

DATACIONES ISOTÓPICAS DE ESPELEOTEMAS FREÁTICOS RECOLECTADOS EN CUEVAS COSTERAS DE MALLORCA (España)

por Joaquín GINÉS y Ángel GINÉS
Grup Espeleològic EST. Palma de Mallorca

Abstract

Coastal caves in Majorca island (Spain) offer a great variety of phreatic speleothems that have recorded pleistocenic Mediterranean sea paleolevels. An extensive absolute dating program, including U-Series and ESR measurements, has been carried out on many majorcan phreatic speleothems located between present-day sea level and +40 meters above.

Ages obtained were ranging from 3.9 ka (postglacial phreatic speleothems situated near the present sea level) to over 300 ka corresponding to high sea levels, related to stages 9 or even 11 of marine oxygen isotope record. These results agree well with a chronological model previously proposed on the basis of altimetric correlation between phreatic speleothems and ancient beach deposits of majorcan coast.

These investigations demonstrate the relevance of chronological studies of phreatic speleothems, in order to establish sea level history during the Middle and Upper Pleistocene.

Resum

Les coves costaneres de Mallorca (Espanya) presenten una notable varietat d'espeleotemes freàtics relacionats amb paleonivells pleistocènics de la mar Mediterrània. Algunes mostres d'espeleotemes freàtics, la situació altimètrica dels quals abraça des de l'actual nivell de la mar fins la cota +40 metres, han estat l'objectiu d'un ample programa de datacions absolutes mitjançant la tècnica U/Th complementada amb mesures d'ESR.

Les edats obtingudes s'estenen des de 3.900 anys (espeleotemes propers al present nivell de la mar) fins edats superiors als 300.000 anys, que corresponen a paleonivells marins alts atribuïbles als estadis 9 o fins i tot 11 del registre marí d'isòtops d'oxigen. Aquests resultats confirmen a grans trets el model cronològic proposat prèviament, en el qual s'establien correlacions altimètriques entre els espeleotemes freàtics de les coves litorals i els dipòsits de platges fòssils de la costa mallorquina.

Al mateix temps s'evidencia la utilitat dels estudis cronològics desenvolupats sobre aquest tipus d'espeleotemes, pel que fa a precisar amb major detall les vicissituds experimentades pel nivell marí durant el Pleistocè Mitjà i Superior.

Introducción

Las áreas kársticas litorales de la isla de Mallorca (España) albergan numerosas cuevas que presentan lagos freáticos establecidos en correspondencia con el actual nivel del Mediterráneo; estos lagos subterráneos salobres se ven claramente afectados por las oscilaciones periódicas de la superficie del mar, como es el caso de las mareas.

En este medio freático controlado por el nivel marino, ocurren hoy en día llamativos fenómenos de de-

posición de carbonatos a la actual cota ± 0 metros s.n.m. Sin embargo, el interés espeleocronológico principal de estos procesos de precipitación de carbonatos está relacionado con el siguiente hecho: antiguas fluctuaciones positivas del mar Mediterráneo (correspondientes a eventos interglaciales) están registradas en el interior de cuevas costeras por medio de alineaciones horizontales de espeleotemas freáticos (GINÉS et al., 1981a). La formación de este tipo de cristaliza-

ciones está ligada a paleoniveles alcanzados por la superficie de las aguas freáticas, de manera simultánea a las oscilaciones glacio-eustáticas marinas. Obviamente, la historia de las fluctuaciones del nivel del mar lleva implícita una componente cronológica que debe ser tenida en cuenta. Desde un punto de vista morfológico y mineralógico, una amplia aproximación a estos fenómenos de deposición de carbonatos puede consultarse en POMAR et al. (1976, 1979) y en GINÉS et al. (1981b).

Algunas cuevas de Mallorca permiten establecer correlaciones altimétricas entre alineaciones de espeleotemas freáticos y antiguos depósitos de playa del Pleistoceno Medio y Superior. En este sentido, fueron efectuadas con anterioridad aproximaciones geomorfológicas a la datación de estas cristalizaciones: hace más de 15 años dábamos cuenta de paleoniveles de espeleotemas freáticos que eran correlacionados con episodios interglaciales Tirrenienses (GINÉS & GINÉS, 1974). La cronología propuesta abarcaba desde tiempos post-Wurmienses hasta edades anteriores al Paleotirreniense (interglacial Mindel-Riss).

