



Universitat Autònoma de Barcelona

**LOS RUDISTAS (BIVALVIA, HIPPURITOIDEA) EN EL APENINO CENTRO-MERIDIONAL (ITALIA): ANÁLISIS DE LAS ASOCIACIONES DE RADIOLÍTIDOS EN CONTEXTO DE PLATAFORMA CALCÁREA EN EL *SUPER-GREENHOUSE CLIMATE* DEL CRETÁCICO SUPERIOR**

**Riccardo Cestari**

**Universitat Autònoma de Barcelona**

**Bellaterra, Desembre del 2008**

## PALEONTOLOGIA

En el transcurso de este trabajo se han estudiado numerosos taxa de rudistas, centrándose la atención, de entre ellos, en cinco géneros: *Radiolites*, *Biradiolites*, *Bournonia*, *Distefanella*, *Lapeirousella* y nueve especies: *Radiolites dario*, *Radiolites trigeri*, *Biradiolites angulosus*, *Bournonia excavata*, *Bournonia fascicularis*, *Distefanella salmojrighii*, *D. montagnei*, *Durania martellii*, *Lapeirousella samnitica*.

En este capítulo, la diagnosis de los caracteres generales de la familia se basa en Dechaseaux y Coogan (1969) mientras que en lo que concierne a la estructura de la concha se hace referencia a trabajos más recientes (Masse y Philip 1972; Alencaster y Pons 1992; Cestari y Sartorio 1995, Pons y Vicens 2002) y particularmente al trabajo de Pons y Vicens (2008) sobre la estructura de la capa externa de la concha de los radiolítidos que ha aportado implicaciones importantes sobre el aspecto taxonómico y sistemático. El estudio ha conducido además a la redefinición el género *Distefanella* y a la asignación únicamente en dos especies de las numerosas descritas hasta ahora.

Para una mejor descripción del material estudiado, se han considerado los tipos de numerosas especies de radiolítidos conservados en:

- la Colección Bassani en el Centro Musei delle Scienze, en Nápoles (CMSN);
- la Colección Parona y algunos ejemplares de la Colección Salmojrighi, conservados en el Museo di Paleontologia dell'Università di Torino (MPT);
- la Colección Sirna del Museo di Paleontologia dell'Università di Roma (MPR);
- la Colección de Paleontología de la Universitat Autònoma de Barcelona (PUAB);
- la Colección Sorbonne del Museum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN);
- material procedente de Italia septentrional conservado en diversos museos italianos, Museo dell'Università di Padova (MUP), Museo di Ferrara (MF),

Museo di Verona (MV), Museo di Pavia (MP), y Museo de Santa Anna d'Alfaedo (MSA).

Orden HIPPURITOIDA Newell, 1965

Familia RADIOLITIDAE d'Orbigny 1847

[Enmendado Gray, 1848, ex Radiolidae d'Orbigny, 1847]

Se reúnen en esta familia taxa de rudistas fuertemente inequivalvos, con la valva derecha de forma y dimensiones muy variables, de cónica aplanada a cilíndrica muy alargada (Fig. 71) y la valva izquierda opercular, de cóncava a convexa. Los caracteres morfológicos diagnósticos de la familia enunciados en Dechaseaux y Coogan (1969) han sido ampliados, precisados o enmendados en diversos trabajos más recientes.

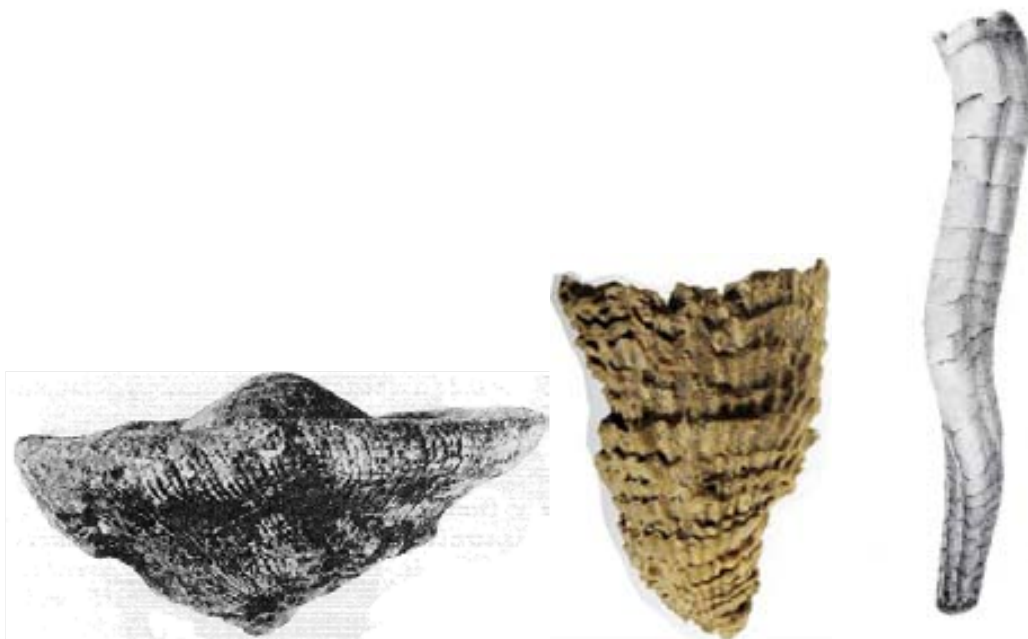


Fig. 71. Distintas formas comunes en radiolítidos. Tomado de fuentes diversas.

### **Aparato miocardinal**

El aparato miocardinal, en arco (arco miocardinal), es simétrico y está formado por dos dientes en la valva izquierda que se proyectan profundamente dentro la valva derecha, deslizándose en surcos de la pared interna, raramente en fosetas cerradas, por lo que no puede hablarse de diente en la valva derecha, y por dos mioforos en forma de lámina, a continuación de los dientes, que

también se introducen junto a la pared de la valva derecha (Fig. 72). Una cresta del ligamento, en el margen dorsal interno y entre los dos dientes, puede estar más o menos desarrollada en ambas valvas, o no presentarse.



Fig. 72. Aparato miocardial en la valva izquierda de *Eoradiolites liratus* Conrad. MPT, s.n. y MPT, s.n. figurados en Parona (1909, Fig.4-6)

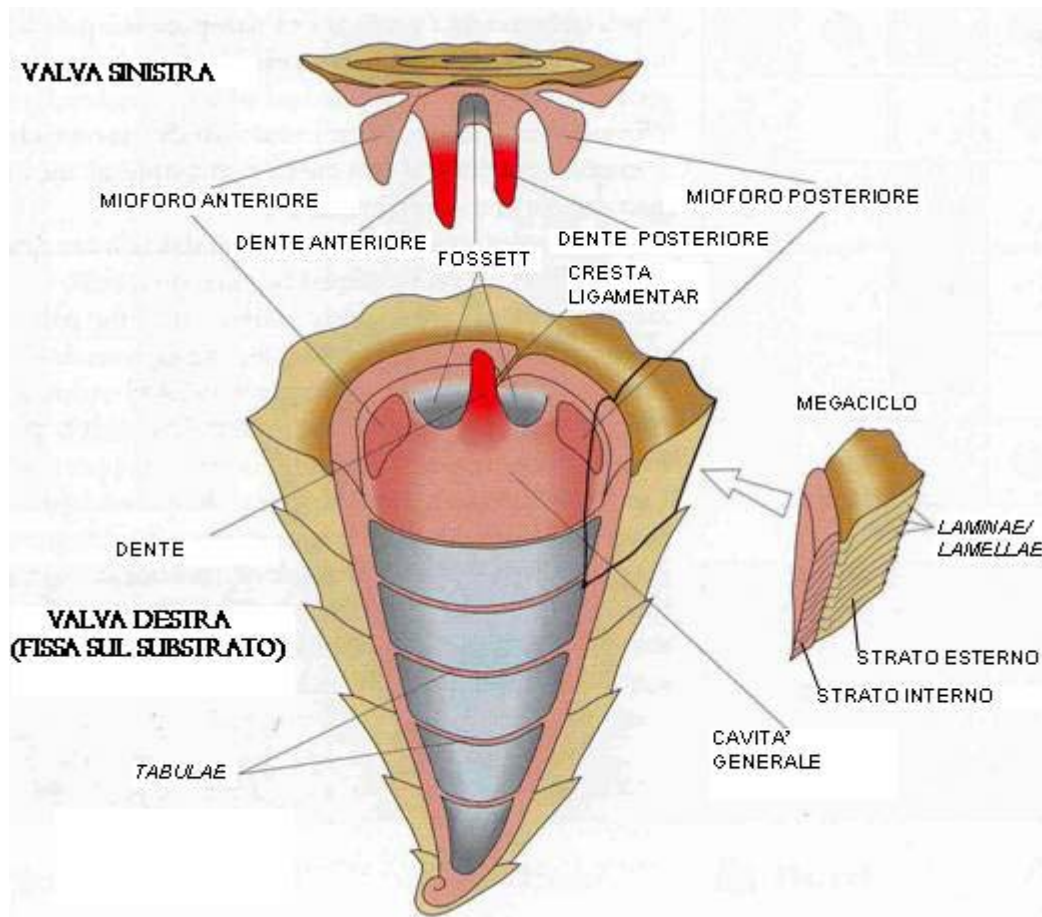


Fig. 73. Principales caracteres de la concha de los radiolítidos. Modificado de Cestari y Sartorio (1995).



## Estructura de la concha

Como en los otros rudistas, la concha está formada por dos capas (Fig. 73):

- una capa interna, originalmente de aragonita que rellena el fondo de la cavidad principal (continuamente o en tábulas), recubre sus paredes y forma el aparato miocardinal. Esta capa se presenta casi siempre recristalizada en calcita de neoformación o disuelta por procesos diagenéticos. Debía corresponder al endostracum y mesostracum, segregados por el epitelio de la superficie externa del manto excluido el lóbulo externo.
- Una capa externa que puede alcanzar un espesor considerable, originalmente de calcita con bajo contenido en Mg y microestructura prismática simple. Esta capa es petrográficamente y geoquímicamente estable, de tal modo que viene favorecida la conservación de la microestructura original. Debía corresponder al ectostracum, en terminología de Oberling (1955), segregado por el epitelio de la superficie externa del lóbulo externo del manto (actualmente está recomendado el uso de capa externa, media o interna en vez de ecto- meso- y endostracum para no implicar el origen de su formación, pero se considera aquí de utilidad su uso ya que permite tener en cuenta las ideas expuestas en el subcapítulo de biomineralización). El crecimiento de la concha es evidente en las láminas de crecimiento que presentan distintos órdenes de micro y megaritmos y que pueden poseer estructura (mesoestructura) compacta o diversos modelos de estructura no compacta, entre ellos la estructura celular considerada característica de los radiolítidos.

Las características de la capa externa se expresan en Dechaseaux y Coogan (1969) como '*Structure of shell characteristically celluloprismatic; outer layer thick, cellular in texture, walls of cellules formed by radial and transverse funnel-shaped plates which intersect to form hollow prisms with rectangular or polygonal bases; at lip of valve these prisms form network with polygonal or quadrangular mesh*'.

Recientemente, Pons y Vicens (2008), mostraron que las bases rectangulares de los prismas mencionados en Dechaseaux y Coogan (1969)

corresponden a una interpretación incorrecta de la estructura y propusieron enmendar la diagnosis de la familia en lo concerniente a la capa externa de la concha: '(1) *outer shell layer thick, uniformly or locally*, 2) *thickness increasing with shell growth*, (3) *formed by growth lamellae arranged in evidenced lamellae sets (growth rings)*, (4) *growth lamellae of normal prismatic microstructure and with compact and different types of non compact structure (cellular or not)*, (5) *growth lamellae development may be different at both valves*, (6) *growth lamellae may display a wide spectrum in inclination, and in radial and/or concentric folding, manifested at the lip, and at the commissure, and are responsible for the shell ornamentation, and specially for the radial structures*'.

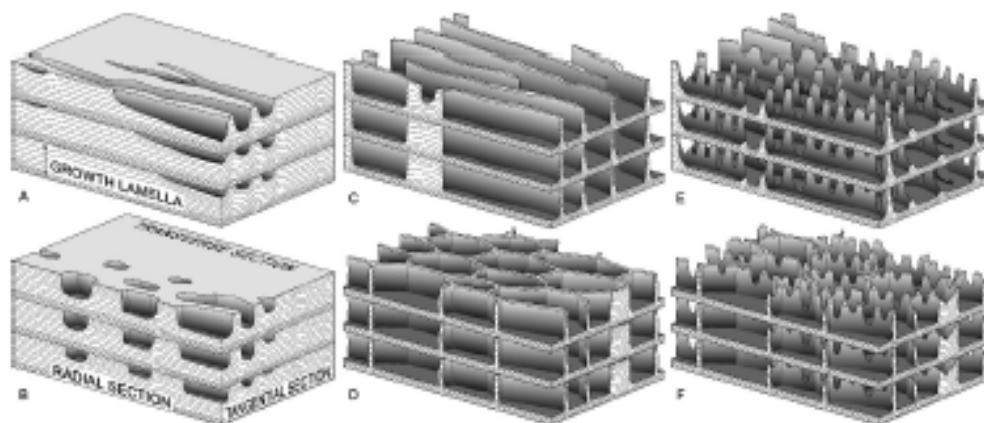
Pons y Vicens (2008) analizaron la morfología construccional de la capa externa de la concha, distinguiendo la estructura compacta (crecimiento continuo de las láminas de crecimiento) y distintos modelos de estructura no compacta (crecimiento discontinuo): A) crestas radiales continuas, B) crestas radiales discontinuas, C) celular normal, D) celular con celdas alargadas radialmente, E) celular discontinua, F) celular discontinua con celdas alargadas (Fig. 73).

Las láminas de crecimiento y los sets de láminas reflejan el crecimiento rítmico de la concha según ciclos nictiomerales, circadianos o estacionales (Fig. 74) que pueden ser utilizados en el cálculo de la tasa de acumulación de sedimento en distintos contextos sedimentarios (ver capítulo de paleoecología).

## **Ornamentación**

La ornamentación radial o concéntrica de la concha: costillas, senos, invaginaciones, anillos, etc., responde al empaquetamiento de las láminas de crecimiento de la capa externa, así como a su inclinación, anchura y plegamiento diferenciado.

En el lado postero ventral suelen estar presentes dos estructuras radiales: bandas, senos, invaginaciones o costillas, diferenciadas del resto de la concha y separadas por una interbanda (Fig. 76). Estas estructuras, interpretadas clásicamente como estructuras sifonales ("S" y "E" en Douvillé 1886, Chubb 1956, 1971, Perkins 1969, Coogan 1969) se consideran actualmente consecuencia de pliegues del manto para la eyección de heces (la posterior) y pseudoheces (la ventral) (Yonge 1967, Skelton 1976, 1979).



**Fig. 5. Simplified models of outer shell layer structure in radiolittids. Growth lamellae are represented flat and horizontal, radial section at left, tangential section at right, and transverse section at the upper part. □A. Compact with radially elongate voids locally. □B. Compact with isolate voids locally. □C. Continuous radial ridges. □D. Normal cellular. □E. Discontinuous radial ridges. □F. Discontinuous cellular.**  
 Fig. 75. Modelos de estructura no compacta en la capa externa de la concha de los radiolítidos. Tomado de Pons y Vicens (2008).

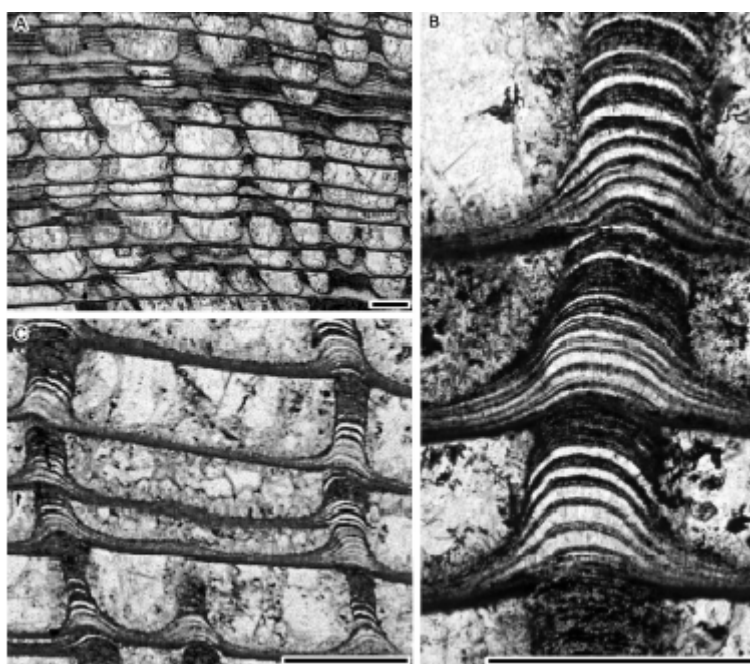


Fig. 74. Microritmos de crecimiento en las láminas de crecimiento de la capa externa de la concha de los radiolítidos. Escala 0,5 mm. Tomado de Pons y Vicens (2008).

### Otros caracteres

Pueden presentarse tábulas o disepimientos en el interior de una o ambas valvas, así como cavidades accesorias o diversos tipos de canales en la pared de la concha. También se han descrito pseudopilares en el margen interno de la concha de la valva derecha y ósculos en la valva izquierda.

## Taxonomía

Dechaseaux y Coogan (1969) agruparon los géneros de radiolítidos en cuatro subfamilias: Radiolitinae, Biradiolitinae, Sauvagesiinae y Lapeirousiinae, en base a la estructura celular cuadrangular o poligonal de la concha, presencia o ausencia de cresta del ligamento, y presencia de estructuras “sifonales” internas. Alencaster (1971) propuso segregarse el género *Chiapasella* en una nueva familia Chiapasellidae. Karakabey-Öztemür (1981) agrupar en la subfamilia Jouffiinae los radiolítidos con canales o pseudocanales en la valva izquierda. Sladic-Trifunovic (1983) segregar los géneros con excrecencias tubulares en una nueva familia Pseudopolyconitidae. Pons y Vicens (2008) argumentaron la inconsistencia de todos estos taxones supragenéricos, apuntando la distinción de dos líneas filéticas principales basadas en el modelo de estructura de la capa externa de la concha.

## Antecedentes en Italia

En Italia, la primera cita de fósiles atribuible a rudistas fue la descripción de formas de cuerno que llamaron la atención de Ferrante Imperato, que a fines del siglo XVI describió una gran concha de un posible molde interno de radiolítido, como “Cuerno de Ammon” (Fig. 75A). En la página 582 de la edición publicada en Venecia en 1678 se reporta “*Corno di Ammone, forma involta nel modo di corno Montonino, o di Drago, attraversata anche da rughe.....alcune di esse hanno una cresta che accompagna la lor lunghezza simile a corda ritorta...*”.

Posteriormente, Spada (1744) aportó nuevas referencias a radiolítidos, ilustradas con planchas iconográficas (Fig. 75B), de los depósitos de cuenca de la ‘Scaglia’ en el Sudalpino (Italia septentrional). También en el siglo XVIII, Fortis (1774) describió y figuró radiolítidos (Fig. 75C), a los que llamó Campilocerátidos, de las islas Dálmatas cerca de Sebenico en Croacia. A este autor se debe la primera descripción de la estructura celular de los radiolítidos

“...*La sostanza di alcuni di questi corpi è oltremodo porosa, ad onta del cambiamento che hanno sofferto, e vi si distinguono con l’occhio mediocrementemente armato, innumerevoli cellule...*”. En este caso probablemente describe *Radiolites trigeri* o *Radiolites dario*.

En el siglo XIX los estudios sobre los rudistas recibieron un gran empuje, Catullo (1838) estudió y describió los rudistas del Friuli en Italia septentrional, mientras Gemmellaro (1848, 1865) proporcionaba elaborados trabajos sobre los rudistas de Sicilia.

A inicios del siglo XX, Parona (1898, 1901, 1908, 1911), el más grande rudistólogo italiano, sentó las bases bioestratigráficas y paleontológicas del estudio de los rudistas (ver: Cestari et al. 1990 y referencias bibliográficas incluidas). En particular, sus estudios sobre los rudistas del Apenino centro-meridional fueron utilizados para la primera edición del Mapa Geológico de Italia centro-meridional, escala 1:100000, y sucesivamente por los autores más recientes.

En el último tercio del siglo XX las facies de rudistas se han usado como instrumento estratigráfico en los estudios paleontológicos y la reconstrucción paleontológica y paleoambiental del Apenino centro-meridional.

En este aspecto, son de destacar los trabajos del Prof. Giuseppe Sirna (entre otros: Paradisi y Sirna 1965; Praturlon y Sirna 1974; Carbone y Sirna 1981; Sirna y Pons 1992; Simone et al. 2003) que ha considerado los aspectos taxonómico, sistemático y bioestratigráfico de los rudistas. En detalle fue pionero en la consideración de su significado como indicadores paleoambientales, de especial aplicación en estudios petrográficos y sedimentológicos. El Prof. Sirna organizó la 2<sup>nd</sup> *International Conference on Rudists* en Roma y diversos trabajos sobre los rudistas del área interesada fueron publicados en los *Proceedings* (Cestari 1992a,b; Cestari et al. 1992; Masse 1992; Pons y Sirna 1992).

Además, se han publicado diversos trabajos de correlación bioestratigráfica (p.ej.: Mariotti 1982; Laviano 1984; Sirna y Cestari 1989) y se han llevado a cabo estudios paleontológicos para soporte de cartografía geológica (Accordi y Carbone 1988) o de trabajos de tipo sedimentológico (Accordi et al. 1990a,b).

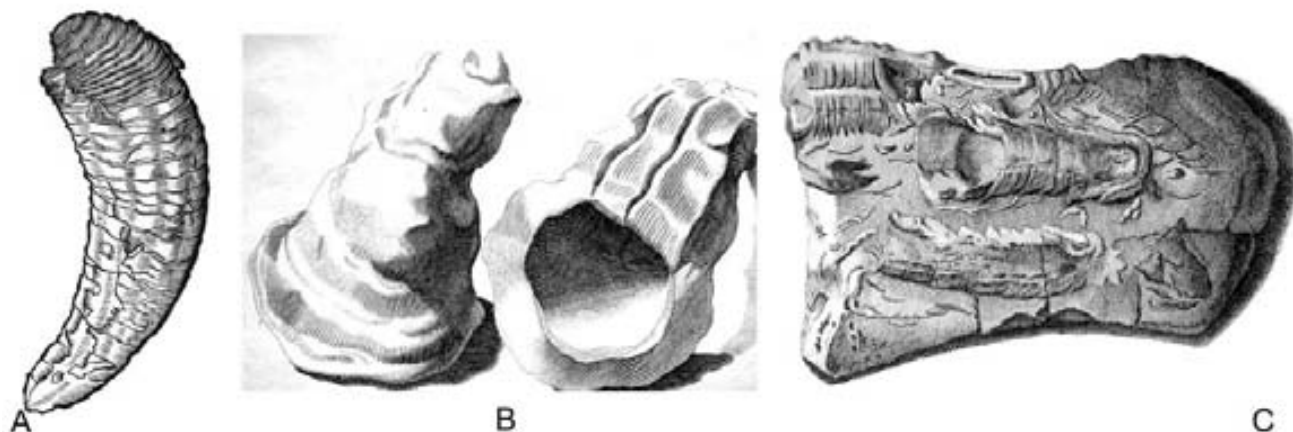


Fig. 75. Reproducción de las figuras originales de Ferrante Imperato (1678) (A), Spada (1744) (B), y Fortis (1774) (C) que representan radiolítidos.

Actualmente, los rudistas del Apenino centro-meridional son utilizados como soporte para modelos sedimentológicos globales (p. ej.: Cestari y Sartorio 1995; Carannante et al. 1997; Simone et al. 2001; Carannante et al. 2007), para estudios de carácter geoquímico (Parente et al. 2007; Steuber et al. 2007) y para relacionar la tasa de crecimiento de la concha con la de acumulación de carbonatos en varios contextos de plataforma (Cestari 2005; Cestari y Pons 2007).

En las listas de sinonimias de la parte sistemática se han utilizado los símbolos introducidos por Richter (1948) y re-propuestos por Mathews (1973).

---

## SISTEMÁTICA

### Género *Biradiolites* d'Orbigny, 1847

#### *Especie tipo*

*Biradiolites canaliculatus* d'Orbigny 1850? SD ICZN pendiente

#### *Valva derecha*

Tiene forma de cónica a cilíndrica con costillas bien marcadas, presenta dos bandas radiales planas, lisas y poco prominentes que corresponden a pliegues aplanados de las láminas de crecimiento, la posterior más estrecha que la ventral. La interbanda corresponde a un pliegue bien marcado, limitado por surcos. No presenta cresta del ligamento.

En la concha externa, las láminas de crecimiento están muy inclinadas y plegadas. Se atribuyen al género especies con estructura compacta y no compacta, ya sea con crestas radiales continuas o discontinuas o celular, normal o discontinua.

#### *Valva izquierda*

De cóncava a convexa, su ornamentación se corresponde con la de la valva derecha. El aparato miocardinal presenta los dos dientes muy separados, dejando una cavidad dorsal que puede ser bastante amplia. La estructura de la concha externa es similar a la de la valva derecha o compacta.

#### *Discusión*

El concepto del género y su posición sistemática ha sido polémico desde su creación por d'Orbigny (1847-49), que señaló la semejanza de sus caracteres internos con los de *Radiolites* e indicó la presencia de dos bandas longitudinales (bandas radiales), desiguales y diferenciadas del resto de la concha, que se extienden en ambas valvas desde el umbo a la comisura. Distinguió las especies *B. canaliculata* d'Orbigny, *B. cornupastoris* Des Moulins, *B. angulosa* d'Orbigny y *B. quadrata* d'Orbigny (= *B. angulosus* d'Orbigny).

Fisher (1865) distinguió entre los Radiolitidae los géneros *Radiolites* y *Biradiolites*, incluyendo en este último *Lapeirousia*, *Bournonia*, *Synodontites* y *Biradiolites* s.s.

Douvillé (1902), considerando también a Bayle (1855), incluye *Biradiolites* en los 'Biradiolitinés', caracterizados por la ausencia de cresta del ligamento e incluyendo formas primitivas y derivadas, estas últimas provistas de bandas lisas y un pliegue como interbanda. Douvillé (1904) aún mantiene las especies de *Durania* en el género *Biradiolites* pero Douvillé (1908) eleva *Durania* a género.

Toucas (1907-09) distingue en *Biradiolites* seis grupos de especies atendiendo a la forma de las 'láminas' externas y de la interbanda: *B. lombricalis* d'Orbigny, *B. angulosus* d'Orbigny, *B. acuticostatus* d'Orbigny, *B. canaliculatus* d'Orbigny, *B. ingens* Des Moulins, *B. fissicostatus* d'Orbigny.

Douvillé (1913) considera *Agria*, *Eoradiolites* y *Distefanella* como formas primitivas de 'Biradiolitinés' y *Biradiolites* y *Bournonia* como formas derivadas.

#### *Distribución*

*Biradiolites* está bien representado en los depósitos neríticos de sedimentación siliciclástica o carbonática del Turoniense al Maastrichtiense en toda el área del Tethys.

### ***Biradiolites angulosus* (d'Orbigny), 1847**

#### Figuras 76-78

- 1847 *Radiolites angulosus*; d'Orbigny, p. 220, pl. 562, figs. 1-4.
- . 1847 *Radiolites irregularis*; d'Orbigny, p. 221, pl. 562, figs. 5-7.
- . 1847 *Biradiolites quadrata*; d'Orbigny, p. 232, pl. 574, figs. 5, 6.
- 1847 *Biradiolites angulosus*; d'Orbigny, p. 233, pl. 574, fig. 7(2).
- 1856 *Radiolites angulosus* d'Orbigny; Bayle, p. 379, pl. 15, figs. 2, 3, 5.
- pars 1907 *Agria gardonica*; Toucas, p. 26, pl. 2, figs. 7-10 (non fig. 6).
- 1907 *Agria irregularis* (d'Orbigny); Toucas, p. 48, 104, text-figs. 68-70.
- 1907 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Toucas, p. 100, text-fig. 66, pl. 19, figs. 17-21.
- 1907 *Biradiolites quadratus* var. *praequadratus*; Toucas, p. 101, pl. 19, figs. 14-16.
- 1910 *Bournonia gardonica* Toucas; Douvillé, p. 49.
- 1910 *Biradiolites irregularis* d'Orbigny; Douvillé, p. 11.
- 1926 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Parona, p. 38.
- 1926 *Bournonia gardonica* Toucas; Parona, p. 34.



- 1932 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Kuhn, p. 91.  
1932 *Biradiolites quadratus* var. *praequadratus* d'Orbigny; Kuhn, p. 91.  
1932 *Bournonia gardonica* Toucas; Kuhn, p. 96.  
1932 *Bournonia irregularis* (d'Orbigny); Kuhn, p. 96.  
1954 *Bournonia gardonica* (Toucas); Astre, p. 105.  
1954 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Astre, p. 105.  
1957 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Pejović, p. 85.  
1965 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Torre, p. 7, pl. 1, fig. 1.2-3.  
1969 *Biradiolites quadratus* var. *praequadratus* d'Orbigny; Polsak, p. 186.  
1969 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Polšak, p. 190.  
1972 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Campobasso, p. 441, pl. 3, fig. 12.  
1978 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Amico, p. 67.  
1978 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Amico, p. 68, pl. 16, fig. 13.5.  
1981 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Sánchez, p. 69.  
1981 *Biradiolites quadratus* d'Orbigny; Sánchez, p. 81.  
1981 *Biradiolites irregularis* d'Orbigny; Sánchez, p. 89.  
1981 *Bournonia gardonica* (Toucas); Sánchez, p. 88.  
1985 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Laviano, p. 327, pl. 12, fig. 1.2-3; pl. 14, fig. 12.  
1995 *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny); Cestari y Sartorio, p. 51, 74, 131, 132, 133.  
1998 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Caffau et al., p. 31, fig. 3.1-44.  
1998 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Carannante et al., fig. 4.4.  
2004 *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny); Cestari y Pons, figs. 9c, 12c  
2007 *Biradiolites angulosus* d'Orbigny; Korbar, p. 141, figs. 10, 11.  
2007 *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny); Macé-Bordy, p. 97, fig. 8c, g.

### Material

Cava Santa Fara (Ostuni) PUAB-75.639, 75.640, 75.641; Monte Livata PUAB-75.638.

### Valva derecha

Tiene forma generalmente cilíndrica alargada alcanzando hasta 15 cm de longitud. La sección transversal es subcuadrada (Fig. 76A), más raramente redondeada. La ornamentación se caracteriza por grandes costillas, en particular, la correspondiente a la interbanda está muy desarrollada y aguda y se proyecta marcadamente al exterior. Líneas de crecimiento y anillos megacíclicos bien marcados (Fig. 76B).

Las bandas radiales son lisas y corresponden a pliegues aplanados de las láminas de crecimiento menos salientes que los demás, y en particular que el de la interbanda, que forma una costilla de ápice agudo bien desarrollada (Fig. 77B,C).

Las láminas de crecimiento de la capa externa están muy inclinadas y presentan estructura prevalentemente compacta (Fig. 78).

*Valva izquierda*

No se ha encontrado.

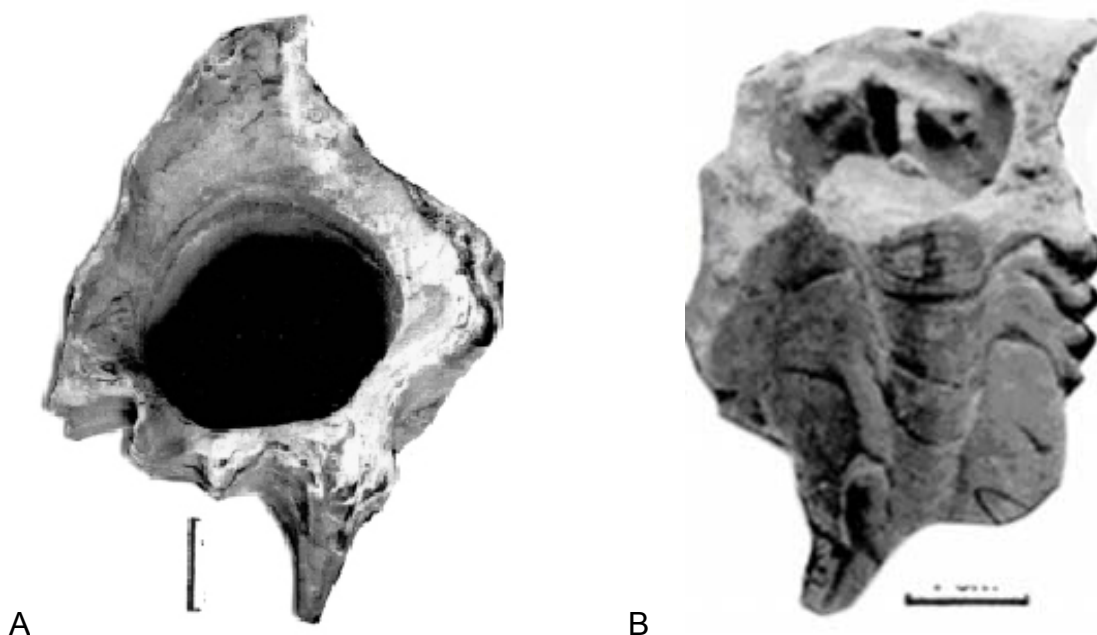


Fig. 76. *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny), valva derecha. A) Vista superior mostrando la sección cuadrangular (d'Orbigny 1850). B) Vista lateral ventral mostrando los anillos megacíclicos (d'Orbigny 1842). Lectotipo. Pons, Charente-Maritime. Escala 5 mm. Tomado de Macé-Bordy (2007).

*Discusión*

Toucas (1907) reunió en el grupo del *Biradiolites angulosus* algunas especies (*B. angulosus* d'Orbigny, *B. angulosissimus* Toucas, *B. stoppani* Pirona, *B. leychertensis* Toucas, *B. aquitanicus* Toucas) que presentan costillas longitudinales más o menos prominentes en casi todo el contorno y en el lado postero-ventral dos bandas radiales estrechas más o menos marcadas, separadas de las costillas por un surco relativamente ancho y más o menos profundo.

