre les dolines i la seva vegetació

(GINÉS *et al.*, 1989), a més de les dades subministrades per FIOL *et al.* (2005) sobre les pluges de fang i el seu paper en l'edafogènesi als nostres territoris calcaris.

Encara que és un tema relacionat molt marginalment amb els processos càrstics, és obligat fer referència a les morfologies d'erosió dels litorals calcaris, els quals donen lloc a un modelat superficial molt específic al llarg de la franja costanera. Aquestes formes han estat molt ben documentades a diversos treballs, alguns d'ells finançats pel projecte europeu ESPED (GÓMEZ-PUJOL, 2006; GÓMEZ-PUJOL i FORNÓS, 2009b; POMAR *et al.*, 2017), on es pot consultar una abundant bibliografia sobre la bioerosió dels litorals carbonatats. D'altres innovadores recerques sobre els efectes del biocarst, no costaner, corresponen a POMAR i CALVET (1974) i FIOL *et al.* (1996).

En línies generals es pot afirmar que el coneixement sobre les formes de lapiaz de Mallorca és bastant satisfactori, sobretot des dels punts de vista de la seva morfometria i de la seva evolució a partir de formes primigènies de *criptolapiaz* o lapiaz subcutani. En canvi, es constata una mancança notable d'investigacions sobre les depressions exocàrstiques –*dolines*, etc.– que s'ocupin dels seus paràmetres morfomètrics. Els principals canyons càrstics són descrits detalladament a TRIAS i RAMON (1999).

### L'endocarst: les coves i els avencs, i els dipòsits associats

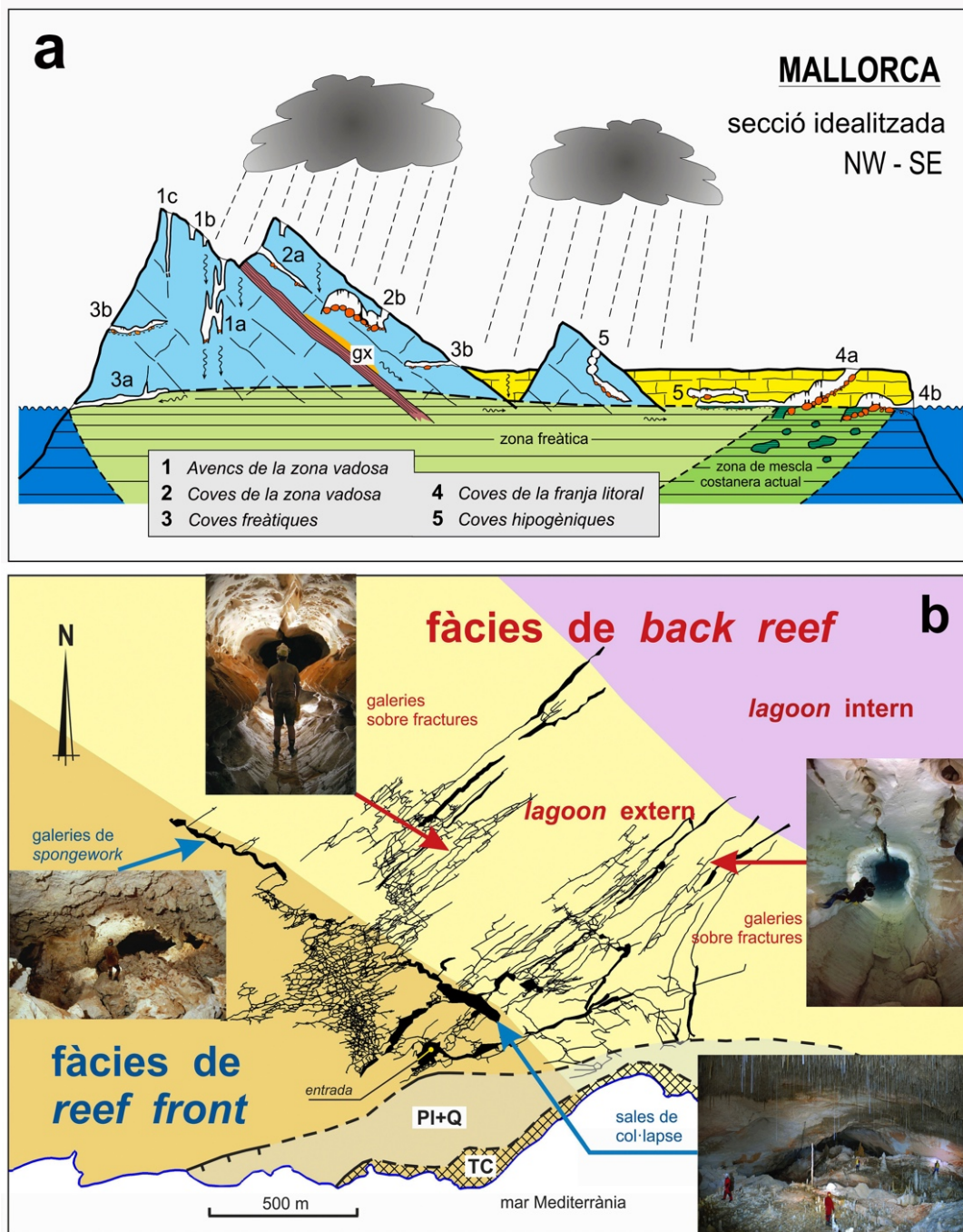
Ja ens hem referit abans al *boom* d'exploracions espeleològiques que es va encetar en la dècada dels setanta del segle passat. Lògicament, aquella eclosió de noves cavitats conegudes i topografiades canvià substancialment el bagatge de documentació sobre les coves i avencs de Mallorca, on avui en dia es coneixen uns quants milenars de cavitats de dimensions molt diverses (ENCINAS, 2014). Malgrat que hi ha molts de fenòmens subterranis d'escassa rellevància, destaquen devers mitja dotzena de coves amb desenvolupaments superiors als 5.000 m, així com abundants avencs que ultrapassen els 100 m de fondària (GRÀCIA *et al.*, 2009); tan sols recordarem que la Cova des Pas de Vallgornera, a Lluçmajor, és la de major recorregut de l'illa amb més de 74.000 m (MERINO *et al.*, 2011a; FORNÓS i GINÉS, 2014), i les cavitats més fondes es localitzen a Escorca, on la Cova de sa Campana i l'Avenc del Puig Caragoler superen els 300 m de desnivell (MIR i TRIAS, 1973; BARRERES *et al.*, 1975-76; PLOMER i GINÉS, 2008).

La documentació espeleològica generada durant les darreres cinc dècades inclou la descripció morfogènica de moltes cavitats subterrànies –vegeu la recopilació bibliogràfica publicada per GINÉS i GINÉS, 2004–, a més de la incorporació progressiva d'aportacions concretes sobre aspectes ben variats: les formes de dissolució dins les cavitats (GINÉS i GINÉS, 1977; GRÀCIA *et al.*, 2011c); les sales d'esfondrament que abunden al nostre endocarst (GINÉS, 2000a); el paper espeleogenètic de la dissolució dels guixos a zones com la Serra de na Burguesa (VICENS *et al.*, 2005); la importància de l'endocarst costaner, amb els extensos llacs subterranis d'aigües salabroses (GINÉS i GINÉS, 2007; GINÉS *et al.*, 2018); o la implicació de processos d'espeleogènesi hipogènica (GINÉS *et al.*, 2017).

Aquesta evolució tan dinàmica dels coneixements sobre el medi subterrani de l'illa ha donat lloc a diferents generalitzacions sobre les característiques de les coves i avencs coneguts. Un dels primers intents de classificació de l'endocarst de Mallorca es pot consultar a GINÉS i GINÉS (1987), on s'inclouen també dades quantitatives sobre la distribució geogràfica de les distintes tipologies de cavitats. Aquesta sistematització desembocarà posteriorment en una classificació genètica de les coves i avencs de l'illa (GINÉS i GINÉS, 2009b), que incorpora les novetats aportades per les exploracions de les darreres dècades (Fig. 2a).

Els avencs més recents i innovadors quant al coneixement de l'endocarst illenc, mereixen una mica d'atenció addicional per tal de situar convenientment la qüestió. Per una part, la participació de mecanismes d'espeleogènesi hipogènica ha estat documentada en cavitats molt concretes, com és el cas de la Cova des Pas de Vallgornera, al municipi de Lluçmajor (MERINO *et al.*, 2011b); aquests processos es relacionen amb l'agressivitat produïda per aigües d'origen no estrictament meteòric, lligades a les anomalies geotèrmiques del migjorn de l'illa. Per altra banda, aquesta mateixa localitat ha permès constatar el rígid control lito-estratigràfic que exerceix l'arquitectura dels materials escullosos del miocè superior (Fig. 2b), control que es manifesta en la diferent estructura i morfogènesi d'aquest

gran sistema subterrani segons quines siguin les fàcies on es desenvolupa (GINÉS *et al.*, 2008, 2014). Finalment, és del tot necessari fer referència a la gran revolució que han suposat les exploracions subaquàtiques portades a terme des dels anys noranta del segle passat; aquestes activitats han documentat sistemes subterranis parcial o totalment inundats, amb extensions realment notables d'alguns quilòmetres de galeries sotaiguades (GRÀCIA *et al.*, 2011a).



**Fig. 2.** Alguns aspectes de l'endocarst de Mallorca. **a:** Representació esquemàtica dels tipus de cavitats presents a l'illa. 1a: avenç de dissolució vadosa; 1b: avenç vadós d'alimentació nival; 1c: avençs d'origen mecànic; 2a: cova estructural; 2b: cova d'esfondrament; gx: guixos triàsics subjacents; 3a: cova freàtica amb activitat hidrològica; 3b: coves freàtiques antigues; 4a: cova de la zona de mescla costanera; 4b: cova càrstico-marina; 5: coves hipogèniques (segons GINÉS i GINÉS, 2009b). **b:** Els condicionants litològics dins el *Complex d'Escull* del miocè superior resulten força evidents a la topografia de la Cova des Pas de Vallgornera, del municipi de Lluçmajor (segons GINÉS *et al.*, 2014, modificat).