En 1981 fue posible comenzar un programa de dataciones isotópicas de espeleotemas freáticos de Mallorca, con vistas a comprobar el modelo cronológico establecido previamente sobre la base del estudio geomorfológico de estas cristalizaciones. Se investigaron espeleotemas cuya ubicación altimétrica abarca desde el actual nivel del mar (de probable edad postglacial) hasta la cota +40 metros s.n.m.; estas últimas muestras pertenecen a niveles marinos altos adscritos presumiblemente al Pleistoceno Medio. Los resultados de este programa de dataciones son presentados en esta nota; no obstante, algunos de los resultados de estas investigaciones han sido publicados ya hace algunos años (HENNIG et al., 1981; GRÜN, 1985; GRÜN, 1986; GINÉS & GINÉS, 1989).

Muestras estudiadas

Se recolectaron muestras de 11 espeleotemas procedentes de 6 cuevas costeras de la isla de Mallorca. Todas las cuevas se caracterizan por la presencia de espectaculares sobrecrecimientos freáticos de carbonatos, depositados alrededor de estalactitas, estalagmitas u otros espeleotemas aéreos.

El encuadre geomorfológico de todos los espeleotemas muestreados está siempre relacionado con la precipitación subacuática de calcita o aragonito en la parte superior de la zona freática, en las inmediaciones del plano de las aguas. La altitud a la que tienen lugar estos procesos viene determinada por las estabilizaciones del nivel marino; estudios espeleocronológicos previos han relacionado la génesis de este tipo de depósitos de cuevas litorales con fluctuaciones positivas del nivel mar ligadas a diversos eventos interglaciales (GINÉS & GINÉS, 1974; GINÉS et al., 1981a).

Con la intención de obtener datos más precisos sobre los paleoniveles interglaciales alcanzados por el Mediterráneo en las áreas kársticas costeras de Mallorca, fueron preparadas selectivamente 19 muestras de los espeleotemas recolectados. Dichas muestras se dataron por medio de la técnica del U/Th, efectuándose también mediciones de ESR. En última instancia se pretendía que este programa de dataciones suministrase información adicional al modelo cronológico sugerido para las complejas estratigrafías de algunas de las cuevas estudiadas (GINÉS & GINÉS, 1986).

Incluimos a continuación tan sólo algunas breves informaciones sobre las muestras datadas y sobre su localización en las cuevas investigadas:

- Sumergida en un lago salobre de la **Cova «A» de Cala Varques** (Manacor), se recolectó un fragmento de una columna rota cuyo extremo superior presentaba un grueso sobrecrecimiento subacuático de calcita, situado aproximadamente en el actual plano de las aguas (ver descripción de la muestra en POMAR, et al. 1979).

Muestra Var1a: parte exterior del sobrecrecimiento freático.

Muestra Var1b: parte interior del sobrecrecimiento freático.

Muestra Var1c: núcleo constituido por una formación estalagmítica depositada durante un descenso del nivel freático, correspondiente a un evento de carácter frío (glaciación).

- Procedentes del techo de una sala de la **Cova des Pont** (Manacor), se recogió un grupo de pequeñas estalactitas y helictitas cubiertas con calcita subacuática. Las estalactitas muestreadas delimitan un antiguo nivel de las aguas freáticas que está situado 2 metros por encima del lago denominado **Llac Victòria** (TRIAS & MIR, 1977).

Muestra Pont9: corresponde a una estalactita con recubrimiento subacuático del nivel mencionado.

- En la **Cova de na Mitjana** (Capdepera), a una altura cercana a 6 metros s.n.m. (GINÉS et al., 1975), se muestreó un conjunto de grandes estalactitas bulbosas que aparece reflejado en la Foto 1. Uno de estos llamativos espeleotemas fue seccionado a la búsqueda del núcleo estalactítico, siendo datado el sobrecrecimiento freático (GINÉS & GINÉS, 1993).

Muestra Mit7a: parte exterior del sobrecrecimiento freático.

Muestra Mit7b: parte interior del sobrecrecimiento freático.

- En la pared oriental de la **Cova des Serral** (Manacor) fue recolectado un fragmento de una abultada banda de nivel subacuática, situada 1,4 metros por encima de la superficie del lago.

Muestra Serr10: fragmento de la mencionada banda de nivel.

Foto 1:

Espectaculares espeleotemas freáticos de la Cova de na Mitjana (Capdepera).