Bayle (1856) reunió en *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny), *B. quadratus* y *Radiolites irregularis* por la variabilidad intraespecífica de esta forma. Al contrario, d'Orbigny (1847) y Toucas (1907) creyeron que la anchura de las

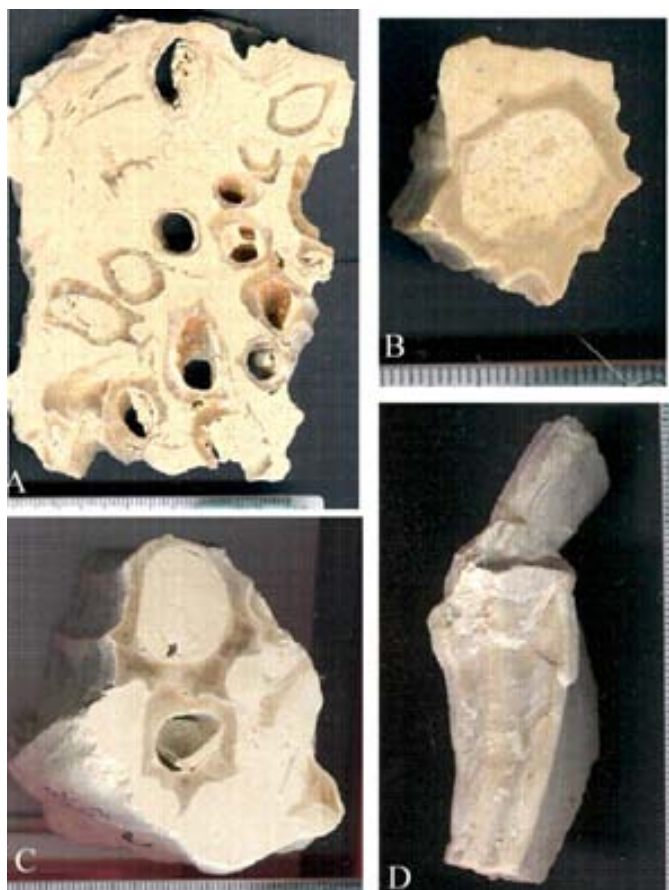


Fig. 77. *Biradiolites angulosus* en calizas fango-soportadas. A) Sección transversal-oblicua de un bouquet, M. Livata. PUAB-75.638. B) Sección transversal de la valva derecha. Santa Fara, Ostuni, Puglia PUAB-75.639. C) Sección transversal de dos valvas derechas. Santa Fara, Ostuni, Puglia. PUAB75.640. D) Individuo creciendo sobre la valva de otro. Santa Fara, Ostuni, Puglia. PUAB-75.641.

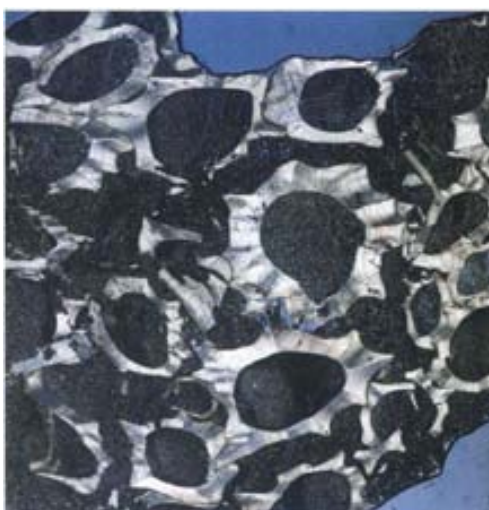


Fig. 78. Cluster de individuos con concha de estructura prevalentemente compacta, en *mudstone* dolomitizado. Coniaciense. Ostuni. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 133).

bandas justificaba la distinción entre *B. angulosus* y *B. quadratus*. D'Orbigny diferenciaba *Radiolites quadratus* de *Biradiolites quadratus*.

La especie se encuentra normalmente como individuos aislados (Fig. 77D), en *bouquets* de pocos individuos o en *clusters* (Fig. 77A, 78), en facies prevalentemente fango-soportadas de plataforma de restringida a abierta; raramente forma *thickets*.

#### Distribución

La especie se ha señalado en depósitos del Turoniense-Coniaciense en Francia. En el área italiana se encuentra en facies de plataforma de restringida a abierta en el Apenino centro-meridional, en Puglia y en Trieste. Edad Turoniense superior-Coniaciense, evento K en Cestari y Sartorio (1995), asociación CO en Cestari y Pons (2004).

### ***Biradiolites martellii* (Parona), 1911**

#### Figuras 79-81

- 1911 *Durania martellii*; Parona, p. 9, text-figs. 1, 2.  
 1926 *Durania Martellii* Parona; Parona, p. 743.  
 1928 *Durania Martellii* Parona; Klinghardt, pl. 13, fig. 15; pl. 14, fig. 8 (cop. Parona 1911).  
 1966 *Durania martellii* Parona; Torre, p. 15, pl. 5, fig. 1a,b.  
 1967 *Milovanovicia heraki*; Polšak, p. 759, text-fig. 2, pl. 24, figs. 1-3.  
 1967 *Milovanovicia auboini*; Polšak, p. 759, pl. 25, figs. 1-3.  
 1972 *Biradiolites martellii* (Parona); Pejović, p. 118, pl. 1, figs. 1, 2; pl. 2, figs. 1-4.  
 1975 *Milovanovicia dobrunensis*; Slišković, p. 65, pl. 2, fig. 4; pl. 5, figs. 3-5; pl. 6, fig. 8.  
 1975 *Milovanovicia bosniaca*; Slišković, p. 69, pl. 9, figs. 1-3.  
 1979 *Biradiolites martelli* (Parona); Polšak, p. 206, 224.  
 1981 *Milovanovicia aubouini* Polšak, Sánchez, p. 137.  
 1981 *Milovanovicia heraki* Polšak, Sánchez, p. 137.  
 1982 *Petkovicia pejovicae*; Slišković, p. 9, text-fig. 5, pl. 1, fig. 5.  
 1984 *Milovanovicia katzeri*; Slišković, p. 201, text-fig. 3, pl. 4, figs. 1-6; pl. 5, fig. 5.  
 1984 *Milovanovicia visegradensis*; Slišković, p. 202, pl. 5, figs. 1-4, text-fig. 4.  
 1985 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Caminiti, p. 140, pl. 31, fig. 4.  
 1985 *Biradiolites cf. martellii* (Parona); Laviano, p. 327, pl. 13, fig. 1a-b.  
 1988 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Accordi et al., p. 139, text-fig. 5, pl. 1, fig. 4.  
 1989 *Biradiolites martelli*; Accordi et al., p. 168.  
 ? 1990 *Biradiolites cf. martellii* (Parona); Cestari y Pantosti, p. 47.  
 1990 *Milovanovicia bosniaca* Slišković; Sirna, p. 25.  
 1990 *Milovanovicia dobrunensis*; Gusic y Jelaska, text-fig. 7.

- 1992 *Durania martelli* Parona; Peza, p. 297, pl. 2, fig. 3.  
 1993 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Cherchi et al., p. 95, text-fig. 2.  
 1993 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Carannante et al., p. 25, 28.  
 1993 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Ruberti, p. 965, pl. 7, fig. 3.  
 1995 *Durania* [= *Biradiolites*] *martelli* Parona; Cestari y Sartorio, p. 134 sup., inf. [foto del tipo en Parona (1912 text-fig. 2)], 135 sup., inf.  
 1995 *Milovanovicia* [= *Biradiolites*] *dobrunensis* Slišković; Cestari y Sartorio, p. 150 sup., inf., 153.  
 1996 *Milovanovicia martelli* (Parona); Laviano y Pejović, p. XXX.  
 1996 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Paris y Sirna, p. 187.  
 ? 1996 *Milovanovicia* cf. *martellii* (Parona); Paris y Sirna, p. 192, pl. 2, fig. 5.  
 1996 *Milovanovicia martellii* (Parona); Laviano y Pejović, p. 93, text-figs. 1, 4-5  
 1997 *Biradiolites stiraе*; Pejović, p. 23, pl. 1, figs. 1-2, pl. 2, figs. 1-2.  
 1997 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Ruberti, tab. 1, text-fig. 14.  
 1998 *Milovanovicia dobrunensis* Slišković; Laviano et al., p. 172, 174.  
 1998 *Biradiolites martellii* Parona; Plenicar y Jurkovsek, p. 15, pl. 8, figs. 1-4.  
 1999 *Durania martellii* Parona; Steuber, p. 56, pl. 1, fig. 4(?), 7(?), pl. 2, figs. 1-3.  
 ? 1999 *Durania* cf. *martellii* Parona; Steuber, p. 56, pl. 1, figs. 1-2.  
 1999 *Durania katzeri* (Slišković); Steuber, p. 60, pl. 1, figs. 3, 5-6.  
 1999 *Durania martellii* Parona; Steuber, p. 56 pl. 1, figs. 4, 7, pl. 2, figs. 1-3  
 1999 *Durania* cf. *martellii* Parona; Steuber, p. 56, pl. 1, figs. 1-2  
 2004 *Biradiolites martelli* (Parona); Cestari y Pons, fig. 12d, e, fig. 13

### Tipo

*Durania martellii* Parona, 1911, p. 9, text-figs. 1, 2. El ejemplar de la text-fig. 2 proveniente de Acquaviva, Puglia, se conserva en la Colección Parona del Museo di Paleontologia di Torino (MPT, sin numerar). El ejemplar de la text-fig. 1, que era propiedad de A. Martelli, proviene de la Isla de Vis, Croacia, y no se ha encontrado.

### Material

El ejemplar MPT s.n., proveniente de Acquaviva, Puglia, figurado en Cestari y Sartorio (1995, p. 135 inf.). Dos ejemplares provenientes de Los Montes del Matese, PUAB-41.321.

### Valva derecha

Parona (1911, p. 9) da una descripción exhaustiva de la especie: “*La valva inferiore è cilindroide, molto allungata, ornata da poche coste longitudinali, otto o dieci, lisce o con qualche cordoncino, assai sporgenti e spesso in modo straordinario, come non si osserva in nessun altro radiolite, provviste ad intervalli irregolari di espansioni, dirette in alto, più o meno prominenti e coincidenti colle*

*lamine più espanse. Le fascie dei seni, o zone sifonali, sono ben individualizzate, ondulate o concave, percorse da costicine acute, per cui nelle sezioni traverse esse risultano dentellate; quella anteriore E è più larga della posteriore S (fig. 1, 2). Il guscio, visto in sezione appare costituito da uno strato sottile esterno compatto, color miele, e da uno strato bianco, più spesso interno, suddiviso in zone irregolari di calcare finissimamente reticolato e qua e là lacunoso, specialmente lungo il margine interno ed alla base delle oste. Le due fascie (cioè le bande radiali) sono separate da due coste simili a quelle che si trovano sulla restante parte della valva, e ciascuna fascia si appoggia lateralmente alla costa attigua dell'interfascia, restando separata mediante un solco dalla costa esterna. Nessun indizio di cresta legamentare.” (Fig. 79)*

Puede señalarse que las bandas radiales son planas en los ejemplares de pequeñas dimensiones, mientras que en ejemplares adultos se acentúa su concavidad; la interbanda, amplia, se proyecta hacia el exterior.

Los sets de láminas de crecimiento están fuertemente inclinadas y regularmente plegadas, dando una ornamentación de costillas robustas y senos profundos. La estructura es prevalentemente compacta, presentando células en las partes de concha más gruesa en correspondencia con las costillas (Fig. 80).

En la descripción original de la especie (Parona 1911) se describen implícitamente dos morfotipos, respectivamente figurados en las figuras 1 y 2: A) forma cilíndrica con 6-10 costillas bien pronunciadas y bandas radiales salientes y cóncavas, como descrito en *Milovanovicia* (Fig. 80B) y B) forma cilindrocónica con costillas robustas pero poco pronunciadas y bandas radiales salientes y de planas a ligeramente cóncavas (Fig. 81).

Son necesarias más observaciones para asegurar si el morfotipo B puede ser adscrito a una especie más reciente, como sugerido en Cestari y Sartorio (1995) o si está ligado al tipo de facies sedimentaria.

Hay que señalar que la acentuada inclinación y plegamiento de las láminas de crecimiento, junto a su estructura, son caracteres típicos del género *Biradiolites*, con lo que resulta superfluo el género *Milovanovicia*.

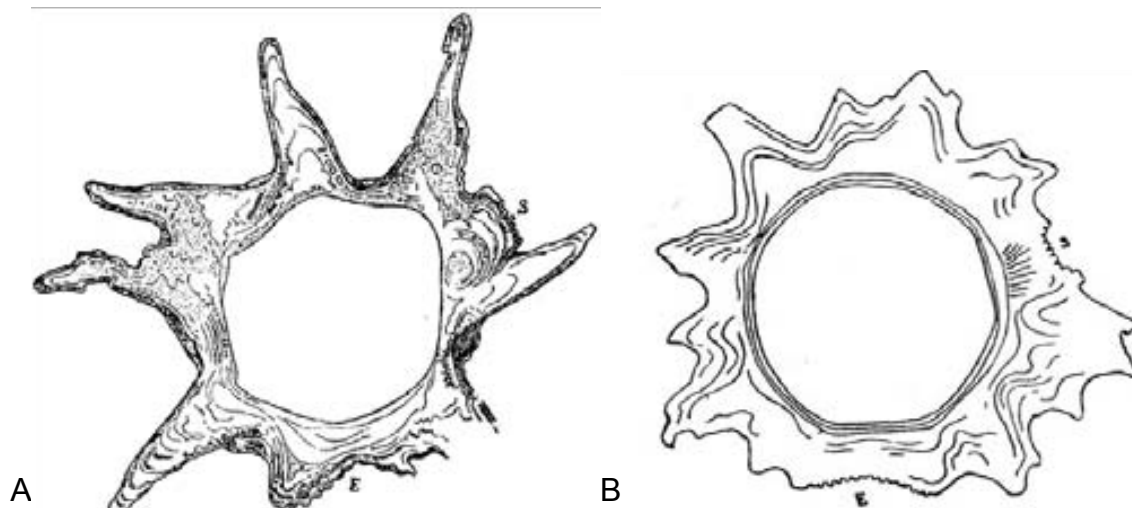


Fig. 79. *Biradiolites martellii* (Parona, 1911) de forma estrellada con grandes costillas, Isla de Vis, Croacia (A). Ejemplar con costillas cortas (B), Putignano, Puglia. Tomado de Parona (1911, fig. 1, 2).

#### *Valva izquierda*

La única conocida fué descrita por Slišković (1984, pl. 5, fig. 2); es aplanada, con estructura compacta y costillas radiales.

#### *Discusión*

Parona (1911) juntó ejemplares procedentes de Puglia con un ejemplar con costillas muy salientes procedente de la isla de Vis, Croacia, instituyendo la nueva especie *martellii*, que adscribió al género *Durania* por la presencia, entre otros caracteres, de finas costillas en las bandas radiales.

Polšak (1967) instituyó el género *Milovanovicia* por la estructura compacta de la concha y las especies *M. heraki* y *M. aubouini* que se diferencian por el desarrollo de las costillas, la concavidad de la banda ventral y la importancia de las costillas en la posterior.

Slišković (1975) reconoció estructura celular en ejemplares de *Milovanovicia* de Bosnia, instituyó las especies *M. dobrunensis* y *M. bosniaca* y señaló las características diferenciales entre las cuatro especies conocidas: banda ventral plana (*M. aubouini*), ligeramente cóncava (*M. heraki*), con dos costillas bien desarrolladas (*M. Dobrunensis*) y interbanda ancha y costulada (*M. bosniaca*).

Pejović (1972) atribuyó algunos ejemplares de Serbia a *Biradiolites martelli* basándose en la estructura de la concha. Laviano y Pejović (1996) reexaminaron

el material estudiado por Parona, excepto los tipos, y lo atribuyeron a *Milovanovicia martelli* (Parona).

Cestari y Sartorio (1995) señalaron que por sus caracteres, la especie *martelli* debe adscribirse al género *Biradiolites*.

Las características señaladas por Pejović (1997) para *Biradiolites stirae*, estructura de la concha típica de *Biradiolites*, bandas radiales bien marcadas y costillas muy desarrolladas, no parecen justificar una nueva especie.

Steuber (1999), después del reconocimiento de estructura celular en *Milovanovicia* por Slišković (1975, 1984), expresa dudas sobre los caracteres diagnósticos del género; basándose en ejemplares de Grecia, reconoce estructura celular tipo *Durania*, células penta-, hexa- y heptagonales de 3-5 mm de diámetro medio, considera *M. dobrunensis* como *D. martelli* y, aunque con dudas, *M. katzeri* como *Durania katzeri*, se diferencian por el número de costillas en la interbanda; por último, afirma que las especies de Bosnia deberían reunirse en una única especie.

#### *Distribución*

La especie se ha señalado en facies carbonatadas del Apenino central y meridional en los Montes del Matese (Accordi et al. 1990a, Ruberti, 1993, 1997), en la Montagna della Majella (Accordi et al. 1990b, Stoessel, 1999), en Cilento (Cestari y Pons 2004) y en el dominio periadriático (Polšak 1967, Slišković 1971, Pejović (1997) del Turoniense superior al Santoniense (Cestari y Sartorio 1995, Cestari y Pons 2004). En Beocia, Grecia central, en el Santoniense-Campaniense (Steuber 1999).



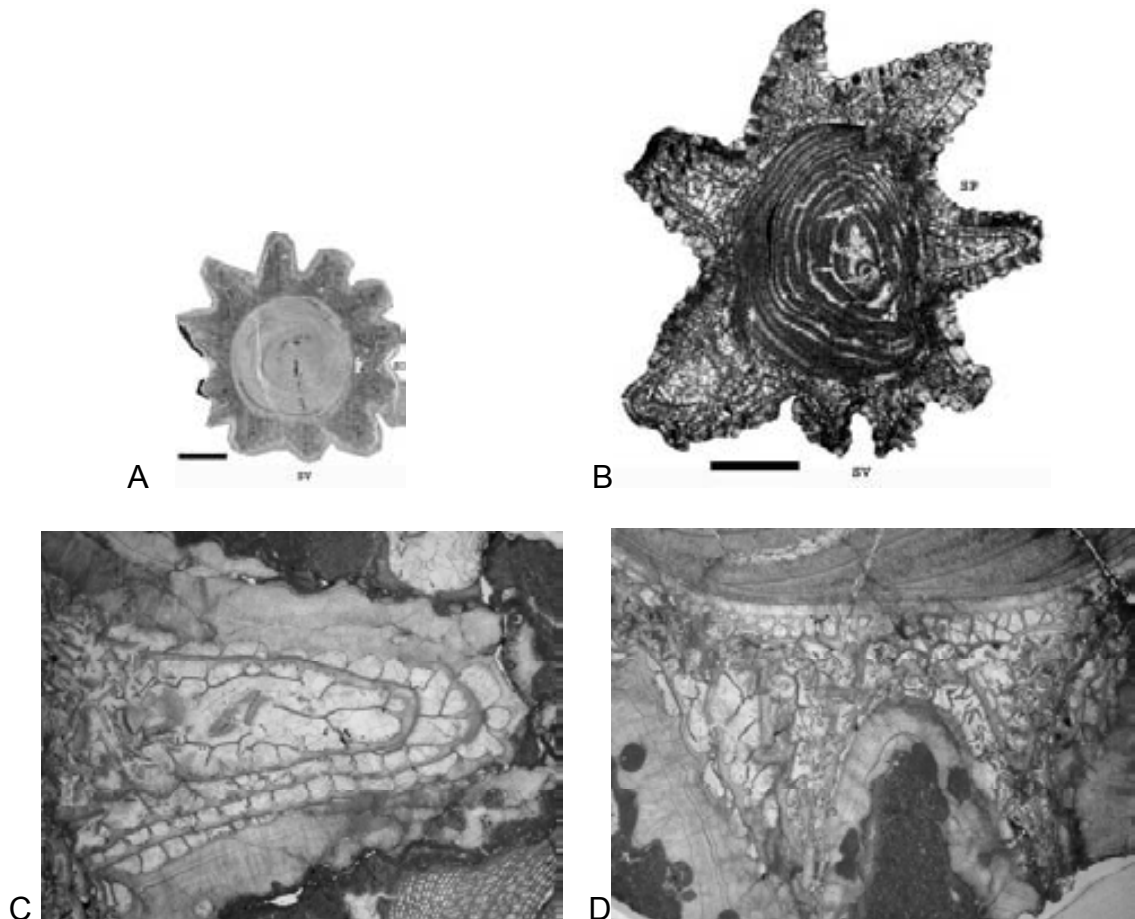


Fig. 80. *Biradiolites martellii* (Parona) de San Polo Matese. Secciones transversales de valvas derechas. A) Individuo juvenil con costillas regulares y bien desarrolladas. Peel. MPR RC927. B) Individuo con costillas gruesas y tábulas concéntricas. Luz polarizada. MPR RC675. C) Detalle de B, estructura compacta y celdas de mayor tamaño en correspondencia con las costillas. D) Detalle de la banda ventral invaginada. Escala 5 mm en A y 10 mm en B; la anchura de las fotos C y D es de 15 mm. (SV, SP) Estructuras radiales.

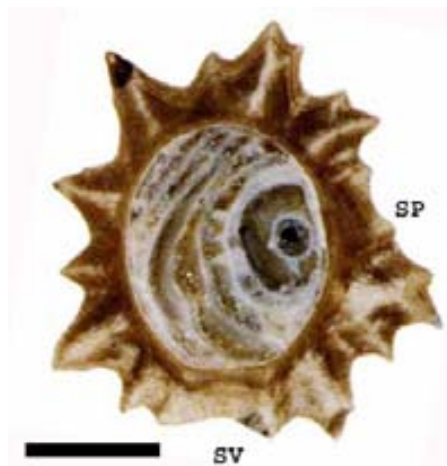


Fig. 81. *Biradiolites martellii* (Parona). Colección Parona, MPT, s.n. Acquaviva, Puglia. Sección transversal de la valva derecha del ejemplar figurado por Parona (1911, text-fig. 2). La concha está recrystalizada. (SV, SP) Estructuras radiales. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 134). Escala 10 mm.

## Género *Bournonia* Fisher, 1887

### *Especie tipo*

*Sphaerulites bournoni* Des Moulins, 1826

### *Valva derecha*

Forma de cónica a cilíndrica, hasta muy alargada. Estructuras radiales en correspondencia con dos pliegues en sinclinal de las láminas de crecimiento, formando dos costillas muy prominentes y bastante juntas, separadas por una interbanda en seno. La estructura de la capa externa de la concha es compacta o con crestas radiales. Sin cresta del ligamento.

### *Valva izquierda*

Opercular, convexa o plana, con estructura compacta.

### *Distribución*

*Bournonia* es un género cosmopolita, presente en todo el Tethys en depósitos siliciclásticos y carbonatados, normalmente de textura fango-soportada del Turoniense al Maastrichtiense.

## ***Bournonia excavata* (d'Orbigny), 1842**

Figuras 82, 83

- 1842 *Radiolites excavata* d'Orbigny, p. 185.
- 1850 *Radiolites excavata* d'Orbigny, p. 215, pl. 556, figs. 1-4.
- 1902 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Douvillè, p. 472, 477.
- 1907 *Agria excavata* d'Orbigny; Toucas, p. 27, text-figs. 11-12, pl. 2, figs. 11-13.
- 1910 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Douvillè, p. 25, text-fig. 24.
- 1910 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Parona, p. 284, text-fig. 4i.
- 1911 *Bournonia excavata* var. *roachensis*; Douvillè, p.250, text-figs. 9-10, pl. 17, fig. 7.
- 1928 *Agria excavata* (d'Orbigny); Klinghardt, pl. 14, fig. 5, pl. 24, fig.10,10a
- 1932 *Bournonia excavata* var. *roachensis* Douvillè; Kuhn, p. 95.
- 1932 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Kuhn, p. 95.
- 1978 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Amico, p. 71, pl. 17, fig. 4; pl. 18, fig. 5.
- 1981 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Sánchez, p. 88.
- 1985 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Bilotte, p. 185.
- 1988 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Luperto-Sinni et al., p. 129, pl. 1, fig. 4; pl. 3, fig. 3.
- 1989 *Bournonia excavata* (d'Orbigny); Cestari y Sirna, p. 135-136, pl. 4, fig. 3, pl. 5, figs. 1-3

- 1992 *Bournonia excavata* (d'Orbigny); Vicens, p. 185, pl.74, fig.1  
1995 *Bournonia excavata* (d'Orbigny); Cestari y Sartorio, p. 51, 136.  
1995 *Bournonia excavata* (d'Orbigny); Caffau y Plenicar, p. 230, pl. 7, figs. 2, 2; pl. 12, fig. 3.  
1998 *Bournonia excavata* (d'Orbigny); Carannante et al., p. 56, text-figs.12/3-4, 18  
2002 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Caffau, p. 92, text-fig. 2.

### Material

Se han estudiado ejemplares en afloramiento en Monti Simbruini-Ernici y en Cilento.

### Valva derecha

Forma de cilindrocónica a cilíndrica, pudiendo alcanzar hasta 20 cm de altura por 4 cm de diámetro (Fig. 82A). La parte dorsal es subredondeada, mientras que en la postero-ventral presenta dos fuertes costillas a todo lo largo de la valva, separadas por un surco profundo (Fig. 82B). La superficie externa es muy lisa, con líneas de crecimiento poco marcadas.

Las láminas de crecimiento son muy inclinadas y forman dos grandes pliegues en sinclinal, responsables de las dos fuertes costillas en la superficie externa. La estructura de las láminas es prevalentemente compacta, o con crestas radiales en correspondencia con los pliegues. No presenta cresta del ligamento.



Fig. 82. *Bournonia excavata* (d'Orbigny). A) Vista postero-ventral de un individuo de forma casi cilíndrica; B) Vista superior. Santoniense inferior, Martigues, Bouches du-Rhone. Tomado de Macé-Bordy (2007).



Fig. 83. *Bournonia excavata* (d'Orbigny). Sección transversal natural de valvas derechas. Santoniense. Capaccio Vecchio, Cilento.

#### *Valva izquierda*

Ligeramente cóncava con estructura compacta.

#### *Distribución*

Esta especie cosmopolita se encuentra como individuos aislados o en bouquets o clusters en facies exclusivamente fango-soportadas de plataforma interna (Fig. 83) y se ha señalado del Coniaciense al Maastrichtiense en Francia meridional, en Pireneos, en Italia y en la península Balcánica.

### ***Bournonia fascicularis* (Pirona, 1869)**

#### Figuras 84-86

- 1869 *Radiolites fascicularis*; Pirona, p. 30, pl. 8, figs. 6-12.
- 1877 *Sphaerulites salignacensis*; Bayle, p. 14.
- ? 1907 *Agria salignacensis* Bayle; Toucas, p. 21, pl. 1, figs. 12, 12a.
- 1907 *Agria fascicularis* (Pirona); Toucas, p. 22, pl. 1, figs. 13-14.
- 1923 *Eoradiolites fascicularis* (Pirona); Parona, p. 149.
- ? 1932 *Agriopleura salignacensis* (Bayle); Kuhn, p. 81.
- 1932 *Eoradiolites fascicularis* (Pirona); Kuhn, p. 112.
- 1935 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Wiontzek, p. 90.
- 1949 *Bournonia excavata* d'Orbigny; Dechaseaux, text-fig. 1 [cop. Wiontzek, 1935], pl. 4, figs. 1, 1a, 2, 2a.
- 1951 *Agria fascicularis* Pirona; Pejović, p. 99, pl. 1, figs. 1-2.
- ? 1967 *Agriopleura salignacensis* (Bayle); Polšak, p. 52, 159, pl. 5; pl. 10, fig. 2.
- 1972 *Eoradiolites fascicularis* (Pirona); Campobasso, p. 438, pl. 7, fig. 1.
- ? 1981 *Agriopleura salignacensis* (Bayle); Sánchez, p. 65.
- 1981 *Eoradiolites fascicularis* (Pirona); Sánchez, p. 113.
- 1995 *Bournonia fascicularis* (Pirona); Cestari y Sartorio, p. 40, p. 137.
- 2004 *Bournonia fascicularis* (Pirona); Cestari y Pons, p. Fig. 4c,f, fig. 5f, fig. 6e, fig. 12b, fig. 13

### *Material*

Cava Santa Fara, Ostuni, PUAB-75.642 (con valva superiore), PUAB-75.643. También ejemplares en afloramiento, cerca de Ostuni, Puglia, en Monti Lepini-Ausoni-Aurunci y en Cilento.

### *Valva derecha*

Pirona (1869), describiendo algunas formas encontradas en Italia septentrional, dió una descripción de esta especie aún válida hoy día: “*Valva inferiore subquadrangolare, piana sul lato buccale, convessa nel rimanente, ordinariamente piegata in vario senso, talvolta modificata nelle facce pel contatto cogli individui cui si trova aderente. Lato buccale ornato da una linea isolata; lato palleale ornato da due linee appajate a essi talvolta se ne aggiunge una terza, ed a cui si susseguono verso il lato anale alcune altre linee o striscie (5 o 6), più o meno appariscelnti; il rimanente della superficie liscio, o con appena visibili traccie di linee d' accrescimento*” (Fig. 84).

Puede añadirse que las láminas de crecimiento están muy inclinadas y presentan estructura prevalentemente compacta, únicamente en correspondencia con los pliegues presenta estructura no compacta de crestas radiales (Fig. 85A). Las estructuras radiales, muy juntas, corresponden a pliegues en sinclinal de las láminas de crecimiento; unos pliegues agudos a cada lado confieren el aspecto característico de la especie (Fig. 86A, B).

### *Valva izquierda*

Opercular con estructura compacta. Forma ligeramente convexa o casi plana, con ápice central, del que parten tres o cuatro rayos en correspondencia con las costillas de la valva derecha (Fig. 86A).

### *Distribución*

Se encuentra en facies fango-soportadas de plataforma interna, formando asociaciones mono- y oligotípicas de individuos aislados, *bouquets* o en *cluster* (Fig. 85, 86). Se ha señalado en el Turoniense-Coniaciense de los Alpes meridionales, en Istria y en el Apenino centro-meridionale.

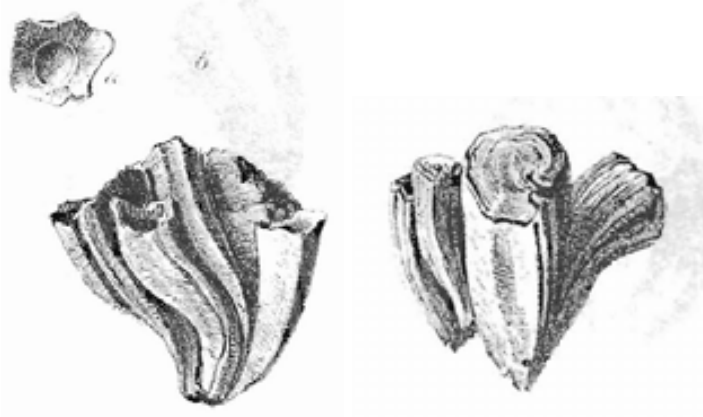


Fig. 84. *Bournonia fascicularis* (Pirone). Colle de Medea, Italia septentrional. Tomado de Pirone (1869, pl. 8, figs. 6, 7).

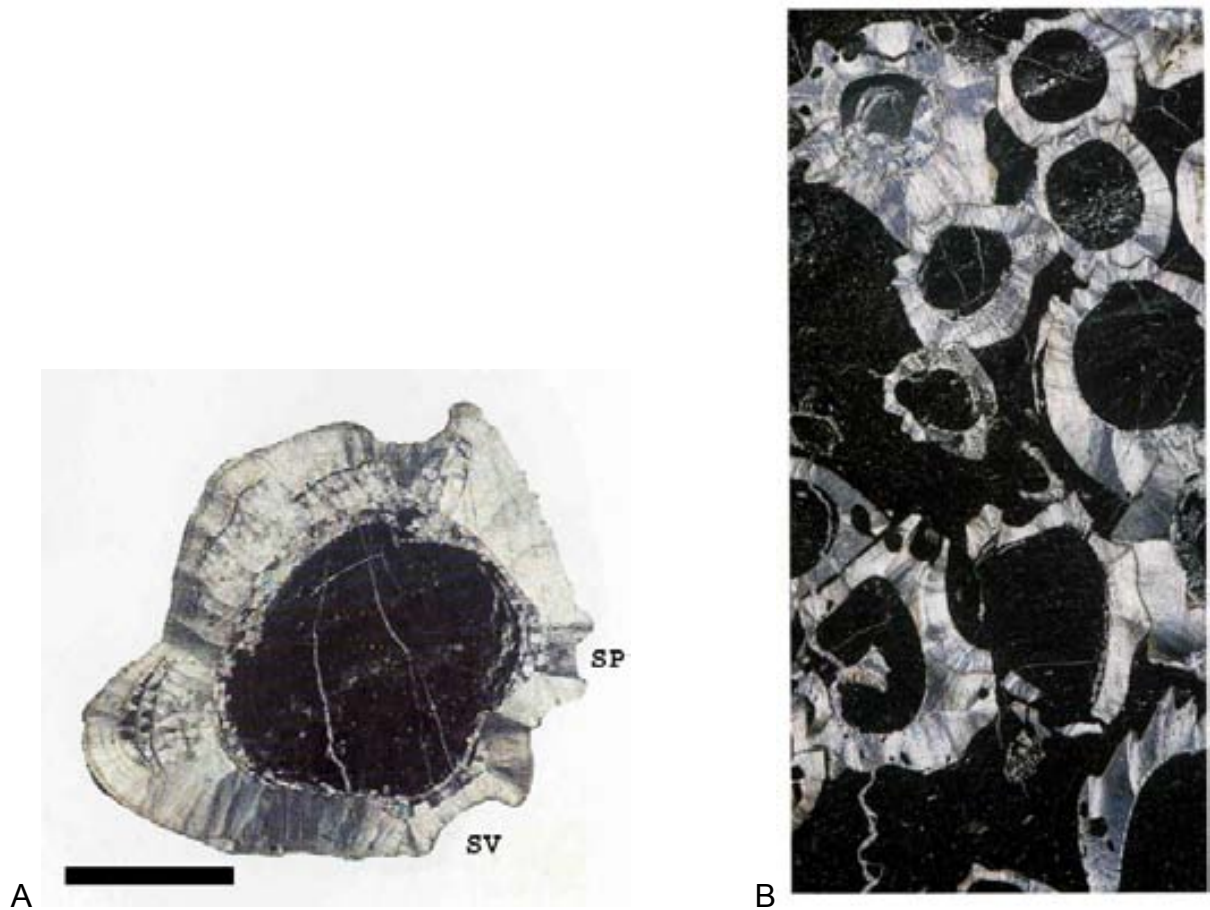


Fig. 85. *Bournonia fascicularis* (Pirone, 1868). Amaseno, Monti Aurunci. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 40, 137). A) Sección trasversale de una valva derecha mostrando estructura no compacta en los pliegues. B) Sección transversal de un *cluster* de individuos en caliza fango-soportada. Escala 5 mm. Tomado de Cestari y Sartorio, (1995, pag. 40 y 137).