Les exploracions subaquàtiques dels darrers anys han demostrat una gran connectivitat entre coves litorals properes (Fig. 3), de tal manera que avui en dia es coneixen conjunts complexos de grans cavitats interconnectades com són el sistema Pirata – Pont – Piqueta, amb un desenvolupament de 8.600 m (GRÀCIA *et al.*, 2019), i el sistema Gleda – Camp des Pou, de 14.600 m de recorregut (GRÀCIA *et al.*, 2020), ambdós al municipi de Manacor (Fig. 4). Aquests grans sistemes posen de manifest la importància de la carstificació eogenètica en els materials carbonatats del miocè superior, que configuren els litorals del llevant i migjorn de Mallorca (GINÉS i GINÉS, 2007; GINÉS *et al.*, 2013).

La situació actual en matèria d'investigació de l'endocarst de Mallorca és del tot satisfactòria. Malgrat això, resta encara prou feina exploratòria per fer, sobretot en els sectors inundats de les coves litorals. Així mateix, romanen a hores d'ara per estudiar diversos aspectes de la morfogènesi de les cavitats naturals de l'illa, de tal manera que molts fronts d'estudi estan tan sols encetats.



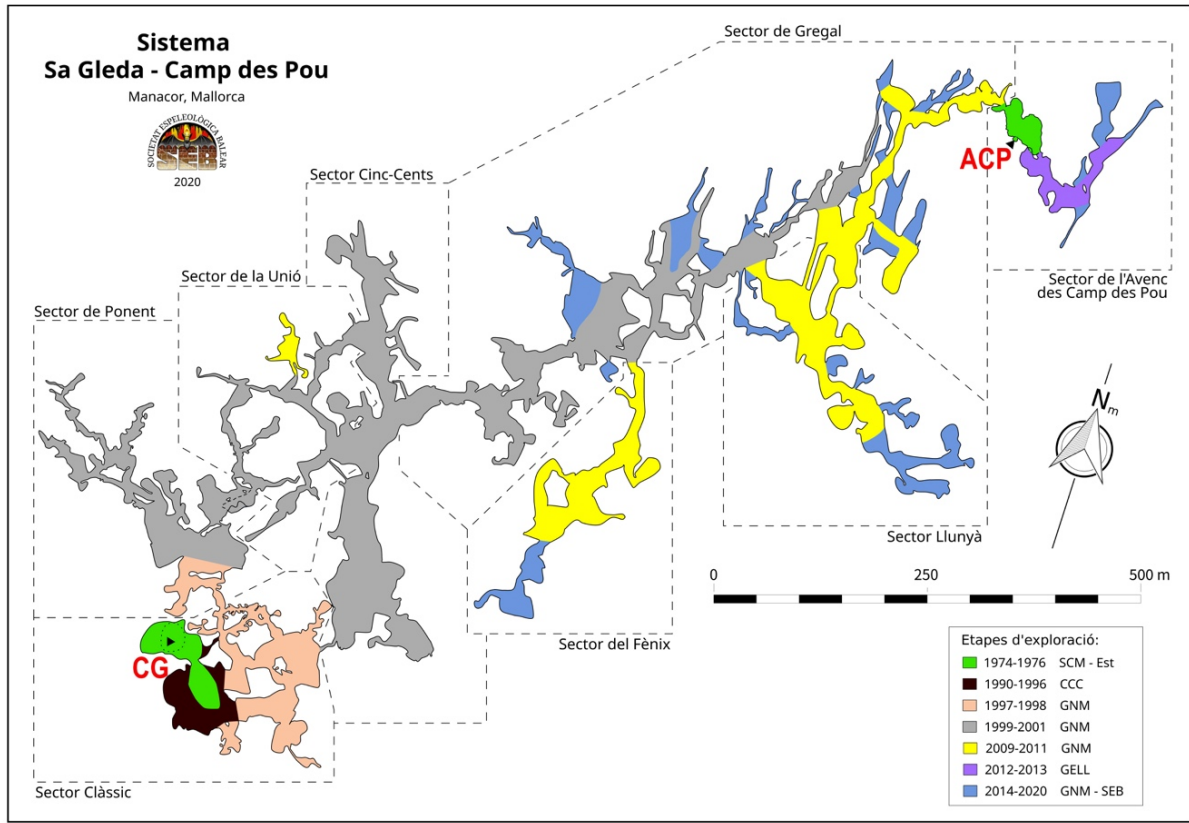
**Fig. 3.** Galeries freàtiques inundades del sistema Coves del Pirata – Cova des Pont – Cova de sa Piqueta (Manacor), documentades a partir de les recents exploracions publicades per GRÀCIA *et al.* (2019). Les exploracions subaquàtiques han permès la descoberta d'importants sistemes subterranis, mitjançant la connexió sota l'aigua de cavitats properes (Foto: Antoni Cirer).

#### *Els sediments i dipòsits de les cavitats subterrànies*

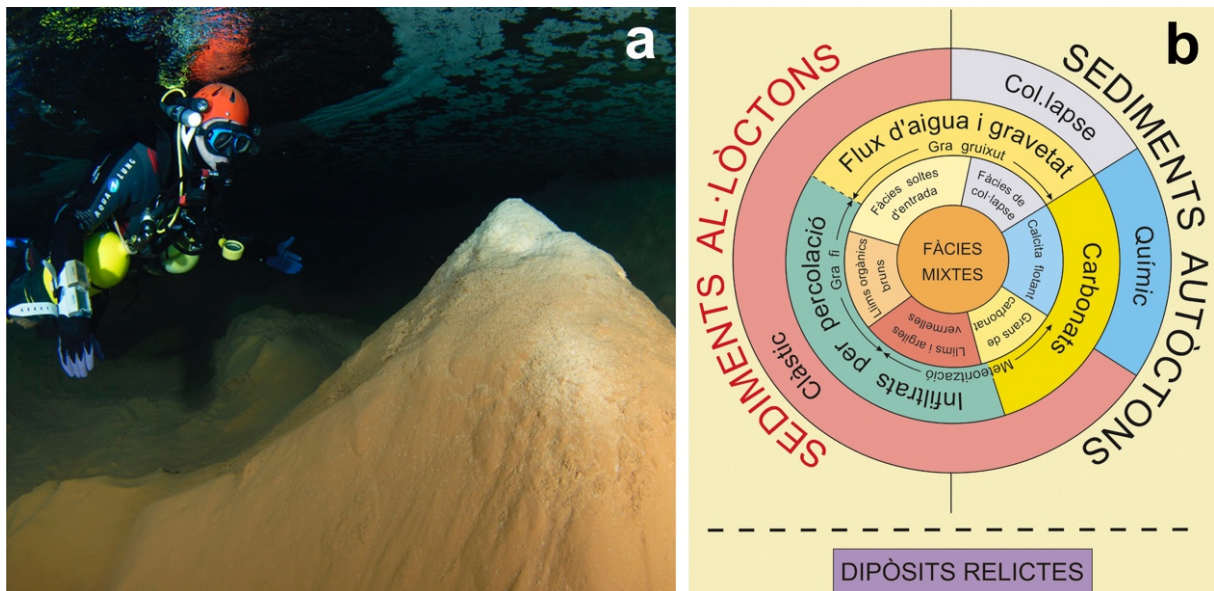
En general, els sediments detrítics de les coves mallorquines no han estat objecte de massa atenció amb unes poques excepcions, com ara els dipòsits que s'observen a les coves costaneres del llevant i migjorn de l'illa. En els llacs i galeries sotaiguades d'aquestes cavitats es constata la presència d'importants cossos de sediments amb característiques força particulars (FORNÓS *et al.*, 2009, 2011). A més de materials heteromètrics relacionats amb els esfondraments que donen accés a les coves, abunden sediments autòctons, de granulometria fina, produïts per la meteorització granular de les roques del miocè superior, així com per la precipitació química de carbonats a la superfície dels llacs subterranis. Tot això, coexisteix amb aportacions de sediments fins al·lòctons aportats des de l'exterior a través de les



entrades naturals de les cavitats, configurant un registre sedimentari realment complex d'interpretar (Fig. 5).



**Fig. 4.** Evolució temporal de les exploracions a un dels grans sistemes subaquàtics del llevant de Mallorca, que supera actualment els 14 km de recorregut. CG: entrada de la Cova de sa Gleda; ACP: entrada a l'Avenç des Camp des Pou (segons GRÀCIA *et al.*, 2020, modificat).



**Fig. 5.** Els sediments de les coves litorals de Mallorca. **a:** Acumulació sedimentària a la Cova de sa Gleda, Manacor (Foto: César Bodi). **b:** Sistematització dels tipus de sediments presents a les cavitats costaneres de l'illa i dels processos sedimentaris implicats (modificat a partir de FORNÓS *et al.*, 2009).

Un cas especialment destacable és el dipòsit detrític sedimentari existent a una de les galeries de la Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor), que hostatja un jaciment excepcional de *Myotragus aff. kopperi*, l'emplaçament del qual tingué lloc durant el pleistocè inferior mitjançant una antiga entrada de la cova avui en dia obstruïda (FORNÓS *et al.*, 2010; BOVER *et al.*, 2014). D'altres casos remarcables de dipòsits sedimentaris que inclouen materials ossífers són la Cova de Canet, a Esporles (PONS-MOYÀ *et al.*, 1979), i la Cova des Fum, a Sant Llorenç des Cardassar (GINÉS i FIOL, 1981).