- Algunos paleoniveles freáticos aparecen en las **Coves Petites** (Capdepera) en forma de estalactitas bulbosas (Foto 2) y, asimismo, como amplias bandas de nivel localizadas a diferentes alturas superiores a 30 metros s.n.m. (GINÉS, 1973; GINÉS & GINÉS, 1993). Se recogió una muestra de cada tipo.

Muestra Peti5: sobrecrecimiento freático alrededor del extremo de una estalactita.

Muestra Peti6: banda de nivel sobre las paredes de la sala inferior.

- En la **Cova de sa Bassa Blanca** (Alcúdia) una gran cantidad de espeleotemas freáticos cubren la mayor parte del suelo, paredes y techo de la cavidad; siendo la característica más destacable de esta cueva la existencia de hasta 13 niveles de espeleotemas freáticos, fáciles de reconocer a lo largo de las paredes de sus salas. Estos paleoniveles se distribuyen entre +35 metros y la actual cota de la superficie de sus lagos, tal como ha sido descrito y explicado por GINÉS & GINÉS (1974), GINÉS et al. (1981a) y POMAR et al. (1987). Intentando comprobar la interpretación geomorfológica que correlaciona las bandas de espeleotemas freáticos con los paleoniveles marinos interglaciales, 5 espeleotemas se recogieron a diferentes altitudes: un grueso sobrecrecimiento parietal situado cerca de 7 metros s.n.m. el cual fue sondeado horizontalmente hasta una profundidad de 2 metros; 3 estalactitas con sobrecrecimientos calcíticos, pertenecientes a la primera sala de la cueva, a una altura superior a 30 metros s.n.m.; y finalmente, una estalactita con recubrimiento aragonítico freático obtenida en los pasajes inferiores de la cavidad.

Estos 5 espeleotemas fueron seccionados para obtener las siguientes 10 muestras estudiadas:

Muestra SBB28: trozo de sobrecrecimiento parietal, del testigo procedente del sondeo (3-6 cm. de profundidad).

Muestra SBB29: trozo de sobrecrecimiento pa-

rietal, del testigo procedente del sondeo (21-25 cm. de profundidad).

Muestra SBB30: trozo de sobrecrecimiento parietal, del testigo procedente del sondeo (41-47 cm. de profundidad).

Muestra SBB31: trozo de sobrecrecimiento parietal, del testigo procedente del sondeo (155-158 cm. de profundidad).

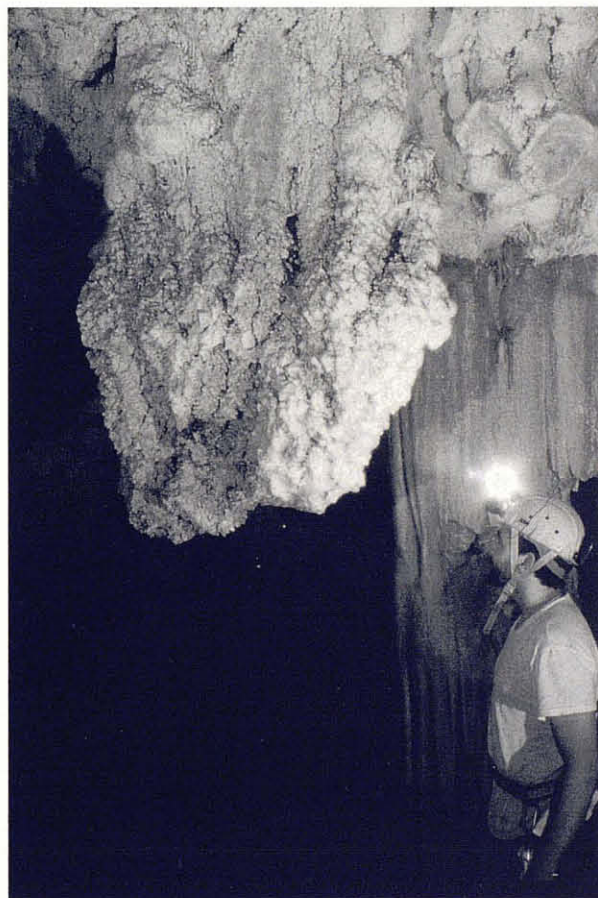


Foto 2: Coves Petites (Capdepera). Espeleotemas freáticos localizados en la sala superior de la cavidad.