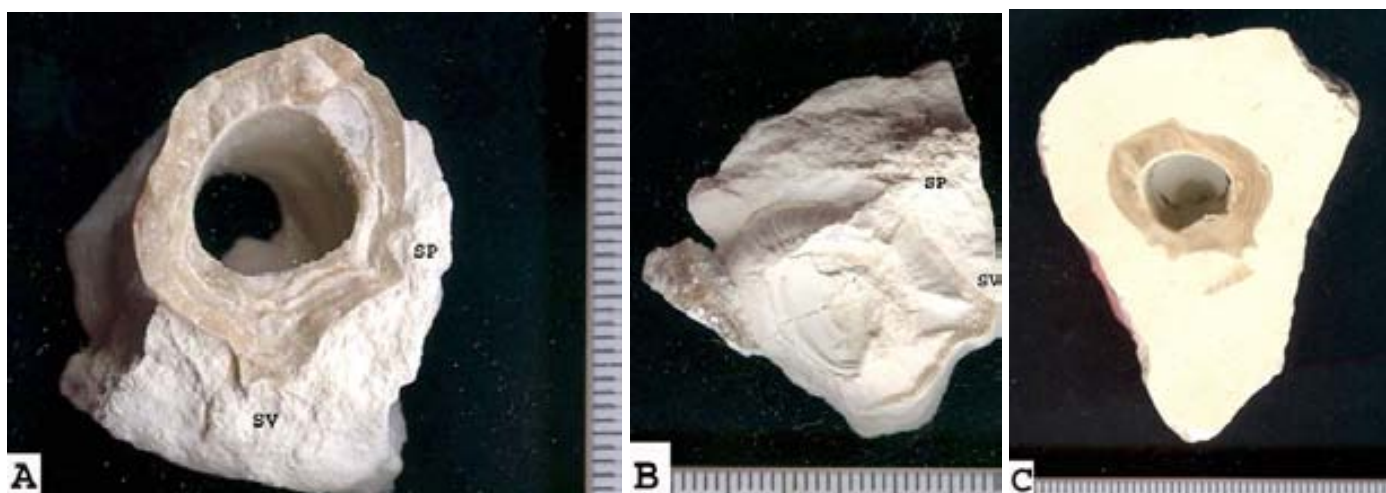


Fig. 86. *Bournonia fascicularis* (Pirona), Coniaciense. Cava Santa Fara, Ostuni, Puglia. Ejemplares incluidos en *mudstone* recristalizado. A, B) PUAB-75.642. Sección natural de la valva derecha y vista interior de la valva izquierda mostrando las estructuras radiales (SV, SP) bien marcadas. C) PUAB-75.643. Sección pulida de la valva derecha.

### Género *Distefanella* Parona, 1901

[= *Stefanella* Douvillé, 1901, p.101, nom. van.; non *Distefanella* Cipolla, 1922, briozoo queilostomado del Plioceno de Italia]

#### Especie tipo

*Distefanella lumbricalis* (d'Orb.), Parona, 1901 (non *Radiolites lumbricalis* d'Orbigny, 1842), p. 206, pl. 1, fig. 12; pl. 2, fig. 2-5; pl. 3, fig. 8a-b [Enmendado *Distefanella salmojraghii* Parona, 1911] de San Polo Matese, Montes del Matese, Apenino meridional, Italia (nivel 1 de la sección B de la serie Colle Salva Signore en Accordi et al. 1990a).

Al instituir el género, Parona (1901) describió otras tres especies del mismo nivel en la misma localidad (*D. bassanii*, *D. guiscardii*, y *D. douvillei*) además de la especie tipo que atribuyó erróneamente a *D. lumbricalis* (d'Orb.); el error fue reconocido i enmendado por el mismo autor (Parona 1911, p. 283) proponiendo *D. salmojraghii*, después que Toucas (1909) publicara una detallada descripción de *Biradiolites lumbricalis* (d'Orb.). Posteriormente se han descrito un buen número de especies atribuidas a este género en el área centro-mediterránea (*D. rossii* Parona, 1912; *D. kochanskae* Polšak, 1968; *D. planikana* Polšak, 1968; *D. minima* Pejović, 1969; *D. raricostata* Slišković, 1971; *D. raricostata borutensis* Slišković, 1971; *D. hrasnica* Slišković, 1971; *D. montagnei* Slišković, 1971; *D.*

*radoicicae* Pejović, 1979; *D. mansuni* Pleničar, 1982; *D. robusta* Caffau, 1992; *D. tavassiana* Özer, 1999).

Pese a la rectificación de Parona (1911) a su identificación original del material de la especie tipo como *Distefanella lombricalis* (d'Orb.) por *D. salmojrighii*, diversos autores han insistido posteriormente en la atribución de la especie *Biradiolites lombricalis* (d'Orb.) al género *Distefanella*, así como de otras especies con ella relacionadas (*Distefanella praelumbricalis* Philip, 1990). También se ha atribuído al género la especie americana *Biradiolites mooretownensis* Trechman, 1924.

Se ha llevado a cabo la revisión del género, incluyendo el material original usado por Parona así como nuevo material de la misma y otras localidades italianas, mediante el estudio de todo el material disponible en diversas colecciones, en particular:

- El material tipo de Parona, conservado en la Colección Bassani en el Centro Musei delle Scienze, en Nápoles (CMSN).
- La Colección Parona y los ejemplares de la Colección Salmojrighi, conservados en el Museo di Paleontologia dell'Università di Torino (MPT).
- La Colección Sirna del Museo di Paleontologia dell'Università di Roma (MPR).
- La Colección de Paleontología de la Universitat Autònoma de Barcelona (PUAB).
- Material procedente de Italia septentrional conservado en diversos museos, Museo dell'Università di Padova (MUP), Museo di Ferrara (MF), Museo di Verona (MV), Museo di Pavia (MP), y Museo de Santa Anna d'Alfaedo (MSA).

La revisión de las especies no italianas (ex-Yugoslavia y Turquía) ha tenido que limitarse al estudio de las descripciones y figuraciones en los trabajos publicados.



### *Descrizione*

Los caracteres morfológicos señalados por Parona (1911, p. 283) son: *“Radiolítide con valva superiore piccola cupuliforme; valva inferiore cilindroide allungatissima, uniformemente costolata, con guscio assai sottile; zone sifonali semplici, subeguali, prominenti, incavate nel mezzo; mancanza di cresta ligamentare; ampia cavità dorsale; presenza di un rudimento di dente e di un setto longitudinale, separante la cavità dorsale dalla cavità ventrale per tutto lo sviluppo della valva al disotto dell’apparato cardinale, e cioè in continuazione della lamina che nell’apparato stesso collega i due denti della valva superiore fra le due cavità ora accennate. Per la sottigliezza del guscio questa divisione interna è manifesta anche esternamente, corrispondendo la cavità viscerale al lato più rigonfio della valva, e la cavità dorsale al lato più ristretto; e talvolta al setto interno corrisponde anche una rientranza esterna al guscio, di guisa che la valva appare, in sezione, bilobata”*. (Fig. 87).

Con la excepción del “diente rudimentario y el septo longitudinal, separando la cavidad dorsal de la cavidad ventral a lo largo de toda la valva por debajo del aparato cardinal, es decir a continuación de la lámina que en el mismo aparato une los dos dientes de la valva superior entre las dos cavidades mencionadas”, y las “zonas sifonales simples, subiguales, prominentes y cóncavas en el centro”, los caracteres mencionados por Parona (1911) son correctos. Parona (1926) aportó detalles complementarios con respecto a la morfología general de la valva derecha y Polšak (1968) describió la morfología de la valva izquierda y particularmente el aparato mio-cardinal, corrigiendo los errores de interpretación de Parona (Fig. 88).

A continuación se resumen las principales características diagnósticas del género:

#### Valva derecha:

Forma cilíndrica extremadamente alargada, frecuentemente curvada a multigeniculada.

- Ornamentación constituída por costillas radiales, agudas y regularmente espaciadas, consecuencia de los pliegues agudos de las láminas inclinadas de la capa externa de la concha.

- La ornamentación concéntrica (megaciclos) es regular aunque poco manifiesta.
- Las dos estructuras radiales corresponden a amplios pliegues planos de las láminas inclinadas de la capa externa de la concha y se manifiestan externamente como bandas, ornamentadas con costillas romas y más finas que las del resto del contorno incluida la interbanda, por lo que aparecen como bandas deprimidas. La descripción incorrecta de las “zonas sifonales”, “simples, subiguales, prominentes, cóncavas en el centro” en Parona (1911) se debe a una errónea identificación de las bandas, que situó en pares de costillas. La anchura relativa de las bandas e interbanda, entre sí y respecto a todo el perímetro de la concha, se considera aquí como un carácter específico. La capa externa de la concha es aún más delgada en correspondencia con las bandas que en el resto del perímetro de la concha, y su margen interno menos curvado o hasta recto.

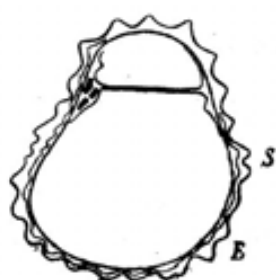


Fig. 2.  
*Distefan. Bassanii* Par.



Fig. 3.  
*Distef. Guiscardii* Par.



Fig. 87. *Distefanella salmojrighii* Parona. Ejemplares figurados por Parona (1912, textfig. 2, 3). La textura del sedimento es grano-soportada en ámbos.

- La invaginación más o menos acentuada de las bandas es frecuente en las formas adultas con bandas e interbanda muy anchas y capa externa de la concha muy delgada.
- La capa externa de la concha es notablemente delgada, las láminas están fuertemente inclinadas, y su estructura es compacta.
- La capa interna es también delgada, con mayor desarrollo en la región cardinal para formar los surcos por donde deslizan los dientes de la valva izquierda; se presentan tábulas más o menos espaciadas.

#### Valva izquierda:

- Cupuliforme, normalmente no conserva la capa externa de la concha (que debía ser tanto o más delgada que en la valva derecha) y se observan únicamente los megaciclos de la misma, marcados en la superficie externa de la capa interna.
- La comisura es oblicua.
- El aparato cardinal, claramente descrito por Polšak (1968), consta de dos dientes largos, muy separados y alejados del margen dorsal, y unidos en toda su longitud por una lámina cardinal; los dos mioforos están también unidos a los dientes en toda su longitud y se extienden lateralmente hasta alcanzar la posición de las estructuras radiales, la ventral el mioforo anterior y la posterior el mioforo posterior (Fig. 88 A). Este aparato miocardinal forma un conjunto casi tubular que, introducido en la parte superior de la valva derecha, confiere notable resistencia mecánica (solidez) en esta parte a una concha relativamente delgada. Como ya señaló Polšak (1968), es la lámina cardinal de la valva izquierda lo que interpretó Parona (1911) como el “septo longitudinal de la valva derecha que separa la cavidad dorsal de la ventral” (Fig. 88 B).

#### Discusión

Parona (1911, p. 284) enmendó la especie tipo, *Distefanella lumbricalis* (d'Orb.), Parona, 1901, non *Radiolites lombricalis*, d'Orbigny, 1842, en *D. salmojraghii*. Las cuatro especies de *Distefanella* descritas por Parona (1901), provenientes del mismo nivel de la misma localidad, se consideran en este

trabajo como sinónimos y se considera como nombre válido el del tipo, enmendado como *D. salmojraghii* por Parona (1911).

*Distefanella rossii* (Parona, 1912) se distingue únicamente por la ornamentación (costillas) poco desarrollada, tanto en las bandas radiales como en todo el perímetro. Es de remarcar que ha sido encontrada únicamente en depósitos micríticos de cuenca tipo 'Scaglia', mientras que *D. salmojraghii* se encuentra en depósitos grano-soportados de plataforma. La interpretación de las bandas radiales en Parona (1912, textfig. 1) es errónea y no ha sido corregida hasta ahora. Comparar con Fig. 89.

*Distefanella kochanskae* y *D. planikana*, las dos especies instituidas por Polšak (1968), aunque algo más desarrollada la costulación, no presentan diferencias substanciales con *D. bassanii* ni en la ornamentación ni en el desarrollo de las bandas radiales.

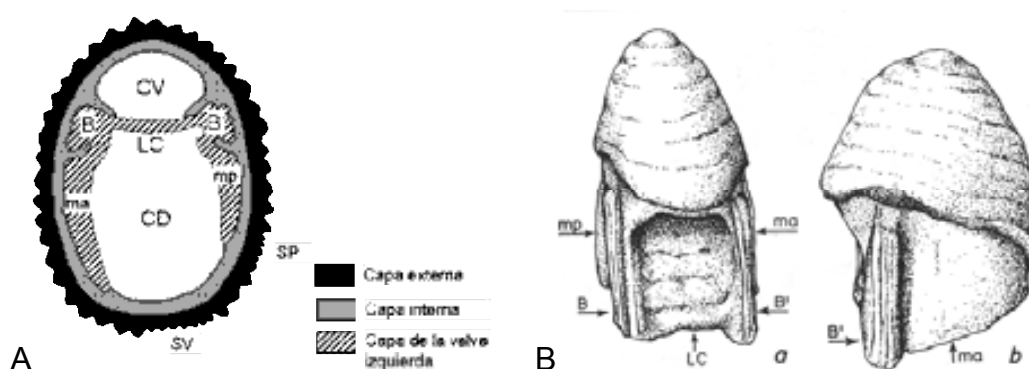


Fig. 88. Caracteres de *Distefanella*. A) Dibujo de la sección transversal de la valva derecha de *Distefanella* cerca de la comisura. La lámina cardinal (lc) parece subdividir dos cavidades (CV y CD). (SV, SP) Estructuras radiales. Modificado de Polšak, 1968, textfig. 3. B) Dibujo de la vista dorsal de la valva izquierda en *Distefanella* mostrando el mioforo y el diente anterior (ma, B') unidos al mioforo y el diente posterior (mp, B) por una lámina cardinal (lc). Tomado de Polšak (1968).

*Distefanella minima* fue instituida por Pejović (1969) en base a un fragmento de valva incluido en la roca, observado en un afloramiento y no colectado; realmente indeterminable con seguridad, no puede ser considerada.

De las especies instituidas por Slišković (1971), *Distefanella montagnei* se caracteriza por la gran amplitud tanto de las bandas radiales como de la interbanda, lo que hace que las bandas aparezcan más o menos invaginadas a

ambos lados de una interbanda muy saliente. Las pequeñas variaciones, en la ornamentación y en las bandas, señaladas para las otras especies, *Distefanella raricostata*, *D. raricostata borutensis*, *D. heraki*, y *D. hrasnica*, entran claramente dentro de la variabilidad observada en *D. bassani*. Lo mismo puede decirse de *D. tavassiana* Özer, 1999.

Tanto *Distefanella radoicicae*, instituida por Pejović (1979) sobre un ejemplar juvenil, como *D. radoicicae acuticostata* y *D. masuni*, instituidas por Pleničar (1982), se caracterizan por el gran desarrollo de la costulación, mayor que en los ejemplares figurados por Parona (1901) pero semejante a otros ejemplares de la misma localidad que éstos.

*Distefanella robusta* Caffau, 1992 es claramente una *Durania* y *Distefanella parva* Pleničar, 1973 debe en realidad atribuirse a un *Hippurites*, probablemente *H. colliciatus* Woodward, 1844.

*Distefanella praelumbricalis* Philip, 1990, por su estructura no compacta en la capa externa de la concha y sus bandas radiales lisas, al igual que *Biradiolites lombricalis* (d'Orb.), del que se conoce además la valva izquierda cóncava, no pueden atribuirse al género *Distefanella*.

La amplitud relativa, así como la morfología, de las bandas radiales y la interbanda aparecen como los caracteres diagnósticos de las especies del género *Distefanella*, revelándose el mayor o menor desarrollo de la ornamentación únicamente como un carácter secundario ligado probablemente a factores ambientales (Fig. 90).

Con las reservas derivadas de la insuficiente información existente sobre algunas de las especies citadas en la literatura paleontológica, se propone aquí, en base a los caracteres más arriba mencionados, reducir el número de especies del género *Distefanella* a dos:

- *Distefanella salmojrighii* Parona, 1901. Las bandas radiales son de rectilíneas a ligeramente cóncavas. La interbanda no es más ancha que la banda ventral.
- *Distefanella montagnei* Slišković, 1971. Las bandas radiales son amplias y de muy cóncavas a invaginadas. La interbanda es más ancha que la banda ventral y se proyecta externamente.

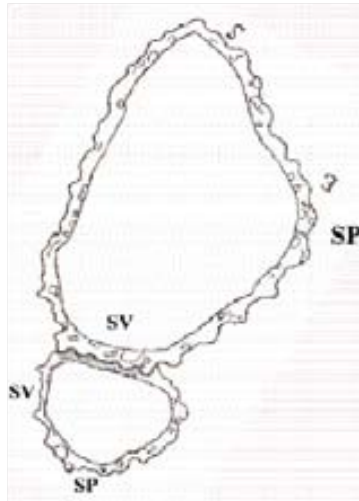


Fig. 89. *Distefanella salmojraghii* Parona. Dibujo orientado con la posición correcta de las bandas de los dos ejemplares figurados por Parona (1912, textfig. 1) como *Distefanella rossii*. Ver Fig. 100.

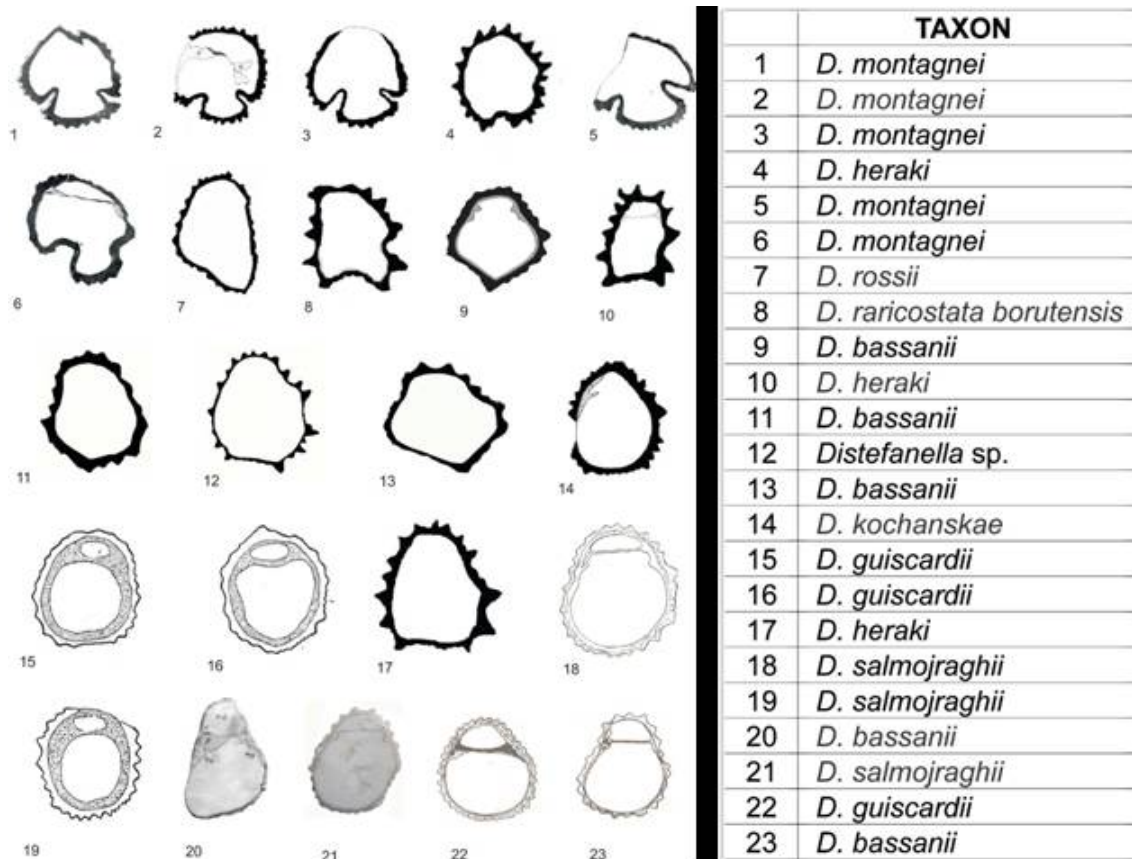


Fig. 90. Secciones de ejemplares atribuidos al género *Distefanella* en la literatura paleontológica ordenadas de mayor a menor invaginación de las bandas radiales.

### *Distribución*

La localidad tipo del género se sitúa en la parte inferior de una sucesión calcárea condensada en San Polo Matese, Montes del Matese, Apenino meridional (nivel 1 de la sección B de la serie Colle Salva Signore en Accordi et al. 1990a). No se encuentran en la sucesión asociaciones micropaleontológicas diagnósticas, habiéndosele atribuido una edad comprendida entre el Turoniense superior y el Santoniense (Cestari y Sartorio 1995), o hasta el Campaniense inferior (Accordi et al. 1990a); Caranante et al. 1993). En el transcurso de este trabajo se ha reconocido un nivel con *Biradiolites lombricalis* (d'Orb.), especie datada como Turoniense medio en Dordogne, Francia (Platel 1998), a la base de la sucesión con *Distefanella*. El evento biológico indicado por las ricas comunidades con rudistas que caracterizan la parte superior de la sucesión en esta localidad (evento L, del Santoniense terminal, en Cestari y Sartorio 1995) se correlaciona con la inundación de sectores de plataforma carbonática por caída del nivel eustático en el tránsito Santoniense-Campaniense (secuencia Sa3 en Ogg y Ogg 2006).

En el flanco septentrional de la Majella, Apenino central, se encuentran fragmentos de concha atribuibles a *Distefanella* en olistolitos de la Formación Tre Grotte, resedimentados en depósitos de cuenca del Santoniense superior (ver la descripción del afloramiento).

En Montes de Ocre, Apenino central, se encuentra *Distefanella* en calizas del Turoniense superior-Coniaciense (Biozona de *Accordiella conica* y *Rotorbinella scarsellai*, en Chiocchini et al. 1994).

También se encuentra en depósitos de cuenca en el Sudalpino, Italia septentrional, de edad Turoniense superior-Coniaciense inferior, Biozona de *Marginotruncana schneegansi* y parte basal de *Dicarinella concavata* (Trevisani y Cestari 2007).

En los Dinárides, se ha señalado el género en Istria, Croacia (Polšak 1968; Pejović 1979), en Eslovenia (Pleničar 2005) y en Raška Gora y en Cerovo, cerca de Metković, Bosnia-Herzegovina (Slišković 1971), en calizas atribuidas al Turoniense superior, Cenozona de *Durania cornupastoris* y *Radiolites praesauvagesi* de Polšak (1965).

En Turquía occidental se ha señalado en el Turoniense (antes se atribuyó al Cenomaniense) en el Macizo metamórfico Menderes (Özer 1999, 2001).

Una edad Turoniense superior-Coniaciense parece actualmente la más razonable para el género. No es posible por el momento mayor precisión para las especies.

### ***Distefanella salmojraghii* Parona, 1901**

Figuras 87, 91-100

- \*v. 1901 *Distefanella lumbricalis* (d'Orb.) [non *Biradiolites lumbricalis* (d'Orb.)]; Parona, p. 206, pl. 1, fig. 12; pl. 2, figs. 2-5; pl. 3, fig. 8a-b [Enmendado (Parona 1911, p. 284) como *Distefanella salmojraghii*]
- v. 1901 *Distefanella Bassanii*; Parona, p. 208, pl. 2, figs. 6, 7; pl. 3, figs. 6, 7
- v. 1901 *Distefanella Guiscardii*; Parona, p. 208, pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 9
- v. 1901 *Distefanella Douvillei*; Parona, p. 209, pl. 2, fig. 9a-c, pl. 3, fig. 10a-c
- 1911 *Distefanella Salmojraghii*; Parona, p. 284
- v. 1911 *Distefanella Bassanii* Parona; Parona, p. 284, textfig. 2
- v. 1911 *Distefanella Guiscardii* Parona; Parona, p. 284, textfig. 3
- 1911 *Distefanella Douvillei* Parona; Parona, p. 284
- . 1912 *Distefanella Rossii*; Parona, p. 473, textfig. 1, pl. 1, fig. 6
- 1919 *Distefanella Bassanii* Parona; Parona, p. 477
- 1926 *Distefanella Bassanii* Parona; Parona, p. 39, textfig. 5
- . 1926 *Distefanella Salmojraghii* Parona; Parona, p. 40, textfig. 6a
- . 1926 *Distefanella Guiscardii* Parona; Parona, p. 40
- . 1926 *Distefanella Salmojraghii*; Parona, p. 40
- . 1932 *Distefanella douvillei* Parona; Kühn, p. 98
- . 1932 *Distefanella guiscardii* Parona; Kühn, p. 99
- . 1932 *Distefanella rossii* Parona; Kühn, p. 100
- . 1932 *Distefanella salmojraghii* Parona; Kühn, p. 100
- 1957 *Distefanella bassani* Parona; Pasić, p. 88, pl. 3, figs. 2-5
- ? 1964 *Distefanella salmojraghii* Parona; Behlilović, p. 45, pl. 8, figs. 2, 3
- ? 1968 *Distefanella* cf. *rossii* Parona; Slišković, p. 30
- . 1968 *Distefanella* sp.; Polšak, textfigs. 2, 3
- . 1968 *Distefanella salmojraghii* Parona; Polšak, p. 181, textfig. 5
- . 1968 *Distefanella guiscardii* Parona; Polšak, p. 182, textfigs. 6, 7
- . 1968 *Distefanella kochanskae*; Polšak, p. 183, textfigs. 8, 9
- . 1968 *Distefanella planikana*; Polšak, p. 185, textfig. 10
- . 1968 *Distefanella raricostata*; Slišković, p. 77, textfigs. 4, 5, pl. 3, figs. 1, 1a, figs. 2-4
- . 1968 *Distefanella hrasnica*; Slišković, p. 82, pl. 5, fig. 1-4, textfigs. 10, 11
- . 1968 *Distefanella guiscardii* Parona; Polšak, p. 182, 189, textfigs. 6, 7
- . 1969 *Distefanella salmojraghii* Parona; Polšak y Mamuzić, p. 232, 238
- . 1969 *Distefanella kochanskae* Polšak; Polšak y Mamuzić, p. 232, 238
- . 1969 *Distefanella raricostata* Slišković; Polšak y Mamuzić, p. 232, 238
- . 1969 *Distefanella guiscardii* Parona; Polšak y Mamuzić, p. 232, 238
- . 1969 *Distefanella salmojraghii* Parona; Dechaseaux, fig. E237,8 (cop. Parona



- 1908)
- ? 1971 *Distefanella* cf. *rossii* Parona; Slišković, p. 34
- . 1971 *Distefanella salmojrighii* Parona; Slišković, p. 34
- . 1971 *Distefanella bassanii* Parona; Slišković, p. 37
- . 1971 *Distefanella raricostata*; Slišković, p. 34, 82, textfigs. 4, 5, pl. 3, figs. 1-4
- . 1971 *Distefanella hrasnica*; Slišković, p. 34, 88, pl. 5, figs. 1-4, textfigs. 10, 11
- . 1971 *Distefanella* sp.; Slišković, pl. 2, figs. 1-5
- . 1971 *Distefanella kochanskae* Polšak; Slišković, pl. 6, fig. 3
- . 1974 *Distefanella salmojrighii* Parona; Slišković, p. 133
- . 1974 *Distefanella hrasnica* Slišković; Slišković, p. 133
- . 1979 *Distefanella radoiciae*; Pejović, p. 124, textfig. 2, pl. 1, fig. 3; pl. 2, figs. 1-2
- . 1980 *Distefanella salmojrighi* Parona; Carbone et al., p. 206, pl. 5, fig. c
- . 1980 *Distefanella bassani* Parona; Carbone et al., p. 206, pl. 5, fig. d
- . 1981 *Distefanella bassani* Parona; Sánchez, p. 94
- . 1981 *Distefanella guiscardii* Parona; Sánchez, p. 94
- . 1981 *Distefanella douvillei* Parona; Sánchez, p. 94
- . 1981 *Distefanella kochanskae* Polšak; Sánchez, p. 95
- . 1981 *Distefanella krasnica* Slišković; Sánchez, p. 95
- . 1981 *Distefanella raricostata* Slišković; Sánchez, p. 97
- . 1981 *Distefanella rossii* Parona; Sánchez, p. 97
- . 1981 *Distefanella salmojrighii* Parona; Sánchez, p. 98
- . 1981 *Distefanella bassani* Parona; Carbone y Sirna, p. 436
- . 1981 *Distefanella salmojrighi* Parona; Carbone y Sirna, p. 436
- . 1982 *Distefanella mansuni*; Pleničar, p. 15, textfig. 7, pl. 3, fig. 1-2; pl. 4, fig. 1
- . 1982 *Distefanella radoicicae*; Pleničar, p. 12, pl. 1, figs. 1, 2
- . 1982 *Distefanella douvillei*; Accordi et al., p. 138, textfig. 5
- . 1982 *Distefanella guiscardii* Parona; Polšak et al., textfig. 3
- . 1982 *Distefanella salmojrighii* Parona; Polšak et al., textfig. 3
- . 1982 *Distefanella planikana* Polšak; Polšak et al., textfig. 3
- . 1982 *Distefanella kochanskae* Polšak; Polšak et al., textfig. 3
- . 1988 *Distefanella raricostata* Slišković; Accordi et al., p. 138, textfig. 5, pl. 1, fig. 6
- . 1988 *Distefanella bassanii*; Accordi et al., p. 138, textfig. 5
- . 1988 *Distefanella douvillei*; Accordi et al., p. 168
- . 1993 *Distefanella douvillei* Parona; Cherchi et al., p. 93, textfig. 2, pl. 4, fig. 6
- . 1993 *Distefanella* cf. *bassani* Parona; Cherchi et al., p. 95, text-fig. 2, pl. 6, fig. 3
- . 1993 *Distefanella douvillei* Parona; Carannante et al., p. 25
- . 1993 *Distefanella* cf. *bassani* Parona; Carannante et al., p. 25, 28
- . 1993 *Distefanella douvillei* Parona; Ruberti, p. 959, 965, pl. 4, fig. 1
- . 1993 *Distefanella* cf. *bassani* Parona; Ruberti, p. 965, pl. 6, figs. 3, 4
- . 1995 *Distefanella (Biradiolites) bassani* Parona; Cestari y Sartorio, fig. s/n p. 148 sup., inf. (foto del ejemplar figurado por Parona 1911, textfig. 3); fig. s/n p. 149 sup.
- . 1995 *Distefanella (Biradiolites) rossi* Parona; Cestari y Sartorio, fig. s/n p. 149 inf. (foto del ejemplar figurado por Parona 1912, textfig. 1)
- . 1996 *Distefanella douvillei* Parona; Paris y Sirna, p. 192, pl. 2, fig. 8
- . 1997 *Distefanella* cf. *bassani* Parona; Ruberti, tb. 1, textfig. 14
- . 1998 *Distefanella salmojrighi* Parona; Laviano et al., p. 171, 172, 174

- . 1998 *Distefanella bassani* Parona; Laviano et al., p. 171, 172, 174
- . 1998 *Distefanella douvillei* Parona; Laviano et al., p. 172, 174
- . 1998 *Distefanella guiscardi* Parona; Laviano et al., p. 172
- . 1998 *Distefanella raricostata* Slišković; Laviano et al., p. 174
- . 1998 *Distefanella bassani* Parona; Özer, p. 242, textfigs. 6, 9, 10
- . 1999 *Distefanella kochanskae* Polšak; Caffau, p. 135
- . 1999 *Distefanella kochanskae* Slišković; Caffau, p. 138
- . 1999 *Distefanella bassanii* Parona; Özer, p. 69, textfig. 3a, b, pl. 1, fig. 3; pl. 2, figs. 1, 2, 4
- . 1999 *Distefanella* sp.; Özer, p. 69
- . 1999 *Distefanella tavassiana*; Özer, p. 71, textfig. 3d, pl. 1, figs. 1, 2
- . 2001 *Distefanella tavassiana*; Özer et al., fig. 10, pl. 2, figs. 3, 4
- . 2001 *Distefanella* sp.; Özer et al., textfig. 10
- . 2001 *Distefanella masuni* Pleničar; Pleničar y Jurkovsek, p. 109, pl. 2, figs. 7, 8; pl. 3, fig. 1
- . 2001 *Distefanella radoicicae* Pejović subsp. *acuticostata* Pleničar; Pleničar y Jurkovsek, p. 109, pl. 4, figs. 1, 2, 3a, 3b, 4
- . 2001 *Distefanella bassanii* Parona; Özer et al., p. 860, textfigs. 10, 11.2, 12.1,2
- . 2001 *Distefanella bassanii* Parona; Özer et al., fig. 10, fig. 11.2 (cop. Özer 1999, pl. 2, fig. 3), fig. 12.1,2 (cop. Özer 1999, pl. 2, figs. 1, 4)
- . 2005 *Distefanella douvillei* (Parona); Cestari, pl. 2, fig. 4
- . 2005 *Distefanella masuni* Pleničar; Pleničar, p. 94, pl. 35, figs. 1-5
- . 2005 *Distefanella radoicicae* Pejović; Pleničar, p. 96, pl. 36, figs. 1, 2
- . 2005 *Distefanella radoicicae* Pejović subsp. *acuticostata*; Pleničar, p. 98, pl. 37, figs. 1-3
- . 2005 *Distefanella douvillei* Parona; Cestari, pl. 2, fig. 4
- . 2005 *Distefanella salmojraghii* Parona; Cestari, pl. 2, fig. 5 (foto del ejemplar figurado por Parona 1901, pl. 2, fig. 1)
- . 2007 *Distefanella* sp.; Cestari y Pons, figs. 5a-c, e, f, 6
- . 2007 *Distefanella rossii* Parona; Trevisani y Cestari, fig. 4A-B (foto del ejemplar figurado por Parona 1901, pl. 2, fig. 1), fig. 5B, fig. 9A-C, fig. 10

### Tipos

El ejemplar figurado como *Distefanella lumbricalis* en Parona, 1901, pl. 1, fig. 12. CMSN n. 17007 (Fig. 91 A-D) debe considerarse el holotipo de la especie. Se trata de un ejemplar juvenil.

Los dos ejemplares del mismo nivel y localidad, figurados como *Distefanella bassanii* en Parona, 1901, pl. 2, fig. 6a,b; pl. 3, fig. 7a-e. CMSN n. 17010 y CMSN n. 17014 (Fig. 92 A,B, Fig. 93), adultos, uno seccionado y el otro conservando la valva superior, completan las características de la especie y deben considerarse paralectotipos.

Proviene de San Polo Matese, Montes del Matese, Apenino meridional, Italia (nivel 1 de la sección B de la serie Colle Salva Signore en Accordi et al.

1990a), están conservados en la Colección Bassani del CMSN.