Els dipòsits minerals de les coves de Mallorca –els *espeleotemes*– han atret des de sempre l'atenció dels naturalistes, encara que les sistematitzacions coherents sobre el tema són relativament recents (GINÉS, 1995; MERINO *et al.*, 2011c). La varietat morfològica d'aquests dipòsits cristal·lins és inqüestionable, com queda ben palès en localitats com la Cova des Pas de Vallgornera, on es pot trobar una diversitat excepcional d'espeleotemes i minerals que són poc freqüents a altres cavitats de Mallorca (MERINO *et al.*, 2014). Pel que fa a la seva mineralogia, la major part dels espeleotemes són de composició carbonatada (calcita i/o aragonita), encara que també estan presents altres mineralogies, algunes d'elles relacionades amb la interacció del guano de rates-pinyades amb la roca on s'enclaven les cavitats (ONAC *et al.*, 2005; MERINO *et al.*, 2019).

Els espeleotemes de determinades cavitats han estat objecte d'algunes investigacions des dels punts de vista geocronològic i paleoclimàtic. Fent referència a les aportacions més destacables, esmentarem la datació radiomètrica (pel mètode U/Th) de les colades estalagmítiques de la Cova de na Barxa, en Capdepera (ANDREWS *et al.*, 1989), que permeteren precisar la cronologia del jaciment tipus de *Myotragus balearicus*. Per altra banda, no falten datacions radiomètriques d'espeleotemes vadosos (estalagmites, colades, etc.), que subministren dades sobre les fases principals durant les quals es va produir la precipitació química d'aquests dipòsits (HODGE, 2004; HODGE *et al.*, 2008; GINÉS *et al.*, 2011; LUCIA *et al.*, 2021). Així mateix, uns pocs treballs s'han ocupat de les informacions paleoclimàtiques que es poden deduir de la composició isotòpica de les aigües meteòriques i dels precipitats minerals que es formen dins les cavitats (DUMITRU *et al.*, 2017, 2018). Tampoc manquen diversos reculls de datacions de jaciments arqueològics mitjançant tècniques de radiocarboni (WALDREN, 1972, 1992; VAN STRYDONCK, 2002).

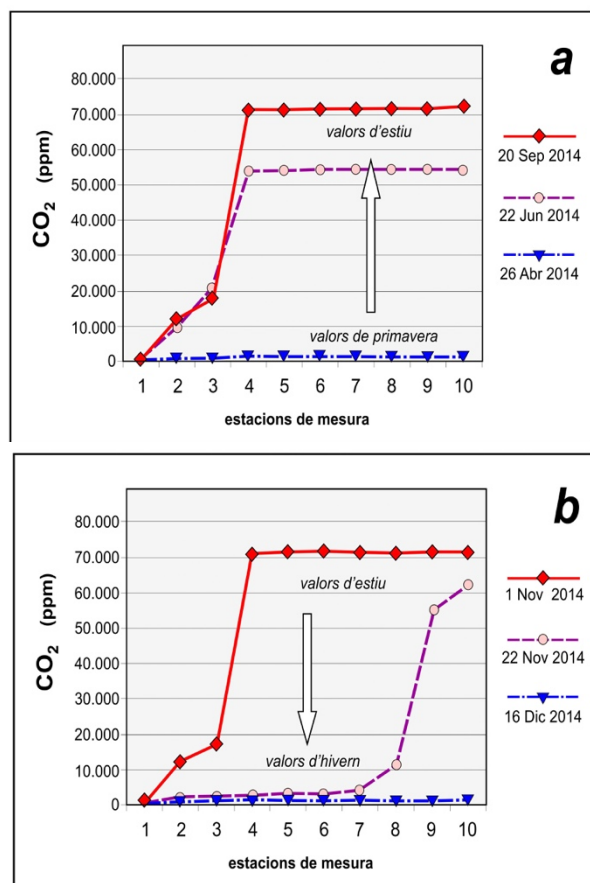
Finalment, cal referir-se a les investigacions efectuades sobre els espeleotemes freàtics, existents a les coves litorals de l'illa. El seu estudi ha aportat dades geocronològiques molt rellevants que seran tractades amb deteniment, més endavant, en un apartat específic sobre aquesta matèria.

### Altres aspectes de l'estudi de les coves i el carst

L'estudi del carst de Mallorca s'ha dirigit també cap a aspectes ben diversos, als quals cal dedicar una certa atenció per tal d'exposar de manera una mica exhaustiva el que es coneix sobre aquesta vessant concreta de les ciències de la terra, constituïda pels fenòmens específics que es donen a les roques carbonatades.

Des d'un punt de vista de caràcter més aviat lito-estratigràfic, les investigacions sobre els episodis de carstificació antiga i no funcional existents en el registre geològic –és a dir, el que es coneix com a *paleocarst*– han comptat amb interessants aportacions, la primera d'elles efectuada per FORNÓS *et al.* (1995). Amb posterioritat, els treballs s'han centrat en les estructures paleocàrstiques generades als materials carbonatats del miocè superior (FORNÓS, 1999; ROBLEDO, 2005), on es presenten un seguit de col·lapses i bretxes associades que tenen una notable influència en la morfologia de la línia de costa (GINÉS, 2000b; GINÉS *et al.*, 2011; SANTANDREU *et al.*, 2020). Es tracta en molts de casos de fenòmens de carstificació singenètica produïts per la dissolució preferencial de les masses aragonítiques dels esculls coral·lins miocens (FORNÓS *et al.*, 1995).

És interessant afegir que algunes coves de Mallorca han estat localitats pioneres per a la implementació de noves tècniques de datació, com ara la informació cronològica que proporciona el paleomagnetisme romanent de sediments (KOPPER i CREER, 1973; PONS-MOYÀ *et al.*, 1979) i l'anomenat *ESR dating* (GRÜN, 1985, 1986), així com d'investigació geofísica (KOPPER, 1972).



**Fig. 6.** El cicle anual de la concentració de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera de la Cova de sa Font (Dragonera); en ambdues gràfiques l'estació de mesura no. 1 correspon a l'entrada de la cavitat i la no. 10 al punt més fondo, situat a la vorera del llac (segons GINÉS *et al.*, 2017, modificat). **a:** Increment progressiu dels valors fins arribar als màxims estivals, per mor de la mala ventilació de la cova amb l'arribada de l'estiu. **b:** Fase de ventilació eficient de la cavitat a partir de la tardor, fins a restablir-se unes concentracions properes a les de l'atmosfera exterior.

CO<sub>2</sub>, geoquímica de les aigües, etc.), així com l'elaboració d'opuscles divulgatius (GINÉS i GINÉS, 1994; GINÉS, 2016; GINÉS *et al.*, 2019) o fins i tot extenses monografies (SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR, 2018). Finalment, és oportú referir-se als estudis i informes tècnics sobre les aigües subterrànies de Mallorca, tema d'especial rellevància que ha estat molt treballat per les administracions i els organismes competents: Direcció General de Recursos Hídrics, del Govern Balear, així com l'Instituto Geológico y Minero de España. Malgrat que aquesta temàtica no forma part de l'objectiu d'aquestes pàgines, les aigües subterrànies lligades al carst han estat tractades a alguns treballs de caràcter general publicats per BARÓN *et al.* (1995) i GIMÉNEZ *et al.* (2014).

### Els espeleotemes freàtics: geocronologia i paleoclima

L'estudi dels espeleotemes freàtics arrenca a Mallorca el 1972 arran de les observacions realitzades a la Cova de sa Bassa Blanca, del municipi d'Alcúdia (GINÉS i GINÉS, 1972, 1974). Dins l'esmentada localitat s'observaren alineacions horitzontals de cristallitzacions freàtiques que enregistren antics

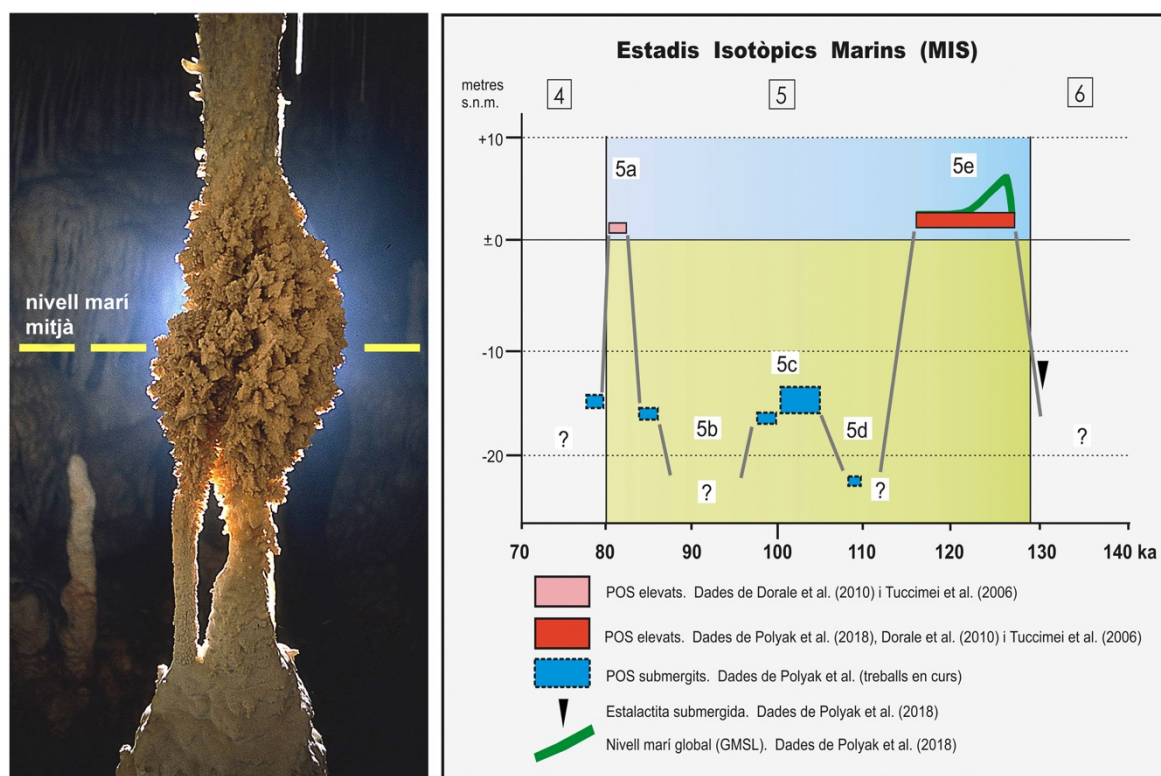
Les qüestions lligades al clima i l'atmosfera d'algunes cavitats subterrànies mallorquines també han permès obtenir i publicar resultats rellevants. Esmentarem, per exemple, l'avaluació de les concentracions de radó en l'atmosfera de diverses coves de l'illa; treballs efectuats per DUMITRU *et al.* (2015), que posen de manifest com la concentració d'aquest gas és un bon exponent del grau de ventilació de les cavitats estudiades. Més conclouents encara són les campanyes de medició de les concentracions de CO<sub>2</sub> en l'atmosfera d'algunes coves illenques, en particular la Cova de les Rodes, de Pollença (GINÉS *et al.*, 1987), i la Cova de sa Font o des Moro, de l'illa Dragonera (GINÉS *et al.*, 2017). Les concentracions extraordinàries de CO<sub>2</sub> mesurades en aquestes i altres cavitats –superiors fins i tot al 8%– han obert un interessant camp d'investigació sobre el comportament del CO<sub>2</sub> a la zona vadosa del carst i l'alt grau de confinament que pot assolir l'atmosfera d'alguns ambients subterranis de les Illes Balears; en particular, les observacions efectuades al llarg de diversos cicles anuals a la Cova de sa Font, a l'illa Dragonera, han permès observar una molt clara variació estacional dels paràmetres atmosfèrics d'aquesta cavitat (Fig. 6).

