

# Una puesta fósil de tortuga terrestre en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, archipiélago Balear)

Eduard FILELLA-SUBIRÀ\*, Zenó GÀSSER-CASANOVAS\*\*,  
Joan GARCIA-PORTA\*\*\* y Joan Antoni FERRER-FERRER\*\*\*\*

## ABSTRACT

FILELLA-SUBIRÀ, E., GÀSSER-CASANOVAS, Z., GARCIA-PORTA, J. and FERRER-FERRER, J.A. A Pleistocene tortoise fossil nest from Formentera (Pitiüses Islands, Balearic Archipelago).

A fossil clutch from the Pleistocene of Pujol d'es Fum (Formentera, Balearic Islands) is studied. From its structure, egg morphology and eggshell microstructure, belonging to the ootaxon *Testudoolithus*, it is attributed to a tortoise. According to the present-day testudinids correlation between egg width and caparace length, this tortoise caparace is estimated to be less than 78.9 cm long. Stratigraphical data and palaeoecological evidence indicate a retrodunar environment of Upper Pleistocene age. The tortoise could have been related to another giant form previously found in Eivissa.

**Key words:** Tortoise fossil eggs, semigiant testudinid, Upper Pleistocene, Balearic Islands, Spain.

## RESUMEN

Se presenta el estudio de un nido fósil, con presencia de huevos, hallado en el mes de Julio de 1996 en el acantilado de Es Pujol d'es Fum de la isla de Formentera (Islas Pitiusas, Archipiélago Balear). Por la estructura del nido, la morfología de los huevos y la microestructura de la cáscara, se le atribuye a una tortuga de tierra, ootaxa *Testudoolithus*. Por la correlación entre la anchura de los huevos con la longitud del espaldar en los testudínidos, se estima perteneciente a una tortuga terrestre semigigante, de 78,9 cm como máximo. Los datos estratigráficos, los gasterópodos fósiles y los indicios paleoecológicos, sugieren que se trataba de un ambiente retrodunar terrestre del Pleistoceno superior. Atendiendo a los datos actuales parece ser la misma forma de quelonio hallada en el Pleistoceno de Ibiza en 1980.

**Palabras Clave:** Huevos fósiles de tortuga, testudínido semigigante, Pleistoceno superior, Islas Baleares, España.

---

\*Passeig de Sant Joan, 27, 1r 1a, E-08010-Barcelona, Espanya (E-mail: efilella@worldonline.es).

\*\*Museu Geològic del Seminari. C/ Diputació 231, E-08007-Barcelona, Espanya.

\*\*\*Església 71, 1r, E-08901-L'Hospitalet de Llobregat, Espanya. (E-mail: jgarciaporta@yahoo.es).

\*\*\*\*Centre d'Estudis Eivissencs. C/ Pere Francés, 12, E-07800-Eivissa, Espanya.

## INTRODUCCIÓN

A mediados de Julio de 1996 J.A. Ferrer descubrió dos huevos fósiles en una de las rocas sueltas amontonadas al pie de un acantilado cerca del lugar conocido como Es Pujol d'es Fum (U.T.M. 31SCC6085), situado en la costa oeste de la isla de Formentera, a 1 Km al norte de Cala Saona. La isla de Formentera, con una extensión de 77 Km aproximadamente, pertenece, junto con Eivissa (Ibiza) al conjunto insular denominado Pitiuses y está situada en el extremo sur-occidental del archipiélago balear (Mediterráneo Occidental) (Figura 1). Los huevos estaban erosionados en su tercio longitudinal e integrados en una roca suelta. Se extrajo la porción de ésta que sustentaba a los huevos. Z. Gàsser y J.A. Ferrer visitaron después el yacimiento e inspeccionaron el acantilado. En la pared vertical inmediatamente superior, a unos 4 m sobre el nivel del mar, hallaron tres huevos más en sección transversal. Se comprobó que el nido estaba situado en una gran lasca desprendida unos 25 cm verticalmente de la pared del acantilado. De la citada lasca se extrajo un fragmento de unos 30 x 30 x 30 cm, conteniendo el nido. Al limpiarlo apareció un cuarto huevo. El hallazgo, acompañado de un breve estudio preliminar, se presentó en el IV Congresso Luso-Espanhol y VIII Congreso español de Herpetología en Oporto (Filella *et al.*, 1996).

El material está depositado en el *Museu de la Naturalesa de les illes Balears* de Palma de Mallorca (Nº de registro 48267 y 48268).

## ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Buckman (1860) y Meyer (1860) dieron a conocer por primera vez huevos fósiles de quelonios. Desde aquellas descripciones, casi exclusivamente basadas en morfología externa, se han sucedido descubrimientos en África, Eurasia y Norteamérica (Hirsch, 1994) y se han ido aplicando metodologías de análisis ultraestructural, microestructural y composicional. De forma paralela se ha creado, junto con otros amniotas, una parataxonomía ahora en pleno desarrollo (Mikhailov, 1997). En el Jurásico medio de Portugal se registran las cáscaras más antiguas, probablemente, atribuibles a quelonios (Kohring, 1990a). Se han documentado también en el Cretácico inferior de Teruel, España (Kohring 1990b), en el Cretácico medio y superior de Inglaterra (Hirsch, 1983) y Francia (Masse, 1989), el Paleoceno de Bélgica (Schleich *et al.*, 1988), el Oligoceno de Gaimershein, Alemania (Schleich *et al.*, 1988) y el Mioceno inferior y medio de Francia (Kohring 1993) y de Alemania (Schleich *et al.*, 1988). En el estado español cabe citar también los huevos miocenos y pliocenos hallados en las Islas Canarias (Macau, 1958; López-Jurado, 1985; Hirsch & López-Jurado, 1987; Rothe & Klemmer, 1991 y Hutterer *et al.*, 1998). El hallazgo del que nos ocupamos en este artículo es el primero señalado en el Pleistoceno europeo y uno de los pocos conocidos fósiles donde además es posible apreciar la estructura de nido que conforman los huevos.

Hasta el momento, los únicos restos conocidos de quelonios fósiles pitiusesos son, además de éstos, los hallados en la isla de Ibiza: en Sant Antoni de Portmany (Ses Fontanelles), en Santa Eulària en la cueva de Na Reia (Bour, 1985) y en Es Pouàs de las