Localidad	Número de la muestra	Altura sobre el nivel marino (m)	U [ppm]	Th [ppm]	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Edad calculada y error estándar (ka)
Cv. Cala Varques	<i>Var1a</i>	0	0.38±0.01	—	1.503±0.049	0.035±0.004	—	3.4-4.3
Cv. Cala Varques	<i>Var1b</i>	0	0.46±0.01	—	1.689±0.051	0.048±0.004	—	4.9-5.8
Cv. Cala Varques	<i>Var1c*</i>	-1	0.26±0.01	—	1.292±0.044	0.388±0.029	—	47.3-57.4
Cv. des Pont	<i>Pont9</i>	2	0.278±0.006	0.005±0.000	1.456±0.029	0.064±0.002	13.7±2.1	6.3-6.9
Cv. na Mitjana	<i>Mitj7a</i>	6	0.048±0.001	0.017±0.003	1.065±0.026	0.946±0.057	8.54±1.89	275?
Cv. na Mitjana	<i>Mitj7b</i>	6	0.189±0.003	0.001±0.001	1.022±0.015	0.563±0.014	41.42±5.04	84-92
Cv. des Serral	<i>Serr10</i>	1.4	0.233±0.005	0.001±0.001	1.487±0.025	0.663±0.015	733.3±733.3	105-113
Cvs. Petites	<i>Peti5</i>	40	0.046±0.003	0.038±0.005	1.206±0.107	0.993±0.083	4.45±0.60	>205
Cvs. Petites	<i>Peti6</i>	30	0.130±0.008	0.031±0.008	1.118±0.081	1.039±0.090	14.88±4.00	>187
Cv. sa Bassa Blanca	<i>SBB28</i>	7	4.46	0.06	1.08±0.03	0.91±0.04	—	210-299
Cv. sa Bassa Blanca	<i>SBB29</i>	7	0.41	0.02	1.08±0.06	0.88±0.05	—	184-274
Cv. sa Bassa Blanca	<i>SBB30</i>	7	0.25	0.01	1.17±0.07	1.08±0.07	—	>326?
Cv. sa Bassa Blanca	<i>SBB31</i>	7	0.30	0.01	1.07±0.06	0.89±0.05	—	187-295
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass2</i>	30-35	0.20±0.01	—	1.060±0.060	0.895±0.054	—	>187
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass3a</i>	30-35	0.17±0.01	—	1.081±0.045	1.630±0.093	—	>350?
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass3b*</i>	30-35	0.21±0.01	—	1.097±0.049	0.982±0.045	—	>255
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass3r*</i>	30-35	0.244±0.007	0.168±0.011	1.011±0.029	1.205±0.052	5.39±0.32	>235
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass4</i>	30-35	0.22±0.01	—	1.059±0.024	1.000±0.052	—	>285
Cv. sa Bassa Blanca	<i>Bass8a</i>	<30	0.886±0.019	0.032±0.004	1.064±0.017	1.072 0.029	96.3±12.6	>310

* Espeleotemas aéreos.

Tabla I: Resultados de las dataciones efectuadas mediante el método U/Th.

Muestra Bass2: sobrecrecimiento freático de calcita sobre núcleo estalactítico.

Muestra Bass3a: parte exterior de un sobrecrecimiento de calcita sobre estalactita.

Muestra Bass3b: núcleo estalactítico del mismo espeleotema que la muestra anterior.

Muestra Bass3r: datación repetida de la misma estalactita que la muestra 3b.

Muestra Bass4: sobrecrecimiento freático de calcita sobre estalactita.

Muestra Bass8a: sobrecrecimiento de aragonito sobre el extremo de estalactita.

Resultados de las dataciones

La Tabla I resume los resultados del programa de dataciones, tal como nos han sido comunicados por HENNIG (com. pers. 1981-1988). No es objeto de esta nota la discusión técnica de los análisis efectuados; nos limitaremos a hacer algunos comentarios concernientes a la correlación postulada entre espeleotemas freáticos y niveles marinos interglaciales (Figura 1).