Arribats a aquest punt, es fa necessari comentar la molt bona predisposició dels propietaris i gestors de les coves turístiques de l'illa que en tot moment han facilitat les tasques d'investigació, i han cedit les seves instal·lacions per a la realització de visites i esdeveniments científics. La col·laboració amb aquestes empreses, entre les que es compten en particular les Coves d'Artà, les Coves de Campanet, i les Coves del Drac, ha fet possible el seguiment de paràmetres ambientals en aquestes cavitats (radó,

nivells d'inundació d'aqueixa cova litoral, els quals podien ser relacionats amb les fluctuacions del nivell de la Mediterrània ocorregudes durant el pleistocè. D'ençà dels anys setanta, les investigacions sobre els espeleotemes freàtics –coneguts a la bibliografia internacional com a *Phreatic Overgrowths on Speleothems* (POS)– s'han anat succeint a un bon ritme, fins arribar a la situació actual en la qual els POS són reconeguts com un excel·lent registre per a la reconstrucció del nivell marí durant el pleistocè i el pliocè (DUTTON, 2013; VAN HENGSTUM *et al.*, 2015).

Una exhaustiva revisió de les característiques dels espeleotemes freàtics de Mallorca, i dels resultats obtinguts en la seva recerca, es pot consultar a GINÉS *et al.* (2012b). En línies generals, a partir dels anys vuitanta els treballs es dirigiren cap als aspectes geocronològics d'aquests dipòsits, mitjançant successius programes de datació radiomètrica, sobretot amb la utilització del mètode de les sèries de l'urani (U/Th). Aquestes tasques s'han anat realitzant al llarg dels anys en col·laboració amb diferents universitats estrangeres, principalment: *Università Roma Tre*, *University of South Florida* i *University of New Mexico*, assolint resultats cada cop més acurats sobre els paleonivells marins corresponents a diversos moments del quaternari (GINÉS, 2000b; CSOMA *et al.*, 2006; TUCCIMEI *et al.*, 2006; DORALE *et al.*, 2010; POLYAK *et al.*, 2018).

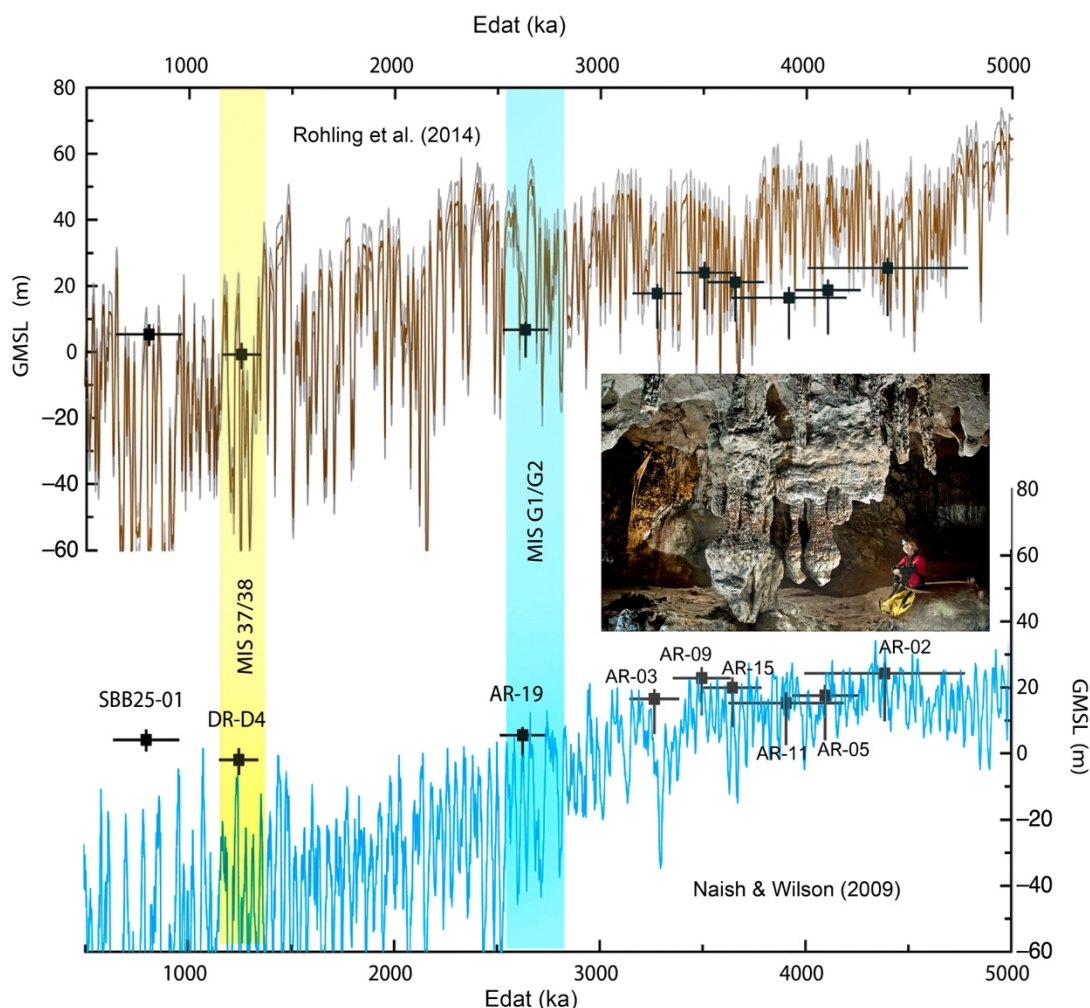
Els resultats obtinguts en aquestes darreres dècades han confirmat la cronologia holocena de les cristallitzacions que s'observen a les voreres dels llacs actuals de les coves costaneres de l'illa (HENNIG *et al.*, 1981; TUCCIMEI *et al.*, 2010, 2011), i també han fet possible un coneixement detallat de la història del nivell marí durant l'estadi isotòpic MIS-5, el qual inclou el darrer esdeveniment interglacial (vegeu una revisió detallada d'aquests temes a GINÉS *et al.*, 2020). En aquest sentit, en els darrers 130 ka BP, queden ben individualitzats dos episodis de nivell marí superior a l'actual (Fig. 7), un d'ells corresponent al MIS-5a, fa aproximadament 81 ka BP (DORALE *et al.*, 2010), i l'altre que correspon al darrer interglacial pròpiament dit, és a dir a l'estadi MIS-5e que abraçaria entre els 116 i 127 ka BP (POLYAK *et al.*, 2018).



**Fig. 7.** El nivell marí a Mallorca al llarg de l'estadi isotòpic MIS-5, en base als coneixements actuals procedents de la datació radiomètrica (U/Th) d'espeleotemes freàtics (POS) de les coves litorals de l'illa, segons GINÉS *et al.* (2020). Els requadres de colors representen els rangs d'elevació i d'edat dels paleonivells d'espeleotemes freàtics que han estat datats. A la imatge de l'esquerra, es mostra l'aspecte d'un POS corresponent al darrer interglacial (MIS-5e) a la Cova des Pas de Vallgornera, de Lluçmajor (Foto: Antoni Merino).

Però tal vegada, les investigacions més rellevants sobre els POS de les coves de Mallorca són les realitzades recentment a diverses localitats, entre les quals destaquen les Coves d'Artà, al municipi de Capdepera. En aquesta cavitat turística s'han pogut identificar fins a set paleonivells d'espeleotemes freàtics, localitzats a altituds compreses entre +14,3 i +31,8 m s.n.m., els quals han estat datats mitjançant el mètode U/Pb (Fig. 8). Les edats calculades se situen bàsicament en el pliocè i abracen des dels 2,63 Ma BP, que corresponen aproximadament a la transició pleistocè-pleiocè, fins arribar als 5,86 Ma BP, data que correspondria als moments inicials de la crisi de salinitat del messinià, ja en el miocè superior (DUMITRU *et al.*, 2019, 2021).