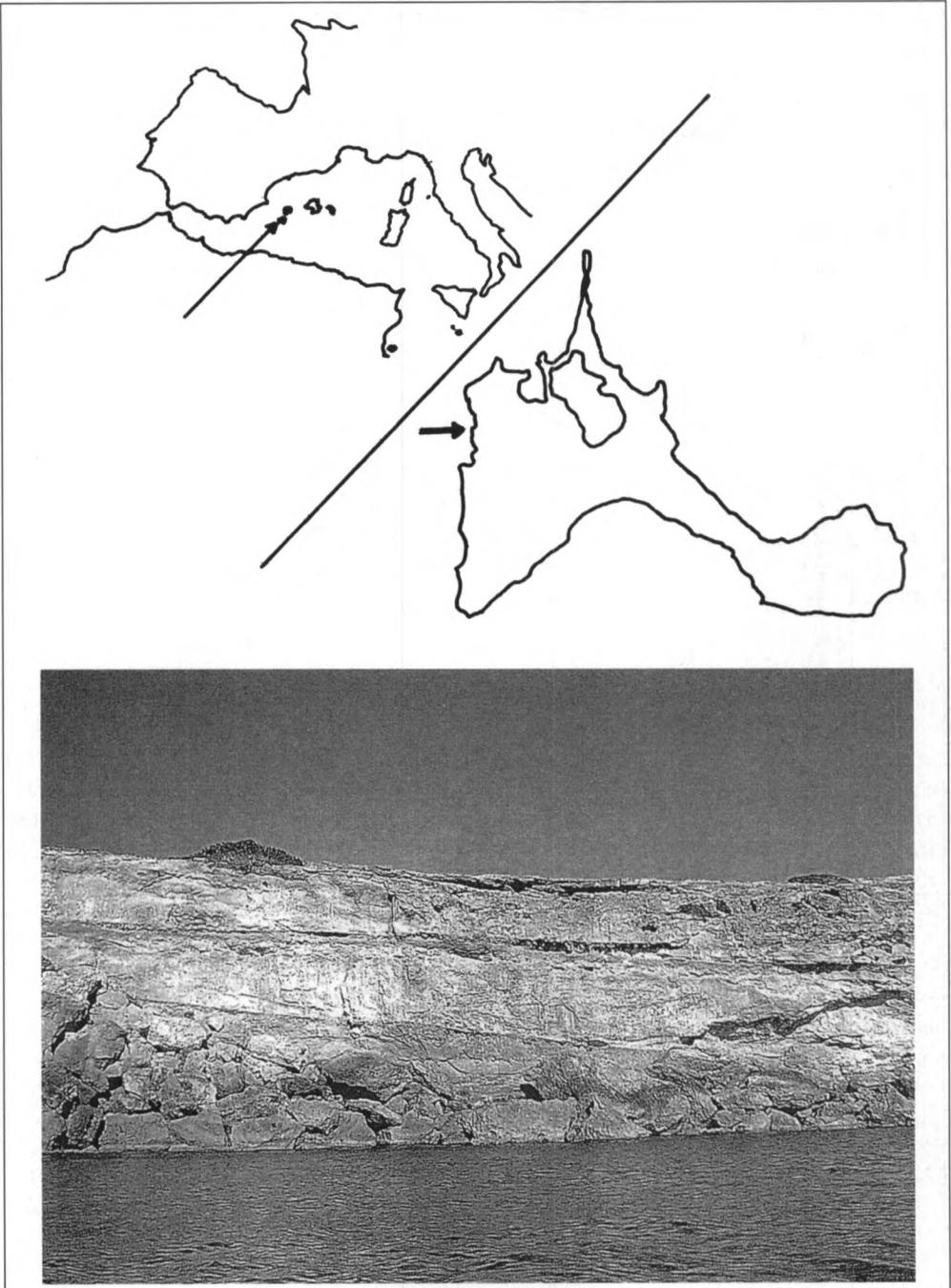


Fig. 1. Isla de Formentera en el contexto del Mediterráneo Occidental (la flecha indica el lugar del yacimiento).

Fig. 1. Formentera island in the context of Western Mediterranean (the arrow indicates the outcrop).

canteras de Can Bassora (Guillem X. Pons, com. pers.); los de Na Reia son atribuidos a una tortuga semigigante de unos  $52 \pm 4$  cm, igualmente pleistocena (Bour, 1985).

El objeto de este trabajo es presentar los resultados del estudio morfológico, morfométrico, microestructural, estratigráfico del hallazgo y proponer algunas hipótesis taxonómicas y biogeográficas derivadas del hallazgo

## ESTRATIGRAFÍA Y FAUNA

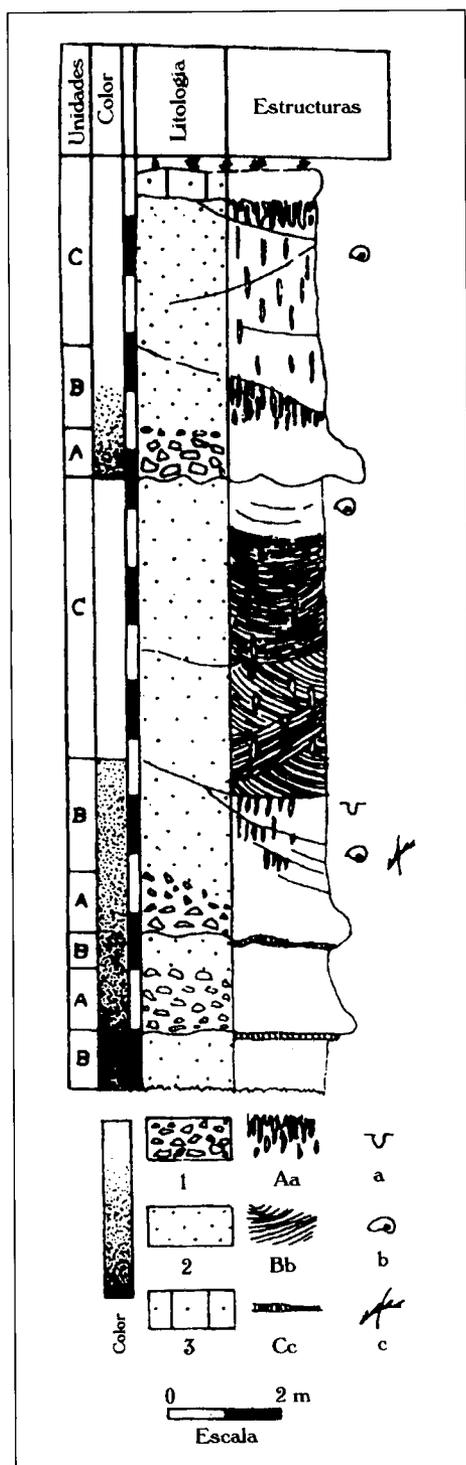
El acantilado donde se ubica el yacimiento mide aproximadamente 14-16 m de altura. El material desprendido y acumulado en la parte inferior dificulta observar con precisión el piso más basal, que, por investigaciones practicadas en lugares próximos (el acantilado de Es Caló d'En Trull y un pozo excavado a 1 Km tierra adentro), se podría atribuir a calizas detríticas del Tortoniense (Mioceno). Sobre éstas se encuentran directamente los materiales cuaternarios, que forman en su mayor parte el acantilado visible. Rangheard (1968) menciona que en esta isla, ausente el Plioceno, el Cuaternario se asienta directamente sobre el Mioceno. La columna estratigráfica correspondiente al yacimiento (Fig. 2) ha sido descrita con detalle por Abad *et al.* (1998), en cuyo trabajo puede encontrarse una recopilación de los antecedentes geológicos y paleontológicos de la isla. Resumimos seguidamente los aspectos principales de estructura, litología, potencias, color y unidades distinguibles en el acantilado.

A) En la base se encuentran niveles de brechas *clast supported a matrix supported*, granodecrecientes, constituidas por elementos locales (marés, marés negro y rocas carbonatadas) cuyo tamaño puede superar los 5 cm de diámetro mayor. La matriz es arenosa y de la misma naturaleza del marés (calcarenitas formadas por restos de algas, caparzones de diversos organismos marinos, etc.). Suelen estar bien cimentadas. La base de esta unidad es erosiva; suele encontrarse tapizando este contacto una costra ferruginizada.