### *Material*

De la Colección Bassani en el Centro Musei delle Scienze, en Nápoles (CMSN), además del tipo y de los dos paralectotipos:

- CMSM n. 17004 (*D. salmojraghii* Parona, 1901, pl. 2, fig. 4)
- CMSN n. 17005 (*D. salmojraghii* Parona, 1901, pl. 2, fig. 2; pl. 3, fig. 8a)
- CMSN n. 17006 (*D. salmojraghii* Parona, 1901, pl. 2, fig. 5; pl. 3, fig. 8b)
- CMSN n. 17008 (*D. salmojraghii* Parona, 1901, pl. 2, fig. 3)
- CMSN n. 17009 (*D. guiscardii* Parona, 1901, pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 9)
- CMSN n. 17011 y CMSN n. 17012 (no figurados)
- CMSN n. 17013 (*D. douvillei* Parona, 1901, pl. 2, fig. 9a,b; pl. 3, fig. 10a-c)

De la Colección Parona y la parte de Colección Salmojraghi en el Museo di Paleontologia dell'Università di Torino (MPT):

- MPT s.n. (*D. bassanii* en Parona, 1911, textfig. 2)
- MPT s.n. (*D. guiscardii* en Parona, 1911, textfig. 3)
- MPT s.n. mitad de MP n. 1816 (*D. rossii* Parona, 1912, textfig. 1, pl. 1, fig. 6)
- MPT coll. Salmojraghi n. 12 (no figurado)
- MPT coll. Salmojraghi n. 20 (no figurado)

Del Museo di Pavia (MP):

- MP n. 1816 (*D. rossii* Parona, 1912, textfig. 1, pl. 1, fig. 6)

De la Colección Sirna del Museo di Paleontologia dell'Università di Roma (MPR):

- MPR ns-106-91 (no figurado)
- MPR ns-117-9 (tres ejemplares no figurados)

De la Colección de Paleontología de la Universitat Autònoma de Barcelona (PUAB):

- PUAB 74.402 (*Distefanella* sp. en Cestari y Pons, 2007, fig. 5a,b)
- PUAB 74.404 y PUAB 74.405 (*Distefanella* sp. en Cestari y Pons, 2007, fig. 6)
- PUAB 41.326 (no figurado)

Del Museo dell'Università di Padova (MUP):

- MUP n. 18895 (*D. rossii* en Trevisani y Cestari, 2007, fig. 5b)

Del Museo di Ferrara (MF):

- MF n. R07 (no figurado)

Del Museo di Verona (MV):

- MV n. 2381 (*D. rossii* en Trevisani y Cestari, 2007, fig. 9c)
- MV n. 4007 (*D. rossii* en Trevisani y Cestari, 2007, fig. 9a,b)
- MV n. 2380 (no figurado)

Del Museo de Santa Anna d'Alfaedo (MSA):

- MSA n. 453101 (*D. rossii* en Trevisani y Cestari, 2007, fig. 10)

### Diagnosis

*Distefanella* con las bandas radiales planas o cóncavas separadas por una interbanda no más amplia que la banda ventral. Sección transversal de perfil subredondeado a alargado dorsoventralmente, pudiendo presentar un estrechamiento en correspondencia con el aparato cardinal. Costillas radiales de desarrollo variable.

### Valva derecha

La valva es de forma cilíndrica alargada, frecuentemente curvada a multigeniculada. Se han observado ejemplares de hasta 40 cm de longitud (Fig. 94 F). El diámetro máximo puede alcanzar hasta 8 cm. La ornamentación está constituida por numerosas costillas radiales agudas espaciadas regularmente y más o menos desarrolladas (Fig. 94 C,D), consecuencia de los pliegues agudos de las láminas inclinadas de la capa externa de la concha. Las dos estructuras radiales corresponden a amplios pliegues planos de las láminas y se manifiestan externamente como bandas deprimidas, ya que están ornamentadas con costillas romas y más finas que las del resto del contorno incluida la interbanda. Las bandas radiales están alejadas una de otra por una amplia interbanda, son normalmente planas, aunque pueden ser ligeramente cóncavas. La banda ventral es notablemente más ancha que la posterior (Fig. 95 A,B).

Se presentan estrías concéntricas de crecimiento poco marcadas y bien espaciadas, hasta 4 cm. Internamente se presentan tábulas bien desarrolladas y distanciadas entre sí, hasta 4 cm.

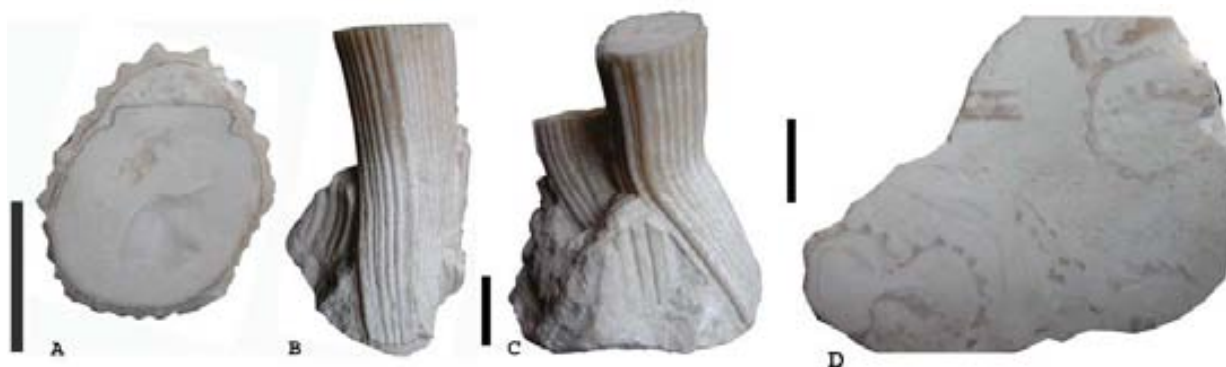


Fig. 91. *Distefanella salmojraghii* Parona. Tipo. Individuo juvenil. CMSM 17007.

Figurado en Parona (1901, pl. 1, fig. 12) como *D. lumbricalis*. A) Sección transversal con el dibujo original de Parona. B, C) Vistas anterolateral y ventral. D) Sección pulida de la parte inferior con fragmentos de valvas. Escala 5 mm.

La sección es de subredondeada a alargada dorsoventralmente, pudiendo presentar un estrechamiento en correspondencia con el aparato cardinal que, como es característico del género, está muy alejado del margen dorsal. No presenta cresta del ligamento.

La capa externa de la concha es de estructura compacta, formada por láminas fuertemente inclinadas (hasta 70°) dando un espesor de concha muy fino (Fig. 95, 96). La comisura es oblicua (Fig. 94 A, B).

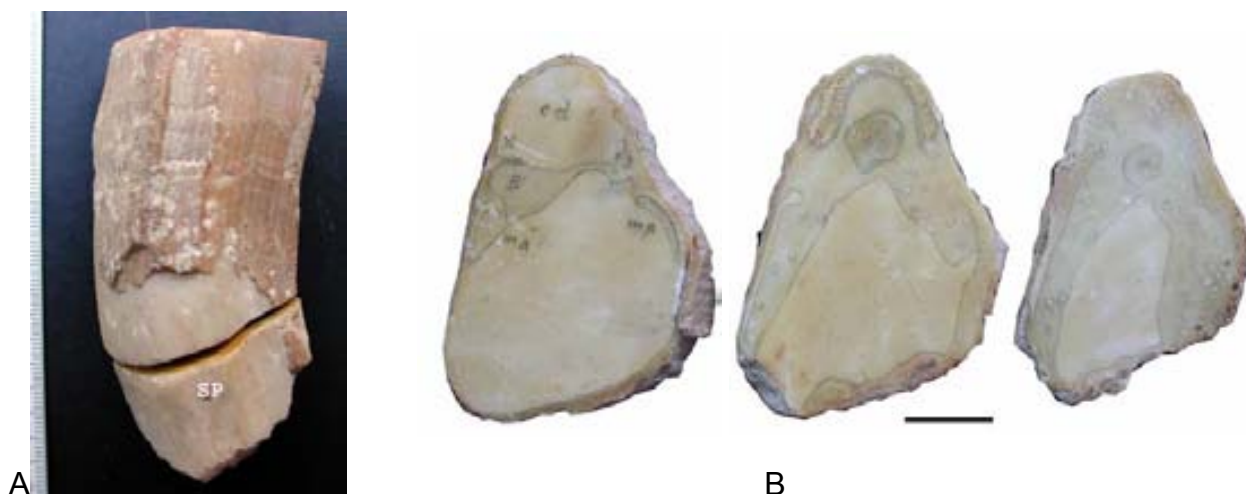


Fig. 92. *Distefanella salmojraghii* Parona. Paralectotipo. CSMN 17014. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 3; pl. 3, fig.7) como *D. bassanii*. A) vista lateral con la posición de la banda posterior (SP). B) Secciones transversales del mismo ejemplar cercanas a la comisura. Escala 10 mm.



Fig. 93. *Distefanella salmojraghii* Parona. Paralectotipo. CMSN17010. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 2) como *D. lumbricalis*. A-B) Vista lateral de ambas valvas. Escala 10 mm.



Fig. 94. *Distefanella salmojrighii* Parona. A-B) CMSN17004. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 4) como *D. lumbricalis*. Vista lateral de ambas valvas, detalle (A) la altura de la comisura, la valva izquierda es cupuliforme. C-D) CSMN17006. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 5; pl. 3, fig. 8b) como *D. lumbricalis*. Vista lateral de ambas valvas, la valva derecha presenta costillas regularmente espaciadas. E) CSMN17005. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 2; pl. 3, fig. 8a) como *D. lumbricalis*. Sección trasversal de la valva derecha conservando el dibujo original del aparato miocardial. F) CSMN 17008. Figurado en Parona (1901, pl. 2, fig. 3) como *D. lumbricalis*. Vista lateral de un individuo con crecimiento geniculado. Escala 10 mm.

#### *Valva izquierda*

En todos los ejemplares en que se ha observado es cupuliforme y no conserva la concha externa, mostrando únicamente los megaciclos de las láminas de crecimiento marcadas en la superficie externa de la capa interna. Presumiblemente era tanto o más delgada que en la valva derecha.

La morfología del aparato miocardial es observable frecuentemente en secciones transversales de la valva derecha, aún algo alejadas de la comisura dada la longitud del mismo (Fig. 97). Tal como describió claramente Polšák (1968) consta de dos dientes largos muy separados y alejados del margen dorsal y unidos en toda su longitud por una lámina cardinal; los dos mioforos son largos y estrechos (Fig. 97), también unidos a los dientes en toda su longitud y se



extienden lateralmente hasta alcanzar la posición de las estructuras radiales (Fig. 98).

### Discusión

Como muchos de los ejemplares descritos lo han sido en base únicamente a secciones, la variabilidad de la especie en cuanto al contorno de la sección transversal y al desarrollo de la costulación radial de la valva derecha ha motivado la proliferación de nombres específicos en la literatura paleontológica, que deben considerarse sinónimos de *Distefanella salmojrighii*, el primer nombre específico válido establecido por Parona (1901).

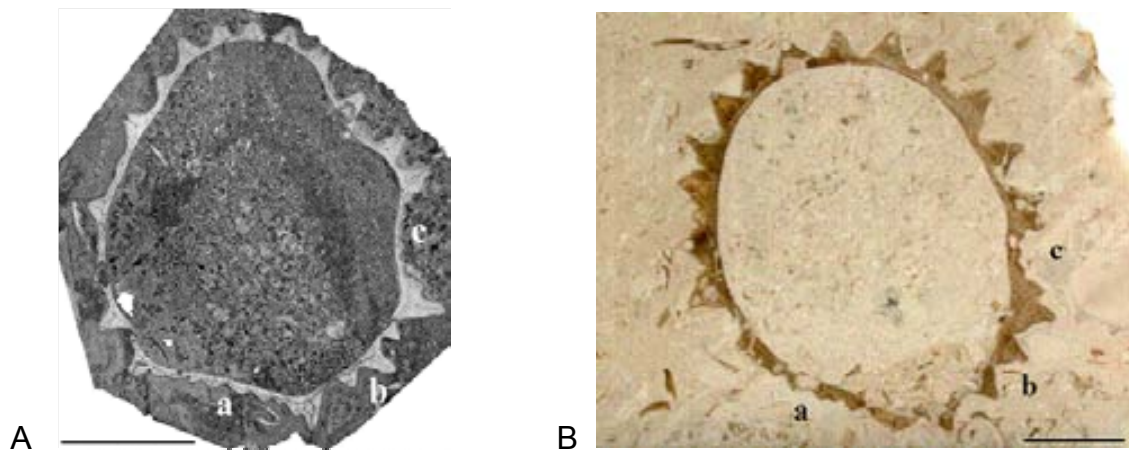


Fig. 95. *Distefanella salmojrighii* Parona. San Polo Matese. A) PUAB-74404. Sección trasversal (lámina delgada) mostrando la concha delgada incluida en calizas de textura granosoportada, las bandas ventral (a) y posterior (c) con finas costillas romas y la interbanda (b) con costillas como en el resto del perímetro. B) PUAB-75640. Sección pulida. Escala 10 mm.

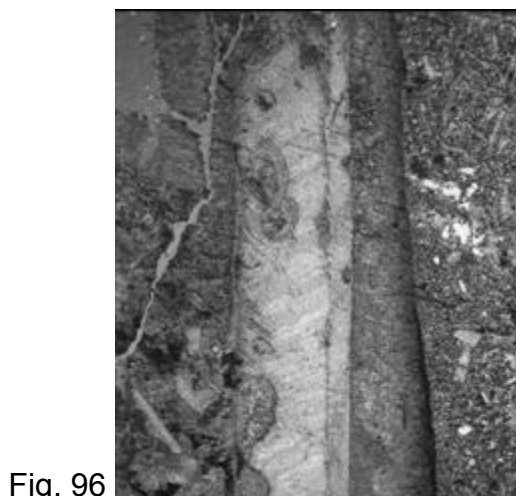


Fig. 96

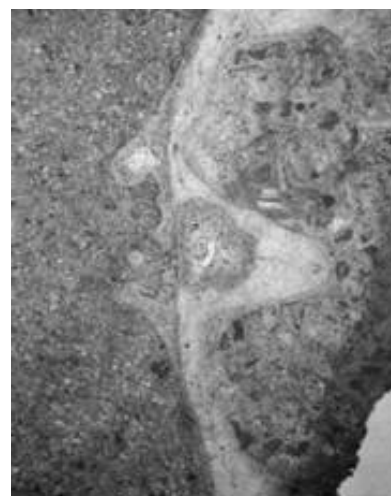


Fig. 97

Fig. 96. *Distefanella salmojrighii* Parona. PUAB-74.405. Sección radial (lámina delgada). Se observa la estructura compacta de la capa externa de la concha con láminas inclinadas casi 60° hacia el margen interno, a la derecha, y bioerosión. Escala 10 mm.

Fig. 97. Detalle de la sección transversal (lámina delgada) del mismo ejemplar. Se observa en la capa interna de la concha (izquierda) el surco multilobado para el diente posterior, recristalizada en calcita espática, en coincidencia con una costilla roma en la capa externa. Anchura de la fotografía 5 mm.

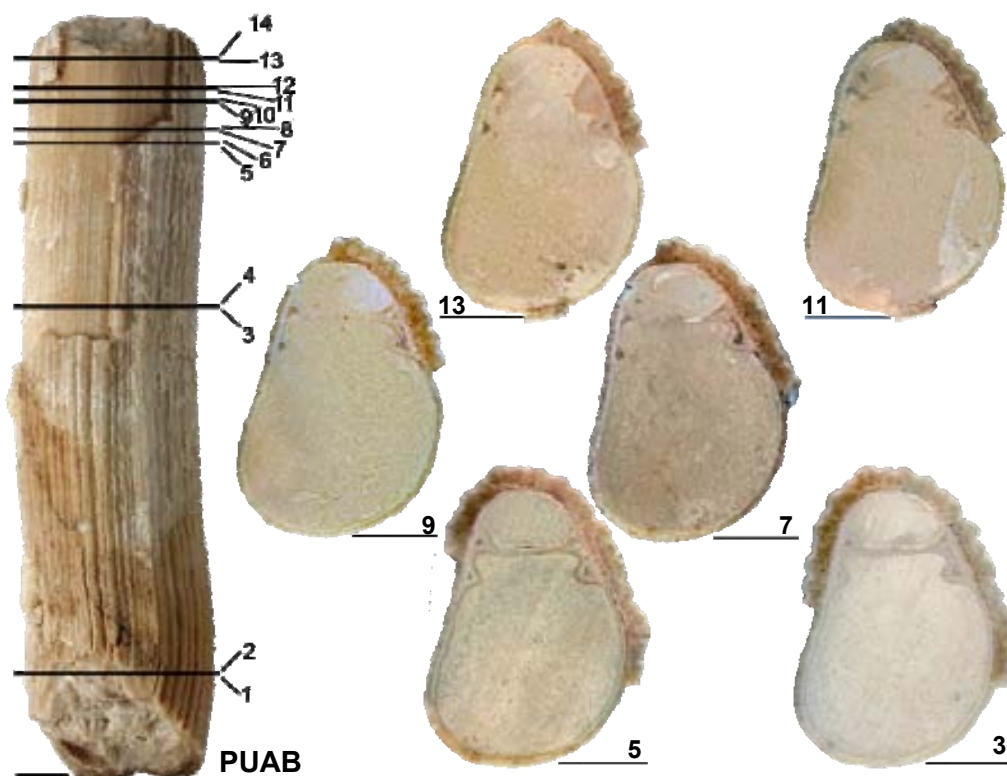


Fig. 98. *Distefanella salmojrighii* Parona. PUAB-75641. San Polo Matese. Vista ventral de una valva derecha con indicación de las secciones practicadas. Se observan los surcos para los dientes, unidos por el septo cardinal en las secciones inferiores. Escala 10 mm.

De las formas con costulación de desarrollo débil a moderado, aquellas con sección de subredondeada a oval y bandas radiales sin concavidad manifiesta se han atribuido a *D. guiscardii* (Fig. 99), *D. kochanskae*, *D. raricostata*, *D. rossii* (Fig. 100), *D. salmojrighii*, o *D. tavassiana*; aquellas que presentan ligera concavidad de las bandas radiales a *D. heraki*, *D. hrasnika*, *D. planikana*, o *D. raricostata borutensis*; y aquellas que presentan un estrechamiento más o menos manifiesto en correspondencia con la posición del aparato cardinal a *D. bassanii* (Fig. 92) o *D. douvillei*.



Las formas con gran desarrollo de la costulación, generalmente de sección suboval a irregular, 'estrellada' por las costillas, se han atribuido a *D. masuni*, *D. radoicicae*, o *D. radoicicae acuticostata*. Por su sección 'estrellada', estas formas se han confundido ocasionalmente con *Durania martelli* Parona, 1911, de la que se distingue por la estructura de la concha.

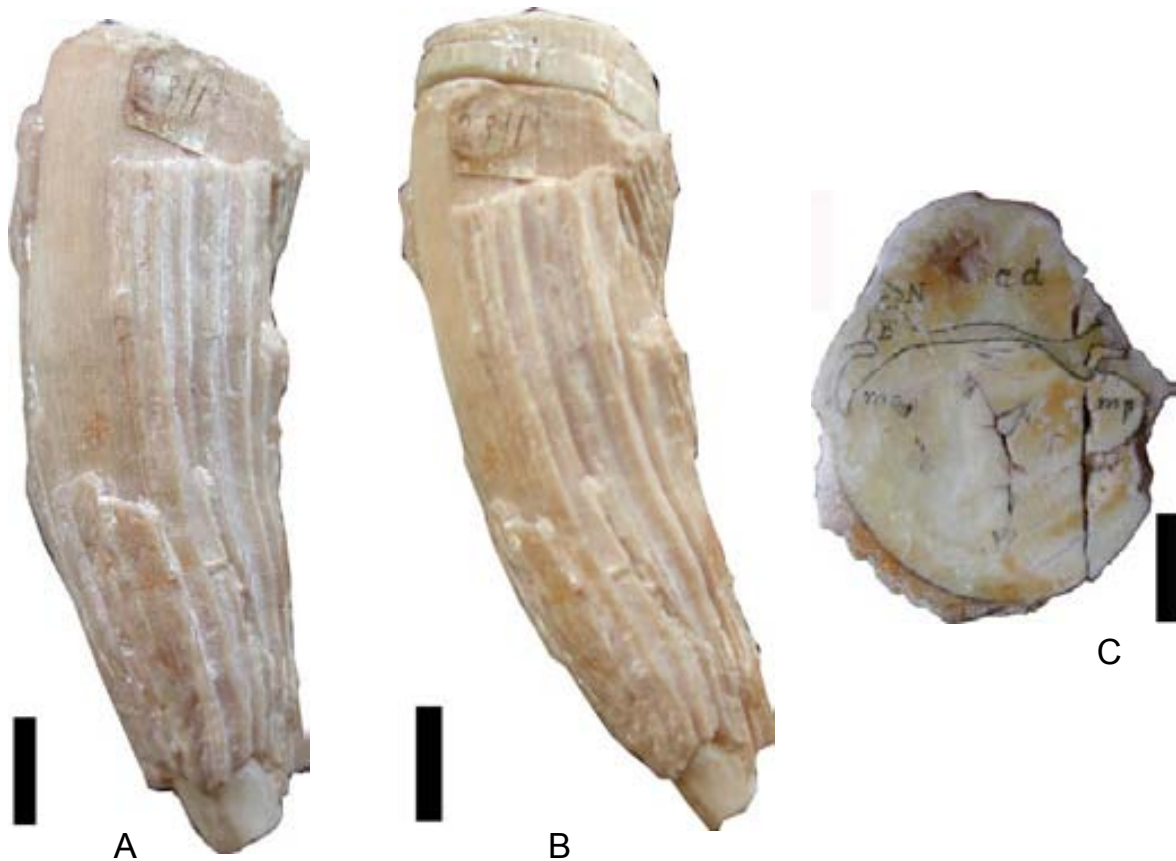


Fig. 99. *Distefanella salmojrighii* Parona. CSMN17009. Figurado en Parona 1901 (pl. 2, fig. 8; pl. 3, fig. 9) como *D. guiscardii*. A-B) Vista lateral de la valva derecha bien costulada. C) Sección trasversal del mismo ejemplar. Escala 10 mm.

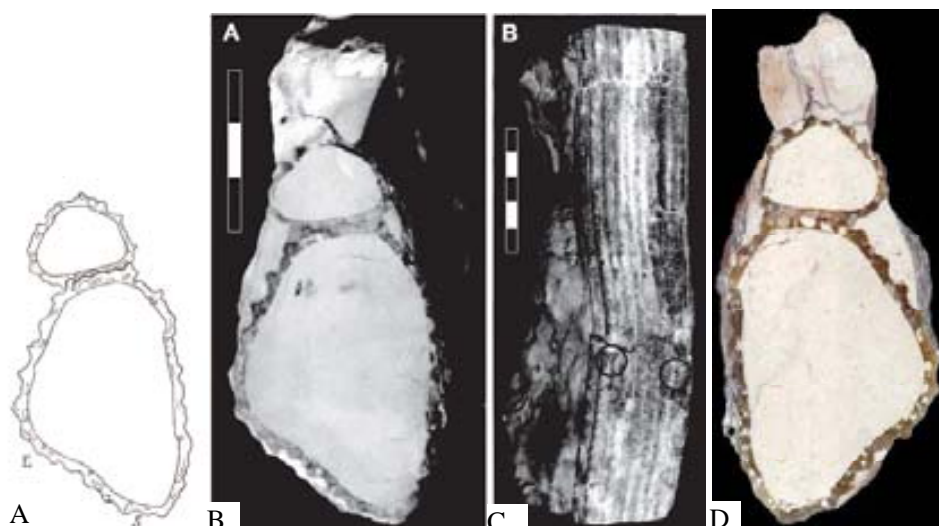


Fig. 100.- *Distefanella salmojraghii* Parona. Possagno, Alpes meridionales. Figurado en Parona (1912b, textfig. 1) como *D. rossii*. A) Dibujo original de la sección transversal de dos ejemplares con las bandas radiales interpretadas erróneamente. Ver Fig. 89. B-C) MP n.1816. Fragmento conservado en el Museo di Pavia. D) Fragmento conservado en el Museo di Torino.

#### Distribución

Como se ha argumentado en el apartado correspondiente del género *Distefanella*, la edad de sus especies no está establecida con precisión, siendo probablemente Turoniense superior-Coniaciense.

Se ha encontrado en el área Mediterránea centro-oriental: en Italia centro-meridional (Monti d'Ocre, Monti del Matese, Montagna della Majella, Rocca di Cave, Ariano Puglia), en Italia septentrional (Monti Lessini, Monti Euganei), en los Dinárides externos, en Croacia, (Crespano y Monte Planik, en Istria, y en la isla de Hvar) y en Bosnia-Herzegovina (Raska Gora, Cerovo), y en Turquía occidental (Macizo metamórfico Menderes).

#### ***Distefanella montagnei* Slišković, 1971**

#### Figura 102

- v. 1912b *Hippurites* sp. (cfr. *H. (Orbignya) Toucasi* d'Orb.); Parona, p. 11
- ? 1941 ?*Biradiolites* sp.; Montagne, pl. 5, fig. 1.
- \* 1971 *Distefanella montagnei*; Slišković, p. 85, textfigs. 7, 8; pl. 4, figs. 1-5; pl. 6, figs. 5, 6
- 1981 *Distefanella montagnei* Slišković; Sánchez, p. 96
- 1999 *Distefanella* cf. *montagnei* Slišković; Özer, p. 70, textfig. 3c, pl. 2, fig. 3
- 2001 *Distefanella* cf. *montagnei* Slišković; Özer, fig. 10, fig. 11.5 (copia Özer, 1999, pl. 2, fig. 3)
- 2007 *Distefanella montagnei* Slišković; Trevisani y Cestari, p. 73, tb. 1

### *Tipos*

Holotipo, por designación original, *Distefanella montagnei* Slišković, 1971, pl. 4, fig. 1, de Raška gora, NE de Talići (norte de Mostar), Bosnia-Hercegovina, conservado en el Museo Nacional de Bosnia-Hercegovina n. 3557

### *Material*

El material descrito por Slišković (1971) está compuesto por 15 ejemplares de valva derecha provenientes de la localidad tipo y de Metković-Hrasno (Borut, Cerovo), Bosnia-Hercegovina. No teniendo acceso al mismo, se ha trabajado sobre la descripción y figuración del autor. Se han considerado además otros ejemplares:

Museo di Paleontologia dell'Università di Torino: MPT s/n, descrito en Parona (1912, p. 11) como *Hippurites* sp. (cf. *H. (Orbignya) Toucasi* d'Orbigny).

Museo di Verona: MV n. 2377 (no figurado).

### *Diagnosis*

Distefanella con las bandas radiales muy anchas e invaginadas. La interbanda es más ancha que la banda ventral y proyectada hacia el exterior.

### *Valva derecha*

De forma cónica a cilíndrica, puede alcanzar casi 5,5 cm de diámetro con una concha de 1,5 a 2 mm de espesor formada por láminas muy inclinadas de estructura compacta. La ornamentación está constituida por costillas regularmente espaciadas salientes hasta 3-4 mm y una anchura de hasta 3 mm, separadas por surcos de la misma anchura.

En sección transversal, es subredondeada de la parte dorsal mientras que en la posteroventral presenta dos profundas invaginaciones en correspondencia con las bandas radiales, hasta 12 mm la banda ventral que presenta de 3 a 10 costillas finas y hasta 9 mm la banda posterior con 6 a 8 costillas igualmente finas (Fig. 101). La concha es extremadamente delgada en la zona de las bandas (Fig. 102). La interbanda es más ancha que las bandas radiales, proyectada externamente y presenta costillas iguales a las del resto de la concha.



Fig. 101. *Distefanella montagnei* Slišković. Raška Gora, Bosnia-Hercegovina. Secciones transversales de la valva derecha. Tomado de Slišković (1971, textfig. 7, 8).



Fig. 102. *Distefanella montagnei* Slišković. MPT, s.n. Coniaciense-Santoniense. Valecchia, Alpes meridionales. Sección de la valva derecha. Descrito en Parona (1912b) como *Hippurites* sp. (cfr. *H. (Orbignya) Toucasi* d'Orb.).

#### *Valva izquierda*

Se desconoce, aunque se puede reconocer parte del aparato miocardinal en secciones transversales de la valva derecha. Los dientes están muy distanciados y la lámina cardinal que los une es extremadamente delgada.

#### *Discusión*

En el Museo di Torino se conserva una muestra de caliza tipo Scaglia proveniente de los Monti Euganei septentrionales, Veneto, Italia, que contiene varios individuos de esta especie y determinados por Parona como *Distefanella* sp. que fueron descritos aunque no figurados en Parona (1912b). Es de tener en cuenta que las figuras de Slišković (1971) muestran ejemplares procedentes de diversas localidades, pero de la misma zona, cuya cavidad parece estar rellena de sedimento grano-soportado (p. ej. *D. raricostata* en pl. 3, fig. 2; *D. heraki* en pl. 3, fig. 7; los tipos de *D. montagnei* en pl. 4, fig. 1, 2; *D. hrasnica* en pl. 5, fig. 1, 2).

La característica principal de la especie viene dada por las bandas radiales. Se caracterizan por dos profundas inflexiones de la concha que tienden a cerrarse por la parte exterior y que frecuentemente están colapsadas debido a lo delgado de la concha.

#### *Distribución*

Se encuentra en Raška gora, NE de Talići (norte de Mostar) y en Metković-Hrasno (Borut, Cerovo), Bosnia-Herzegovina en materiales atribuidos al Turoniense superior, Cenozona de *Durania cornupastoris* y *Radiolites praesauvagesi* de Polšak (1965). En Italia septentrional se ha encontrado cerca de Monte Loffa, Santa Anna d'Alfaedo, Monti Euganei en calizas tipo 'Scaglia' de la Zona de *Marginotruncana schneegansi* y la parte inferior de la Zona de *Dicarinella concavata* del Turoniense superior-Coniaciense-Santoniense (Trevisani y Cestari, 2007).

### **Género *Lapeirousella* Milovanović, 1938**

#### *Tipo*

*Lapeirousia (Lapeirousella) orientalis* Milovanović, 1938 de Vrobacka Reka, Serbia oriental.

#### *Valva derecha*

Forma cónica con costillas bien desarrolladas, producidas por pequeños pliegues del margen externo de las láminas de crecimiento, donde la estructura es compacta. Las estructuras radiales corresponden a pliegues en sinclinal aplanados, que no llegan a invaginarse en el margen externo y que producen pseudopilares poco desarrollados en el margen interno; externamente aparecen como bandas lisas, la ventral más ancha y prominente que la posterior, y en sección transversal como "estructuras internas" de forma trapezoidal (Fig. 103). La estructura es celular normal.

No presenta cresta del ligamento.

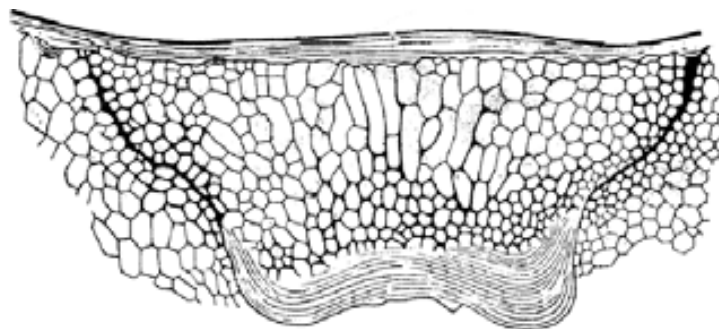


Fig. 103. Sección transversal de la estructura radial ventral en *Lapeirousella*. Tomado de Milovanović (1938, fig. 15).

#### *Valva izquierda*

Opercular y convexa. Aparato miocardinal con dientes y mioforos poco profundos, estos últimos son muy estrechos y alcanzan la zona ventral. Estructura compacta.

#### *Discusión*

Milovanović (1938) instituyó el subgénero *Lapeirousella* para ejemplares de Serbia oriental que presentaban estructuras radiales más simples que en *Lapeirousia*. En este último género señaló la tendencia a una complejidad cada vez mayor siguiendo la línea *L. aumalensis* - *L. zitteli* - *L. pervinquieri* - *L. jouanneti* - *L. pervinquieri* - *L. crateriformis*.

Pejović (1989) instituyó el género *Jerinella* para ejemplares de los Dinárides que denominó *J. klinae*, basándose en que las estructuras radiales difieren de *Lapeirousia* en que permanecen abiertas al exterior, sin formar sutura. No menciona a *Lapeirousella* que posee las mismas características.

Steuber (1999) revisó los tipos de *Lapeirousia aumalensis* (Douvillé) y los atribuyó al género *Lapeirousella*, interpretando las estructuras radiales de *Lapeirousella* Milovanović como derivadas, por reducción secundaria, de las estructuras más complejas de *Lapeirousia*, abriéndose marginalmente en la valva superior en vez de formar ósculos.

Karakabey-Oztemur (1980) instituyó *Lapeirousella anatolica* y *L. yalazensis* para ejemplares de Turquía atribuidos al Maastrichtiense.

*Distribución.*

Se ha reportado del Turoniense medio-superior de Grecia central (Steuber, 1999), del Santoniense-Campaniense inferior? de Monti del Matese y de Monti Simbruini, Italia centro-meridional (Accordi et al, 1990a; Cestari, et al, 1992), y se ha reconocido durante este trabajo cerca del Tempio di Giove, Terracina y cerca de Sonnino, en los Montes Ausoni, en calizas de edad no posterior al Santoniense. También se ha encontrado en Salento (Cestari y Sartorio, 1995), y en Pogradte, Gostojevíci y Dragalj (Montenegro), Dragacevo (Serbia occidental) y Bitez (Slovenia) donde se le atribuye una edad Santoniense-Campaniense (Pejović, 1989).

***Lapeirousella samnitica* (Parona, 1901)**

Figuras 104, 105, 106

- . 1900 *Lapeirousia Jouanneti* (Des Moul.); Parona 1900, p. 17, pl. 2, figs. 3b, 6, 7.
- \* 1901 *Biradiolites Samniticus*; Parona, p. 203, pl. 1, figs. 8a-c, 9a- b, 10, 11; pl. 3, fig. 4a-d.
- . 1905 *Biradiolites samniticus* Parona; Parona, p. 655.
- . 1911 *Durania (Lapeirousia (?)) samnitica* Parona; Parona, p. 292.
- . 1932 *Durania samnitica* Parona; Kühn, p. 109.
- . 1972 *Lapeirousella cf. orientalis* Sladić, pl. 12, figs. 1b, 3, 5; pl. 13, fig. 4.
- . 1986 *Jerinella klinae*; Pejović p. 146, pl. 1, figs. 1-2; pl. 2, figs. 1-4.
- . 1989 *Lapeirousia pervinquieri* (Toucas); Cestari y Sirna, p. 22, pl. 12, fig. 2; pl. 13, figs. 1, 2.
- . 1990a *Jerinella klinae* Pejović; Accordi et al, pl. 2, figs. 1, 4.
- . 1993 *Jerinella klinae* Pejović; Cherchi y Ruberti, p. 95, textfig. 2, pl. 5, fig. 6.
- . 1995 *Biradiolites (Lapeirousella) samniticus*; Cestari y Sartorio, p. 152, 153.

*Tipo*

Debe encontrarse en la Colección Bassani en el CSMN, aunque no ha sido localizado.

*Material*

Seis ejemplares incluidos en caliza de los Montes del Matese, en la Majella, en Salento P-404, P-405, P-410, PUAB-41.321, 41.326, 41.336 y 41.350.

*Valva derecha*

Forma cónico-cilíndrica alargada presentando numerosas costillas agudas (Fig. 104 A, B, D). Las láminas de la capa externa de la concha presentan estructura celular normal. Las estructuras radiales permanecen abiertas externamente y forman pseudopilares bien marcados internamente (Fig. 105).

El aparato miocardinal está formado por dientes poco profundos unidos a mioforos muy estrechos y asimétricos, el anterior alcanza la parte ventral (Fig. 104 B). No presenta cresta del ligamento.