Aquestes observacions han permès calcular estimacions del nivell marí global durant moments clau del pliocè, quan la temperatura mitjana del planeta es calcula que era fins a 4°C superior a la de l'era pre-industrial, i amb nivells de CO<sub>2</sub> similars als actuals. Les estimacions publicades per DUMITRU *et al.* (2019) donen idees sobre possibles escenaris futurs de pujada del nivell marí, en un context d'escalfament global com el present. Cal afegir que les dades obtingudes a partir dels POS de les Coves d'Artà representen un dels escassos registres vàlids sobre el nivell marí global durant el pliocè (ROVERE *et al.*, 2020).

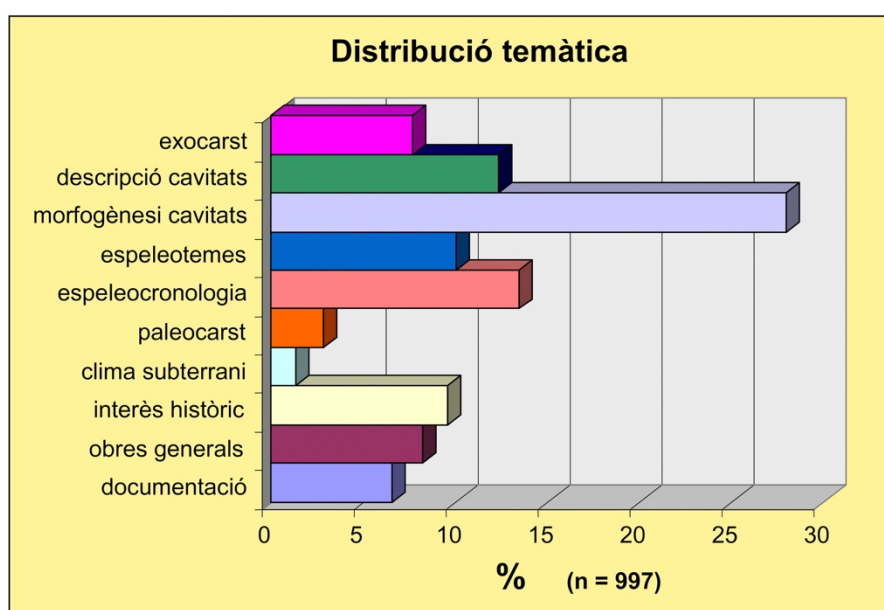


**Fig. 8.** Dues estimacions del nivell marí global (GMSL) durant els darrers 5 milions d'anys, on s'han representat les dades geocronològiques procedents dels POS recol·lectats a diverses coves de Mallorca, segons les publicacions de DUMITRU *et al.* (2019, 2021). AR: Coves d'Artà (Capdepera); DR: Coves del Drac (Manacor); SBB: Cova de sa Bassa Blanca (Alcúdia). La imatge que apareix inserida a la dreta mostra els POS de la sala coneguda com el *Teatre*, de les Coves d'Artà (Foto: Antoni Merino).

## Conclusions

Els coneixements sobre el carst de Mallorca han experimentat una puixança gairebé exponencial al llarg del darrer mig segle, per mor d'un conjunt de causes com són la forta eclosió de l'espeleologia illenca i de les publicacions locals especialitzades, així com la implantació dels estudis universitaris a les Balears.

Un bon indicador de l'estat actual i les tendències en les investigacions sobre aquestes matèries és la simple observació de la bibliografia que s'ha anat generant fins als darrers anys. Així, a la Figura 9 es mostra la distribució temàtica de la bibliografia existent sobre el carst i l'espeleologia física de l'illa de Mallorca, segons els criteris emprats en una anterior recopilació bibliogràfica (GINÉS i GINÉS, 2004). Val a dir que per a la confecció d'aquesta gràfica no s'han tingut en compte els treballs que tracten d'altres disciplines relacionades amb les coves, com són les referències estrictament bioespeleològiques o paleontològiques; tampoc s'han considerat les publicacions i informes sobre hidrogeologia i aigües subterrànies, en no disposar d'un registre exhaustiu sobre aquest vessant tan específic.



**Fig. 9.** Classificació dels treballs publicats fins al present sobre carst i espeleologia física de l'illa de Mallorca segons el seus continguts, feta d'acord amb els criteris i temes específics distingits per GINÉS i GINÉS (2004). No s'han tingut en compte les publicacions sobre aigües subterrànies i el seu aprofitament, per no disposar d'una relació bibliogràfica exhaustiva sobre la matèria.

Des del moment que bona part del coneixement sobre el carst de l'illa ha estat generat des de l'estament espeleològic, no és d'estranyar que gairebé el 40% de les referències bibliogràfiques analitzades s'ocupin de la descripció i topografia de les cavitats subterrànies, així com dels variats aspectes morfogenètics de les nostres coves i avencs. No obstant això i malgrat el predomini d'aportacions espeleològiques, no s'han descuidat altres vessants de l'estudi del carst com és, per exemple, la investigació de les formes superficials o *exocarst*, amb un 8% de referències, o els treballs sobre els espeleotemes i les informacions cronològiques que se'n deriven, els quals totalitzen devers el 23% de les referències (Fig. 9). Altres vessants compten amb relativament poques aportacions, tal i com succeeix amb els treballs dedicats al *paleocarst* o sobre el clima i l'atmosfera de les cavitats, que no superen el 3% en cap cas. Finalment, devers un 25% de cites corresponen a contribucions molt generals, de tipus històric o de documentació diversa, o es tracta de referències al carst i les coves de l'illa dins obres de caràcter molt general.

En el seu conjunt, el coneixement del carst de Mallorca es pot considerar bastant satisfactori, en molts dels caires del seu estudi. Per exemple, algunes de les formes de lapiaz de l'exocarst illenc estan suficientment treballades, a l'igual que succeeix amb l'exploració i interpretació de les formes subterrànies o endocarst. Nogensmenys, dins el camp de les exploracions, les activitats subaquàtiques a les coves costaneres de l'illa reserven moltes novetats importants de cara al futur. Malgrat aquesta visió relativament satisfactòria, és necessari reconèixer que encara queda molta investigació per fer, donat que algunes línies de treball es troben tan sols encetades o simplement insinuades. En canvi, algunes matèries, com són els aspectes geocronològics i paleoclimàtics lligats als espeleotemes freàtics (POS) de les coves litorals, estan a bastament treballats i han fornit resultats de transcendència internacional.

## Agraïments

Aquest article està dedicat a Antonio Rodríguez-Perea "el Capi", company amb qui vàrem compartir bons moments i experiències, en especial durant el desenvolupament del Projecte HADES, l'any 1981, a la Cova de sa Bassa Blanca. Cal agrair als propietaris, gestors i personal de les coves turístiques de Mallorca –en particular, les Coves d'Artà, Coves de Campanet i Coves del Drac– les facilitats que ens han donat per a la realització de tasques d'investigació. El present treball forma part del projecte de recerca PID2020-112720GB-I00/AEI/10.13039/501100011033, finançat per l'Agència Estatal d'Investigació (AEI). Hem d'agrair a Lluís Gómez-Pujol i a José Ángel Martín la revisió atenta del manuscrit.

## Bibliografia

- ANDREWS, J.N., GINÉS, A., PONS-MOYÀ, J., SMART, P.L. i TRIAS, M. (1989): Noves dades sobre el jaciment paleontològic de la Cova de na Barxa (Capdepera, Mallorca). *Endins*, 14-15: 17-25. Palma.
- BÄR, W.F., FUCHS, F. i NAGEL, G. (1986): Lluc / Sierra Norte (Mallorca) - Karst einer mediterranen Insel mit alpidischer Struktur (UIS International Atlas of Karst Phenomena, sheet 5). *Zeitschrift für Geomorphologie* N.F., Suppl. Bd., 59: 27-48 + 1 mapa. Berlín.
- BARÓN, A., GONZÁLEZ, C. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1995): Hidrologia càrstica de Mallorca / Karst hydrology of Mallorca. In: GINÉS, A. i GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 45-57. Palma.
- BARRERES, M., FERRERES, J. i CARDONA, F. (1975-76): La cueva de sa Campana y el karst de Castellots. *Speleon*, 22: 43-74. Barcelona.
- BORDOY, M. i GINÉS, A. (1990): Observaciones morfométricas sobre la profundidad de estrías de lapiaz (solution flutes) en Mallorca. *Endins*, 16: 21-25. Palma.
- BOVER, P., VALENZUELA, A., GUERRA, C., ROFES, J., ALCOVER, J.A., GINÉS, J., FORNÓS, J.J., CUENCA-BESCÓS, G. i MERINO, A. (2014): The Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca): a singular deposit bearing an exceptional well preserved Early Pleistocene vertebrate fauna. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 175-192. Tampa, USA.
- COLOM, G. (1973): Historia geológica de Mallorca. In: MASCARÓ-PASARIUS, J. (ed.) *Historia de Mallorca*. Gráficas Miramar. Vol. 1: 1-96. Palma.
- CROWTHER, J. (1997): Surface roughness and the evolution of karren forms at Lluc, Serra de Tramuntana, Mallorca. *Zeitschrift für Geomorphologie* N.F., 41 (3): 393-407. Berlín.
- CROWTHER, J. (1998): New methodologies for investigating rillenkarren cross-sections: a case study at Lluc, Mallorca. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23: 333-344. Londres.
- CSOMA, A.E.; GOLDSTEIN, R.H. i POMAR, L. (2006): Pleistocene speleothems of Mallorca: implications for palaeoclimate and carbonate diagenesis in mixing zones. *Sedimentology*, 53: 213-236.
- DARDER, B. (1930): Algunos fenómenos cársicos en la isla de Mallorca. *Ibérica*, 33 (818): 154-156. Barcelona.
- DARDER, B. (1946): *Història de la coneixença geològica de l'illa de Mallorca*. Editorial Moll. 185 pàgs. Palma.
- DORALE, J.A., ONAC, B.P., FORNÓS, J.J., GINÉS, J., GINÉS, A., TUCCIMEI, P. i PEATE, D.W. (2010): Sea-level highstand 81,000 years ago in Mallorca. *Science*, 327: 860-863 + 4 pàgs Supl. Washington.