B) Insensiblemente, las brechas de la unidad anterior pasan verticalmente a marés de grano medio, bien cimentado, masivo o con estratificación cruzada poco patente. Son observables en esta unidad numerosas rizocrecciones que en algún caso alcanzan los 40 cm. Se hallan dispersos en su interior moldes de helícidos terrestres y fragmentos de concha de moluscos marinos. En la parte superior de una capa de esta unidad litológica se encuentra el nido con huevos de tortuga. Como fauna asociada se han identificado *Trochoidea (Xerocrassa) ebussitana* (Hidalgo 1869), *Trochoidea (Xerocrassa) caroli* (Dorn & Heynemann, 1862), restos troceados de conchas marinas y, a pocos centímetros de los huevos, un contramolde de *Trochoidea (Xerocrassa)* sp.

Tanto A como B se hallan fuertemente rubificadas.

C) Marés de color crema, de grano medio, integrado por numerosos fragmentos de algas, foraminíferos, y granos de diversa naturaleza, poco o nada cimentados, con una fuerte porosidad interparticular. Se hace patente en el interior de la unidad estratificación cruzada *trough*, con capitas de orden centimétrico. El contacto con la unidad inferior es erosivo, aunque de granometría planar. La medida de inclinación de



los sets indica que la sedimentación fue originada por una corriente de dirección  $N 80^{\circ} E$ . No faltan en su interior las rizocreciones, que suelen ser más alargadas que en la unidad anterior. En la unidad C superior se han identificado *Trochoidea (Xerocrassa) ebussitana* (Hidalgo 1869), *Trochoidea (Xerocrassa) caroli* (Dorn & Heynemann, 1862) y restos cretosos troceados de moluscos marinos (*Chlamys* sp.); en la unidad C inferior, *Trochoidea (Xerocrassa) ebussitana* (Hidalgo 1869), *Iberellus pityusensis* (Bofill & Aguilar-Amat 1924) y *Tudorella ferruginea* (Lamarck, 1823).

D) A techo de las unidades B y C aumentan las rizocreciones y finalmente pasan a una costra carbonática que alcanza un grosor de 30 a 40 cm.

Fig. 2. Columna estratigráfica del yacimiento. Color: de arriba abajo del rectángulo y progresivamente, de rojo a crema; Litología: 1 = brechas, 2 = marés (calcarenita), 3 = costra carbonatada; Estructuras: Aa = rizocreciones, Bb= estratificación cruzada through, Cc = costra limonítica; Paleontología: a= nido con huevos de tortuga, b= helicidos, c = fragmentos de conchas marinas.

Fig. 2. Outcrop's log. Colour: from top to bottom the rectangle and gradually from red to light brown; Lithology: 1 = Breccias, 2 = "marés" (calcareenites), 3 = carbonated crust; Structures: Aa = rizocrecions, Bb = through cross-bedding, Cc = limonitic crust; Palaeontology: a= tortoise nest, b = helicids, c = fragments of marine shells.

## INTERPRETACIÓN

Las brechas basales de la unidad A se formaron a partir de la destrucción de las unidades de anteriores secuencias. Los clastos de marés y la matriz proceden de la destrucción de la unidad B y C; los carbonatados son restos de costras de la unidad D, rizocrecciones y restos removilizados de esta unidad. El marés negro no ha podido ser observado *in situ*; al golpe de martillo, estos clastos desprenden un fuerte olor fétido. En la laguna actual del Estany Pudent, de esta isla, se puede observar que las arenas del fondo están fuertemente cargadas de materia orgánica de color oscuro: tal vez haya sido éste el origen del marés negro una vez cimentado. El transporte de los clastos fue mínimo, dada su angulosidad; quizás se debió a la acción de algún torrente local y de corto curso.

El marés de la unidad B se debería a la erosión del marés de la unidad C (apenas cimentado) por parte de los mismos agentes que originaron las brechas (paso vertical insensible de la unidad A a la B). Sobre su parte superior, expuesta a la intemperie, se desarrolló una vegetación arbustiva y arbórea, cuyas raíces fueron las responsables de las rizocrecciones, que favoreció el desarrollo de una pequeña comunidad de helícidos (aunque no hay que descartar que una parte de ellos hubiesen sido sedimentados juntamente con esta unidad). El aumento de las condiciones de aridez facultó la rubificación de estos materiales y la formación de las costras carbonatadas de la unidad D. Cuando la cobertera vegetal desapareció, se produjo la erosión y el desmantelamiento total o parcial de todas las unidades de la secuencia. La destrucción de la cobertera vegetal pudo ocurrir, no obstante, por la invasión de dunas representadas por el marés de la unidad C. Su composición casi exclusiva de partículas de origen marino procede de la removilización por el viento de arenas de playas cercanas. Estas dunas eran detenidas finalmente y la vegetación las terminaba consolidando.

Una tortuga terrestre eligió la superficie de una unidad B para nidificar, pero los huevos nunca eclosionaron y el nido fue recubierto por una duna de la unidad C.

## DATACIÓN DEL YACIMIENTO

La serie descrita no contiene fósiles característicos que permitan precisar su edad. Por correlación con otros yacimientos de la isla puede atribuirse al Tirreniense (Abad *et al.*, 1998). La presencia de *Tudorella ferruginea*, especie de extinción reciente en las Pitiusas (Paul & Altaba, 1992), induce a pensar que el yacimiento data de finales del Pleistoceno.

Con el fin de precisar la edad del yacimiento donde se hallaba el nido de tortuga, se evaluaron las posibilidades de datar distintos materiales por el método radiométrico basado en el desequilibrio de la serie de desintegración del Uranio-238. Se solicitó la datación al *Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, CSIC* de Barcelona. La técnica requiere una muestra de 20 g de material (cantidad equivalente a la cáscara de un huevo) y, por razones obvias, se desestimó su utilización. Al no disponer de ningún otro depósito sinsedimentario, y con intención de determinar una edad previa y posterior a la puesta, se decidió muestrear restos carbonáticos por debajo y por enci-