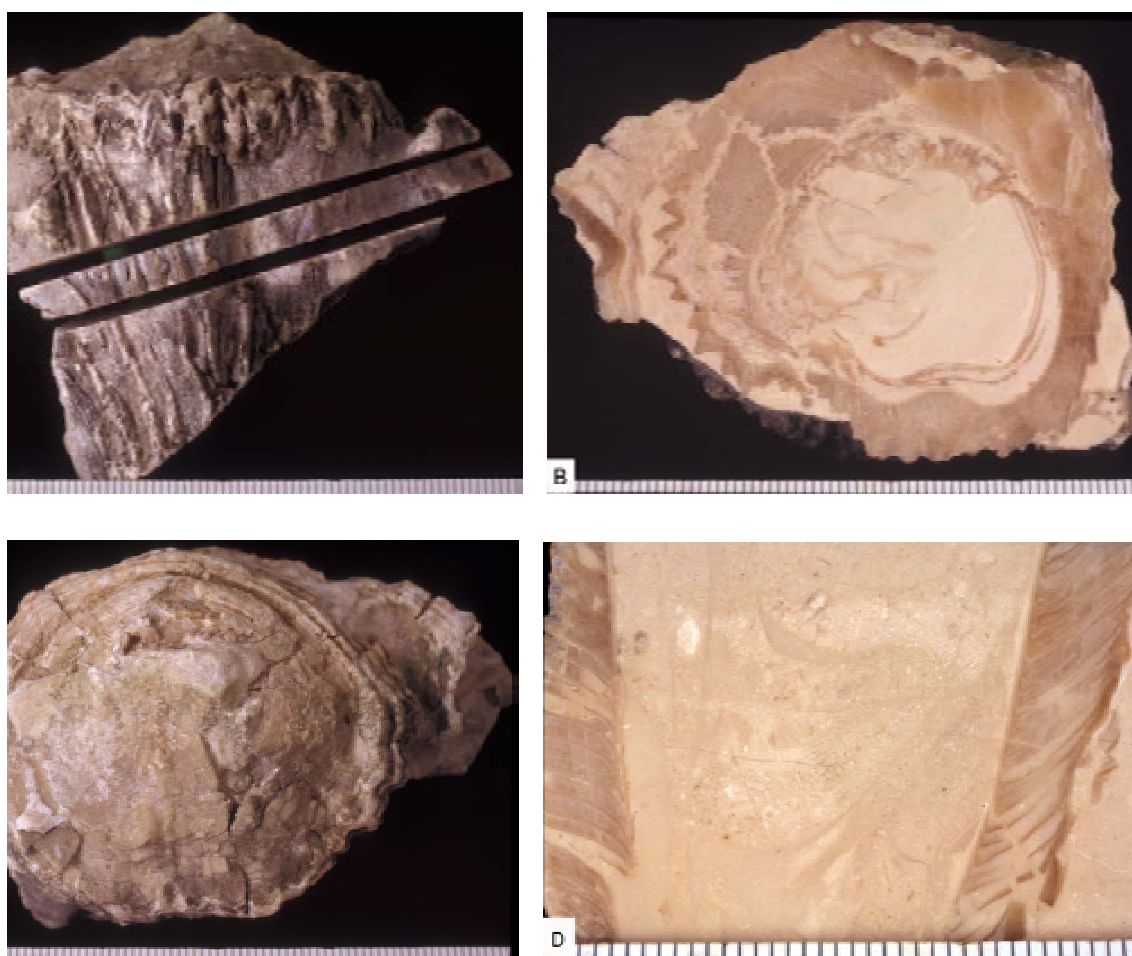


Fig. 105. *Lapeirousella samnitica* (Parona). MPR s.n. S. Polo Matese. A) Vista lateral de ambas valvas. B) Sección transversal de la valva derecha. C) Vista superior de la valva izquierda. D) Sección radial.

*Valva izquierda*

Bien desarrollada, de convexa a cupuliforme, con estructura compacta (Figs. 105C, 106).





Fig. 105



Fig. 106

Fig. 105. *Lapeirousella samnitica* (Parona). Santa Cesarea Terme, Puglia. Sección transversal de la valva derecha. Anchura de la fotografía 30 mm. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 152).

Fig. 106. *Lapeirousella samnitica* (Parona). Vista interior de la valva izquierda mostrando pseudopilares semejantes a los de la valva derecha. San Polo Matese.

### Discusión

Parona (1900, p. 17) describió algunos ejemplares provenientes de olistolitos del Monte Gesso (Appennino Dauno) como *Lapeirousia jouanneti*, que deberían atribuirse a *L. samnitica*. Parona (1901) denominó *Biradiolites samniticus* a una forma encontrada en San Polo Matese (Monti del Matese). La nueva especie presentaba caracteres intermedios entre *Biradiolites cornupastoris* y *Lapeirousia* y fue determinada sucesivamente (Parona 1911) como *Lapeirousia* (?) *samnitica*. Parona (1912a) reconoció la semejanza de esta forma tanto con *Durania*, por la ornamentación, como con *Lapeirousia*, por los pseudopilares aunque no presentara ósculos tipo *Lapeirousia* en la valva superior.

### Distribución

Se encuentra cerca de San Polo Matese y también en niveles equivalentes a los afloramientos intermedios de Piano della Corte (en Accordi et al. 1990a) atribuidos al Santoniense-Campaniense inferior; se ha señalado también en Salento. Su edad es Santoniense-Campaniense.

## Género *Radiolites* Lamarck, 1801

### Especie tipo

*Ostracites angeiodes* de Lapeyrouse, 1781, p. 40; pl. 12, figs. 1-5; pl. 13, figs. 1-3.

*Valva derecha*

El género presenta una valva derecha de forma cónica, en los primeros estadios ontogenéticos, a cilíndrica también muy alargada, hasta 30 cm. La ornamentación está constituida por numerosas costillas longitudinales y anillos de crecimiento bien marcados. Las bandas radiales en senos, pliegues en anticlinal de las láminas de crecimiento, más o menos marcados. Las láminas de crecimiento de la capa externa de la concha presentan estructura celular normal. La cresta del ligamento está bien desarrollada.

*Valva izquierda*

Operculiforme aplanada, más o menos cupuliforme en el centro, presenta estructura compacta.

*Discusión*

Se trata del género de radiolítidos con mayor número de especies descritas. Incluye grupos de especies que presentan mayores diferencias entre ellos que las existentes entre distintos géneros de la familia; su revisión en el contexto de la revisión de la familia es extremadamente necesaria.

Se han atribuido al género características erróneas, como la presencia de canales en la valva izquierda (Pejović 1984), o la estructura de las láminas de la capa externa de la concha con celdas cuadrangulares (Dechaseaux y Coogan 1969).

*Distribución*

El género es común en depósitos nerfíticos siliciclasticos o carbonatados del Cretácico superior en todo el dominio del Tethys.

***Radiolites dario* (Catullo, 1834)**

## Figuras 107-113

- ? 1774 *Orthoceratites*; Fortis, p. 243, pl. 7, fig. 14.
- \*v. 1834 *Spherulites Da Rio*; Catullo, p. 14, pl. 1, fig. 3.
- v. 1834 *Spherulites Da Rio?*; Catullo, p. 15, pl. 1, fig. 4.
- . 1834 *Hippurites turriculatus*; Catullo, p. 16.
- v. 1834 *Hippurites turricula*; Catullo, p. 16, pl. 1, fig. 5.
- v. 1834 *Hippurites contortus*; Catullo, p. 16, pl. 2, fig.,3.

- v. 1834 *Hippurites dilatatus*; Catullo, p. 17, pl. 2, fig. 1.
- v. 1834 *Amplexus flexuosus*; Catullo, p. 19, pl. 2, fig. 4.
- ? 1869 *Sphaerulites meneghiniana*; Pirona, p. 408, pl. 16, figs. 1-12.
- . 1869 *Sphaerulites pasiniana* Pirona; Pirona, p. 412, pl. 20, figs. 1-5.
- . 1869 *Sphaerulites medeensis* Pirona; Pirona, p. 415, pl. 21, figs. 4-6.
- ? 1869 *Sphaerulites catulli* Pirona; Pirona, p. 416, pl. 23, figs. 15, 16.
- ? 1869 *Radiolites taramellii* Pirona; Pirona, p. 423, pl. 24, figs. 1-7.
- . 1887 *Sphaerulites microdon*; Pirona, p. 4, textfigs. 4-10.
- . 1892 *Radiolites da rio* Catullo; Futterer, p. 99, pl. 9, figs. 1-9.
- . 1892 *Radiolites contorta* Catullo; Futterer, p. 103-104, pl. 9, figs. 10-12.
- . 1869 *Radiolites taramellii* Pirona; Pirona, p. 423, pl. 24, fig. 17.
- . 1892 *Radiolites Da Rio* Catullo; Futterer, p. 99, pl. 9, figs. 1-9.
- . 1892 *Radiolites contorta* Catullo; Futterer, p. 103-104, pl. 9.
- . 1900 *Sphaerulites* fig. ind.; Parona, p. 17, pl. 2, fig. 5.
- v. 1900 *Sphaerulites* cf. *styriacus* Zittel; Parona, pl. 3, fig. 7 [copia Virgilio].
- v. 1908 *Radiolites turricula* (Catullo); Parona, p. 151, textfig. 10, pl. 1, figs. 2-6.
- v. 1908 *Radiolites contortus* (Catullo); Parona, p. 152, pl. 1, fig. 7-9.
- v. 1908 *Radiolites catulloi*; Parona, p. 153, pl. 1, figs. 10-13.
- v. 1908 *Biradiolites Futtereri*; Parona, p. 154, pl. 1, fig. 15.
- non 1909 *Sauvagesia Da Rio* Catullo; Toucas, p. 89, textfig. 57, pl. 17, fig. 8.
- . 1911a *Radiolites catulloi* Parona; Parona, p. 8.
- . 1911a *Sauvagesia turricula* (Catullo); Parona, p. 8.
- . 1911a *Sauvagesia contorta* (Catullo); Parona, p. 8.
- . 1911a *Durania Futtereri* Parona; Parona, p. 8.
- v. 1912 *Radiolites saticulanus*; Parona, p. 9, pl. 1, fig. 1.
- v. 1912 *Radiolites paucetius*; Parona, p. 10, textfig. 1, pl. 2, figs. 2-3a,b,c.
- v. 1912 *Biradiolites dainellii*; Parona, p. 10, pl. 1, fig. 2a-b.
- v. 1912 *Eoradiolites colubrinus*; Parona, p. 9, textfig. 4-6.
- v. 1912 *Eoradiolites* cf. *liratus* (Conrad); Parona, p. 11, textfigs. 7, 8.
- . 1926 *Radiolites depressa* (Cornalia); Parona, p. 30, textfig. 3a,b; pl. 3, figs. 5-8.
- . 1926 *Eoradiolites colubrinus* Parona; Parona, p. 32.
- . 1926 *Eoradiolites liratus* (Conrad); Parona, p. 33, pl. 3, fig. 10.
- . 1926 *Sauvagesia contorta* (Catullo); Parona, p. 36.
- . 1926 *Sauvagesia turricula* (Catullo); Parona, p. 36.
- . 1932 *Eoradiolites colubrinus* Parona; Kuhn, p. 32.
- . 1932 *Sauvagesia contorta* (Catullo); Kuhn, p. 163.
- . 1932 *Sauvagesia turriculata* (Catullo); Kuhn, p. 167.
- . 1932 *Durania Futtereri* Parona; Kuhn, p. 105.
- ? 1934 *Sauvagesia tenuivalvata*; Wiontzek, p. 18, textfig. 13.
- . 1965 *Radiolites spinulatus* Parona; Paradisi y Sirna, p. 154, textfig. 9.
- . 1967 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Polsak, p. 201.
- . 1967 *Gorjanovicia gracilis* (Wiontzek); Polsak, p. 201.
- . 1967 *Gorjanovicia* sp. Ind. (Wiontzek); Polsak, p. 201.
- . 1967 *Gorjanovicia* n. fig. (Wiontek); Polsak, p. 201.
- . 1967 *Gorjanovicia acuticostata*; Polsak, p. 106, textfig. 30, pl. 67, fig. 2.
- . 1967 *Gorjanovicia costata*; Polsak, p. 103, textfig. 28, pl. 61-66, pl. 69, pl. 70, fig. 1-2;
- . 1967 *Gorjanovicia kvarneri*; Polsak, p. 107, textfig. 32.
- . 1967 *Gorjanovicia lipparinii*; Polsak, p. 107, textfig. 31, pl. 67, fig. 1.
- . 1967 *Gorjanovicia vinjolae*; Polsak, p. 105, textfigs. 2, 9.

- . 1969 *Gorjanovicia costata*; Polsak; Dechaseaux y Coogan, p. 808, textfig. 268.1.
- ? 1969 *Paronella volzanensis* Polsak; Dechaseaux y Coogan, p. 808; textfig. 269, 4
- . 1971 *Gorjanovicia acuticostata zidakensis*; Sliskovic, p. 89, textfigs. 12-14, pl. 7, figs. 1, 2.
- . 1971 *Gorjanovicia kolojani*; Sliskovic, p. 91, textfig. 15, pl. 7, fig. 3.
- . 1971 *Gorjanovicia* n. sp.; Sliskovic, p. 92, textfigs. 16, 17, pl. 7, figs. 4, 5.
- . 1972a *Gorjanovicia martinensis*; Campobasso, p. 60, textfigs. 1-3, pl. 1, 2.
- . 1972b *Radiolites spinulatus* Parona; Campobasso, p. 447, pl. 8, fig. 1.
- . 1973 *Gorjanovicia costata* Polsak; Plenicar, p. 222, pl. 7, figs. 1, 2.
- ? 1973 *Gorjanovicia* cf. *costata* Polsak; Plenicar, p. 223, pl. 7, fig. 3.
- . 1973 *Gorjanovicia* n. sp.; Plenicar, p. 223, pl. 8, fig. 3.
- . 1973 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Plenicar, p. 223.
- . 1973 *Gorjanovicia argonauti*; Plenicar, p. 102, pl. 6, fig. 3.
- . 1973 *Gorjanovicia polsaki*; Lupu, p. 537, pl. 1, figs. 1-3;
- . 1975 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Civitelli y Mariotti, p. 92, pl. 1-3.
- . 1975 *Gorjanovicia donatae*; Sliskovic, p. 2, textfig. 1.
- . 1975 *Gorjanovicia ugarensis*; Sliskovic, p. 12, textfig. 2.
- . 1976 *Gorjanovicia martinensis* Campobasso; Campobasso, p. 449, pl. 9, fig. 1a-b.
- . 1976 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Lupu, p. 125, pl. 24, fig. 1a,b,c.
- . 1976 *Gorjanovicia polsaki* Lupu; Lupu, p. 125, pl. 24, figs. 2, 3; pl. 39, fig. 10.
- . 1976 *Gorjanovicia costata*; Herak et al., pl. 1, figs. 2, 3.
- . 1981 *Biradiolites dainellii* Parona; Sánchez, p. 73.
- . 1981 *Radiolites catulloi* Parona; Sánchez, p. 170.
- . 1981 *Radiolites medeensis* (Pirona); Sánchez, p. 180, cum. syn.
- . 1981 *Radiolites microdon* (Pirona); Sánchez, p. 180, cum. syn.
- . 1981 *Radiolites pasinianus* (Pirona); Sánchez, p. 181, cum syn.
- . 1981 *Radiolites paucetius* Parona; Sánchez, p. 182.
- . 1981 *Radiolites saticulanus* Parona; Sánchez, p. 184.
- . 1981 *Radiolites spinulatus* Parona; Sánchez, p. 188.
- . 1981 *Radiolites taramellii* (Pirona); Sánchez, p. 190.
- . 1981 *Gorjanovicia costata* Polsak; Sánchez, p. 119.
- . 1981 *Gorjanovicia acuticostata* Polsak; Sánchez, p. 119.
- . 1981 *Gorjanovicia acuticostata zidakensis* Sliskovic; Sánchez, p. 119.
- . 1981 *Gorjanovicia costata* Polsak; Sánchez, p. 119.
- . 1981 *Gorjanovicia kolojani* Sliskovic; Sánchez, p. 120.
- . 1981 *Gorjanovicia kvarneri* Polsak; Sánchez, p. 120.
- . 1981 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Sánchez, p. 120.
- . 1981 *Gorjanovicia polsaki* Lupu; Sánchez, p. 120.
- . 1981 *Gorjanovicia vinjolaë* Polsak; Sánchez, p. 121.
- . 1982 *Gorjanovicia bosniaca*; Sliskovic, p. 8, pl. 2, figs. 1, 2.
- . 1982 *Gorjanovicia kochanskae*; Sliskovic, p. 5, textfig. 3, pl. 1, fig. 4.
- ? 1982 *Gorjanovicia polsaki*; Ozer, pl. 1, figs. 1, 2 [non polsaki Lupu, 1973].
- . 1982 *Gorjanovicia polsaki*; Sliskovic, p. 6, textfig. 4, pl. 2, figs. 3-5.
- . 1983 *Gorjanovicia viasicensis* (Sliskovic); Sliskovic, p. 27, textfig. 1
- . 1983 *Gorjanovicia campobassoï*; Laviano, p. 478, pl. 42, figs. 1-6; pl. 43, figs. 1-4; pl. 44, fig. 5.
- . 1984 *Gorjanovicia costata* Polsak; Laviano, pl. 13, fig. 1.
- . 1984 *Gorjanovicia campobassoï* Laviano; Laviano, pl. 14, fig. 5; pl. 15, fig. 4.
- . 1985 *Radiolites spinulatus* Parona; Laviano, pl. 15, fig. 1 [cop. Campobasso, 1972].
- . 1985 *Gorjanovicia* cf. *polsaki* Lupu; Laviano, p. 330, pl. 12, fig. 1.

- . 1985 *Gorjanovicia costata* Polsak; Laviano, p. 329, pl. 16, fig. 1.
- . 1985 *Gorjanovicia* cf. *lipparinii* Polsak; Laviano, p. 330, pl. 15, fig. 2.
- v. 1989 *Radiolites spinulatus* Parona; Cestari y Sirna, p. 21, pl. 8, figs. 1, 2; pl. 9, fig. 1.
- v. 1989 *Gorjanovicia paronai* (Wiontzek); Cestari y Sirna, p. 21, textfigs. 1-2, pl. 9, figs. 1, 2.
- ? 1989 *Paronella?* *ostunensis*; Laviano, p. 268, pl. 17, figs. 1-4; pl. 18, figs. 1, 2, pl. 19 figs. 1, 2; pl. 20, figs. 1-5, pl. 21, figs. 1-5.
- ? 1989 *Paronella?* *ostunensis* Laviano; Laviano y Guarnieri, p. 55, tab.1, textfig. 3a.
- . 1989 *Radiolites peroni* (Choffat); Laviano y Guarnieri, p. 54, tab. 1, textfig. 7.
- . 1989 *Gorjanovicia costata* Polsak; Laviano y Guarnieri, tab. 1, pl. 1, fig. 2.
- . 1992a *Radiolites dario* (Catullo); Cestari, pl. 1, fig. 1-6, pl. 2, fig. 1-6, pl. 2, fig. 1-2.
- . 1992b *Radiolites dario* (Catullo); Cestari, p. 34, textfigs. 1-10, pl. 1, fig. 1-6.
- . 1992 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari et al., p. 360, 363.
- . 1995 *Radiolites dario* (Catullo); Caffau y Plenicar, p. 235, pl. 1, fig. 2, 2a, pl. 9, figs. 1, 2.
- . 1995 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari y Sartorio, p. 39, 138, 140-141, 154-155, 196, 199.
- ? 1997 *Radiolites* cf. *dario* (Catullo); Plenicar y Jurkovsek, p. 119, pl. 3, figs. 1-3.
- . 1998 *Sauvagesia contorta* (Catullo); Laviano et al., p. 171.
- . 1999 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari y Pons, p. 17.
- ? 1999 *Radiolites* cf. *dario* (Catullo); Plenicar y Jurkovsek, p. 122.
- . 1999 *Radiolites dario* (Catullo); Caffau, p. 134.
- . 1999 *Radiolites dario* (Catullo); Caffau et al., p. 144.
- v 2004 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari y Pons, fig. 4b, c, e, fig.13.
- v 2005 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari, figs. 1-3.
- v 2007 *Radiolites dario* (Catullo); Cestari y Pons, fig. 4d, e.

### Tipo

Catullo (1834) describió y figuró algunos ejemplares de radiolítidos colectados en Cansiglio (Italia septentrional), instituyendo cinco especies que, por la poca difusión de sus trabajos, cayeron en el olvido, con la excepción de Futterer (1892) que retomó algunas de ellas. Catullo (1834, pl. 1, fig. 3) describió un ejemplar que conserva la parte superior de la valva derecha y parte de la valva izquierda, instituyendo la especie *Spherulites Da Rio*. Otro ejemplar de la misma localidad, mejor conservado y que presenta las mismas características, figurado (Catullo, 1834, pl. 1, fig. 5) como *Hippurites turriculatus*, ha sido posteriormente descrito (Parona 1908, pl.1, fig. 2; Futterer 1902, pl. 9, fig. i) como *Radiolites turriculae*. Este ejemplar (MPT n.7206) viene propuesto como lectotipo de *Radiolites dario* (Catullo, 1834) (Fig. 107 B-E).

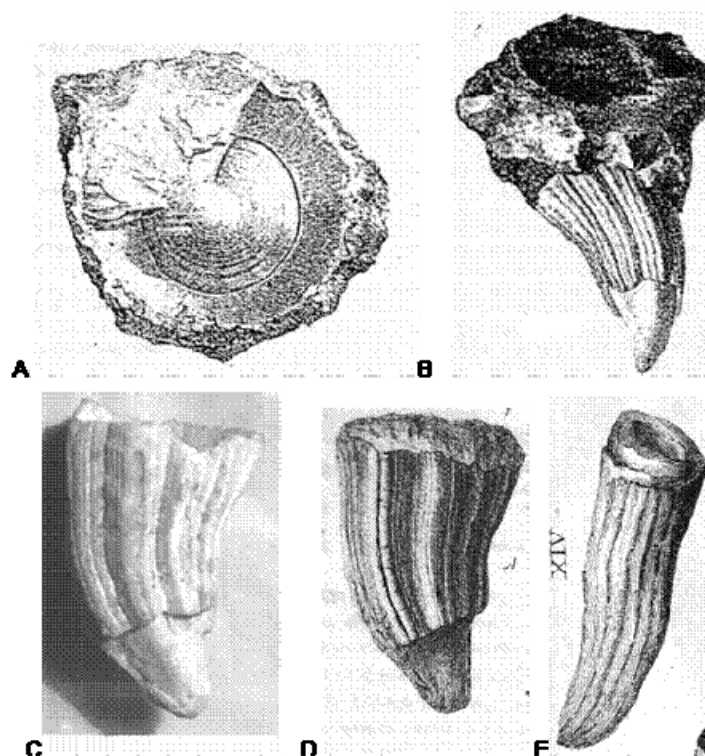


Fig. 107. *Radiolites dario* (Catullo). A) MPT s.n. *Spherulites Da Rio* en Catullo (1834, pl. 1 fig.3); B, C, D) MPT n. 7206. Lectotipo. *Hippurites turracula* en Catullo (1834, pl. 1, fig. 5) dibujo original (B). *Radiolites turracula* en Parona (1908, pl. 1, fig. 2) foto reciente del ejemplar (C). *Radiolites Da Rio* en Fuetterer (1892, pl. 9, fig. 1) dibujo original (D). E) *Orthoceratites* en Fortis (1774; p. 243, pl. 7, fig.14) dibujo original.

### Material

Se ha estudiado la Colección Catullo (o Monte Piné) del MUP y la Colección Parona del MPT; se han considerado los siguientes ejemplares:

- MUP, s.n., *Biradiolites fuetterereri* en Parona (1908, pl. 1, fig. 15).
- MUP, n. 2514, *Radiolites catulloi* en Parona (1908, pl. 1, fig. 10a).
- MPT, n. 7206, *Sphaerulites Da Rio* en Catullo (1834, pl. 1, fig. 5), *Radiolites turracula* en Parona (1908, pl. 1, fig. 2).
- MUP, s.n., *Radiolites contortus* en Parona (1908, fig. 7, 8).
- MUP, n. 2514, *Radiolites catulloi* en Parona (1908, pl. 1, fig. 12 a-c).
- MPT 279/15, *Radiolites saticulanus* en Parona (1912, pl. 1, fig. 1a, b).

También se ha estudiado la Colección Sirna del MPR, en particular ejemplares colectados cerca de Sonnino, Monti Ausoni (MPR s.n.), en Pietrasecca, Monti Simbruini (MPR, s.n.) y ejemplares en afloramiento en Trentinara, Cilento (PUAB-75.645, 75.646).

### *Valva derecha*

La forma de la concha varía de cónica a cilíndrica, alcanzando hasta 15 cm de altura (Fig. 108, A-H) (Fig. 109). La ornamentación consta de por lo menos doce costillas, más desarrolladas en los ejemplares de concha más gruesa. El seno radial ventral (SV) es fácil de reconocer, es ancho, liso y saliente como consecuencia de las dos costillas muy pronunciadas que lo limitan; el seno radial posterior es más estrecho y no es tan evidente. La interbanda está constituida por las costillas que limitan las bandas y un profundo surco en medio (Fig. 110).

Las láminas de la capa externa de la concha están ligeramente inclinadas (hasta 30°), además de presentar los pliegues radiales responsables de las costillas y senos de la ornamentación externa, y presentan estructura celular normal; en general, la parte marginal de las láminas con estructura compacta está muy desarrollada, llegando a ser predominante, o casi exclusiva, en los ejemplares de concha más delgada (Fig. 108) (Fig. 110) (Fig. 111).

La cresta del ligamento está bien desarrollada, aunque no proyectada hacia la cavidad general (Fig. 110), presenta forma variable: de corta con base amplia en ejemplares de concha gruesa a alargada y delgada en ejemplares de concha delgada.

El análisis morfológico y biométrico ha puesto de manifiesto la variabilidad morfológica de esta especie, que puede resumirse en dos morfologías principales (Cestari, 1992a) (Fig. 109).

Tipo A: forma cónico-cilíndrica, concha gruesa con estructura celular normal dominante (a menudo recristalizada), costillas fuertes.

Tipo B: forma cilíndrica hasta muy alargada, concha delgada con estructura compacta dominante, costillas débiles.

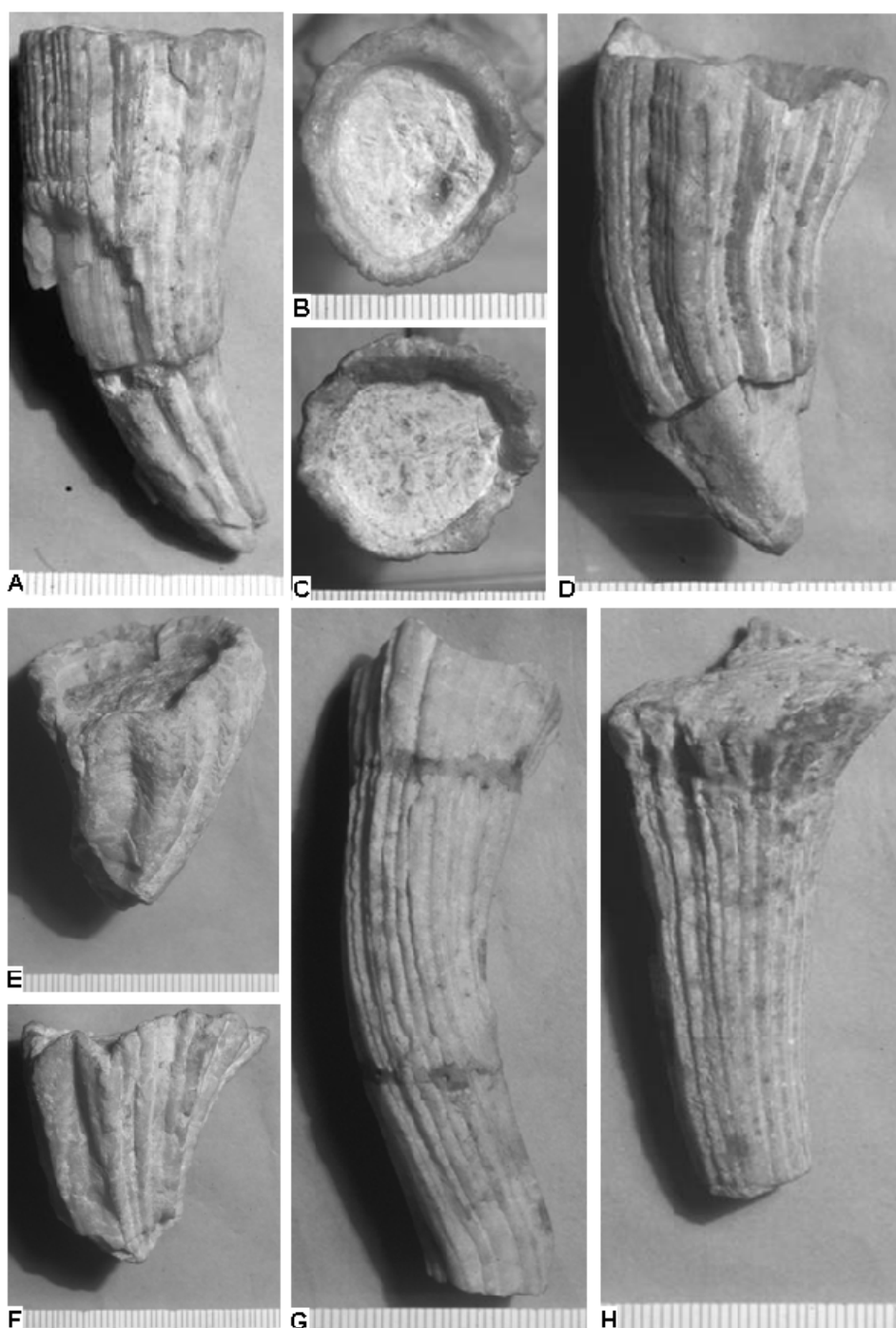


Fig. 108. *Radiolites dario* (Catullo), ejemplares de concha delgada y estructura prevalentemente compacta. Consiglio, Alps meridionales. A, B) MUP s.n. *Biradiolites futterereri* en Parona (1908, pl. 1, fig. 15). C, D) MPT n. 7206. Lectotipo. *Radiolites turricula* en Parona (1908, pl. 1, fig. 2). E) MUP n.2514. *Radiolites catulloi* en Parona (1908, pl. 1, fig. 12a-c). F) MUP s.n. *Radiolites catulloi* en Parona (1908, pl. 1, fig. 10 a-b). G) MUP s.n. *Hippurites contortus* en Parona (1908, pl. 1, fig. 8). H) MUP s.n. *Radiolites contortus* en Parona (1908, pl. 1, fig. 7).





Fig. 109. *Radiolites dario* (Catullo). A) MPR s.n. Sonnino. Dos ejemplares soldados presentando forma cónico-cilíndrica y costillas fuertes, estructura prevalentemente celular normal. (Tipo A). B) MPR s.n. Pietrasecca. Ejemplar de forma cilíndrica y costillas débiles, estructura prevalentemente compacta. (Tipo B).

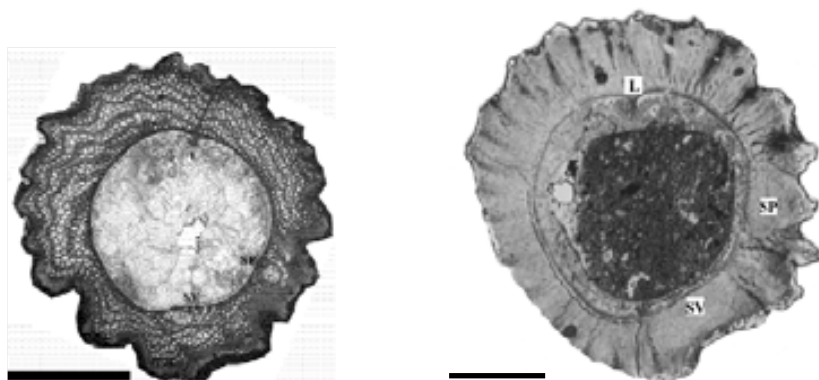


Fig. 110

Fig. 111

Fig. 110. *Radiolites dario* (Catullo). MPR 492. Monte Livata. Sección trasversal de la valva derecha de un individuo joven con estructura celular y compacta. (L) Cresta del ligamento. (SV, SP) Estructuras radiales. Escala 10 mm.

Fig. 111. *Radiolites dario* (Catullo). PUAB-NAL52/74. Mrlera, Istria, localidad tipo de *Gorjanovicia costata*. Sección trasversal (peel) de la valva derecha mostrando la concha recristalizada. (L) Cresta del ligamento (SV, SP) Estructuras radiales. Escala 10 mm.

#### *Valva izquierda*

Opercular, plana o ligeramente convexa. Aparato miocardinal poco desarrollado y con los dos dientes muy próximos al margen dorsal (Fig. 113).



Fig. 112. *Radiolites dario* (Catullo). MPT 279/15. Mignano, Provincia de Caserta. *Radiolites saticulanus* en Parona (1912, pl. 1, fig. 1a, b). A) Vista ventral. B) Vista dorsal; C) Sección transversal (peel) a la base de la valva derecha mostrando la concha recristalizada. (L) Cresta del ligamento. (SV, SP) Estructuras radiales. Escala 10 mm.



Fig. 113. *Radiolites dario* (Catullo). MPR 400. Sonnino. Fragmentos de dos valvas izquierdas con estructura compacta y el margen ondulado. Escala 10 mm.

### Discusión

Cestari (1992a) propuso que la posición recíproca entre el baricentro de las estructuras radiales y la base de la cresta del ligamento forma un triángulo de utilidad en los estudios biométricos de los taxa de radiolítidos con cresta del legamento (Fig. 114). Se mide sobre la sección transversal de la valva derecha, considerando la distancia lineal y los ángulos entre L-SV-SP (Fig. 115).

Cestari (1992b) señaló la inconsistencia de los caracteres diagnósticos del género *Gorjanovicia*: la estructura compacta y los “pseudopilares” con “estructura especial” de pliegues con inflexiones cóncavas, o concéntricas, o dispuestas radialmente, en correspondencia con las estructuras radiales, son comunes en muchas especies atribuidas al género *Radiolites*. Basándose en un análisis biométrico, puso en sinonimia con *Radiolites dario* no sólo la mayoría de especies de *Gorjanovicia* sino también otros taxones. Posiblemente, un estudio exhaustivo de los géneros implicados, por otra parte extremadamente necesario, y de sus especies aclare la cuestión.

### Distribución

La localidad tipo se encuentra en la región del Cansiglio, Alpes orientales, Italia septentrional, “giogaia del Pinè... ad est del canale di S. Croce” (Catullo, 1838) en conglomerados calcáreos sobre calizas grises.

La especie ha sido reportada en las sucesiones carbonatadas de Italia centro-meridional, en Puglia, en el área del Carso y probablemente del Gavrovo. La edad es Coniaciense-Santoniense, en el intervalo bioestratigráfico caracterizado por una microfacies con *Accordiella conica* Farinacci, *Keramosphaerina tergestina* (Stache), *Rotorbinella scarsellai* Torre (ver Cestari et al. 1992; Cestari y Pons 2004).