Dos de los espeleotemas freáticos datados, procedentes de la **Cova des Pont** y de la **Cova «A» de Cala Varques** respectivamente, son de edad claramente post-glacial. El primero de ellos nos documenta un nivel marino algo elevado (+2 metros) con una antigüedad de alrededor de 6.600 años; mientras tanto, el segundo registra una estabilización del plano de las aguas freáticas a una cota similar a la actual, aportando unas edades que van de los 3.900 a los 5.400 años. La datación de la muestra *Var1c* arroja una cro-

nología de aproximadamente 52.000 años, que correspondería a la última glaciación (Würm); hay que tener en cuenta, que esta muestra procede de una estalagmita aérea sumergida hoy en día en los lagos de la cueva, y cuya génesis precisa de un acontecimiento regresivo de carácter frío (estadio paleoclimático 3 de SHACKELTON & OPDYKE, 1973).

El espeleotema analizado de la **Cova de na Mitjana** nos proporciona una edad en torno a los 88.000 años, para un paleonivel marino situado a +6 metros sobre su cota actual; este episodio se correspondería con los depósitos atribuidos en Mallorca al Neotirreniense. La muestra en cuestión queda incluida con claridad en el estadio 5 del registro marino de isótopos de oxígeno (SHACKELTON & OPDYKE, 1973). Conviene mencionar que la muestra *Mitj7a* ha sufrido pérdidas post-deposicionales de Uranio; por esta razón la edad obtenida para la parte exterior de este espeleotema es totalmente inconsistente.

La datación de la muestra recolectada en la **Cova des Serral** (+1,4 metros s.n.m.) arroja una edad situada entre 105.000 y 113.000 años, que se corresponde asimismo con el estadio 5 del registro marino profundo, en concreto con el subestadio 5e. Este evento se correlaciona con algunos de los yacimientos con fauna termófila atribuidos al Eutirreniense, si bien este complejo piso incluiría en Mallorca también localidades situables cronológicamente en el estadio 7 de SHACKELTON & OPDYKE.

Las muestras de la **Cova de sa Bassa Blanca** y de las **Coves Petites** presentan por regla general relaciones isotópicas muy cercanas a la unidad, por lo cual en la mayoría de los casos tan sólo es posible

Edad [años]	Estadios del registro marino de isótopos de oxígeno SHACKELTON & OPDYKE, 1973	Glaciaciones alpinas	Terminología marina mediterránea	Terminología del Tirreniense mediterráneo ibérico ZAZO & GOY, 1989	Terminología nord-europea	Terminología nord-americana	Terminología marina de Marruecos occidental
0	1	Post-glacial	Versiliense (Flandriense)	Tirreniense IV Tirreniense III [95 ka] Tirreniense II [128 ka] Tirreniense I [180 ka]			Mellahien
	2	WÜRM			Weichselian	Wisconsinian	
	3						
	4		Neotirreniense (T. IV)				
100.000	5	Interglacial Riss-Würm	Neotirreniense (T. III)		Eemian	Sangamon	Ouljien
	6		Eutirreniense (T. II) (Monastiriense)				Rabatie
200.000	7	RISS			Saalian	Illinoian	
	8						
300.000	9	Interglacial Mindel-Riss	Paleotirreniense (T. I)		Holsteinian	Yarmouth	Anfatien
	10						
400.000	11	MINDEL	Siciliense II (Milazziense)		Elsterian	Kansan	

Tabla II: Episodios climáticos y paleoniveles marinos del Pleistoceno Medio y Superior: tabla de correspondencias entre las distintas terminologías de uso habitual (entre paréntesis se incluyen sinónimos de algunos de los eventos). Los estadios del registro marino de isótopos de oxígeno que implican un nivel del mar igual o superior al actual se han representado rayados.

dar una edad mínima siempre superior a los 200.000 años. Obviamente estas muestras se sitúan ya en los límites de resolución del método U/Th, perteneciendo como mínimo al estadio 7 del registro marino. Mediciones de ESR efectuadas por GRÜN (1985, 1986) y por HENNIG (com. pers. 1982, 1984) sugieren una edad sustancialmente mayor de 350.000 años para algunos de los espeleotemas recolectados en la **Cova de sa Bassa Blanca**; de este modo se confirma la cronología propuesta en su día que situaba estas cristalizaciones cuando menos en el episodio interglacial Paleotirreniense (estadio 9).

Con el fin de clarificar en la medida de lo posible estas interpretaciones cronológicas, se incluyen en la Tabla II las correspondencias entre las distintas terminologías de uso habitual al hacer referencia a los estadios climáticos y paleoniveles marinos del Pleistoceno Medio y Superior.