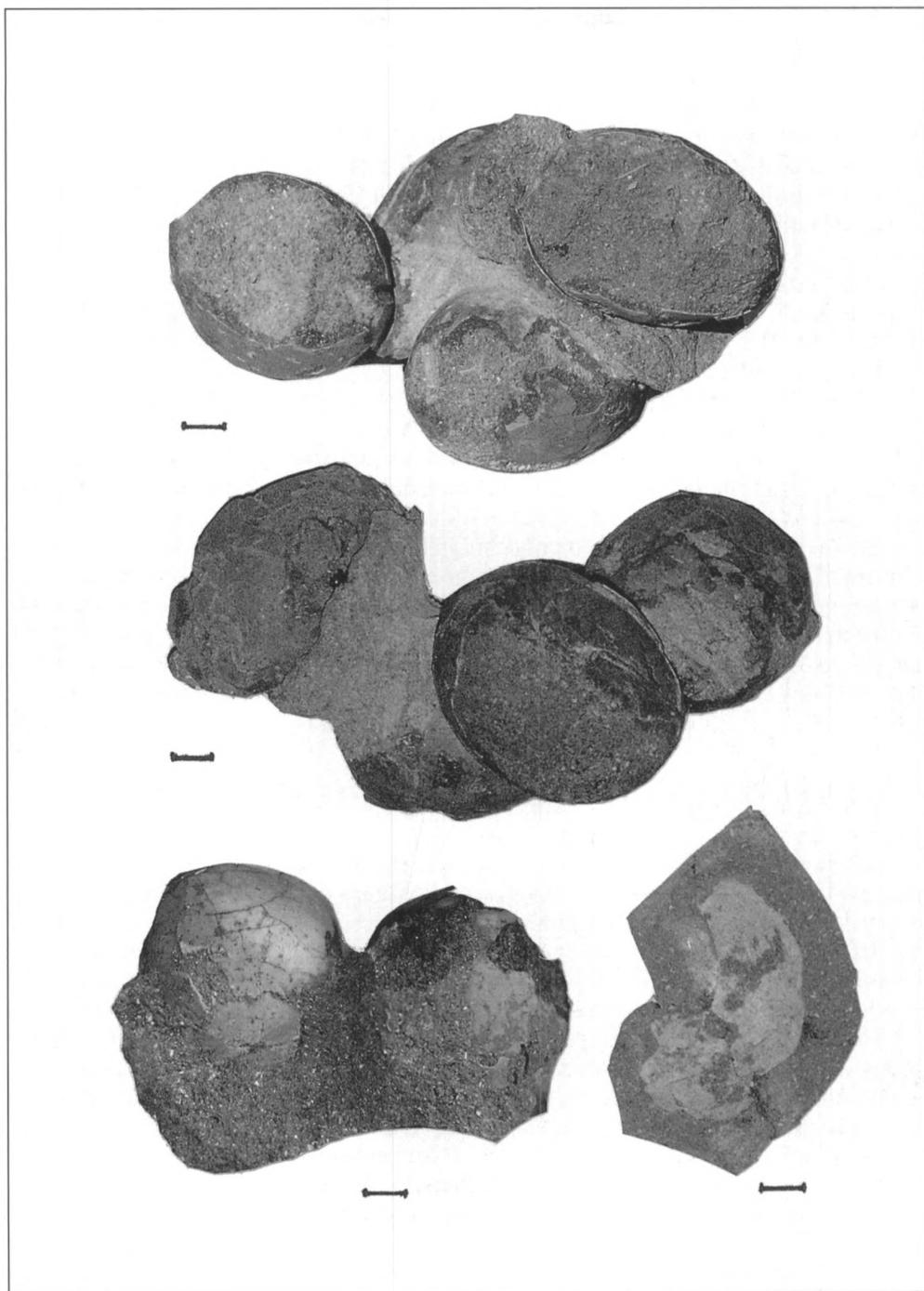


Fig. 3. Conjunto desmontado de los ejemplares de huevos fósiles, los segmentos equivalen a 1 cm.

Fig. 3. Set of dismounted fossil eggs, scales represent 1 cm.

ma de la zona donde se encontró el nido (costra de caliche que separa la unidad A de la B subyacente y las rizocrecciones que lo recubren). En el procedimiento radioquímico se empleó el método por el que la purificación del Uranio del Torio se efectúa mediante columnas de intercambio iónico, y se substituyó la deposición del extracto organometálico por la electrodeposición. De las cinco muestras analizadas, dos fueron despreciadas antes de su paso por las columnas de intercambio, dado su alto contenido de residuo insoluble. Los resultados de la datación de la muestra inferior (costra de caliche basal) son:

Cantidad de U238 = 0,98 ppm  
 Relación U234/U238 = 1,31  
 Relación Th230/U234 = 0,88 ± 0,03  
 Relación Th230/Th232 > 100.000  
 Edad: 195.036 ± 15.000 años

El contenido en Th232 advierte del grado de contaminación en siliciclásticos y, por tanto, de la fiabilidad de los resultados obtenidos. Desafortunadamente, las cifras arrojadas por la relación Th230/Th232 (1,05 ± 0,04 y 36 ± 2) indican que las muestras del nivel superior están contaminadas (muchas de las rizocrecciones observadas contienen pequeños granos de la calcarenita de donde se formaron y probablemente se contaminaron con material más antiguo) y hubo que rechazarlas. La muestra más pura (interpretable como carente de Th232) corresponde a la costra de caliche laminar que se encuentra en la base del depósito que contiene el nido y los huevos, con lo cual podemos afirmar que la edad del yacimiento es inferior a 195.036 ± 15.000 años.

## DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS MORFOMÉTRICO DE LOS HUEVOS

Los huevos presentan un aspecto entero, no eclosionados (Fig. 3). El contenido aparente de los ejemplares seccionados por la erosión es muy parecido al de la matriz envolvente. El estudio microestructural con microscopio electrónico de barrido (MEB) se ha practicado sobre una muestra de entre 333 y 346 micras de grosor, tomada de la parte central del huevo nº 1. Asimismo, se fotografiaron las superficies interior y exterior y las secciones radiales (Fig. 4).

En las secciones radiales se puede apreciar la morfología testudoide (esferolítica) de las unidades estructurales que conforman la parte inorgánica de la cáscara por repetición yuxtapuesta perimetral. En la superficie de dichas unidades se advierten finas ultraestructuras aragoníticas que parten radialmente del núcleo orgánico (no observable). Estas unidades se encuentran firmemente soldadas entre sí y son ligeramente más largas, en sentido radial, que anchas, lo cual en conjunto se ajusta a la morfología *Spherurigidis sensu* Hirsch 1996, descrita para quelonios.

Tal conformación es también característica de las cáscaras de los huevos de quelonio (Hirsch & Packard, 1987; Hirsch & López-Jurado, 1987; Masse, 1989; Rothe & Klemmer, 1991; Kohring, 1993; Mikhailov, 1997). Macroscópicamente, la textura de la cáscara se presenta brillante, no apergaminada, lisa, intuyéndose que fue rígida y dura. El volumen es subsférico, sin deformaciones notables, ovalado y no cilíndrico.