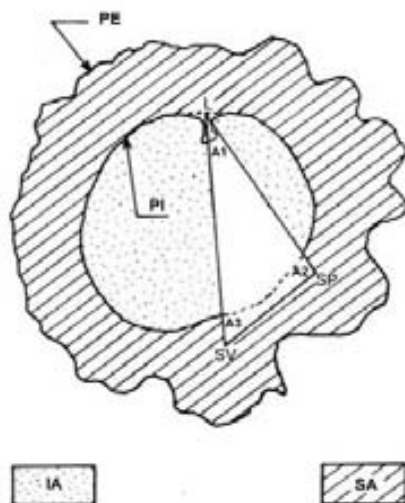


Fig. 114. Triángulo L-SP-SV sobre la sección transversal de la valva derecha en un radiolítido. (SA) Área de la concha. (IA) Área interna a la concha. (PI) Perímetro interno. (PE) Perímetro externo. (SP) Estructura radial posterior. (SV) Estructura radial ventral. (A1, A2, A3) ángulos entre los caracteres considerados. Modificado de Cestari (1992a, fig. 1).

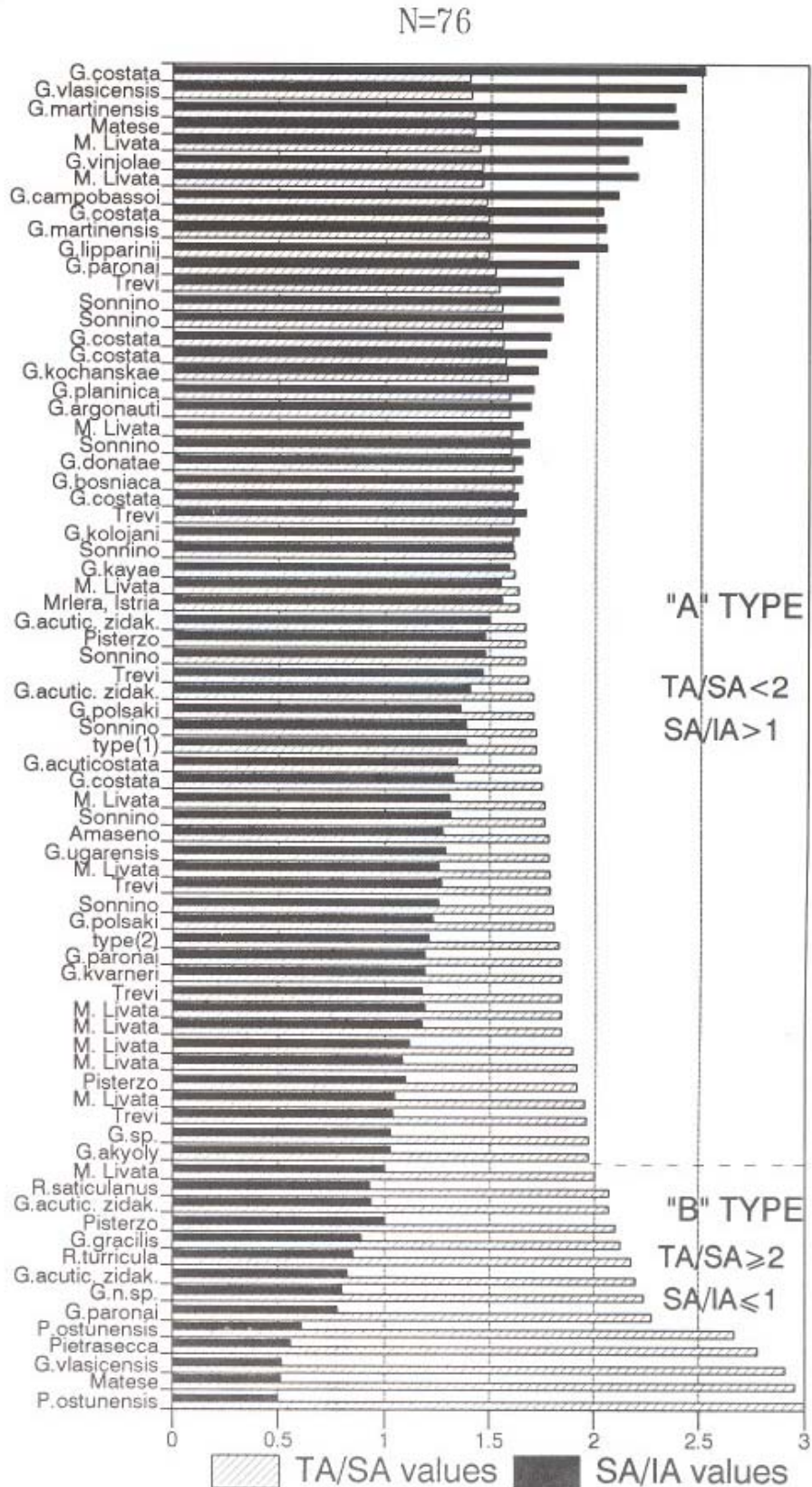


Fig. 115. Medidas areales tomadas sobre la sección transversal de 76 taxones de *Gorjanovicia*, atribuidos a *Radiolites darii*. (SA) Área de la concha. (IA) Área interna a la concha. (TA) Área total. Tomado de Cestari (1992a, tab. 3)

***Radiolites trigeri* (Coquand, 1859)**

Figuras 116, 117, 118, 119, 120

- ? 1774 *Orthoceratites*; Fortis; p. 174-175, pl. 7, fig. 13  
 1859 *Sphaerulites trigeri*; Coquand, p. 972  
 1860 *Sphaerulites trigeri* Coquand; Coquand, p. 68  
 1904 *Praeradiolites trigeri* Coquand; Douvillè, p. 245, pl. 36, fig. 6  
 1907 *Radiolites trigeri* (Coquand); Toucas, p. 74, pl. 14, figs. 1, 1a, 2, 2a, 3-7
- ? 1923 *Radiolites trigeri* (Coquand); Parona, p. 151  
 1926 *Radiolites trigeri* (Coquand); Parona, p. 27  
 1938 *Radiolites trigeri* (Coquand); Montagne, p. 980, pl. 1, fig. 1a,b  
 1957 *Radiolites trigeri* (Coquand)?; Pasic, p. 116, pl. 25, fig. 2
- ? 1957 *Radiolites praegalloprovincialis* Toucas; Pasic, p. 116, pl. 14, fig. 3  
 1957 *Radiolites trigeri* (Coquand); Pejović, p. 93, pl. 33, fig. 3  
 1960 *Radiolites praegalloprovincialis* Toucas; Plenicar, p. 78, textfig. 13a  
 1960 *Radiolites trigeri* (Coquand)?; Plenicar, p. 78, textfig. 16
- pars 1967 *Radiolites trigeri* (Coquand)?; Polšak, p. 70, pl. 40, figs. 1-2 (non fig. 3); pl. 41, figs. 1a, 2-5.  
 1967 *Radiolites praegalloprovincialis* Toucas; Polšak, p. 71, pl. 42, figs. 1, 2, 2a  
 1971 *Sphaerulites trigeri* Coquand?; Lupu y Peza, p. 31, pl. 1, fig. 1a, b  
 1981 *Radiolites trigeri* (Coquand); Sánchez, p. 191
- v. 1992 *Radiolites* sp.1; Cestari et al.; p. 359  
 v 2004 *Radiolites trigeri* (Coquand); Cestari y Pons, fig. 12 e-g, fig. 13.  
 v 2005 *Radiolites trigeri* (Coquand); Cestari, pl. 1, figs. 1-6.

*Tipo*

La especie fué descrita, aunque no figurada, por Coquand (1859, 1860) sobre ejemplares recolectados en Chez Delaisse, cerca de Chateauneuf, Charentes (Francia meridional).

Toucas (1907, pl. 14, fig.1-1a) figuró el tipo de Coquand y, basándose también en otros ejemplares de la misma localidad, redefinió los caracteres de la especie: forma cilindro-cónica, costillas longitudinales continuas, bandas radiales lisas, interbanda estrecha constituida por una costilla saliente, valva superior convexa. Figura también un ejemplar procedente de Pisino (Friuli). Los ejemplares, de la colección de la Sorbonne, se encuentran en el MNHN en París (Fig. 116, 117).



### Material

La descripción se basa sobre cuatro ejemplares colectados en las cercanías de Amaseno (Monti Ausoni) (PUAB-74.397, 74.398, 74.399, 74.400) y otros en afloramientos de la serie basal de Trentinara (Cilento) (PUAB-75.644).

### Valva derecha

Forma cilindro-cónica. La sección es suboval, a menudo alargada en dirección dorso ventral (Fig. 118) y más delgada del lado posteroventral. La ornamentación consta de costillas redondeadas (Fig. 116B) interrumpidas por anillos de crecimiento muy marcados (Figs. 116B, C, 119).

La cresta del ligamento, de forma triangular, es larga y bien desarrollada (Figs. 118, 120),

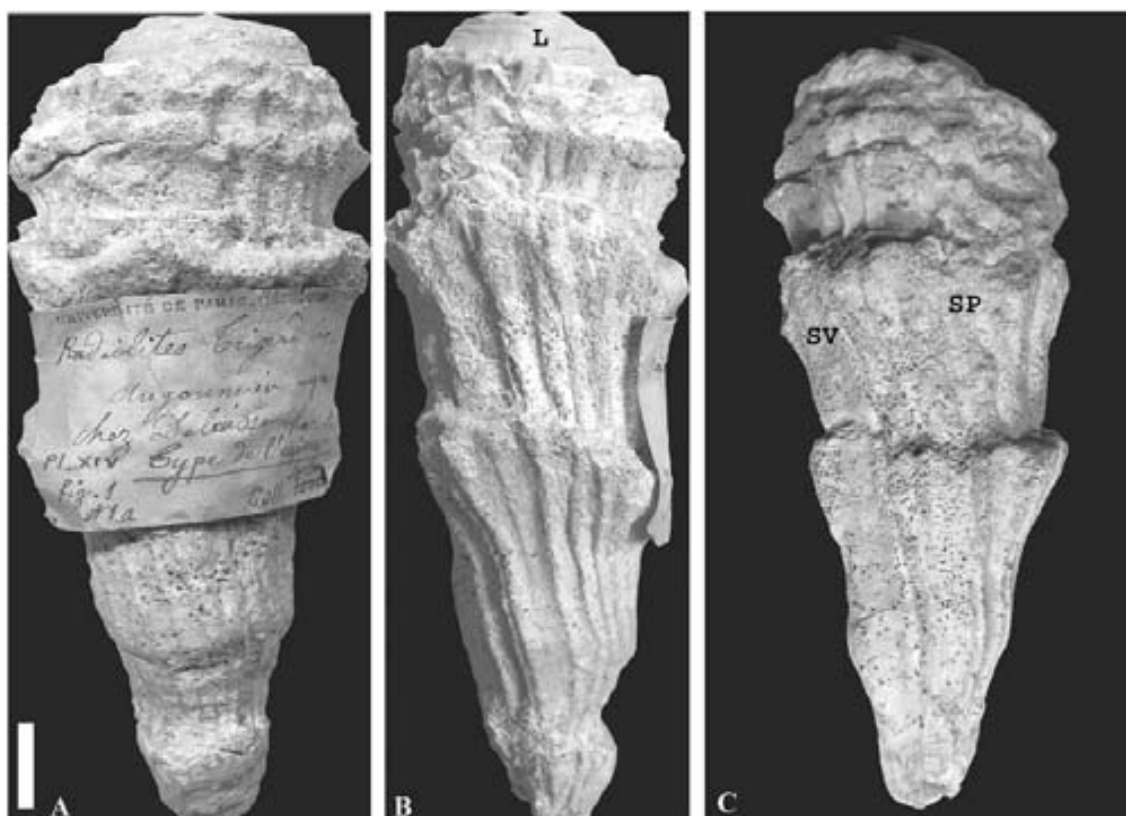


Fig. 116. *Radiolites trigeri* (Coquand). Holotipo. Francia. MNSN n. J09124. A) Lado anterior, con la etiqueta original. B) Lado dorsal mostrando las costillas y la cresta del ligamento (L) en la valva izquierda. C) Lado postero-ventrale con las bandas radiales (SV, SP) en senos. Escala 10 mm.

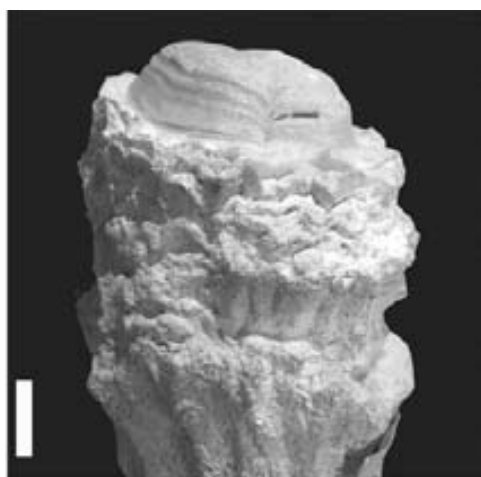


Fig. 117

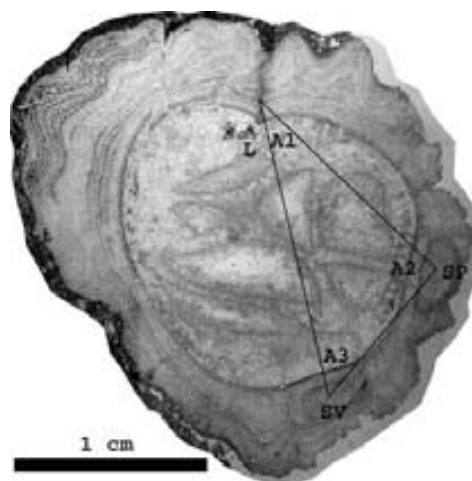


Fig. 118

Fig. 117. *Radiolites trigeri* (Coquand). Holotipo. MNSN n. J09124. Detalle que muestra claramente la impresión de la cresta del ligamento en la concha interna de la valva izquierda, de forma convexa. Escala 10 mm.

Fig. 118. *Radiolites trigeri* (Coquand). PUAB-75.644. Trentinara. Sección transversal de la valva derecha, mostrando estructura compacta y celular normal. Leyenda en la Fig. 114.



Fig. 119

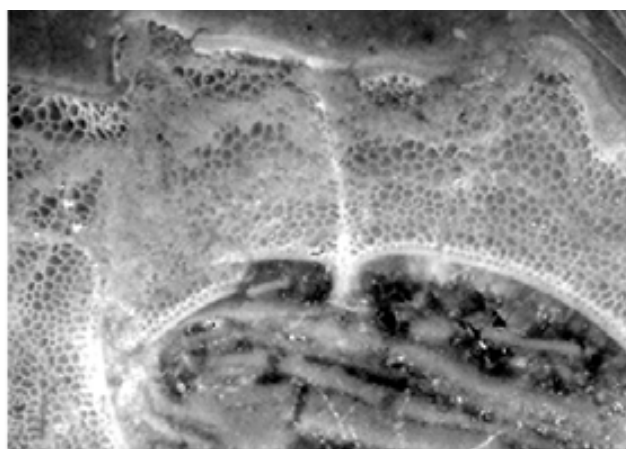


Fig. 120

Fig. 119. *Radiolites trigeri* (Coquand). Fragmento de valva derecha mostrando los ciclos regulares de crecimiento de la concha. Amaseno (Monti Ausoni). PUAB-74.397.

Fig. 120. *Radiolites trigeri* (Coquand). PUAB-74.400a. Amaseno, Monti Ausoni. Detalle de la sección transversal de la valva derecha mostrando la estructura celular normal y la cresta del ligamento. Tomado de Cestari (2005).

Las láminas de crecimiento de la capa externa de la concha están inclinadas, presentan pliegues radiales y estructura celular normal y compacta (Fig. 120).

### *Valva izquierda*

Opercular y convexa en la parte central, aparece a menudo decorticada de la capa externa, como en el ejemplar tipo. (Fig. 116C).

### *Discusión*

Toucas (1907) incluyó *Radiolites trigeri* en el grupo de *Radiolites angeiodes* (de Lapeirouse). Polšak (1968) señaló la gran variabilidad tanto en la densidad de las costillas y de los anillos de crecimiento como en el desarrollo de los senos radiales y de la interbanda en los ejemplares de *Radiolites trigeri* de Istria.

Podrían atribuirse a esta especie el ejemplar de las Islas Coronate dibujado en Spada (1774), así como el *Radiolites* sp.1 señalado en las facies de plataforma abierta-restringida de Monti Simbruini-Ernici (Cestari et al. 1992).

### *Distribución*

La especie se ha señalado en el Turoniense de Aquitania, Francia y en Croacia. En Italia en Pisino (Friuli), Gargano, en los Montes Simbruini, los Montes Ausoni y en Cilento en calizas con textura fango-soportada del Turoniense superior-Coniaciense.





## PALEOECOLOGIA

Se examinan los modos de fijación y las relaciones que las comunidades de radiolítidos tienen con el substrato según las indicaciones dadas por distintos autores, ya sea para los rudistas como para otros bivalvos (Chinzei 1982, 1986; Lowenstam y Weiner 1989; Skelton 1991; Gili et al. 1995).

Se reconocen en los bivalvos dos estrategias principales de estabilización mecánica sobre el substrato y distintas morfologías (Seilacher 1984; 1998) (Fig. 121):

- *recliners* (= *Liegeformen*, Dacqué 1921), la concha, pesada, yace sobre el substrato,
- *mud (or sand) stickers* (Seilacher 1984), la concha, ligera, está anclada en el substrato.

En las sucesiones estudiadas, muchos taxones de radiolítidos presentan una valva derecha fija cilíndrica muy alargada que debía estar en gran parte de su altura inserida en el sedimento, *mud stickers*.

Los radiolítidos se agregaban en *bouquets*, *clusters* y *thickets* variando en número de pocos a millares de individuos, organizados de una a muchas generaciones (Fig. 122, 124) con modalidades de agregación semejante a las ostreas (Fig. 123). Las asociaciones podían ser oligotípicas o monotípicas y presentar geometría tabular, extendiéndose horizontalmente hasta centenares de metros por pocos decímetros de espesor. En el área periadriática los radiolítidos caracterizan los depósitos carbonatados con biofacies constituidas por individuos y asociaciones en crecimiento (tipo A), por depósitos parautóctonos (tipo B) y por acumulaciones más o menos densas de fragmentos (tipo C) (Fig. 125).

La morfología externa de los radiolítidos viene caracterizada por una valva derecha de forma cónica a cilíndrica generalmente alta fija al substrato y por una valva izquierda operculiforme. Dentro de este modelo general se presentan formas muy variadas, atendiendo al grado de desarrollo de cada una de las valvas, apareciendo cada una de ellas más o menos ligada a particulares condiciones de su ambiente sedimentario (tasa de sedimentación, energía, etc.).

En las sucesiones calcáreas del Turoniense-Campaniense del Apenino centro-meridional son frecuentes los radiolítidos con valva derecha cilíndrica extremadamente alargada, distinguiéndose entre ellos dos morfologías de la valva izquierda, unos con valva izquierda plana y otros cupuliforme, respectivamente Tipo A y Tipo B en Cestari y Pons (2007) (Fig. 126).

Correspondientes al Tipo A, de las 92 especies o subespecies del género *Biradiolites*, las 52 de *Bournonia* y las casi 150 de *Radiolites* (Sánchez 1981; Steuber 2005 <[www.paleotax.de/rudists](http://www.paleotax.de/rudists)>), algunas se encuentran bien representadas en el área de estudio: *Biradiolites angulosus* d'Orbigny, *Bournonia excavata* d'Orbigny, *B. fascicularis* Pirona, *Radiolites trigeri* (Coquand) y *R. dario* (Catullo).

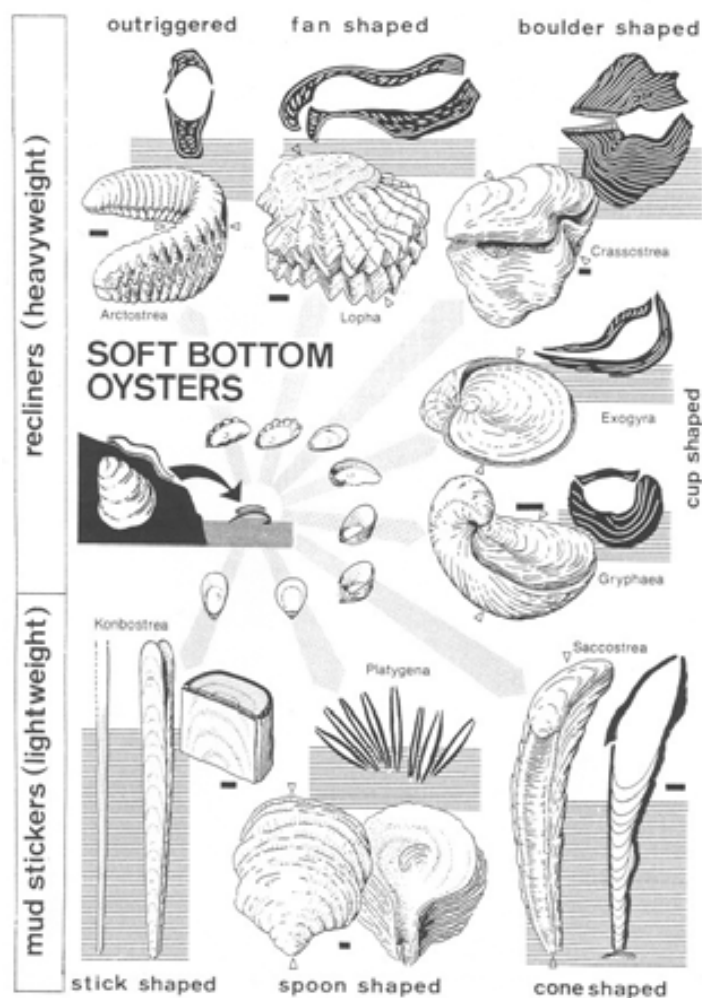


Fig. 121. Estrategias de fijación al sustrato de los bivalvos. *Recliners* pueden estar más o menos hundidos en el sustrato debido a su propio peso. *Mud stickers* están anclados en el sustrato, suelen tener forma alargada. Las ostreas pueden adoptar ambas estrategias sobre fondos blandos. Tomado de Seilacher (1984).

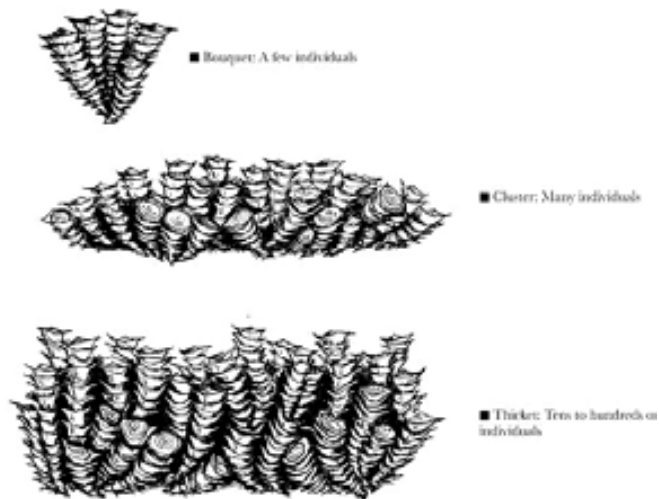


Fig. 122. Tipos principales de agregación en los radiolítidos. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 54).

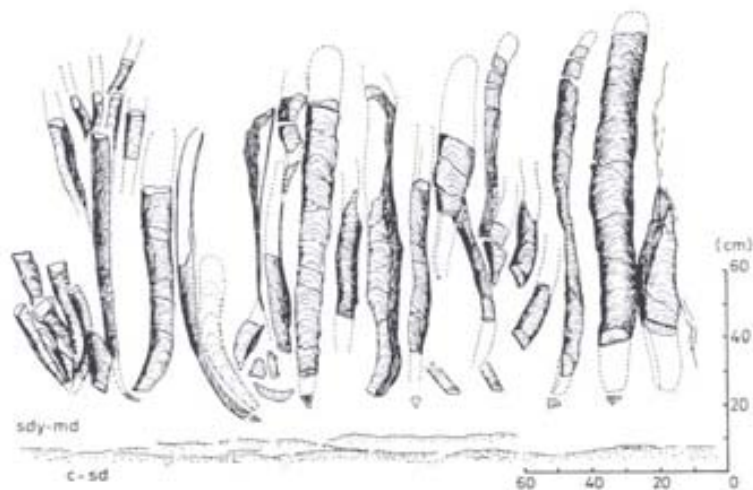


Fig. 123. Esquema de un nivel de ostreidos (*Konbostrea*) con individuos alargados. Estrategia *mud stickers* en ambiente intermareal o salobre. Kuji-shi, Japón septentrional. Turoniense superior-Coniaciense. (sd) *mudstone* arenoso. (c-sd) areniscas groseras. Tomado de Chinzei (1986).



Fig. 124. *Thicket* monotípico de *Radiolites dario*. Trentinara, Cilento.

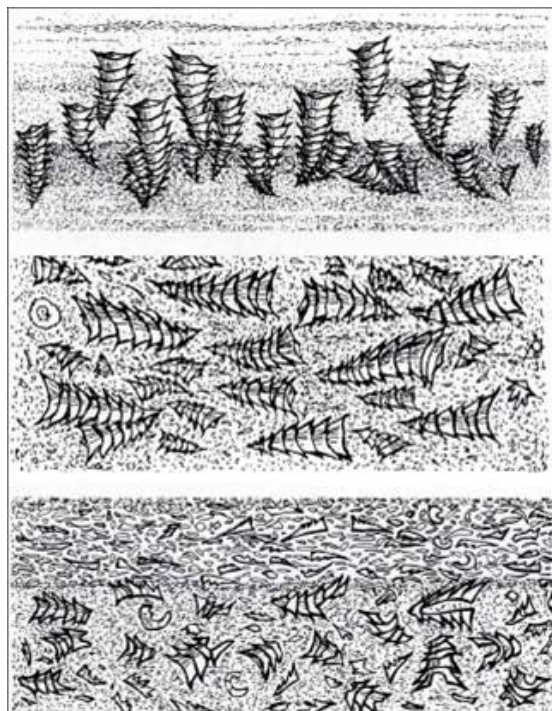


Fig. 125. Tipos de biofacies con radiolítidos. (A) Individuos y agregaciones en crecimiento. (B) Individuos en acumulaciones parautóctonas. (C) Biofacies con fragmentos de radiolítidos. Tomado de Cestari y Sartorio (1995, p. 61).

Todas estas especies, poseyendo una valva derecha alargada y la valva izquierda, plana y provista de un aparato mio-cardinal débil, se han relacionado con substratos fangosos de medio a bajo hidrodinamismo y tasa de sedimentación de moderada a alta. No obstante, algunas presentan también valvas derechas cónicas, como algunos *Radiolites dario*, correspondiendo a tasa de sedimentación de moderada a baja (Fig. 127 A-C).

Correspondientes al Tipo B, veinticinco especies se asignan corrientemente al género *Distefanella* Parona. La especie tipo *Distefanella salmojraghii*, así como *D. bassanii*, *D. douvillei* y *D. guiscardii* fueron instituidas por Parona (1901, 1911) en la localidad de S. Polo Matese, en los montes del Matese. La valva derecha tiene forma cilíndrica extremadamente alargada y la capa externa de la concha es muy delgada y de estructura compacta; el espaciamiento de las tábulas en la capa interna de la concha indica una alta tasa de crecimiento vertical (Fig. 127D-F). No se han reportado valvas derechas cónicas.

La valva izquierda es cupuliforme y provista de un aparato miocardinal bien desarrollado que se introduce profundamente dentro de la valva derecha,

dando particular resistencia al conjunto de ambas valvas cerca de la comisura. El conjunto de estas características se ha interpretado (Cestari 2005; Cestari y Pons 2007) como particularmente idóneo para un substrato con hidrodinamismo de medio a alto y con aporte bioclástico importante, lo que explicaría su amplia difusión sobre fondos grano-soportados e inestables con alta tasa de sedimentación en ambientes de margen de plataforma a rampa.

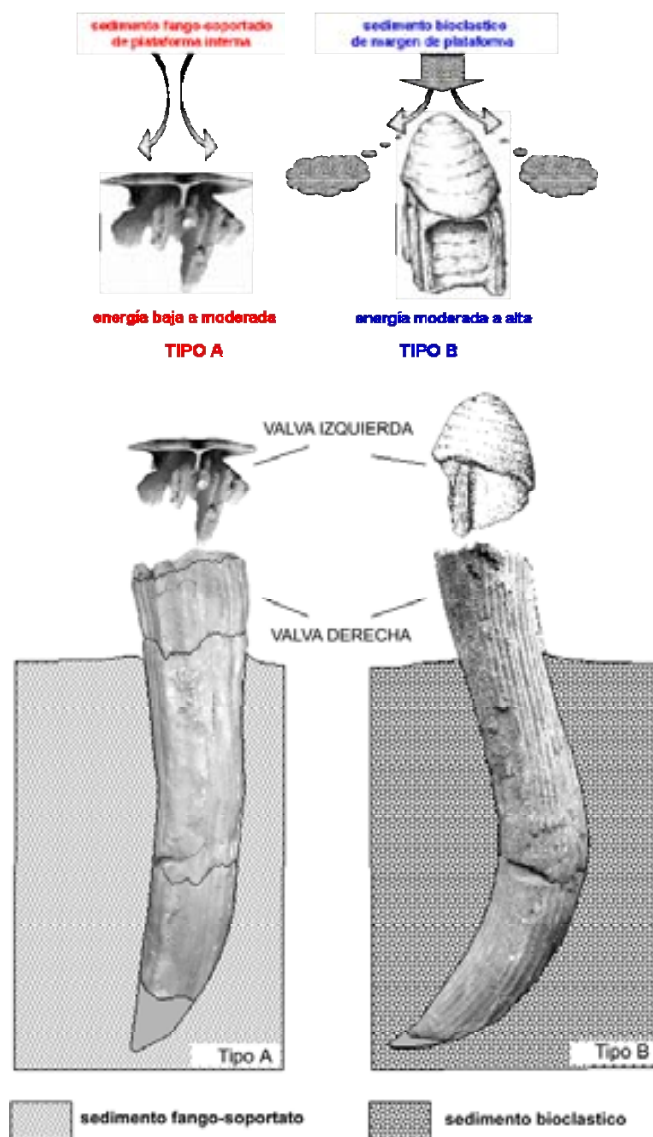


Fig. 126. Diferentes tipos de radiolítidos con valva derecha muy alargada. Tipo A. Ejemplar con valva izquierda de perfil bajo o plana, en sedimento fango-soportado con hidrodinamismo de medio a bajo, adecuado en calizas fango-soportadas de origen microbial producidas principalmente *in situ* (como en *Biradiolites*, *Bournonia*, *Radiolites*). Tipo B. Ejemplar con valva izquierda de perfil alto o cupuliforme que impide la acumulación de sedimento encima, en sedimento grano-soportado con hidrodinamismo medio-alto, adecuado en calizas grano-soportadas y biodetríticas (como en *Distefanella*). Tomado de Cestari y Pons (2007).

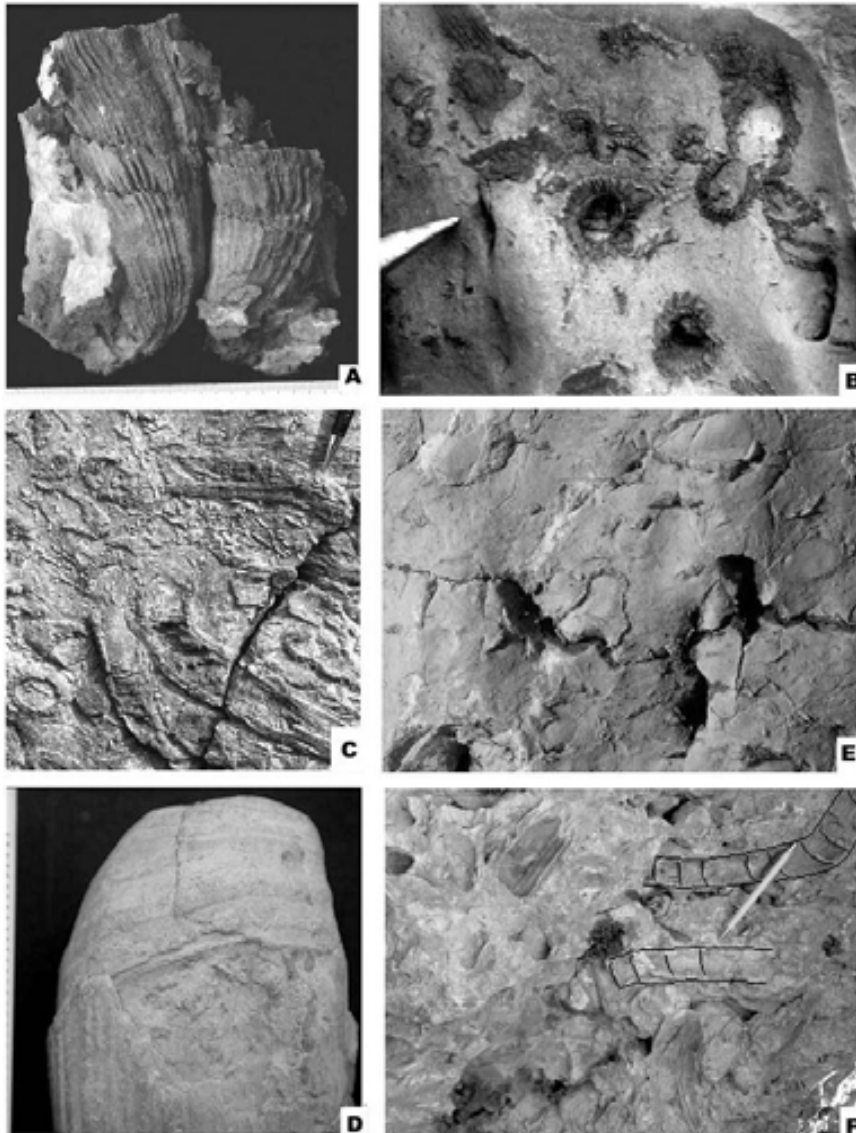


Fig. 127. Diferentes morfologías en los radiolítidos alargados del Apenino centromeridional. A. *Radiolites dario* (Catullo), vista lateral de dos valvas derechas cónicas. Sonnino, Montes Ausoni. La anchura de la foto abarca 7 cm. Sin número, MPR. B. *Radiolites dario* (Catullo), concentración de conchas en caliza fango-soportada. Sonnino, Montes Ausoni. Punta de martillo a la izquierda como escala. C. *Radiolites dario* (Catullo) ejemplares alargados con crecimiento multigeniculado en calizas fango-soportadas. Sonnino, Montes Ausoni. Punta de lápiz en el ángulo superior derecho como escala. D. *Distefanella douvillei* Parona, sección transversal de una valva derecha (en el centro) dentro un grainstone bioclástico con fragmentos de otros radiolítidos. Monte Orsello, Montes de Ocre. La anchura de la foto abarca 10 cm. E. *Distefanella salmojraghii* Parona, vista lateral del holotipo de la especie tipo del género mostrando la valva izquierda cupuliforme alta y la extremada delgadez de la capa externa de la concha en la valva derecha. Colección Bassani, CMSN-17006. F. Detalle de un *thicket* con ejemplares de *Distefanella* en calizas bioclásticas. Se ha resaltado el espaciamiento de las tábulas y la forma geniculada de algunos ejemplares, características indicativas de crecimiento rápido y de fondo inestable respectivamente. Monte Focalone, Montaña de la Majella. Lápiz de 14 cm. como escala. Tomado de Cestari (2005).