- DUMITRU, O.A., ONAC, B.P., FORNÓS, J.J., COSMA, C., GINÉS, A., GINÉS, J. i MERINO, A. (2015): Radon survey in caves from Mallorca Island, Spain. *Science of the Total Environment*, 526: 196-203. Amsterdam.
- DUMITRU, O.A., FORRAY, F.L., FORNÓS, J.J., ERSEK, V. i ONAC, B.P. (2017): Water isotopic variability in Mallorca: a path to understanding past changes in hydroclimate. *Hydrological Processes*, 31 (1): 104-116.
- DUMITRU, O.A., ONAC, B.P., POLYAK, V.J., WYNN, J.G., ASMEROM, Y. i FORNÓS, J.J. (2018): Climate variability in the western Mediterranean between 121 and 67 ka derived from a Mallorcan speleothem record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 506: 128-138.
- 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 (7777): 233-236 + 12 pàgs Supl. Londres.
- DUMITRU, O.A., AUSTERMANN, J., POLYAK, V.J., FORNÓS, J.J., ASMEROM, Y., GINÉS, J., GINÉS, A. i ONAC, B.P. (2021): Sea-level stands from the Western Mediterranean over the past 6.5 million years. *Scientific Reports*, 11: 261, 10 pàgs. Londres.
- DUTTON, A. (2013): Use of cave data in sea-level reconstructions. In: ELIAS, S.A. i MOCK, C.J. (eds.) *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier. Vol. 4: 460-466.
- ENCINAS, J.A. (2014): *Corpus Cavernario Mayoricense*. El Gall Editor. 1355 pàgs. Pollença, Mallorca.
- ENCINAS, J.A., GINÉS, J. i TRIAS, M. (1974): Inventario espeleològic de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 29-49. Palma.
- FIOL, L.A., FORNÓS, J.J. i GINÉS, A. (1996): Effects of biokarstic processes on the development of solutional rillenkarrén in limestone rocks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 21: 447-452. Londres.
- FIOL, L.A., FORNÓS, J.J., GELABERT, B. i GUIJARRO, J.A. (2005): Dust rains in Mallorca (Western Mediterranean): their occurrence and role in some recent geological processes. *Catena*, 63: 64-84.
- FORNÓS, J.J. (ed.) (1998): *Aspectes geològics de les Balears*. Universitat de les Illes Balears. 473 pàgs. Palma.
- FORNÓS, J.J. (1999): Karst collapse phenomena in the Upper Miocene of Mallorca (Balearic islands, Western Mediterranean). *Acta Geologica Hungarica*, 42 (2): 237-250. Budapest.
- FORNÓS, J.J. i GELABERT, B. (1995): Litologia i tectònica del carst de Mallorca / Lithology and tectonics of the Majorcan karst. In: GINÉS, A. i GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 27-43. Palma.
- FORNÓS, J.J. i GELABERT, B. (2011): Condicionants litològics i estructurals del carst a les Illes Balears. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 37-52. Palma.
- FORNÓS, J.J. i GINÉS, A. (eds.) (1996): *Karren Landforms*. Universitat de les Illes Balears. 450 pàgs. Palma.
- FORNÓS, J.J. i GINÉS, J. (eds.) (2014): Cova des Pas de Vallgornera: an exceptional coastal karst cave in the Western Mediterranean basin. Guest Editorial. *International Journal of Speleology*, 43 (2): 139 pàgs. Tampa, USA.
- FORNÓS, J.J., GINÉS, A., GINÉS, J. i RODRÍGUEZ-PEREA, A. (1995): El paleocarst a Mallorca / Paleocarst in Mallorca. In: GINÉS, A. i GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 113-123. Palma.
- FORNÓS, J.J., GINÉS, J. i GRÀCIA, F. (2009): Present-day sedimentary facies in the coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean). *Journal of Cave and Karst Studies*, 71 (1): 86-99. Huntsville, USA.
- FORNÓS, J.J., GINÉS, J., MERINO, A. i BOVER, P. (2010): El rebliment sedimentari de la galeria del Tragus a la cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 179-191. Palma.
- FORNÓS, J.J., GINÉS, J., GRÀCIA, F. i MERINO, A. (2011): Els sediments de les cavitats càrstiques de les Balears. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 199-212. Palma.
- GIMÉNEZ, J., BARÓN, A., COMAS, M., GONZÁLEZ, C., GARAU, J., BEIDAS, O., OLIVER, M. i NADAL, F.X. (2014): Hidrogeologia de les Illes Balears: les masses d'aigües càrstiques. *Endins*, 36: 9-26. Palma.
- GINARD, A., GINÉS, A. i VICENS, D. (2011): Les exploracions espeleològiques a les Illes Balears. La Federació Balear d'Espeleologia. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. Endins, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 11-36. Palma.
- GINÉS, A. (1990): Utilización de las morfologías de lapiaz como geoindicadores ecológicos en la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Endins*, 16: 27-39. Palma.
- GINÉS, A. (1993): El conocimiento espeleo-topográfico de las cavidades baleares (1862-1992). *Endins*, 19: 55-70. Palma.
- GINÉS, A. (1995): Els espeleotemes de les coves de Mallorca / The speleothems of Majorcan caves. In: GINÉS, A. i GINÉS, J. (eds.) *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. Endins, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3: 87-97. Palma.



- GINÉS, A. (1999): *Morfología kárstica y vegetación en la Serra de Tramuntana. Una aproximación ecológica*. Tesi Doctoral. Departament de Biologia Ambiental, Universitat de les Illes Balears. 581 pàgs + 70 làms.
- GINÉS, A. (2000a): Patterns of collapse chambers in the endokarst of Mallorca (Balearic islands, Spain). *Acta Carsologica*, 29 (2): 139-148. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, A. i FIOL, L.A. (1981): Estratigrafia del yacimiento de la Cova des Fum (Sant Llorenç, Mallorca). *Endins*, 8: 25-42. Palma.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1972): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con las formaciones marinas del Cuaternario. *II Cong. Nacional Espeleol.* Com. 13. 16 pàgs. Oviedo.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1974): Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de sa Bassa Blanca y su paralelismo con formaciones marinas del Cuaternario. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 11-28. Palma.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (1987): Características espeleológicas del karst de Mallorca. *Endins*, 13: 3-19. Palma.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (eds.) (1995): *El carst i les coves de Mallorca / Karst and caves in Mallorca*. *Endins*, 20 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 3. 216 pàgs. Palma.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (2007): Eogenetic karst, glacioeustatic cave pools and anchialine environments on Mallorca Island: a discussion of coastal speleogenesis. *International Journal of Speleology*, 36 (2): 57-67. Bologna, Itàlia.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (2011): El modelat exocàrstic de les Balears i els camps de lapiaz de mitjana muntanya mediterrània a la Serra de Tramuntana de Mallorca. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 53-68. Palma.
- GINÉS, A. i GINÉS, J. (2014): 7. The karst of the Tramuntana range, Mallorca Island. In: GUTIÉRREZ, F. i GUTIÉRREZ, M. (eds.) *Landscapes and landforms of Spain*. Springer. World Geomorphological Landscapes, Vol. 2: 91-100. Dordrecht, Holanda.
- GINÉS, A. i LUNDBERG, J. (2009): Rainpits: an outline of their characteristics and genesis. In: GINÉS, A.; KNEZ, M.; SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. *Carsologica*, 9: 169-183. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, A., HERNÁNDEZ, J., GINÉS, J. i POL, A. (1987): Observaciones sobre la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera de la Cova de les Rodes (Pollença, Mallorca). *Endins*, 13: 27-38. Palma.
- GINÉS, A., FIOL, L.A., POL, A. i ROSSELLÓ, J.A. (1989): Morfologia i vegetació d'un grup de dolines de la Serra de Tramuntana (Mallorca). *Endins*, 14-15: 43-52. Palma.
- GINÉS, A., KNEZ, M., SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) (2009): *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. *Carsologica*, 9. 561 pàgs. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, A., GINÉS, J. i MIRALLES, P.M. (2010): Anàlisi morfomètrica del carst de pinacles mediterrani de sa Mitjania (Escorca, Mallorca). *Endins*, 34: 109-124. Palma.
- GINÉS, A., GINÉS, J., GÓMEZ-PUJOL, L., ONAC, B.P. i FORNÓS, J.J. (eds.) (2012a): *Mallorca: a Mediterranean benchmark for Quaternary studies*. Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 18. 219 pàgs. Palma.
- GINÉS, A., GINÉS, J. i GRÀCIA, F. (2013): 11. Cave development and patterns of caves and cave systems in the eogenetic coastal karst of southern Mallorca (Balearic Islands, Spain). In: LACE, M.J. i MYLROIE, J.E. (eds.) *Coastal karst landforms*. Springer. Coastal Research Library, Vol. 5: 245-260. Dordrecht, Holanda.
- GINÉS, A., MULET, A., RODRÍGUEZ-HOMAR, M., VADELL, M., SÁNCHEZ-CAÑETE, E.P. i GINÉS, J. (2017): Extreme seasonal fluctuations of carbon dioxide in the cave atmosphere of Cova de sa Font (Sa Dragonera islet, Balearic Islands, Spain). In: MOORE, K. i WHITE, S. (eds.) *Proc. 17th Int. Congress Speleol. (Edition 2)*, 1: 230-233. Sydney, Austràlia.
- GINÉS, J. (2000b): *El karst litoral en el levante de Mallorca: una aproximación al conocimiento de su morfogénesis y cronología*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 595 pàgs + 29 làms.
- GINÉS, J. (2016): *Coves de Campanet. Mallorca*. Pixel Trade S.L. Coves de Campanet. 24 pàgs. Campanet, Mallorca. (versions en: anglès i alemany).
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (1977): El medio fluvio-lacustre hipogeo en las cuevas de Mallorca y su asociación de morfologías. *Endins*, 4: 3-12. Palma.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (1989): El karst en las islas Baleares. In: DURÁN, J.J. i LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (eds.) *El karst en España*. Sociedad Española de Geomorfología, Monografía nº 4: 163-174. Madrid.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (1994): Coves del Drac, Manacor (Mallorca). In: FERNÁNDEZ-RUBIO, R. (ed.) *Mundo Subterráneo*. Tiasa, Enresa: 73-80. Madrid.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (2004): Bibliografía actualitzada sobre espeleologia física i carst de les Illes Balears. *Endins*, 26: 125-142. Palma.