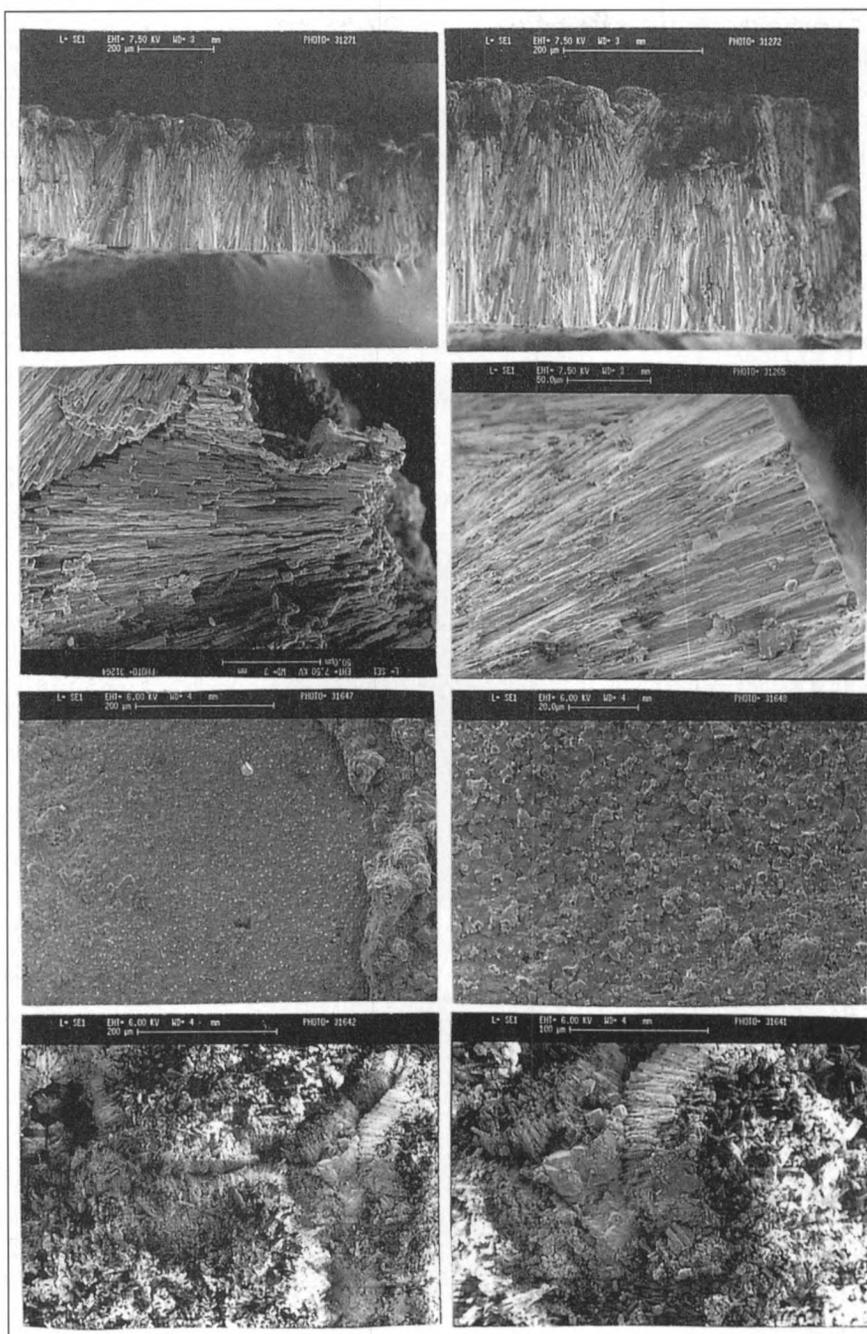


Fig. 4. Microfotografía con MEB, detalles microestructurales de una sección transversal (a, b, c, d), de la cara externa (e, f) y de la interna (g, h).

Fig. 4. SEM picture, microstructure details of transversal section (a, b, c, d), external surface (e, f) and internal surface (g, h).

Todo ello permite atribuirlos a una tortuga terrestre de la familia de los testudínidos (Maluquer, 1919; Harless & Morlock, 1979; Pritchard, 1979).

La forma de los huevos (elipsoide) y el rígido contacto entre las unidades estructurales permiten atribuirlos a la oofamilia Testudoolithidae Hirsch, 1996. En cuanto a la diagnosis genérica, los huevos pueden ser incluidos en el oogénero Testudoolithus Hirsch, 1996, aunque con reservas, ya que este género se definió para huevos esféricos. Por la misma razón obviamos su atribución específica.

Los huevos, por su geometría ovoidal, presentan tres ejes principales y perpendiculares entre sí, que nos informan de su longitud y de sus dos anchuras; estos dos últimos ejes son iguales cuando la sección es circular, y ligeramente desiguales cuando la sección es elíptica. Debido al estado de los huevos, ligeramente deformados y agrietados (por lo que la cáscara en alguna grieta se cabalga sobre la subyacente), el cálculo de su anchura se ha practicado promediando las dos anchuras y efectuando, luego, una media de todas ellas. Los ejemplares fracturados o erosionados se reconstruyeron con pasta de modelar, siguiendo la esfericidad hipotética de la superficie, hasta conseguir modelos aceptables sobre los que se tomaron las medidas correspondientes. Los datos así obtenidos se han tratado aparte y figuran con un asterisco en la Tabla 1. La medición se realizó mediante un calibre, con un error de décima de milímetro.

En la Tabla 1 se presentan las medidas de los huevos obtenidas en mm.

El promedio de las anchuras de los huevos arrojó 48,6 mm (N = 3; s = 1,62; rango: de 49,5 a 47,75 mm), y 48,25 mm (N = 6; s = 1,23; rango: de 49,5 a 46,05 mm) si se cuentan los resultados sobre los ejemplares restaurados con pasta de moldear.

El promedio de la longitud de los huevos resultó ser de 59,8 mm (N = 3; s = 1,85; rango: de 61,7 a 58,0 mm), y de 59,1 mm (N = 6; s = 2,39; rango: de 61,7 a 55,4 mm) si se sigue el supuesto anterior.

Nº	ESTADO	LONGITUD	ANCHURA MAYOR	ANCHURA MAYOR	ANCHO PROMEDIO	OBSERVACIONES
1	entero	59,8	50,5	48,5	49,5	algo aplastado
2	seccionado	61,5*	52,5	43,0	47,75	subesférico algo aplastado
3	seccionado	61,7	49,3*	42,8	46,05*	algo aplastado
4	casi entero	58,0	51,3	45,8	48,55	algo aplastado y acortado
5	seccionado y erosionado a lo largo	58,3*	53,1	44,0	48,55*	algo aplastado lateralmente
6	erosionado más que seccionado a lo ancho	55,4*	50,0*	48,2*	49,1*	subesférico, algo más afectado por el mar

Tabla 1. Dimensiones (en mm) de los diámetros de los huevos fósiles, enteros o parcialmente reconstruidos (\*), con observaciones del estado en que se hallaron.

Tabla 1. Dimensions (in mm) of the fossil eggs, whole diameters or partially restaurated (\*) with observations about the state in which they were found.

## MORFOLOGÍA DEL NIDO

Partiendo de las facetas seccionadas de los huevos que daban a la cara exterior del acantilado, se recompuso su disposición en el espacio, deduciéndola por la posición de la lasca desprendida que contenía 2 huevos, para determinar el lugar que ocupaban en la cámara nidal. Se calculó, con precisión de medio centímetro, su longitud, anchura y altura. La profundidad del nido, desde las aparentes evidencias de la superficie del suelo primitivo, se obtuvo con menos precisión.

El nido consta de seis huevos que se hallan agrupados, muy próximos entre sí, dispuestos en las tres dimensiones del espacio, configurando las características habituales de la cámara de nidificación de los quelonios (Bellairs & Attridge, 1975; Cheylan, 1981; Carr, 1983; Harless & Morlock, 1979; Jürgen Obst, 1988; Bruno & Maugeri, 1977). En la Figura 5 se muestra la reconstrucción en planta y dos alzados (frontal y lateral). La cámara de nidificación mide 13,5 cm de largo, 14,5 cm de ancho y 11 cm de alto. La profundidad del nido estaría entre los 25 y 27 cm, atendiendo a la evidencia del paleosuelo.