## CRECIMIENTO DE LA CONCHA

La rápida acreción vertical inferida para la concha aparece como particularmente eficaz para alejar la comisura del substrato, y los procesos biológicos a ella asociados, en una valva casi completamente insertada en el sedimento blando bajo condiciones de alta tasa de acúmulo sedimentario. La diferente forma de la concha en la valva izquierda debe relacionarse a los diferentes medios sedimentarios: p.ej. *Biradiolites*, *Bournonia*, *Radiolites* pudieron colonizar fondos fango-soportados, con régimen hidrodinámico de moderado a bajo, en ambientes de plataforma interna y rampa, como en las successiones de los Montes Simbruini, Montes Ausoni y en el Cilento. Al contrario, *Distefanella* colonizaba depósitos grano-soportados, con régimen hidrodinámico de medio a alto sujetos a aventamiento y retrabajamiento por oleaje y corrientes, en ambientes de margen de plataforma, como en las successiones de la Majella, Monti d'Ocre y Montes del Matese (Fig. 128).

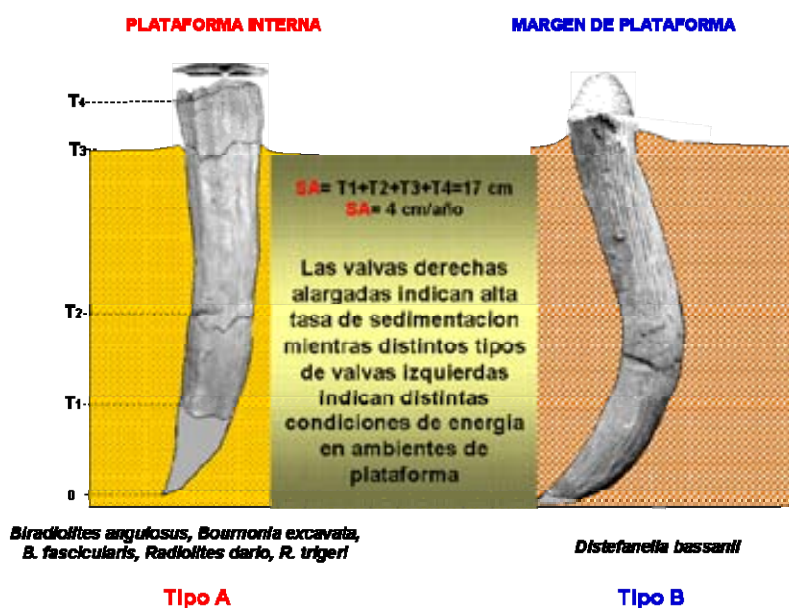


Fig. 128. Radiolítidos alargados sometidos a tasa de sedimentación de moderada a alta (>4 cm /año) en distintos contextos sedimentarios.

### Tasa de sedimentación

El crecimiento en estos dos tipos de radiolítidos alargados es directamente correlacionable a la tasa de acúmulo sedimentario y puede ser fácilmente calculado hasta en afloramiento mediante el análisis de los anillos de crecimiento (megaciclos) que normalmente están bien marcados en la



superficie externa de los radiolítidos como en *Biradiolites*, *Bournonia*, *Radiolites*, o trámite el espaciamiento de las tábulas internas de la concha, en taxa con anillos poco marcados y difícilmente reconocibles como en *Distefanella*. Mediciones más precisas pueden obtenerse mediante secciones pulidas o láminas delgadas de la capa externa de la concha. Como en los bivalvos actuales, los anillos de crecimiento indican reducción o interrupción del crecimiento causada por la alternancia estacional. Según Amico (1978), el intervalo entre dos anillos de crecimiento corresponde al crecimiento anual (Fig. 129).

El crecimiento se expresa en mm/Ky o unidad Bubnoff (B) (Fisher 1969; Immenhauser y Scott 2002). La tasa de crecimiento (TA) de un individuo de radiolítido (p. ej. *R. dario* de Sonnino en Fig. 109B) se ha calculado midiendo la distancia entre megaciclos sucesivos:  $T_1-T_0$ =circa 20 mm,  $T_2-T_1=42$  mm,  $T_3-T_2=78$  mm,  $T_4-T_3=25$  mm. En este caso, el crecimiento medio es comparable al de *Gorjanovicia* cf. *costata* (en Steuber 1996). La alta tasa de crecimiento es comparable a la de los corales actuales Pocilloporidae (casi 50 mm/año, Dullo 2005) por lo que puede ser usada como indicador biosedimentario de ambientes con tasa de sedimentación de moderada a alta (es decir  $TA > 40 \mu B$ ). Estos valores pueden ser extrapolados para estimar la tasa de acúmulo sedimentario en secciones estratigráficas donde los radiolítidos se encuentren en posición de crecimiento o parautoctonos.

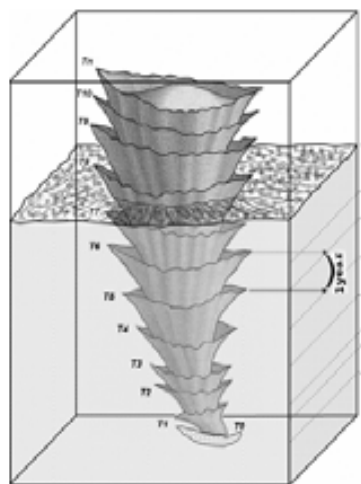


Fig. 129. Dibujo de un radiolítido mostrando anillos de crecimiento. El ejemplar está fijado sobre un fragmento de concha y crece en ciclos  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_n$ . Cada ciclo viene referido a un año solar en clima tropical. El espaciamiento corresponde a la sedimentación entre  $T_n$  and  $T_{n-1}$  y permite la estima de la tasa de crecimiento  $TA = T_1+T_2+\dots+T_n$  mm/ año. Tomado de Cestari y Pons (2007).

## BIOEROSIÓN

La tafonomía de las facies con rudistas resulta ser un válido auxilio en los estudios sedimentológicos de carbonatos (Sanders 1999; Ruberti y Toscano 2002; entre otros), por lo que se han examinado algunas conchas calcíticas de individuos pertenecientes a dos familias de rudistas: Hippuritidae y Radiolitidae. Las muestras se han recogido en dos áreas distintas correspondientes a distintos contextos sedimentarios: margen de plataforma (en San Polo Matese) y plataforma interna (en Trentinara, Cilento), con el fin de verificar sus eventuales semejanzas o diferencias.

### Bioerosión en *Radiolites dario* del Cilento

Se han estudiado cuatro láminas delgadas de ambas valvas de un individuo adulto de *Radiolites dario* (Catullo) incrustado por otros individuos jóvenes. El material fué recogido en la serie de Trentinara (Cestari y Pons 2004) correspondiente a la asociación SA (Coniacense superior-Santonense, Cretácico superior), caracterizada por *thickets* de radiolítidos *in situ* (*Primary shell concentration type A* en Ruberti y Toscano 2002) interrumpidos por intercalaciones bioclásticas finas. Ruberti et al. (2006, 2007) remarcan que buena parte de los componentes esqueléticos más finos de los cuerpos biostromales de radiolítidos *in situ* ha sido generado trámite procesos de bioerosión y, en menor medida, por la rotura mecánica de las conchas de rudistas.

El ejemplar de *R. dario* fué seccionado cerca de la comisura efectuando cortes ligeramente oblicuos, aproximadamente 30° respecto al plano comisural, separados aproximadamente 0.5 cm, que proporcionaron dos secciones oblicuas de la valva derecha y dos de ambas valvas.

Puede observarse en la Fig. 130, que en la parte dorsal, las criptas son redondeadas y preferentemente alineadas a lo largo de la parte más externa de la concha (A, A'); a veces están interconectadas y perforan conchas de distintos individuos (B, B'). En B'' el organismo endolítico, probablemente un foraminífero criptobionte, parece haber quedado atrapado en la cripta (*Tauchella endolithica* Cerchi ?). En la parte ventral, la matriz siltosa arrancada

por la bioerosión rellena la misma cripta que tiene contorno irregular (C). En la parte posterior, criptas de contorno redondeado erosionan la parte más externa de la concha y están en parte interconectadas entre ellas (D, D', D'').

La sección de la Fig. 131, corta oblicuamente ambas valvas, con la valva izquierda incrustada por varios individuos juveniles. La concha está compuesta de calcita compacta delgada y las bioerosiones están regularmente espaciadas, en parte interconectadas, y de contorno irregular (A, A'). La presencia de micro-porosidad de tipo *shelter* en las criptas indica la polaridad de la sedimentación (hacia la izquierda). Cerca de la comisura hay un complejo sistema de bioerosión, profundo al interior de la concha y relleno de matriz siltosa (B, B', B'').

El material estudiado se caracteriza por bioerosiones simples y sistemas complejos formados por diversas criptas intercomunicadas y por abrasión ligera, indicando una exposición prolongada en la interfase agua-sedimento-sedimento.

### *Interpretación*

Los caracteres tafonómicos interpretados a partir del material estudiado indican además fases desarrolladas post-mortem que pueden resumirse en:

- Fase 1. muerte del individuo adulto y crecimiento de individuos juveniles sobre la valva izquierda,
- Fase 2. exposición a la interfase agua-sedimento y desarrollo de procesos bioerosivos con formación de criptas de contorno interno esencialmente redondeado, que pueden ser colonizadas por foraminíferos criptobiontes,
- Fase 3. soterramiento de la concha en el sedimento y relleno de las cavidades intraesqueléticas y de las criptas por matriz fango-siltosa con formación de porosidad *shelter* en la cavidad general y de microporosidad *shelter* también en algunas criptas.

---

Fig. 131. Bioerosión en *Radiolites dario*, sección oblicua de ambas valvas, contexto de plataforma interna. (A, A') Valva superior con criptas adyacentes comunicadas, en parte rellenas de calcita neomórfica; individuos juveniles en la

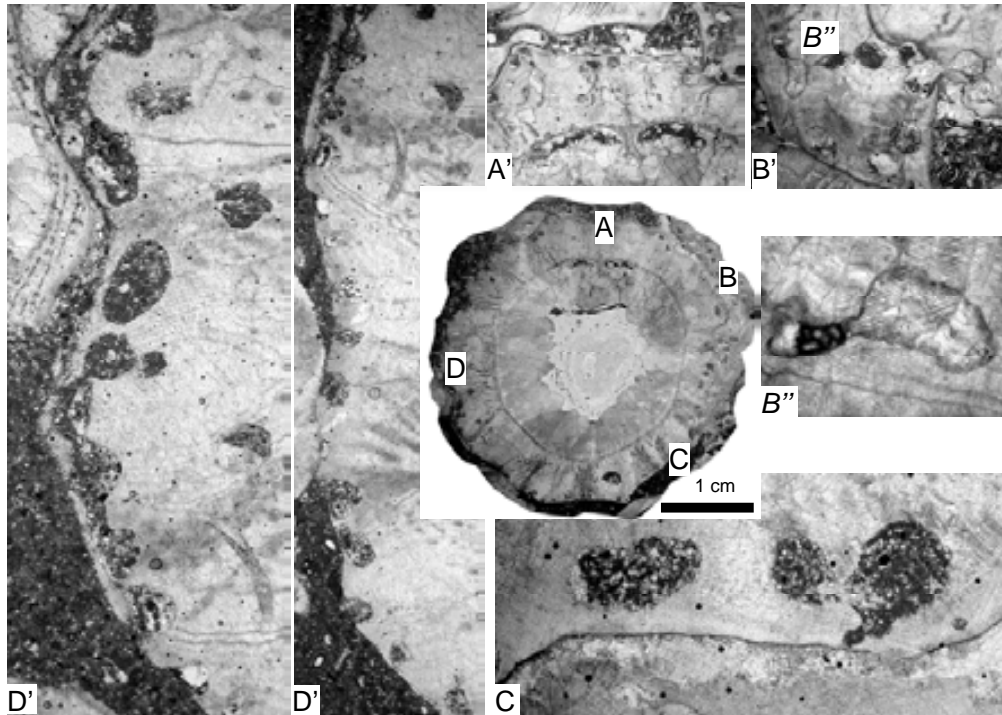
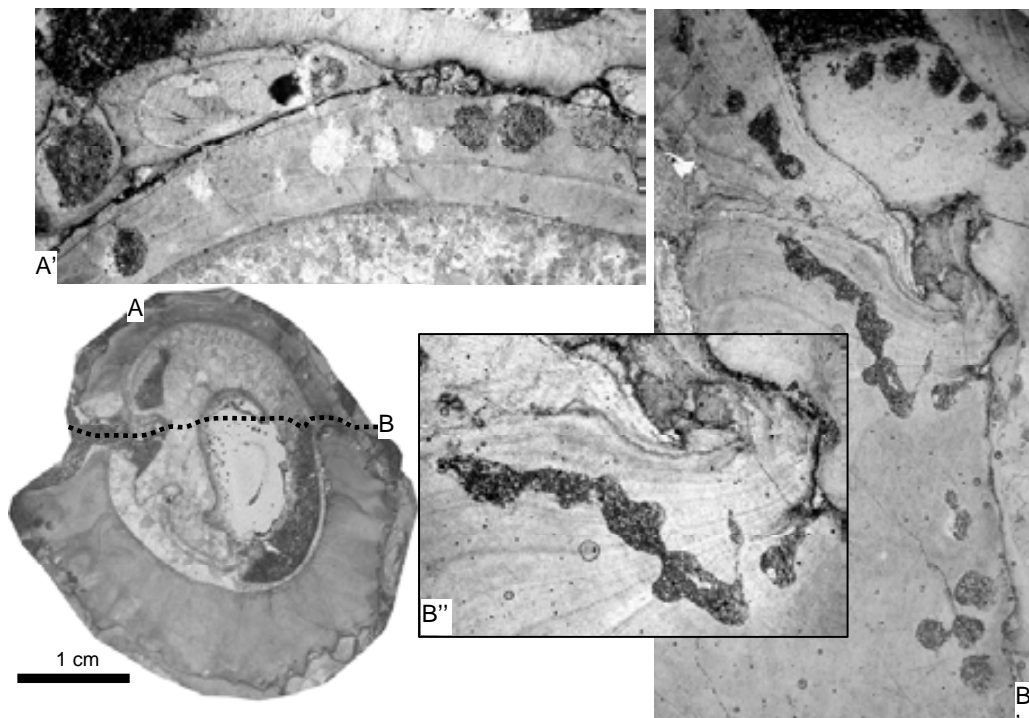


Fig. 130. Bioerosión en *Radiolites dario*, contexto de plataforma interna. A, A') Parte dorsal con numerosas bioerosiones. B, B', B'') Parte postero-dorsal con foraminífero criptobionte. C, C') Interbanda con criptas parcialmente rellenas de silt calcáreo. D, D', D'') Parte anterior con criptas interconectadas, paralelas al margen de la concha. Trentinara. PUAB-75.645.



parte superior. (B, B', B'') Sección en la comisura (línea de puntos) con galerías rellenas de silt. Trentinara. PUAB-75.646.

## Bioerosión en *Vaccinites fortisi* de los Montes del Matese

Se ha preparado una lámina delgada panorámica de la sección de la valva derecha de un individuo adulto de *Vaccinites fortisi* (Catullo) incluido en caliza bioclástica de textura grano-soportada de margen de plataforma, colectado en la parte superior de la serie de San Polo Matese (en Accordi et al. 1990a), de edad Santoniense-Campaniense inferior(?) (Fig. 132).

La densidad de las bioerosiones es mayor en la parte dorsal y en la anterior. Las criptas son generalmente subcirculares y alargadas, frecuentemente compuestas, rellenas de silt calcáreo.

Puede observarse en la Fig. 132, que en la parte dorsal las criptas son redondeadas y están principalmente alineadas a lo largo de la parte más externa de la concha y no afectan las estructuras internas, cresta del ligamento y pilares (B, B'). Los organismos endolíticos crean cavidades complejas (C, C') y están completamente rellenas de calcita neomórfica (D, D'). Cuando las criptas están sólo parcialmente rellenas pueden dar indicación de la polaridad de la sedimentación (E, E').

El material estudiado está caracterizado por bioerosiones prevalentemente simples y complejas, raramente intercomunicadas, que indican una exposición a la interfase agua-sedimento mayor sobre el lado dorsal.

### *Interpretación*

Los caracteres tafonómicos indican dos fases bioerosivas principales:

- Fase 1. muerte del individuo y caída en posición sub-horizontal (por lo menos en la sección estudiada),
- Fase 2. exposición a la interfase agua-sedimento con bioerosiones desarrolladas principalmente sobre el lado dorsal.
- Fase 3. soterramiento de la concha en el sedimento y relleno de las cavidades intraesqueléticas y de las criptas por matriz fango-siltosa con formación de porosidad *shelter* en la cavidad general y de microporosidad *shelter* también en algunas criptas..

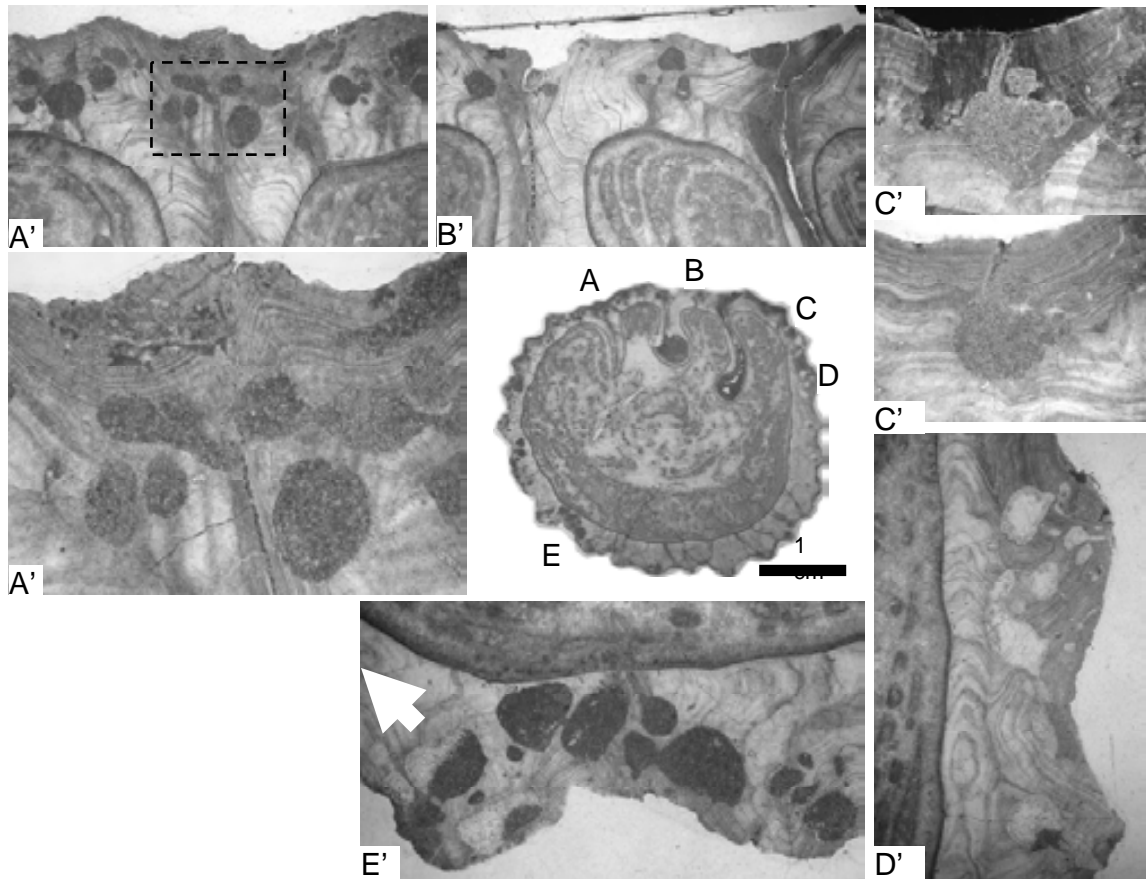


Fig. 132. Bioerosión en *Vaccinites fortisi* (Catullo), contexto de margen de plataforma. (A, A') Base de la cresta del ligamento con numerosas bioerosiones redondeadas. Anchura de la foto 12 mm. (B, B') Base de los pilares. Anchura de la foto 18 mm. (C, C') Cripta compleja rellena de silt con salida hacia el exterior de la concha. Con luz polarizada en la superior. Anchura de la foto 6 mm. (D, D') Criptas alargadas rellenas de calcita neomórfica. Anchura de la foto 6 mm. (E, E') Grandes criptas complejas, parcialmente rellenas de calcita neomórfica que indican la polaridad (flecha). Anchura de la foto 14 mm. Trentinara. PUAB-75.647.



## DISTRIBUCIÓN DE LAS BIOFACIES

Actualmente, la distribución de los arrecifes coralinos se concentra principalmente en el margen oriental de las áreas emergidas (Fig. 133):

- en el Golfo de México, recorrido por corrientes tropicales (Corriente del Golfo),
- a lo largo de la costa del Brasil, afectada por la Corriente del Brasil,
- a lo largo de la costa oriental Africana, bañada por las Corrientes de los Monzones que prosiguen hacia el sur con la Corriente de Mozambique.
- a lo largo de la costa más meridional del archipiélago del Japón, calentada por la corriente del Kuroshivo,
- a lo largo de la parte nord-oriental de Australia, la Gran Barrera Australiana,

Al contrario, las barreras coralinas están poco desarrolladas a lo largo de los márgenes occidentales de los continentes:

- en el Mar de Cortés y en el Golfo de Panamá (América Central), bañados por una contracorriente cálida tropical,
- de Guinea al Gabon, por la tórrida Corriente Ecuatorial de Guinea.

Esta distribución asimétrica está controlada por las corrientes oceánicas que giran según la Fuerza de Coriolis: en sentido horario (dextro) en el hemisfero Norte y en sentido antihorario (sinistro) en el hemisfero Sur. Cuando alcanzan las masas continentales, se repliegan sobre sí mismas, según un esquema constante en el tiempo, con la excepción del Oceano Índico, donde la presencia de los monzones, provoca corrientes periódicas opuestas que fluyen por seis meses en una direcció y otros seis meses en la opuesta.

Los carbonatos actuales se depositan en dos ambientes sedimentarios principales:

- Carbonatos “cálidos”, en aguas cálidas con bajo contenido en nutrientes [Warm Low Nutrients (WLN), tropicales o clorozoos].



- Carbonatos “fríos”, en aguas frías con elevado contenido en nutrientes [Cold High Nutrients (CHN), de aguas frías, temperados, no tropicales, foramol, o heterozoos].

Los ambientes con condiciones de WLN se encuentran principalmente en latitudes bajas mientras que condiciones de CHN se encuentran en latitudes altas. No obstante, ambientes de aguas cálidas con elevada concentración de nutrientes [Warm High Nutrients (WHN)] debían estar extendidos en el Cretácico y en el Paleogeno cuando las aguas ascendentes (*upwelling*) ricas en nutrientes debían ser más cálidas que las actuales y favorecían el desarrollo de biota productora de carbonato diferenciada que no es equivalente ni a los clorozoos ni a los heterozoos modernos (Allmon 2007).

Los carbonatos con rudistas de Italia centro-meridional tienen caracteres biológicos y contexto paleogeográfico del Cretácico superior atribuidos a la zona climática cálida intertropical comprendida entre 20 y 30 grados de latitud Norte, *photozoans intertropical carbonates* en Philip (1972); Masse y Philip (1981); Philip (2003). En esta zona, el reconocimiento de *foramol carbonate factories* predominantes viene puesto en relación con plataformas carbonatadas de aguas relativamente frías, *relatively cooler-water temperate-type carbonate platform* en Carannante et al. (1997, 1999), aunque los mismos

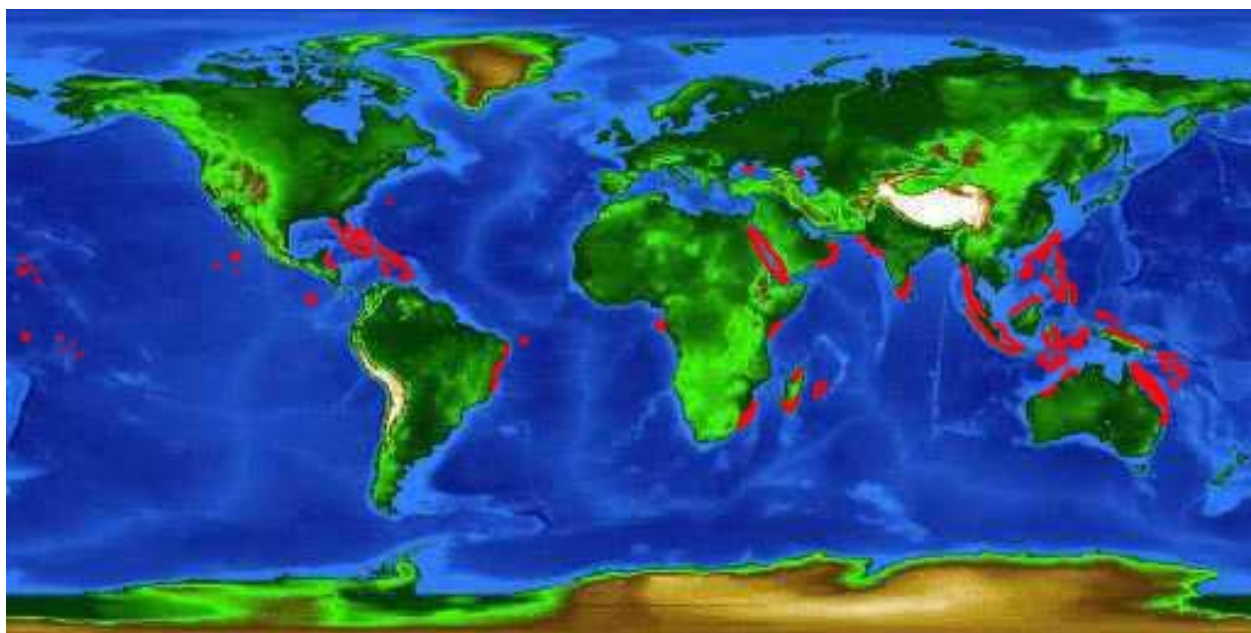


Fig. 133. Distribución global de los arrecifes coralinos (en rojo). Tomado de <[www.flmnh.ufl.edu](http://www.flmnh.ufl.edu)>.

autores hipotizan que condiciones particulares de stress ecológico, corrientes frías, aporte fluvial, y otros complejos factores en juego podrían crear las condiciones para su desarrollo en áreas típicamente intertropicales (Carannante et al. 1997).

La paradoja de facies frías en contexto de aguas tropicales cálidas ha sido discutido recientemente por Wilson y Vecsei (2005) que, examinando los carbonatos de baja latitud del SE de Asia y de Australia, consideran estas asociaciones como generadas en condiciones de baja luminosidad a causa de complejos factores que favorecieron el desarrollo de facies oligofóticas.

### BIOFACIES CON RADIOLÍTIDOS ALARGADOS

La *nutrient/poisoning hypothesis* verificada para los bivalvos Megalodóntidos (probables ancestrales de los Rudistas), prevé que, actualmente como en el pasado, un elevado aporte de nutrientes puede causar la desaparición de los corales escleractinia hermatípicos que, junto a las algas simbiontes, están en cambio adaptados a condiciones bajas de nutrientes (Hallock y Schlager 1986; Eliuk 1998). Las asociaciones de radiolítidos alargados del Apenino centro-meridional parecen tener fuerte analogía con estos bivalvos. Los factores tróficos, además de los edáficos deben por lo tanto ser tenidos en cuenta para la mejor comprensión del potencial de crecimiento orgánico de las plataformas centro-mediterráneas y de los caracteres bio-sedimentarios de los carbonatos.

En las sucesiones de Trevi, Fiuggi (Montes Simbruini) y en Cilento, *Radiolites trigeri* (Coquand) se encuentra en capas de calizas de textura fango-soportada como ejemplares aislados u organizados en *bouquet* o pequeños *clusters* junto a otros radiolítidos como *Durania arnaudi* (Choffat), *Bournonia excavata* y *Sauvagesia* sp. y una asociación de microfósiles indicativa del Turoniense superior-Coniaciense (Asociación CO en Cestari y Pons 2004).

Más arriba en la misma sucesión se encuentra, también en capas de calizas de textura fango-soportada, *Radiolites dario* (Catullo) como ejemplares alargados organizados en *bouquets* o *clusters*, junto a *Bournonia fascicularis* y una asociación de microfósiles del Santoniense (Asociación SA en Cestari y Pons 2004).

---

En el Turoniense superior que aflora cerca de las localidades de Amaseno y Sonnino, así como en los cercanos Montes Ausoni, los ejemplares de *Radiolites trigeri* muestran los sets de láminas bien espaciados en la valva derecha indicando una tasa de crecimiento vertical alta, hasta 2-3 cm/año, presentan estructura celular y compacta en la capa externa de la concha y forman pequeñas bioconstrucciones, *bouquets* y *clusters*.

En la sucesión de Inghiottitoio en los Montes de Ocre, las capas con *Distefanella* se encuentran en una sucesión condensada de pocas decenas de metros y están compuestas de calizas grano-soportadas por encima de facies fango-soportadas con asociaciones diversificadas de radiolítidos: *Biradiolites angulosus* d'Orbigny, *Radiolites* sp. y *Sauvagesia* sp., entre otros. El ambiente deposicional se considera relacionado a depósitos bioclásticos de margen de plataforma de edad Turoniense superior-Coniaciense por encima de facies de plataforma interna con *Biradiolites angulosus* de la Asociación CO.

En San Polo Matese, *Distefanella* forma bancos oligo- o monotípicos, interpretados como *barrier banks* desarrollados en el área marginal de la plataforma carbonatada por Accordi et al. (1990a). En la Montaña de la Majella se han reportado (Accordi et al. 1990b; Stössel 1999; Stössel y Bernoulli 2000) buenos afloramientos con asociaciones oligo- o monotípicas de *Distefanella* en calizas bioclásticas de grano medio a grueso intercaladas en calizas con otros rudistas. El género *Distefanella* también ha sido reportado en depósitos pelágicos de tipo 'Scaglia' del norte de Italia (Cestari y Trevisani 2007), en probables condiciones oligofóticas y de escasa acumulación de sedimentos.

El análisis estratigráfico y paleontológico permite reconocer dos tipos de biofacies con radiolítidos alargados, *Slender Radiolitid Biofacies* (SRB) (Cestari y Pons 2007):

- SRB Tipo A, en calizas de textura predominantemente fango-soportada, frecuentemente sedimentación bacterio-algal, de plataforma interna y rampa
- SRB Tipo B, en calizas de textura predominantemente grano-soportada, bioclastica, de margen de plataforma.

## PALEOGEOGRAFÍA EN EL CRETÁCICO SUPERIOR

Como señalado por Cestari y Pons (2007), el crecimiento y distribución general de las biofacies de rudistas tuvo que estar dirigido, entre otros factores, por el modelo atmosférico y oceánico imperante. Durante gran parte del Cretácico, en el área centro-mediterránea la Corriente Circumglobal del Tetis (Bush 1997; Poulsen et al. 1998; Cousin-Ritemard et al. 2002; Pucéat et al. 2005) fluía hacia el oeste (Fig. 134) favoreciendo la difusión de las biofacies de rudistas

Asociaciones oligotípicas con *Biradiolites angulosus* d'Orbigny, *B. martellii* (Parona), *Bournonia excavata* d'Orbigny, *B. fascicularis* Pirona, *Radiolites trigeri* (Coquand) y *R. dario* (Catullo) en calizas fango-soportadas (SRB Tipo A) son muy frecuentes en las sucesiones calcáreas actualmente encaradas al lado oeste (o Mar Tirreno): en los Montes Simbruini, en los Montes Ausoni-Aurunci y en el Cilento.

Por otro lado, las biofacies bioclásticas con *Distefanella* (SRB Tipo B) se encuentran normalmente en las sucesiones calcáreas que actualmente afloran a lo largo del margen este (o Adriático) de la Cordillera Apenínica: en los Montes de Ocre, en los Montes del Matese y en la Montaña de la Majella (Bernouilli et al. 2004).

Además de la indudablemente compleja e intensa historia geodinámica, esta distribución asimétrica general de las biofacies de rudistas puede interpretarse como consecuencia del control sotavento-barlovento sobre el crecimiento de las plataformas calcáreas (Fig. 135).