- GINÉS, J. i GINÉS, A. (2009a): Mid-mountain karrenfields at Serra de Tramuntana in Mallorca Island. In: GINÉS, A., KNEZ, M., SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica, 9: 375-390. Ljubljana, Eslovènia.
- GINÉS, J. i GINÉS, A. (2009b): Proposta d'una nova classificació morfogenètica de les cavitats càrstiques de l'illa de Mallorca. *Endins*, 33: 5-18. Palma.
- GINÉS, J., GINÉS, A., FORNÓS, J.J., GRÀCIA, F. i MERINO, A. (2008): Noves observacions sobre l'espeleogènesi en el Migjorn de Mallorca: els condicionants litològics en alguns grans sistemes subterranis litorals. *Endins*, 32: 49-79. Palma.
- GINÉS, J., GINÉS, A. i FORNÓS, J.J. (2011): Dades sobre paleocarst i espeleocronologia de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 213-226. Palma.
- GINÉS, J., GINÉS, A., FORNÓS, J.J., TUCCIMEI, P., ONAC, B.P. i GRÀCIA, F. (2012b): Phreatic Overgrowths on Speleothems (POS) from Mallorca, Spain: updating forty years of research. In: GINÉS, A., GINÉS, J., GÓMEZ-PUJOL, L., ONAC, B.P. i FORNÓS, J.J. (eds.) *Mallorca: a Mediterranean benchmark for Quaternary studies*. *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 18: 111-146. Palma.
- GINÉS, J., FORNÓS, J.J., GINÉS, A., MERINO, A. i GRÀCIA, F. (2014): Geologic constraints and speleogenesis of Cova des Pas de Vallgornera, a complex coastal cave from Mallorca Island (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 105-124. Tampa, USA.
- GINÉS, J., FORNÓS, J.J., GRÀCIA, F., MERINO, A., ONAC, B.P. i GINÉS, A. (2017): 5. Hypogene imprints in coastal karst caves of Mallorca Island (Western Mediterranean): morphological features and speleogenetic approach. In: KLIMCHOUK, A., PALMER, A.N., DE WAELE, J., AULER, A.S. i AUDRA, P. (eds.) *Hypogene karst regions and caves of the World*. Springer International Publishing AG. Cave and Karst Systems of the World. 99-112. Cham, Suïssa.
- GINÉS, J., GINÉS, A., GRÀCIA, F. i FORNÓS, J.J. (2018): L'espeleogènesi de les Coves del Drac (Manacor, Mallorca): evolució dels coneixements i interpretació actual. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 1: 141-163. Palma.
- GINÉS, J., FORNÓS, J.J. i GUAL, M.À. (2019): *Cuevas de Artà. Canyamel (Mallorca)*. Cuevas de Artà. 32 pàgs. Capdepera, Mallorca. (versions en: castellà, anglès, alemany i català).
- GINÉS, J., GINÉS, A., FORNÓS, J.J., GRÀCIA, F., TUCCIMEI, P., SOLIGO, M., ONAC, B.P. i POLYAK, V.J. (2020): El nivell marí a Mallorca durant el darrer interglacial (MIS-5): estat de la qüestió basat en les datacions d'espeleotemes freàtics. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 3: 115-132. Palma.
- GÓMEZ-PUJOL, L. (2006): *Patrons, taxes i formes d'erosió a les costes rocoses carbonatades de Mallorca*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 223 pàgs. Inèdit.
- GÓMEZ-PUJOL, L. i FORNÓS, J.J. (2009a): Microrills. In: GINÉS, A.; KNEZ, M.; SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica, 9: 73-84. Ljubljana, Eslovènia.
- GÓMEZ-PUJOL, L. i FORNÓS, J.J. (2009b): Coastal karren in the Balearic Islands. In: GINÉS, A., KNEZ, M., SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica, 9: 487-502. Ljubljana, Eslovènia.
- GRÀCIA, F. (2015): *Les cavitats subaquàtiques de les zones costaneres del llevant i migjorn de Mallorca*. Tesi Doctoral. Programa de Doctorat de Geografia, Universitat de les Illes Balears. 984 pàgs.
- GRÀCIA, F., GINARD, A., VICENS, D. i GINÉS, J. (2009): Recull de les cavitats de major recorregut i major fondària de les Balears. *Endins*, 33: 139-152. Palma.
- GRÀCIA, F., CLAMOR, B., GAMUNDÍ, P., FORNÓS, J.J. i WATKINSON, P. (2011a): Les cavitats subaquàtiques de la franja litoral de Mallorca. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 103-132. Palma.
- GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) (2011b): *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17. 368 pàgs. Palma.
- GRÀCIA, F., CLAMOR, B., GAMUNDÍ, P. i FORNÓS, J.J. (2011c): Morfologies de corrosió de la zona de mescla a les coves subaquàtiques de la franja litoral del Llevant i Migjorn de Mallorca. In: GRÀCIA, F.; GINÉS, J.; PONS, G.X.; GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 133-146. Palma.
- GRÀCIA, F., CIRER, A., LÁZARO, J.C., FERNÁNDEZ, J.F., CLAMOR, B., MASCARÓ, G., ENSEÑAT, J.J., FORNÓS, J.J. i PÉREZ, J. (2019): Sistema Pirata-Pont-Piqueta (Manacor, Mallorca): estat de la qüestió. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 2: 69-101. Palma.

- GRÀCIA, F., CIRER, A., LÁZARO, J.C., FERNÁNDEZ, J.F., CLAMOR, B., MASCARÓ, G., PÉREZ, J., FORNÓS, J.J., ANSALDI, D., BORNEMANN, D., FRANGLÉN, N., GRANELL, Á., GAMUNDÍ, P. i ENSEÑAT, J.J. (2020): Sistema Gleda-Camp des Pou (Manacor, Mallorca): estat de la qüestió. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 3: 1-32. Palma.
- GRÜN, R. (1985): *Beiträge zur ESR-Datierung*. Geologisches Institut der Universität zu Köln. Sonderveroeffentlichungen, 59. 157 pàgs. Colònia, Alemanya.
- GRÜN, R. (1986): ESR-dating of a flowstone core from Cova de sa Bassa Blanca (Mallorca, Spain). *Endins*, 12: 19-23. Palma.
- HADES, Equipo (1985): Los espeleotemas freáticos de las cuevas costeras de Mallorca: estado actual de las investigaciones. *Geomorfología litoral y Cuaternario. Homenaje a Juan Cuerda*. Universidad de València. 103-122. València.
- HENNIG, G.J., GINÉS, A., GINÉS, J. i POMAR, L. (1981): Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines. *Endins*, 8: 91-93. Palma.
- HODGE, E.J. (2004): *Palaeoclimate of the Western Mediterranean region: results from speleothems*. Ph. D. Thesis. University of Bristol. 246 pàgs. Inèdit.
- HODGE, E.J., RICHARDS, D.A., SMART, P.L., GINÉS, A. i MATTEY, D.P. (2008): Sub-millennial climate shifts in the western Mediterranean during the last glacial period recorded in a speleothem from Mallorca, Spain. *Journal of Quaternary Science*, 23 (8): 713-718.
- KOPPER, J.S. (1972): Geophysical surveying of cave sites. *Pyrenae*, 8: 7-16. Barcelona.
- KOPPER, J.S. i CREER, K.M. (1973): Cova dels Alexandres, Majorca, Paleomagnetic dating and archeological interpretation of its sediments. *Caves and Karst*, 15 (2): 13-20. Castro Valley, U.S.A.
- LOZANO, R. (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. Excm. Diputación Provincial de Baleares. Imprenta de la Casa de Misericordia. 10-12. Palma.
- LUCIA, G., POLYAK, V.J., GINÉS, J., FORNÓS, J.J., GINÉS, A., ASMEROM, Y. i ONAC, B.P. (2021): Chronology of middle Pleistocene coastal karst evolution and relative sea-level changes in Mallorca. *Journal of Coastal Research*, 37 (2): 408-420. Coconut Creek, USA.
- LUNDBERG, J. i GINÉS, A. (2009): Rillenkarren. In: GINÉS, A.; KNEZ, M.; SLABE, T. i DREYBRODT, W. (eds.) *Karst rock features. Karren sculpturing*. Založba ZRC. Institut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Postojna. Carsologica, 9: 185-210. Ljubljana, Eslovènia.
- MARTEL, É.A. (1897): Sous Terre (neuvième campagne). Cueva del Drach, à Majorque - Scialets du Vercors - Chouruns de Dévoluy. *Annuaire du Club Alpin Français. 23ème année, 1896*. 368-413 + 1 plànol. París.
- MERINO, A., MULET, A., MULET, G., CROIX, A., KRISTOFERSSON, A., GRÀCIA, F., GINÉS, J. i FORNÓS, J.J. (2011a): La Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca). La cavitat de major desenvolupament de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 147-164. Palma.
- MERINO, A., GINÉS, J. i FORNÓS, J.J. (2011b): Evidències morfològiques de processos hipogènics a cavitats de Mallorca. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 165-182. Palma.
- MERINO, A., FORNÓS, J.J. i GINÉS, A. (2011c): Espeleotemes i minerals de les coves de les Illes Balears. In: GRÀCIA, F., GINÉS, J., PONS, G.X., GINARD, A. i VICENS, D. (eds.) *El carst: patrimoni natural de les Illes Balears*. *Endins*, 35 / Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 17: 183-198. Palma.
- MERINO, A., GINÉS, J., TUCCIMEI, P., SOLIGO, M. i FORNÓS, J.J. (2014): Speleothems in Cova des Pas de Vallgornera: their distribution and characteristics within an extensive coastal cave from the eogenetic karst of southern Mallorca (Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 43 (2): 125-142. Tampa, USA.
- MERINO, A., FORNÓS, J.J., MULET, A. i GINÉS, J. (2019): Morphological and mineralogical evidence for ancient bat presence in Cova des Pas de Vallgornera (Llucmajor, Mallorca, Western Mediterranean). *International Journal of Speleology*, 48 (2): 115-131. Tampa, USA.
- MIR, F. i TRIAS, M. (1973): Sobre el karst de la Cova de sa Campana i les seves concrecions excèntriques. *III Simposium Espeleologia*. Escola Catalana d'Espeleologia - Agrupació Científic Excursionista de Mataró. 53-70. Mataró, Barcelona.
- MOTTERSHEAD, D.N.; MOSES, C.A. i LUCAS, G.R. (2000): Lithological control of solution flute form: a comparative study. *Zeitschrift für Geomorphologie N.F.*, 44 (4): 491-512. Berlín.
- NAISH, T.R. i WILSON, G.S. (2009): Constraints on the amplitude of Mid-Pliocene (3.6-2.4 Ma) eustatic sea-level fluctuations from the New Zealand shallow-marine sediment record. *Philos. Trans. R. Soc.*, 367: 169-187.
- ONAC, B.P., FORNÓS, J.J., GINÉS, A. i GINÉS, J. (2005): Mineralogical reconnaissance of caves from Mallorca island. *Endins*, 27: 131-140. Palma.