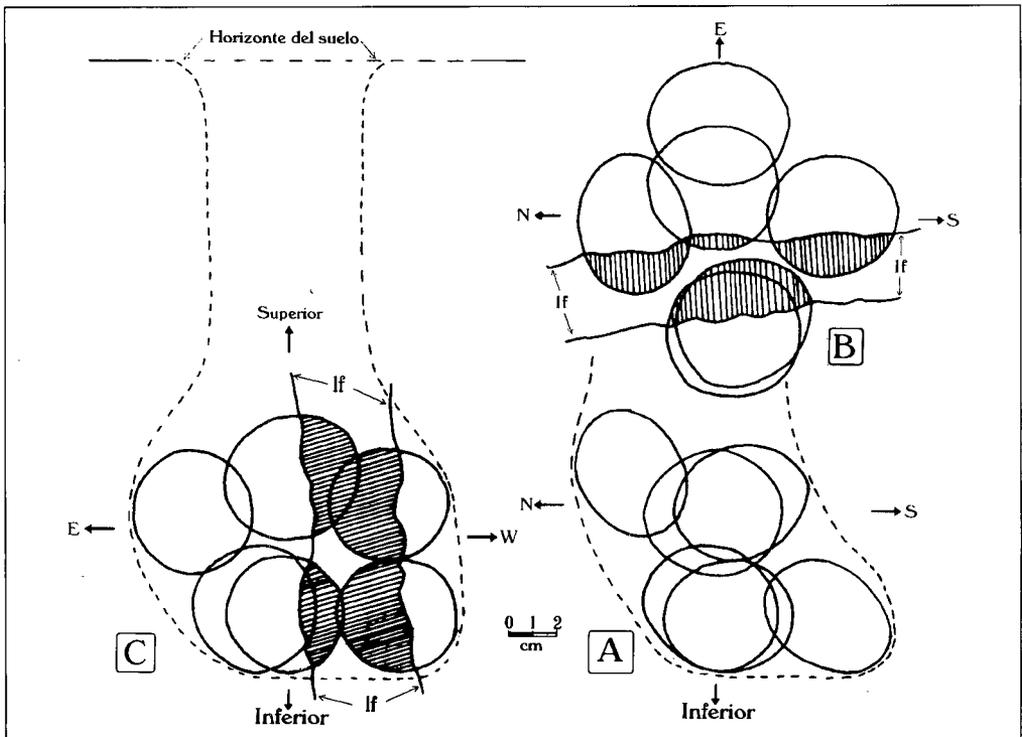


Fig. 5. Plano de la planta (A), alzado frontal (B) y alzado lateral (C) del nido. Se muestra en línea discontinua el contorno teórico de la cámara nidal; lf= línea de fractura de la lasca; N,S,E,W= puntos cardinales.

Fig. 5. Scheme of the plan (A), frontal view (B) and lateral view (C) of de nest. It is showing on discontinue line the theoretical outside of the nesting chamber. lf= slab break.line; N, S, E, W= the four cardinal points.

## TAMAÑO DEL QUELONIO

A partir de datos bibliográficos elaboramos una tabla con el tamaño de los huevos y la longitud máxima de los adultos de la mayoría de las especies de testudínidos actuales (Ernst & Barbour, 1989; Bruno & Maugeri, 1979; Das, 1985; Branch's, 1989; Harless & Morlock, 1979). Con esta tabla generamos un gráfico de correlación entre el tamaño del huevo y la longitud de la tortuga, análoga a la realizada por Harless & Morlock en 1979. Se optó por seleccionar la amplitud máxima de los huevos en cada especie, ya que es la dimensión más acorde con la abertura cloacal en la ovoposición y su correlación con la longitud máxima del caparazón es más ajustada ( $r = 0,91$  para la anchura, y  $r = 0,75$  para la longitud del huevo, respecto a la longitud del quelonio).

En nuestros cálculos:

$$A \text{ máx} = 25,3915 + 0,3055 \times L \text{ sp}$$

$$L \text{ máx} = 37,7327 + 0,2135 \times L \text{ sp}$$

Siendo  $A \text{ máx}$  = anchura máxima del huevo;  $L \text{ sp}$  = longitud máxima del caparazón de la especie de quelonio;  $L \text{ máx}$  = longitud máxima del huevo.

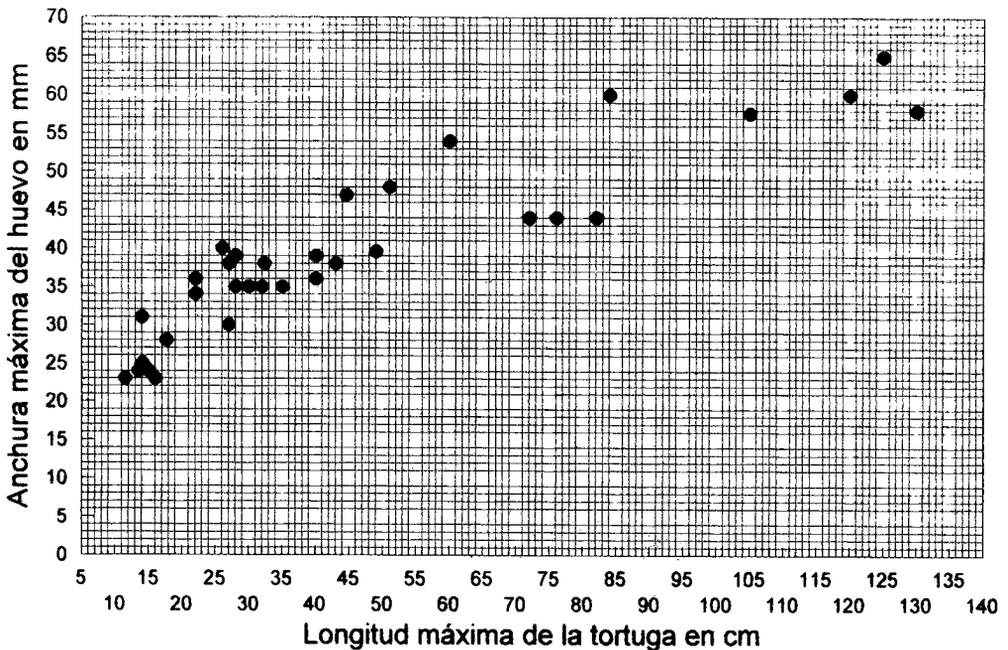


Fig. 6. Gráfico de la correlación entre la longitud máxima del caparazón en la familia de los Testudínidos (x) y la anchura máxima del huevo (y) en cada especie.

Fig. 6. Correlation graphic of the maximum length of carapace (x) and the maximum weight of the egg (y) in the Testudinids family, for each species.

De la longitud del caparazón se ha seleccionado la máxima para la especie y no la de la hembra en concreto, conociendo el acusado dimorfismo sexual en cuanto a dimensiones (Fig. 6).

Según la correlación positiva observada entre la amplitud máxima de los huevos y la longitud máxima de los adultos, para la anchura mayor observada, que es de 49,5 mm, cabría esperar una longitud de como máximo 78,9 cm para la especie. Siguiendo criterios interpretativos de Frazier (1995), ésta alcanzaría entre 47 y 101 cm.

## HIPÓTESIS BIOLÓGICAS, ECOLÓGICAS Y BIOGEOGRÁFICAS

Según se desprende de los datos sedimentológicos, el nido fue construido en un ambiente retrodunar. La elección de este particular biotopo se da también en muchos testudínidos actuales; es el caso de la población de *Testudo graeca* en el Parque Nacional de Doñana, donde un gran porcentaje de las nidificaciones ocurren en estas condiciones ecológicas (Barbadillo, 1987).

Los testudinos, especialmente las especies grandes, son un grupo altamente termosensible y pueden ser usados como indicadores paleoambientales (Broin, 1984). Esto permite apoyar que el clima del interglaciar Tirreniense era cálido y estable.