Conclusiones

Por medio de las técnicas del U/Th han sido datadas 19 muestras de espeleotemas recolectados en cuevas costeras de Mallorca, asociadas todas ellas con paleoniveles freáticos controlados por la posición altimétrica de la superficie de las aguas marinas. Las edades obtenidas abarcan desde 3.900 años (espeleotemas freáticos post-glaciales situados cerca del presente nivel del mar) hasta más de 300.000 años que corresponden a antiguas estabilizaciones del Me-

diterráneo a cotas más o menos elevadas (Figura 1).

Los espeleotemas que han suministrado edades inferiores a los 250.000 años están en buena concordancia con las edades previsibles a partir del registro marino de isótopos de oxígeno del sondeo V28-238 (SHACKELTON & OPDYKE, 1973), estando relacionados con claridad con los estadios 1, 5 y 7 (estadios de nivel marino más elevado que el actual).

Los espeleotemas freáticos más antiguos, que se localizan a cotas elevadas (superiores a +30 metros s.n.m.), no han aportado datos que contradigan el modelo geomorfológico propuesto de crecimiento freático de carbonatos durante episodios cálidos anteriores a la glaciación Riss.

Las mediciones de ESR y las dataciones de U/Th efectuadas sobre los espeleotemas antiguos de la **Cova de sa Bassa Blanca**, así como los resultados y la localización altimétrica de las muestras de las **Coves Petites**, parecen sugerir edades de formación de espeleotemas freáticos superiores a los 350.000 años, pudiendo pertenecer algunos de ellos tal vez al estadio 9 e incluso a los estadios 11 o 13 del registro marino profundo.

Agradecimiento

Los autores estamos en deuda con la memoria de nuestro desaparecido colega y amigo Dr. Gerd J. HENNIG (1950-1992) quien hizo posible con su eficiencia y amabilidad este programa de dataciones.

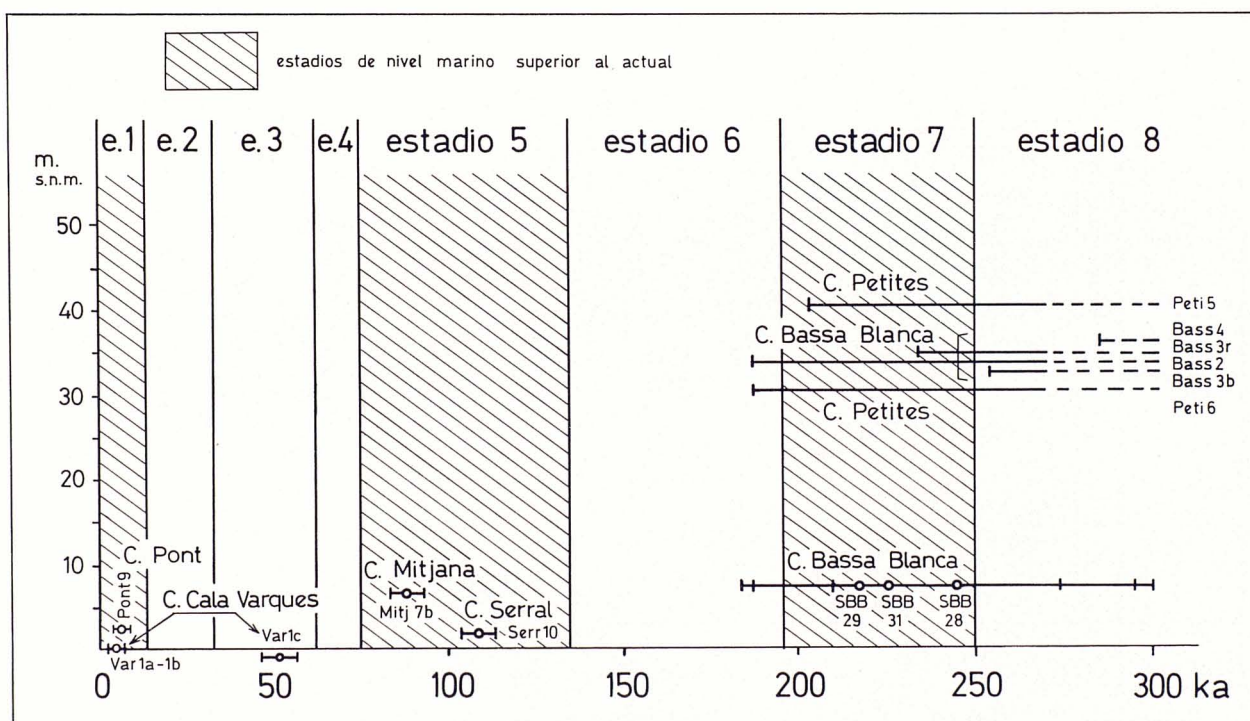


Figura 1: Resultados del programa de dataciones, referenciados al registro marino de isótopos de oxígeno (SHACKELTON & OPDYKE, 1973).