- PEÑA, P.A. (1882): Apéndice. Plá de las covas de Arta. *Anuari de la Associació d'Excursions Catalana. Any primer 1881*. Tipografia de Jaume Jepús. 313-316 + 1 plànol. Barcelona.
- PLA, V. i VICENS, D. (2000): 25 anys d'Endins, revista de la Federació Balear d'Espeleologia. *Endins*, 23: 155-186. Palma.
- PLOMER, T. i GINÉS, J. (2008): L'Avenc del Puig Caragoler (Escorca, Mallorca). *Endins*, 32: 11-22. Palma.
- POLYAK, V.J., ONAC, B.P., FORNÓS, J.J., HAY, C., ASMEROM, Y., DORALE, J.A., GINÉS, J., TUCCIMEI, P. i GINÉS, A. (2018): A highly resolved record of relative sea level in the western Mediterranean Sea during the last interglacial period. *Nature Geoscience*, 11 (11): 860-864 + 20 pàgs Supl. Londres.
- POMAR, F., GÓMEZ-PUJOL, L., FORNÓS, J.J., DEL VALLE, L. i NOGALES, B. (2017): Limestone biopitting in coastal settings: A spatial, morphometric, SEM and molecular microbiology sequencing study in the Mallorca rocky coast (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Geomorphology*, 276: 104-115.
- POMAR, L. i CALVET, F. (1974): Nota previa sobre el anàlisi comparatiu de elements traza en las aguas de escorrentía superficial, como indicadores de la acción alterante de microorganismos. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 19: 115-138. Palma.
- POMAR, L., GINÉS, A., GINÉS, J., MOYÀ, G. i RAMÓN, G. (1975): Nota previa sobre la petrología y mineralogía de la calcita flotante de algunas cavidades del levante mallorquín. *Endins*, 2: 3-5. Palma.
- POMAR, L., GINÉS, A. i FONTARNAU, R. (1976): Las cristalizaciones freáticas. *Endins*, 3: 3-25. Palma.
- POMAR, L., GINÉS, A. i GINÉS, J. (1979): Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiacuáticos. *Endins*, 5-6: 3-17. Palma.
- PONS-MOYÀ, J., MOYÀ-SOLÀ, S. i KOPPER, J.S. (1979): La fauna de mamíferos de la Cova de Canet (Esporles) y su cronología. *Endins*, 5-6: 55-58. Palma.
- ROBLEDÓ, P.A. (2005): *Los paleocolapsos kársticos en las plataformas carbonatadas del Mioceno superior de Mallorca: análisis geográfico, genético, geológico y evolutivo*. Tesi Doctoral. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. 359 pàgs.
- ROHLING, E.J., FOSTER, G.L., GRANT, K.M., MARINO, G., ROBERTS, A.P., TAMISIEA, M.E. i WILLIAMS, F. (2014): Sea-level and deep-sea-temperature variability over the past 5.3 million years. *Nature*, 508: 477-482. Londres.
- ROVERE, A., PAPPALARDO, M., RICHIANO, S., AGUIRRE, M., SANDSTROM, M.R., HEARTY, P.J., AUSTERMANN, J., CASTELLANOS, I. i RAYMO, M.E. (2020): Higher than present global mean sea level recorded by an Early Pliocene intertidal unit in Patagonia (Argentina). *Communications Earth & Environment*, 1: 68. 10 pàgs.
- SANTANDREU, G., ENSEÑAT, J.J. i GAVIÑO, B. (2020): Les coves litorals de sa Punta –Portocolom– (Felanitx, Mallorca), 1ª part. Descripció, topografia i aspectes geomorfològics. *Papers Soc. Espeleo. Balear*, 3: 93-113. Palma.
- SOCIETAT ESPELEOLÒGICA BALEAR (eds.) (2018): Les Coves del Drac (Manacor, Mallorca). *Papers de la Societat Espeleològica Balear*, 1: 260 pàgs. Palma.
- TRIAS, M. i MIR, F. (1977): Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques. *Endins*, 4: 21-42. Palma.
- TRIAS, M. i RAMON, F. (1999): *Els torrents clàssics de la Serra de Tramuntana*. Miquel Font, Editor. 149 pàgs. Palma.
- TRIAS, M., PAYERAS, C. i GINÉS, J. (1979): Inventari espeleològic de les Balears. *Endins*: 5-6: 89-108. Palma.
- TUCCIMEI, P., GINÉS, J., DELITALA, C., GINÉS, A., GRÀCIA, F., FORNÓS, J.J. i TADDEUCCI, A. (2006): Last interglacial sea level changes in Mallorca island (Western Mediterranean). High precision U-series data from phreatic overgrowths on speleothems. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (1): 1-21. Berlín.
- TUCCIMEI, P., SOLIGO, M., GINÉS, J., GINÉS, A., FORNÓS, J.J., KRAMERS, J. i VILLA, I.M. (2010): Constraining Holocene sea levels using U-Th ages of phreatic overgrowths on speleothems from coastal caves in Mallorca (Western Mediterranean). *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (7): 782-790. Londres.
- TUCCIMEI, P., VAN STRYDONCK, M., GINÉS, A., GINÉS, J., SOLIGO, M., VILLA, I.M. i FORNÓS, J.J. (2011): Comparison of <sup>14</sup>C and U-Th ages of two Holocene phreatic overgrowths on speleothems from Mallorca (Western Mediterranean): Environmental implications. *International Journal of Speleology*, 40 (1): 1-8. Tampa, USA.
- VAN HENGSTUM, P.J., RICHARDS, D.A., ONAC, B.P. i DORALE, J.A. (2015): Chapter 6. Coastal caves and sinkholes. In: SHENNAN, I., LONG, A.J. i HORTON, B.P. (eds.) *Handbook of sea-level research*. American Geophysical Union. John Wiley & Sons, Ltd. 83-103. Chichester, U.K.
- VAN STRYDONCK, M. (2002): Radiocarbon and archaeological evidence for a possible climate-induced cultural change on the Balearic Islands around 2700 BP. *Oxford University School of Archaeology Monograph* 62: 247-262. Oxford.
- VICENS, D. i PLA, V. (2001): L'Equip Mallorquí d'Espeleologia (EME): primer grup espeleològic mallorquí. *Endins*, 24: 113-127. Palma.
- VICENS, D., CRESPI, D., BOVER, P., GINARD, A., VADELL, M. i BARCELÓ, M.A. (2005): Les cavitats de la Serra de na Burguesa. Zona 7: Les Coves del Pilar i les mines de guix (Palma, Mallorca). *Endins*, 27: 47-74. Palma.

- WALDREN, W.H. (1972): Determinación de la edad por medio del C14. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 17: 34-50. Palma.
- WALDREN, W.H. (1992): Radiocarbon and other isotopic age determinations from the Balearic Islands: a comprehensive inventory. *DAMARC*, 26. Deià Archaeological Museum and Research Centre & Donald Baden-Powell Quaternary Research Centre, Oxford University.
- WILL, F. (1880): *Plano de la Cueva del Drach. Situada en el predio Son Moro (Manacor, Isla de Mallorca) propiedad del Sr. Dn. José Ygnacio Moragues. Escala 1/500*. Lit. Catalana. 1 plànol. Palma.

---

Data recepció: 30.05.21

Data revisió: 04.06.21

Revisió acceptada: 05.07.21