Se han citado dos especies de testudinos gigantes en el archipiélago; *Cheirogaster? gymnesica*, procede del Mioceno menorquino (Mercadal & Petrus, 1980; Quintana, 1999), pero no se registra posteriormente; por ello cabe suponer que se extingue y no puede ser relacionada con la especie formenterina. Bour (1985), a partir de material fragmentado, describe un ejemplar semigigante, de unos  $52 \pm 4$  cm, igualmente pleistoceno. Las dimensiones de nuestro ejemplar caen dentro del intervalo estimado a partir de la correlación entre longitudes de huevos y adultos de especies actuales, por lo que probablemente se pueden adscribir ambos, el de Bour y el nuestro, a un mismo taxón. Por otro lado, en el pasado reciente Formentera estuvo unida a Ibiza (Colom, 1964), con lo que quedaría asegurada la continuidad poblacional entre ambas islas.

Entre las hipótesis que permiten explicar la insularidad de este taxón, se encuentran las siguientes:

1ª. Recolonización pleistocena de las formas continentales terciarias semigigantes y gigantes, desde reductos meridionales:

Durante el terciario, en la Europa continental se desarrollan importantes linajes de quelonios gigantes y semigigantes, la mayoría atribuidos al género *Cheirogaster?*. Sin embargo, aunque en el Pleistoceno se encuentra una especie en Gibraltar (Adams, 1867), en la Península Ibérica y en el resto de Europa dejan de hallarse desde finales del Plioceno (*Cheirogaster? perpiniana*) (Bour, 1985). En la isla de Malta se extingue (Cuerda, 1989) durante el Pleistoceno superior *Cheirogaster? robustissima* (Adams, 1866). Es posible que durante el Neotirreniense, a favor del clima interglacial, desde las poblaciones relictas de la península ibérica se iniciara una redispersión con la colonización del archipiélago balear.

### 2ª. Colonización de ejemplares semigigantes desde el Norte de África:

En el Pleistoceno del norte de África, Rosset *et al.* (1990) han registrado especies semigigantes de tortugas atribuidas al género *Geochelone*. Aunque es posible que, como en el caso anterior, se diera una dispersión interglacial con colonización en el conjunto insular, ello parece improbable por no haberse registrado especies pleistocenas en zonas norteafricanas mediterráneas, con la posible excepción de *Geochelone? punica* del Villafranquiense tunecino (Arambourg, 1979).

### 3ª. Caso de gigantismo por insularidad de especies continentales menores:

Sería el caso de especies del género *Testudo* s.l. que desde Europa occidental, o el Norte de África, hubieran colonizado las islas durante el Pleistoceno y experimentado un aumento de talla corporal. Este proceso ha podido comprobarse en los casos recientes o actuales de especies gigantes insulares (Galápagos, Seychelles y Mascareñas), y en todos ellos se ha producido una tendencia hacia un mismo modelo morfológico, dándose así un sorprendente caso de convergencia adaptativa. Ello se debe probablemente a la ausencia de predadores isleños y a las características geomorfológicas de las islas (Bour, 1984). La tortuga de Ibiza también posee características convergentes con todas las tortugas gigantes insulares, especialmente con *Cylindraspis*, la tortuga gigante de las islas Mascareñas (Bour, 1985).

Algunas poblaciones de *Testudo graeca*, sin ningún tipo de aislamiento aparente, han experimentado un aumento moderado de talla. Este es el caso de la llamada *Testudo whitei* (Highfield, 1990), en el Norte de África; aunque en otro grupo reptiliano, y a otra escala, también se han observado fenómenos de gigantismo moderado en las poblaciones de *Podarcis pityusensis* en tiempos holocenos (Cirer, 1981). Se desconoce con certeza el factor que depara a estos reptiles un ritmo de crecimiento anormalmente rápido, pero es de suponer que esta tendencia se haya acrecentado por los imperativos ecológicos insulares, con disponibilidad trófica suficiente y ausencia de depredadores.

Esperamos que con el descubrimiento de nuevos materiales se puedan tener datos más detallados acerca de las relaciones filogenéticas del taxón pitiuso y los grupos anteriormente citados, como candidatos a su origen.

## CONCLUSIONES

Se trata de un nido de un Testudínido semigigante, *sensu* Jiménez Fuentes, del Pleistoceno pitiuso, que fue puesto en un ambiente retrodunar tirreniense con posibles lagunas litorales. Los gasterópodos fósiles hallados no determinan piso, por correlación con otros yacimientos de la isla, y pueden atribuirse al Tirreniense. Por la datación por el método radiométrico sabemos que la edad del nido es inferior a unos 200.000 años.

Como hipótesis, y considerando el hecho de que el depósito que contiene el nido de tortuga está edafizado y preserva arcillas rojizas de descalcificación en el techo, el yacimiento debió formarse entre hace 195.036 años y una etapa posterior más húmeda y cálida, de tipo interglacial, donde la formación de suelos rojizos es más fácil.

Como el período interglaciario posterior a la datación corresponde al estadio isotópico 5, parece lógico ubicar la edad del yacimiento entre estos dos períodos. Atendiendo a ello y a las secuencias climáticas recogidas en Berger (1992) y conociendo la termosensibilidad de los quelonios y sobretodo de los de mayor tamaño (De Broin, 1984), la edad más probable para la construcción del nido parece haber sido el Eutirreniense superior. Por otra parte, ya lo hemos señalado, de la anchura máxima de los huevos se desprende que la especie que los depositó alcanzaría una longitud máxima de 78,9 cm. Por lo que se refiere a su posible parentesco con otras especies del Pleistoceno pitiuso, podemos afirmar con seguridad que se trata de un mismo taxón.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda inestimable de Antoni Abad, Miquel Bech, Julio Gómez-Alba, Mariona Hernández Mariné, Emiliano Jiménez Fuentes, Ramon Julià, Rolf Kohning, Alicia Masriera, Konstantin E. Mikhailov, Guillem X. Pons, Emily Bray, Darla Zelenitsky, y la colaboración de Ivón Bastín, Glòria Fainè i Puy, Magdalena Porta Gou. Igualmente damos las gracias por su colaboración al Museu de Geologia de Barcelona, al Museu Geològic del Seminari Conciliar de Barcelona y al Institut de Paleontología Miquel Crusafont de Sabadell.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, A. L. 1866. Bones of fossil chelonians from the ossiferous caves and fissures of Malta. *Quart. J. Geol. Soc. London*, **22**: 594-595.
- Abad, A., Ferrer, J.A. i Gàsser, Z., 1998. Sobre alguns trets geològics de Formentera. Eivissa. *Inst. d'Estudis Eivissencs*, (3) **32**: 40-50.
- Adams, A. L. 1867. On gigantic land-tortoises and a small freshwater species from the ossiferous caverns of Malta, together with a list of their fossil fauna; and a note on chelonian remains from the rock-cavities of Gibraltar. *Quart. J. Geol. Soc. London*, **33**: 177-191.
- Arambourg, C. 1979. *Vertébrés vilafranquiens d'Afrique du nord*. 179 pp. Fondation Singer-Polignac, Paris.
- Barbadillo, L. J. 1987. *La guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. 694 pp. Incafo, Madrid.
- Bellairs, A. d'A. & Attridge, J. 1975. *Los Reptiles*. 261 pp. H. Blume Editores, Madrid
- Berger, A. 1992. *Le climat de la Terre. Un passé pour quel avenir?* 226 pp. De Boeck Université, Bruxelles.