Bibliografía

- GINÉS, A. (1973): «Sobre el posible hallazgo de formaciones de edad Milaziense en Ses Coves Petites (Canyamel)». *III Symposium Espeleología. Comunicaciones*. 87-91. Mataró.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1974): «Consideraciones sobre los mecanismos de fosilización de la Cova de Sa Bassa Blanca y su paralelismo con las formaciones marinas del Cuaternario». *Bol. Soc. Hist. Nat. Baleares*. 19: 11-28. Palma de Mallorca.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1986): «On the interest of speleochronological studies in karstified islands. The case of Mallorca (Spain)». *Comunicaciones 9.º Congreso Internacional de Espeleología*. 1: 297-300. Barcelona.
- GINÉS, A. & GINÉS, J. (1989): «Absolute dating of phreatic speleothems from coastal caves of Mallorca (Spain)». *Proceedings 10th International Congress of Speleology*. 1: 191-193. Budapest.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & PONS-MOYÀ, J. (1975): «Nuevas aportaciones al conocimiento morfológico y cronológico de las cavernas costeras mallorquinas». *Speleon*. Monografía I. *V Symposium de Espeleología. Cuaternario*. 49-56. Barcelona.
- GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981a): «Phreatic speleothems in coastal caves of Majorca (Spain) as indicators of Mediterranean Pleistocene paleolevels». *Proceedings Eighth International Congress of Speleology*. 533-536. Bowling Green.
- GINÉS, J. & GINÉS, A. (1993): «Speleochronological approach to some coastal caves from Cap Vermell area in Mallorca island (Spain)». *XI International Congress of Speleology*. 56-59. Pekín.
- GINÉS, J.; GINÉS, A. & POMAR, L. (1981b): «Morphological and mineralogical features of phreatic speleothems occurring in coastal caves of Majorca (Spain)». *Proceedings Eighth International Congress of Speleology*. 529-532. Bowling Green.
- GRÜN, R. (1985): «Beiträge zur ESR-Datierung». *Geologisches Institut der Universität zu Köln. Sonderveröffentlichungen*. 59. 157 pp. Köln.
- GRÜN, R. (1986): «ESR-Dating of a flowstone core from Cova de Sa Bassa Blanca (Mallorca, Spain)». *Endins*. 12: 19-23. Palma de Mallorca.
- HENNIG, G. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J. & POMAR, L. (1981): «Avance de los resultados obtenidos mediante datación isotópica de algunos espeleotemas subacuáticos mallorquines». *Endins*. 8: 91-93. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & FONTARNAU, R. (1976): «Las cristalizaciones freáticas». *Endins*. 3: 3-25. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; GINÉS, A. & GINÉS, J. (1979): «Morfología, estructura y origen de los espeleotemas epiaquáticos». *Endins*. 5-6: 3-17. Palma de Mallorca.
- POMAR, L.; RODRÍGUEZ, A.; FORNÓS, J. J.; GINÉS, A.; GINÉS, J.; FONT, A. & MORA, A. (1987): «Phreatic speleothems in coastal caves: a new method to determine sea-level fluctuations». In C. ZAZO (Ed.) *Late Quaternary sea-level changes in Spain*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. C.S.I.C. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*. 10: 197-224. Madrid.
- SHACKELTON, N. J. & OPDYKE, N. D. (1973): «Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes of a 10⁵ year and 10⁶ year scale». *Quaternary Research*. 3: 39-55.
- TRIAS, M. & MIR, F. (1977): «Les coves de la zona de Can Frasquet - Cala Varques». *Endins*. 4: 21-42. Palma de Mallorca.
- ZAZO, C. & GOY, J. L. (1989): «Sea-level changes in the Iberian peninsula during the last 200.000 years». In D. B. SCOTT et al. (Eds.) *Late Quaternary Sea-Level Correlation and Applications*. Kluwer Academic Publishers. 27-39. Dordrecht.