- Bour, R. 1984. Les tortues terrestres géantes des îles de l'océan indien occidental: Données géographiques, Taxonomiques et Phylogénétiques. *Studia Geologica Salmantica*, vol. *espec. 1*: 17-76.
- Bour, R. 1985. Una nova Tortuga terrestre del Pleistocè d'Eivissa: la tortuga de la Cova de Ca Na Reia. *Endins*, **10-11**: 57-62.
- Branch's, B. 1989. *Field guide the snakes and other reptiles of Southern Africa*. 328 pp. New Holland, London.
- Broin, F. de. 1984. Rôle des tortues comme indicateurs de climat. *Studia Geologica Salmantica*, vol. *esp. 1*: 99-103.
- Bruno, S. & Maugeri, S. 1977. *Reptili d'Italia, tartarughe-sauri-serpenti*. 361 pp Giunti-Martello, Firenze.
- Buckman, J. 1860. Fossil reptilian eggs from the Great Oolite from the Great Oolite of Cirencester. *Quart. J. Geol. Soc. London*, **16**: 107-110.
- Carr, A. 1983. *Handbook of turtles, the turtles of United States, Canada and Baja California*. 542 pp. Comstock Publ. Ass., Cornell University Pres.
- Cheylan, M. 1981. Biologie et ecologie de la tortue d'Hermann *Testudo hermanni* Gmelin, 1789. Contribution de l'espèce à la connaissance des climats quaternaires de la France. *Mem. trav. Inst. Montpellier*, **13**: 404 pp.
- Cirer, A.M<sup>a</sup>. 1981. *La lagartija ibicenca y su círculo de razas*. 106 pp. Cons. ecol. medi ambient, Consell Insular d'Eivissa i Formentera.
- Colom, G. 1964. *El medio y la vida en las Baleares*. 292 pp. Gráficas Miramar, Palma de Mallorca.
- Cuerda, J. 1989. *Los tiempos cuaternarios en Baleares*. 310 pp. Dirección General de Cultura, Palma de Mallorca.
- Das, I. 1985. *Indian turtles a field guide*. 118 pp. World Wildlife Fund-India Eastern Region.
- Erns, C. & Barbour, R. 1989. *Turtles of the world*. 314 pp. Smithsonian Inst. Press, Washington D.C. & London
- Filella-Subirà, E., Gässer-Casanovas, Z., Garcia-Porta, J. y Ferrer-Ferrer, J. A. 1996. Sobre el hallazgo en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, Archipiélago Balear) de una puesta fósil de tortuga terrestre. Datos preliminares. *Resúmenes del IV Congreso Luso-Espanhol y VIII Congreso español de Herpetología*, P58: 89. Oporto, Portugal

- 
- Frazier, J. 1995. Measurement error: Taboo in Testudines investigations. *Proceedings in the International Congress of Chelonian Conservation. France-Gonfaron-Tortoise Village-6th to 10th of July 1995*. Editions SOPTOM: 14.
- Harless, M. & Morlock, H. 1979. *Turtles, perspectives and research*. 695 pp. J. Wiley & Sons, New York.
- Highfield, A.C. 1990. New record size for north african Testudo. *British Herpeto. Soc. Bull.*, **31**: 34-35.
- Hirsch, K. F. 1983. Contemporary and Fossil Chelonian Eggshell. *Copeia*, **2**: 382-397.
- Hirsch, K. F. 1994. The fossil record of vertebrate eggs. In: Donovan, S.K. (ed.), *The Paleobiology of trace fossils*, **11**: 269-296. J. Wiley & Sons, Chichester, England.
- Hirsch, K. F. 1996. Parataxonomic classification of fossil Chelonian and gecko eggs. *Journal of vertebrate Paleontology*, **16** (4): 752-762.
- Hirsch, K. F. & López-Jurado L. F. 1987. Pliocene Chelonian fossil eggs from Gran Canaria, Canary Islands. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **7** (1): 96-99.
- Hirsch, K. F. & Packard, M. J. 1987. Review of fossil eggs and their shell structure. *Scann. Microscopy*, **1**: 383-400.
- Hutterer, R. Garcia-Talavera, F. López-Martínez, N & Michaux, J. 1998. New chelonian eggs from the Tertiary of Lanzarote and Fuerteventura, and a review of fossil tortoises of Canary Islands (Reptilia, Testudinidae). *Vieraea*, **26** (mayo 1997): 139-161.
- Jürgen Obst, F. 1988. *Turtles, Tortoises and Terrapins*. 231 pp. St. Martin's Press, New York.
- Kohring, R. 1990a. Upper Jurassic Chelonian eggshell fragments from Guimarota Mine (central Portugal). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **10**: 128-130.
- Kohring, R. 1990b. Fossile Reptil-Eischalen (Chelonia, Crocoddilia, Dinosauria) aus dem unteren Barremium von Galve (Provinz Teruel, Spanien). *Paläontologische Zeitschrift*, **64**: 329-344.
- Kohring, R. 1993. Fossile Schildkröteneier aus dem Miözan von Saint-Gérard-le-Puy (Frankreich). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh. H.*, **12**: 705-712.
- López-Jurado, L. F. 1985. Los reptiles fósiles de la isla de Gran Canaria (Islas Canarias). *Bonn. zool. Beitr.*, **36**: 355-364.
- Macau, F. 1958. Contribución al estudio del Mioceno canario. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, **56**: 477-486.

- Maluquer i Nicolau, J. 1919. Les tortugues de Catalunya. *Treb. Mus. Cièn. Nat. Barcelona*, **2**: 93-159, 8 láms.
- Masse, P.J-L. 1989. A chelonian egg from the Vraconian of south east France. Paleographic implications. *Geobios*, **22** (4): 523-530, 5 fig., 1 pl.
- Mercadal, B. & Petrus-Real, J.L. 1980. Nuevo yacimiento de *Testudo gymnesicus* Bate, 1914 en la isla de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, **24**: 15-21. Palma de Mallorca.
- Meyer, H. 1860. Trionyx Eier im Mainzer Becken. *Jahrbuch für Mineralogie und Paläontologie*, 1860: 554-555.
- Mikhailov, K. E. 1997. Fossil and recent eggshell in amniotic vertebrates: Fine structure, comparative morphology and classification. *Special papers in Palaentology*, **56**: 80 pp., 21 figs., 15 pls.
- Paul, C. R. C. & Altaba, C. R. 1992. Els mol·luscs terrestres fòssils de les illes Pitiüses. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, **35**: 141-169.
- Pritchard, P. 1979. *Enciclopedia of turtles*. 895 pp. T.H.F. Publications, Inc. LDT. Neptune.
- Quintana, J. 1999. Paleoherpetafauna de Menorca. *Full Soc. Cat. Herpetologia*, **11**: 8-10.
- Rangheard, Y. 1968. *Mapa Geológico de España. Hojas 824-849. Sant Francisco Javier y Cabo Barbería*. Inst. Geo. Min. España, Madrid.
- Rosset, J. P., de Broin, F. Faure, M. Gallet, M., Gérin, C., Mouchet, F. 1990. La faune de Tin Ouffadene et Adrar Bous 10, deux gisements archéologiques de l'Holocène ancien au Niger nord-oriental. *Geodynamique*, **5** (1): 67-89.
- Rothe, P. & Klemmer K. 1991. Fossil eggs of terrestrial tortoises (Family Testudinidae) from Pliocene calcarenites of Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Senckenbergiana lethea*, **71**, (3/4), 307-317.
- Schleich, H. H., Kastle, W. & Groessens-van Dyck, M.-Cl. 1988. Paläogene Eischalenreste von Hainin (Belgien). *Paläontologische Zeitschrift*, **62** (1/2): 133-146.