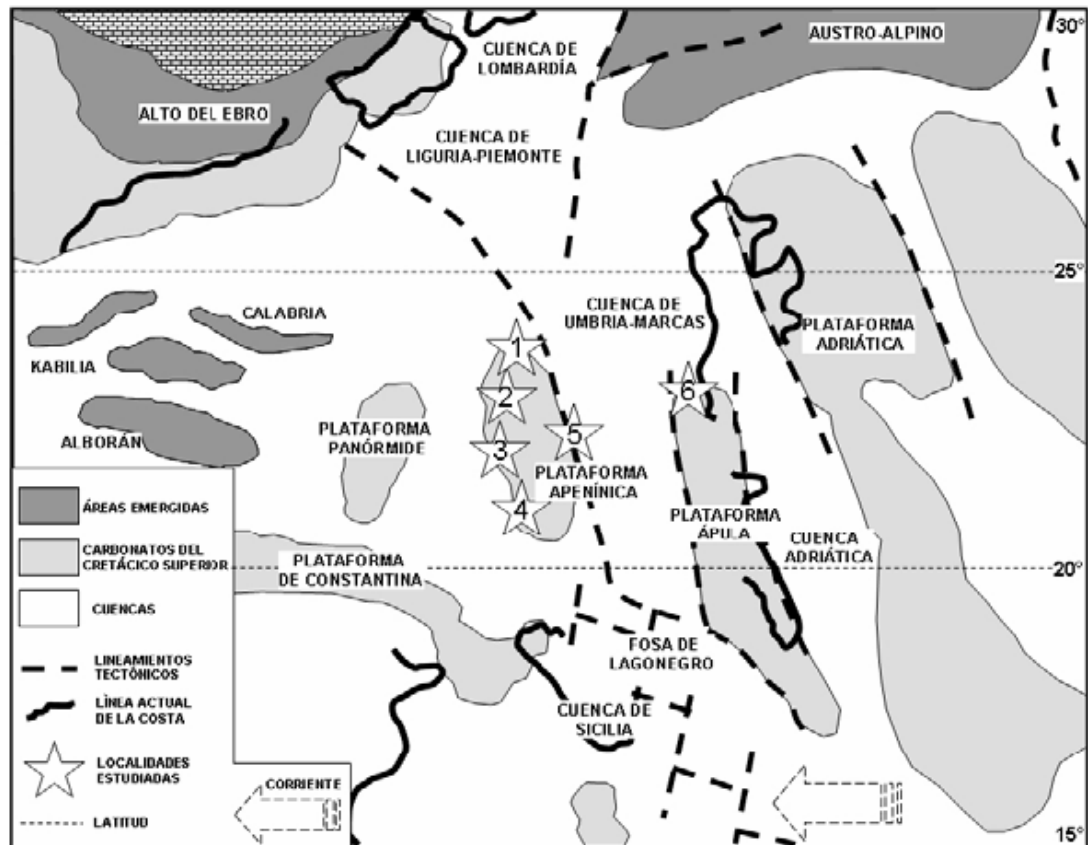
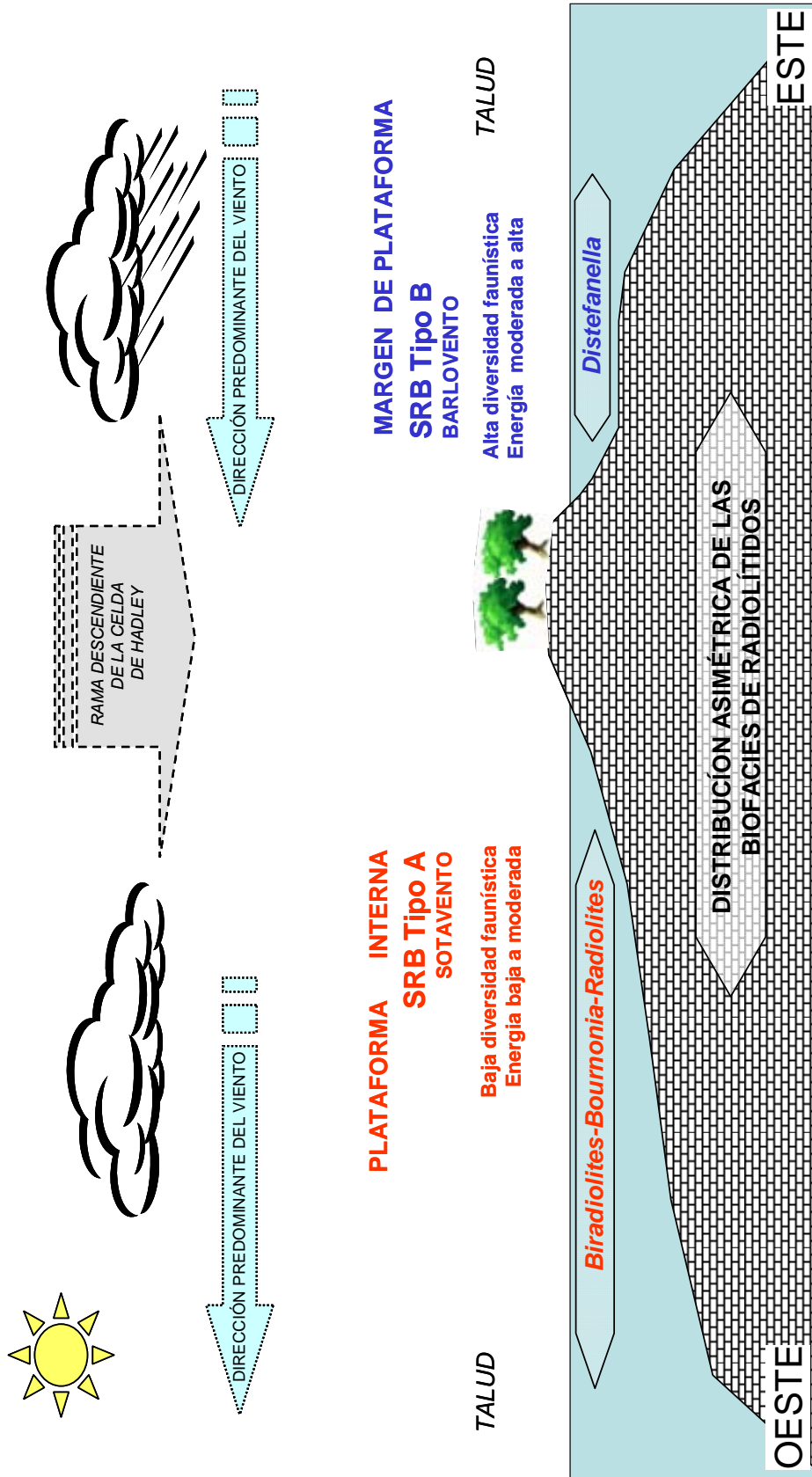


Fig. 134. Esquema paleogeográfico del Mediterráneo central en el Cretácico superior (modificado de Philip 2003) con la localización de las sucesiones estudiadas en las plataformas Apeninica y Apula. Se ha indicado la dirección de la Corriente Circumglobal del Tethys. (1) Montes de Ocre. (2) Montes Simbruini. (3) Montes Ausoni-Aurunci. (4) Cilento. (5) Montes del Matese. (6) Montaña de la Majella.

Figura 135. Modelo de distribución de las biofacies de radiolítidos alargados en diferentes contextos con elevada acumulación de sedimentos en el área Centro Mediterránea durante el Turoniense-Santonense (Cestari y Pons 2007). La dirección Este-Oeste de la Corriente Circumglobal del Tethys y las corrientes controlaron la distribución y desarrollo de las comunidades de rudistas. Las biofacies con *Biradiolites*, *Bournonia*, *Radiolites* (SRB tipo A) se localizan en el lado Oeste (sotavento) de la plataforma, mientras las biofacies con *Distefanella* (SRB tipo B) lo hacen en su lado Este (barlovento).

- Plataforma interna: radiolíticos con valva izquierda aplanada -
- Margen de plataforma: radiolíticos con valva izquierda cupuliforme -





## CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre las asociaciones de rudistas radiolítidos del intervalo Turoniense superior-Campaniense, Cretácico superior, en 12 secciones estratigráficas muestreadas en los Apeninos centro-meridionales, Italia y la revisión de colecciones en 12 museos, ha permitido alcanzar algunas conclusiones sobre la paleontología de estos bivalvos.

Se han estudiado cinco géneros de la Familia Radiolitidae: *Biradiolites*, *Bournonia*, *Distefanella*, *Lapeirousella* y *Radiolites*; y en particular nueve especies con un particular significado para la estratigrafía del área considerada: *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny, 1847), *Biradiolites martelli* (Parona, 1911), *Bournonia excavata* (d'Orbigny, 1842), *Bournonia fascicularis* (Pirona, 1869), *Distefanella salmojraghii* Parona, 1901, *Distefanella montagnei* Sliškovic, 1971, *Lapeirousella samnitica* (Parona, 1901), *Radiolites dario* (Catullo, 1834) y *Radiolites trigeri* (Coquand, 1859).

Se han reinterpretado los caracteres morfológicos de algunas de estas especies y también de algún género, proponiendo, en consecuencia, nuevas adscripciones taxonómicas.

- *Bournonia fascicularis* (Pirona, 1869). Se ha completado la descripción de la especie, que era poco conocida, y reconocido su presencia en muchas sucesiones de plataforma interna del Coniaciense-Santoniense de Italia. Se ha justificado su atribución genérica.
- *Biradiolites martelli* (Parona, 1911). Se han reconocido dos morfotipos: morfotipo A con costillas alargadas, y morfotipo B con costillas cortas. Se ha confirmado su adscripción genérica. La revisión ha mostrado que las especies del género *Milovanovicia* Polsak, 1967 pueden adscribirse a *B. martelli* por todos sus caracteres, con lo que el género resulta ser innecesario.
- *Distefanella* Parona 1911. Se ha revisado el material tipo, reinterpretando los caracteres diagnósticos del género. Se ha reconocido la sinonimia entre las especies que le fueron originalmente adscritas. El estudio de todo el material publicado posteriormente, junto



al del nuevo material colectado, ha conducido a reducir las veinticinco especies conocidas a únicamente dos, *Distefanella salmojraghii* Parona, 1911 y *Distefanella montagnei* Slišković, 1971, que se diferencian por el grado de desarrollo e invaginación de las bandas radiales.

- *Lapeirousella samnitica* (Parona, 1901). Se ha establecido definitivamente su atribución al género *Lapeirousella* Milovanovic, 1938.

El análisis de la valva izquierda en los radiolítidos con valva derecha alargada, de concha delgada y profundamente anclada en el substrato, junto al estudio de los sedimentos que los contienen, ha conducido a reconocer dos morfologías distintas, características de contextos sedimentarios diferentes, respectivamente plataforma interna/rampa y margen de plataforma

- Tipo A, con valva izquierda plana, o hasta ligeramente cóncava, y provista de un aparato miocardial delicado, que se considera bien adaptado en un medio de energía de moderada a baja.
- Tipo B, con valva izquierda alta, cupuliforme, y provista de un aparato miocardial que, con los dos dientes muy largos y los mioforos de gran desarrollo lateral forma una estructura casi tubular que, introducida en la valva derecha, confiere gran resistencia mecánica a la zona cercana a la comisura. Se considera bien adaptado para impedir la acumulación de sedimento sobre la valva, además de ser resistente, en un medio de energía de moderada a alta.

El análisis de la tasa de crecimiento de los radiolítidos de valva derecha alargada y concha delgada y de su relación con la tasa de sedimentación ha conducido a estimar tasas realmente elevadas, de hasta >4 mm/año, por lo que estos radiolítidos se consideran indicadores de elevado acúmulo sedimentario. Se han distinguido dos tipos de biofacies con radiolítidos de valva derecha alargada, *Slender Radiolitic Biofacies* (SRB) que se desarrollaron en distintas áreas y ambientes de la zona considerada a lo largo del Cretácico superior, caracterizadas por distintas asociaciones de especies

- SRB Tipo A, en calizas de textura predominantemente fango-soportada, frecuentemente de sedimentación algal-bacterial, de plataforma interna y rampa de los Montes Simbruini, Montes Ausoni y Cilento. La

productividad carbonática en este tipo de contexto resulta ser extremadamente elevada comparado con los modelos actuales (hasta 20 veces).

En el Turoniense superior-Coniaciense la asociación fosilífera se caracteriza por: *Biradiolites angulosus* d'Orbigny, *Biradiolites martelli* (Parona) morfotipo A, *Bournonia excavata* (d'Orbigny), *Durania arnaudi* (Choffat), *Radiolites trigeri* (Coquand) y *Sauvagesia* sp.

En el Coniaciense-Santoniense por: *Bournonia fascicularis* (Pirone) y *Radiolites dario* (Catullo).

- SRB Tipo B, en calizas de textura predominantemente grano-soportada, bioclastica, de margen de plataforma de los Montes del Matese y de la Montaña de la Majella. La productividad carbonática resulta ser comparable a la registrada en las barreras coralinas actuales más productivas.

En el Turoniense-superior-Santoniense la asociación fosilífera se caracteriza por: *Distefanella salmojrighii* Parona y *Lapeirousella samnitica* (Parona).

Se ha puesto de manifiesto que la distribución de las biofacies con radiolítidos alargados (SRB) en el Apenino centro-meridional es asimétrica:

- La SRB Tipo A aflora en los Montes Simbruini, Montes Ausoni y en Cilento, situados en la parte occidental de la cadena Apenínica.
- La SRB Tipo B está bien representada en las sucesiones bioclásticas que afloran en los Montes de Ocre, Montes del Matese y en la Montaña de la Majella, situados en la vertiente oriental de la cadena.

Las SRB A y B están en íntima relación con la compleja fisiografía de las plataformas calcáreas aisladas que se desarrollaron en el área mediterránea central del Tethys del Turoniense al Santoniense. Su distribución permite reconocer un modelo paleoecológico general en el que, para explicar su asimetría, deben considerarse algunos parámetros atmosféricos y oceanográficos ligados al flujo de la Corriente Circumglobal del Tethys, que en

el Cretácico superior era del Este al Oeste en la latitud del área centro-mediterránea (entre 15° y 25° de latitud).

El examen de los mecanismos de biomineralización adoptados por los bivalvos actuales permite suponer que la baja relación Mg/Ca y la asociación proteica específica, debe haber jugado un papel importante en la construcción de la concha de los radiolítidos, como lo hace en los bivalvos actuales. En particular, la aspeina y la caspartina pueden haber actuado como amplificadores en el proceso de biomineralización de la concha calcítica como respuesta paleobiológica de estos bivalvos en el contexto del *supergreenhouse climate* del Cretácico superior.

---

**BIBLIOGRAFIA**

- Accordi, G., Carbone, F., Sirna, G. 1982a. Relationships among tectonic setting, substratum and benthic communities in the Upper Cretaceous of Northeastern Matese Mt. (Molise, Italy). *Geologica Romana* 21: 755-793.
- Accordi G., Carbone F., Sirna, G. 1982b. Distribuzione delle facies cretatiche lungo il margine settentrionale della piattaforma del Matese. *Ist. Geol. Paleont. Univ. Roma, Guida all'escursione del II Simposio "Ecologia e Paleoecologia delle comunità bentoniche"*, 34 pp.
- Accordi, G., Carbone, F. 1988. Sequenze carbonatiche meso-cenozoiche. En: Accordi, G., Carbone, F., Civitelli, G., Corda, L., De Rita, D., Esu, D., Funiciello, R., Kotsakis, T., Mariotti, G., Sposato, A. (eds.). *Note illustrative alla carta delle Litofacies del Lazio-Abruzzo e aree limitrofe*. C.N.R. *Quaderni Ricerca Scientifica* 114 (5): 11-92.
- Accordi, G., Carbone, F., Cestari, R., Reali, S., Sirna, G. 1990a. Cretaceous rudist colonization in North-Eastern Matese. En: Accordi, G., Carbone, F., Sirna, G. (eds.). *Rudist Communities and Substratum in the Matese Mounts, Molise, Italy. Field Trip. 2<sup>nd</sup> International Conference on Rudists, Rome-Bari, October 1990. Consiglio Nazionale delle Ricerche y Università "La Sapienza", Roma: 19-43.*
- Accordi, G., Carbone, F., Sirna, G., Catalano, G., Reali, S. 1990b. Sedimentary events and rudist assemblages of Maiella Mt. (Central Italy): Paleobiogeographic implications. *Geologica Romana* 26: 135-148.
- Accordi, G., Pallini, G. 1996. Early cenomanian Mantelli zone, Ammonite assemblage, from a carbonate shelf edge sequence (Matese, central Apennines). *Paleopelagos* 6: 273-280.
- Alencáster, G. 1971. Rudistas del Cretácico superior de Chiapas. Parte 1. *Paleontología Mexicana* 34: 1-91.
- Alencáster, G., Pons, J.M. 1992. New observations on the Upper Cretaceous rudists of Chiapas: comparison between American and European faunas and taxonomic implications. *Geologica Romana* 28: 327-339.

- Allmon, W.D. 2007. Cretaceous marine nutrients, greenhouse carbonates, and the abundance of turritelline gastropods. *Journal of Geology*, 115(5): 509-524.
- Amico, S. 1978. Recherches sur la structure du test des Radiolitidae. *Travaux du Laboratoire de Géologie Historique et de Paléontologie. Université de Provence. Marseille* 8, 1-136.
- Astre, G. 1954. Radiolitidés nord-pyrénéens. *Mémoires de la Société géologique de France* 71: 140 pp.
- Bayle, E. 1857. Observations sur la structure des coquilles des *Hippurites*, suivies de quelques remarques sur les *Radiolites*. *Bulletin de la Société géologique de France* (2) 12, 772–807.
- Behlilović, S. 1964. Geologija Cabulia planine u Hercegovini. *Geoloski glasnik posebna izdaja* 4(5): 79
- Bernoulli, D., Schaltegger, U., Stern, W.B., Frey, M., Caron, M., Monechi, S. 2004. Volcanic ash layers in the Upper Cretaceous of the Central Apennines and a numerical age for the early Campanian. *International Journal of Earth Sciences* 93 (3): 384-399.
- Bilotte, M. 1985. Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata* 2 (5): 438 pp.
- Bosellini, A. 2004. The western passive margin of Adria and its carbonate platforms. En: Crescenti, V., D'offizi, S., Merlini, S., Sacchi, L. (eds.). *Geology of Italy. Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence*: 79-92.
- Bush, A.B.G. 1997. Numerical simulation of the Cretaceous Tethys circum-global current. *Science* 275: 807-810.
- Caffau, M., Pleničar, M. 1992. A new species of *Distefanella* from the Trieste Karst (northeastern Italy). *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razred za naravoslovne Vede, Razprave* 33(7): 189-203.
- Caffau, M. 2002. *Bournonia excavata* (D'Orbigny) from the Campanian-Maastrichtian of Stranice (north-east of Slovenia). *Geologija* 45(1): 91-96.

- Caffau, M., Pleničar, M., Ogorelec, B. 1998. Remarks on the morphological variability of *Biradiolites angulosus* d'Orbigny in a sector of the Triest Karst (Italy). En: J.-P. Masse & P.W. Skelton (eds.), Quatrième Congrès international sur les Rudistes. Geobios, Mémoire spécial 22: 29-36.
- Caminiti, A.M. 1985. Le Crétacé Supérieur de la plateforme carbonatée du Parnasse-Ghiona, et de la formation carbonatée-detritique de Koulovate (zone béotienne), Grèce continentale: France, Université de Provence thèse, 424 p. (no publicada).
- Campobasso, V. 1972. Rudiste del Cretaceo superiore delle Murge sud-orientali. Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli 81: 433-460.
- Carannante G., Cherchi A., Simone L. 1995. Chlorozoan versus foramol lithofacies in Late Cretaceous rudist limestones. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 119: 137-154.
- Carannante, G., D'Argenio, B., Dello Iacovo, B., Ferreri, V., Mindszenty, A., Simone, L. 1988. Studi sul carsismo cretacico dell'Appennino campano. Memorie Società Geologica Italiana 41: 733-759.
- Carannante, G., Graziano, R., Laviano, A., Ruberti, D., Simone, L., Sirna, G., Sirna, M., Tropeano, M. 2001. Low energy vs. high energy depositional settings and related sedimentary bodies in early Senonian rudist bearing carbonate shelves (central-southern Italy). Proceedings of the International Meeting on Anatomy of Carbonate Bodies, Marseille, France, May 9-12, 2001. Géologie Méditerranéenne 28 (1-2): 37-40.
- Carannante, G., Graziano, R., Pappone, G., Severi, C., Simone, L. 1999. Depositional system and response to sea level oscillation of the Senonian foramol-shelves. Examples from central mediterranean areas. Facies 40: 1-24.
- Carannante G., Graziano R., Ruberti D., Simone L. 1997. Upper Cretaceous Temperate-Type Open Shelves from Northern (Sardinia) and Southern (Apennines-Apulia) Mesozoic Tethyan Margins. En: N.P. James & J. Clarke (Eds.). Cool-water carbonates, SEPM Special Publ. 56: 309-325.

- 
- Carannante, G., Ruberti, D., Simone, L. 1993. Rudists and related sediments in Late Cretaceous open shelf settings. A case history from Matese area (central Apennines, Italy). *Giornale di Geologia* 55 (1): 21-36.
- Carbone, F., Praturlon, A., Sirna, G. 1971. The cenomanian shelf-edge facies of Rocca di Cave (Prenestini mts., Latium). *Geologica Romana* 10: 131-198.
- Carbone, F., Russo, A., Sirna G. 1981. Comunita' a coralli e rudiste del Cretacico superiore di Rocca di Cave (Monti Prenestini, Lazio). *Ann. Univ. Ferrara* 4(9): 199-229.
- Carbone, F., Sirna, G. 1981. Upper Cretaceous reef models from Rocca di Cave and adjacent areas in Latium (Central Italy). *SEPM, Spec. Publ.*, 30: 427-445.
- Cartwright, J.H.E., Checa, A.G. 2007. The dynamics of nacre self assembly. *Journal of the Royal Society* 4: 491-504.
- Catullo, T.A. 1834. Memoria geognostico-zoologica sopra alcune conchiglie fossili del calcare jurese che si eleva press il lago di Santa Croce nel territorio di Belluno. *Nuovi Saggi Accademia di Padova* 4: 1-12.
- Cestari, R. 1992a. Biometrical analysis on gorjanovicias and on other radiolítids (Radiolítidae, Hippuritoida). *Geologica Romana* 28: 1-25.
- Cestari R. 1992b. *Radiolites dario* (Catullo): a priority case in the radiolítid taxonomy. *Geologica Romana* 28: 27-47.
- Cestari, R. 2005. New data on the relationship between shape and palaeo-environment in Late Cretaceous Rudists from Central Italy: *Radiolites* and *Distefanella*. *Bollettino Società Paleontologica Italiana* 44: 185-192.
- Cestari, R. 2008. Le Rudiste: uno strumento stratigrafico per il rilevamento Geologico. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, Special publ.* (en prensa).
- Cestari, R., Pons, J.M. 2004. Coniacian-Santonian rudist facies in Cilento (southern Italy). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 247: 175-192.
- Cestari, R., Pons, J.M. 2007. Upper Cretaceous radiolítids indicate sediment accumulation rates and hydrodynamic regimes in carbonate platforms,

- Central Apennines, Italy. En: R.W. Scott (ed.). *Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms: Environmental feedback*. SEPM Special publ. 87: 27-36.
- Cestari, R., Reali, S., Sirna, G. (eds.) 1990. Volume dedicato alla raccolta degli scritti più significativi di C.F. Parona sulle Rudiste. Servizio Geologico d'Italia, Miscellanea 3: 1-450.
- Cestari, R., Reali, S., Sirna, M. 1992. Biostratigraphical characteristics of the Turonian-?Maastrichtian p.p. (Upper Cretaceous) deposits in the Simbruini-Ernici Mts. (Central Apennines, Italy). *Geologica Romana* 28: 359-372.
- Cestari, R., Sartorio, D. 1995. Rudists and facies of the periadriatic domain. En: Pizzi, A. (ed.) Agip S.p.A., San Donato Milanese, Special publ.: 1-207.
- Cestari, R., Trevisani, E. 2005. Rudist bivalves in the Scaglia Rossa Fm. (Late Cretaceous, Venetian Prealps, Northern Italy). *FIST-Geoitalia*. Epitome 1: 275. (abstract).
- Cherchi, A., Ruberti, D., Sirna, G. 1993 Osservazioni biostratigrafiche sul Cretaceo del Matese centro-settentrionale (Italia centrale). *Bollettino del Servizio geologico d'Italia* 110: 91-110.
- Chinzei, K. 1982. Morphological and structural adaptations to soft substrates in the Early Jurassic monomyarids *Lithiotis* and *Cochlearites*. *Lethaia*, 15: 179-197.
- Chinzei, K. 1986. Faunal succession and geographic distribution of the Neogene molluscan faunas in Japan. *Palaeontological Society of Japan Special Papers* 29: 17-32.
- Chiocchini, M., Farinacci, A., Mancinelli, A., Molinari, V., Potetti, M. 1994. Biostratigrafia a foraminiferi, dasicladali e calpionelle delle successioni carbonatiche mesozoiche dell'Appennino centrale (Italia). En: Mancinelli, A. (ed.). *Biostratigrafia dell'Italia centrale*. Studi Geologici Camerti Special publ.: 9-129.



- Chiocchini, M., Mancinelli, A. 1977. Microbiostratigrafia del Mesozoico in facies di piattaforma carbonatica dei Monti Aurunci (Lazio meridionale). *Studi Geologici Camerti* 3: 109-152.
- Chiocchini, M., Mancinelli, A., Marcucci, C. 1988. Distribution of benthic foraminifera and algae in the Lazium-Abruzzi carbonate platform facies (Central Italy) during Upper Malm-Neocomian. *Revue de Paléobiologie, Special Volume (Benthos '86)* 2: 219-227.
- Chiocchini, M., Mancinelli, A., Romano, A. 1984. Stratigraphic distribution of benthic foraminifera in the Aptian, Albian and Cenomanian carbonate sequences of the Aurunci and Ausoni mountains (Southern Lazio, Italy). *Benthos '83, 2<sup>nd</sup> Int. Symp. Benthic Foraminifera (PAU, 1983)*: 167-181.
- Chubb, L.J. 1956. *Thyrastylon*, a new rudist genus from the Upper Cretaceous of Guatemala, the Antilles and Persia, with a discussion of the functions of rudist oscules and pillars. *Palaeontographica Americana* 4, 31-48.
- Chubb, L.J. 1971. Rudists of Jamaica. *Palaeontographica Americana* 7: 157-257.
- Coogan, A.H. 1969. Evolutionary trends in rudist hard parts. In Moore, R.C. (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N. Mollusca 6, Bivalvia (2 of 3), N766–N776*. Geological Society of America, Boulder, Colorado and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas.
- Coquand, H. 1859. Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du Sud-Ouest de la France. *Bulletin de la Société géologique de France* 16(2): 945-1023.
- Coquand, H. 1860. Description physique, géologique, paléontologique et mineralogique du Département de la Charente. En: Bodivers & Cie (eds.) 2: 420 pp.
- Cousin-Rittemard, N.M.M., Dijkstra, H.A., Zwagers, T. 2002. Was there a wind-driven Tethys Circumglobal Current in the Late Cretaceous?. *Earth and Planetary Science Letters* 203: 741-753.
- Crescenti, U., Crostella, A., Donzelli, G., Raffi, G. 1969. Stratigrafia della serie calcarea dal Lias al Miocene nella regione Marchigiano Abruzzese. Parte

---

Il - Litostratigrafia, biostratigrafia, paleogeografia. Memorie Società Geologica Italiana 9: 343-420.

Dacqué, E. 1921. Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Gebr. Borntraeger Ver.: 777 pp.

Damiani, A.V., Chiocchini, M., Mariotti, G., Parotto, M., Passeri, L., Praturlon, A. 1992. Elementi litostratigrafici per una sintesi delle facies carbonatiche mesocenozoiche dell'Appennino centrale: Studi Geologici Camerti Special publ. CROP11: 187-213.

Damiani, A.V., Molinari-Paganelli, V., Pichezzi, R.M., Panseri, C., Giovagnoli, M.C. 1990. Il passaggio Cretacico-Terziario nei sedimenti carbonatici di piattaforma dei Monti Affilani (Lazio). Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia 38: 21-38.

D'Argenio, B., Ferreri, V., Ruberti, D. 1987. Cyclic versus episodic deposition in a carbonate platform sequence, lower Cretaceous of Matese Mountains, Southern Apennines. Memorie Società Geologica Italiana 40: 375-382.

D'Argenio, B., Mindszenty, A. 1987. Cretaceous bauxites in the tectonic framework of the Mediterranean. Rendiconti Società Geologica Italiana 9: 257-262.

De Castro, P. 1991. Mesozoic. En: Barattolo, F., De Castro, P., Parente, M. (eds.) 5th International Symposium on Fossil Algae. Field Trip Guide-Book. Giannini (ed.): 21-38.

Dechaseaux, C. 1949. Essai sur paléobiologie des rudistes. Le genre *Bournonia*. Annales de Paléontologie 35:119-130.

Dechaseaux, C., Coogan, A.H., Perkins, B.F. 1969. Superfamily Hippuritacea Gray 1848. In: Moore, R.C. (Ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6, Bivalvia. Geological Society of America and University of Kansas, Kansas 2: N776-N817.

de Lapeyrouse, P. 1781. Description de plusieurs nouvelles espèces d'Orthocératites et d'Ostracites. Erlangen: 48 pp

- 
- Dercourt, J., Gaetani, M., Vrielynck, B., Barrier, E., Biju-Duval, B., Brunet, M.F., Cadet, J.P., Crasquin, S. Sandulescu, M. 2000. Atlas Peri Tethys, Palaeogeographical Maps. CCGM/CGMW, Paris: 1-269 + 24 mapas.
- Donzelli, G. 1968. Studio geologico della Maiella. En: Dipartimento di Scienze della Terra, Università Gabriele D'Annunzio (ed.). 1997. Studio Geologico della Maiella: 1-49.
- d'Orbigny, A. 1842-47 Paléontologie française, Terrains crétacés. II-III, Lamellibranchia. 1-807
- d'Orbigny, A. 1842. Quelques considerations géologiques sur les rudistes. Bulletin de la Société géologique de France (1) 13, 148–159.
- d'Orbigny, A. 1850. Paléontologie française. Les animaux mollusques et rayonnés, fossiles de France. En: Arthus Bertrand (ed.). Terrains crétacés, Paris: 157-280.
- Douvillé, H. 1886. Essai sur la morphologie des rudistes. Bulletin de la Société géologique de France 14 (3), 384-404.
- Douvillé, H. 1886. Essai sur la morphologie des rudistes. Bulletin de la Société géologique de France 14 (3): 384-404.
- Douvillé, H. 1890-1897. Etude sur les rudistes. Revision des principales especes d'Hippurites. Memoire de la Société geologique de France, Paleontologie 6: 1-236.
- Douvillé, H. 1902. Classification des Radiolites. Bulletin de la Société géologique de France 2(4): 461-477.
- Douvillé, H. 1904. Sur les biradiolitidés primitives. Bulletin de la Société géologique de France 4(4): 174-175.
- Douvillé, H. 1908. Sur le developpement des Hippurites. Bulletin de la Société geologique de France 8 (2): 268–270.
- Douvillé, H. 1910. Etude sur les rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algerie, d'Egypte, du Liban, de la Perse. Memoire de la Société geologique de France, Paleontologie 41: 1–84.

- Douvill , H. 1913. Description des rudistes de l'Egypte. Mémoires présentés à l'Institut  gyptien 6: 237-256.
- Dullo, W.C. 2005. Coral growth and reef growth: a brief review: *Facies* 51: 33–48.
- Eliuk, L.S. 1998. Big bivalves, algae, and the nutrient poisoning of reefs: a tabulation with examples from the Devonian and Jurassic of Canada. En: Johnston, P.A., Haggart, J.W. (eds.). *Bivalves: An Eon of Evolution-Paleobiological Studies Honoring Norman D. Newell*. University of Calgary Press: 157–184.
- Fischer, A.G. 1969. Geological time–distance rates; The Bubnoff unit. *Bulletin of the Geological Society of America* 80: 549-551.
- Fletcher, B.J., Brentnall, S.J., Anderson, C.W., Berner, R.A., Beerling, D.J. 2008. Atmospheric carbon dioxide linked with Mesozoic and early Cenozoic climate change: *Nature Geoscience* 1: 43-48.
- Fortis, A. 1744. Viaggio in Dalmazia. En: A. Milocco in Venezia (ed.): 1-57.
- Frijia, G., Parente, M. 2008. Strontium isotope stratigraphy in the upper Cenomanian shallow-water carbonates of southern Apennines: Short-term perturbations of marine  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  during the oceanic anoxic event 2. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 261: 15–29.
- Futterer, K. 1892. Die oberen Kreidebildungen der Umgebung des Lago di Santa Croce. *Palaeontologische Abhandlungen*. (N.F., 2): 1-124..
- Gemmellaro, G.G. 1848. Sopra una variet  di *Hippurites fortisii* Catullo. *Atti Accademia Gioenia Scienze Naturali di Catania* 5: 35-53.
- Gemmellaro, G.G. 1865. Caprinellidi della zona superiore della Ciaca dei dintorni di Palermo. *Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania* 20 (2): 1-27.
- Gili, E., Masse, J.P., Skelton, P.W. 1995. Rudists as gregarious sediment-dwellers, not reef-builders, on Cretaceous carbonate platforms: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 118: 245–267.

- Gradstein, F.M., Agterberg, F.P., Ogg, J.G., Hardenbol, J., van Veen, P., Thierry, T., Huang, Z. 1994. A Mesozoic time scale. *Journal of Geophysical Research*, 99 (B12): 24051-24074.
- Gradstein, F. M., Agterberg, F. P., Ogg, J. G., Hardenbol, H., van Veen, P., Thierry, J., Huang, Z. 1995. A Triassic, Jurassic, and Cretaceous time scale. In Berggren, W.A., Kent, D.V. & Hardenbol, J. (eds.). *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlations: A Unified Temporal Framework for an Historical Geology*. SEPM Special volume 54: 95-126.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., Agterberg, F.P., Bleeker, W., Cooper, R.A., Davydov, V., Gibbard, P., Hinnov, L., House, M.R., Lourens, L., Luterbacher, H-P., McArthur, J., Melchin, M.J., Robb, L.J., Shergold, J., Villeneuve, M., Wardlaw, B.R., Ali, J., Brinkhuis, H., Hilgen, F. J., Hooker, J., Howarth, R.J., Knoll, A.H., Laskar, J., Monechi, S., Powell, J., Plumb, K.A., Raffi, I., Röhl, U., Sanfilippo, A., Schmitz, B., Shackleton, N.J., Shields, G.A., Strauss, H., Van Dam, J., Veizer, J., van Kolfshoten, T.H., Wilson., D. 2004. *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge University Press: ~ 500 pp.
- Gusić, I., Jelaska, V. 1990. Upper Cretaceous stratigraphy of the Island of Brac. *Djela jugoslavenske Akademije Znanosti i Umjetnosti* 69: 160 pp.
- Hallock, P., Schlager, W. 1986. Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios* 1(4): 389-398.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R. 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present): *Science* 235: 1156-1167.
- Harper, E.M., Skelton, P.W. 1993. The Mesozoic marine revolution and epifaunal bivalves. *Scripta Geologica Special Issue* 2: 127-153.
- Hautmann, M. 2006. Key events in the early Mesozoic evolution of bivalves, En: Pons, J.M., Malchus, N. (eds.). *International Congress on Bivalvia*, Bellaterra, July 22–27, 2006, Abstract Book: 43–44.

- Hay, W.W. 2008. Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation. *Cretaceous Research* 29 (5-6): 725-753.
- Karakabey-Öztemür, N. 1980: Three new species of the genus *Miseia* and proposal of a new subfamily of Radiolitidae. *Bulletin of the Mineral Research Exploration Institute of Turkey* 23: 40–46.
- Keller, G. 2008. Cretaceous climate, volcanism, impacts, and biotic effects. *Cretaceous Research* 29(5-6): 754-771.
- Kiessling, W., Flügel, E., Golonka, J. 2000. Fluctuations in the carbonate production of the Phanerozoic reefs. En: Insalaco, E., Skeleton, P.W., Palmer, T.J. (eds). *Carbonate Platform Systems: components and interactions*. Geological Society, London, Special publ. 178: 191-215.
- Kiessling, W., Flügel, E. Golonka, J. 2003. Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation. *Lethaia* 36: 195-226.
- Klinghardt, F. 1928. Die Rudisten. Teil IV. Atlas und eingehende Figurenbeschreibung, 2. ed.
- Kobayashi, I., Samata, T. 2006. Bivalve shell structure and organic matrix. *Mathematical Science Engineering* 26 (C): 692-698.
- Korbar, T. 2007. Intra-association development and paleobiology of Upper Cretaceous rudist *Biradiolites angulosus*. En: R.W. Scott (ed.). *Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms: Environmental feedback*. SEPM Special publ. 87: 27-36.
- Kühn, O. 1932. *Fossilium catalogus*, I: Animalia, pars 54, Rudistae: 200 pp.
- Immenhauser, A., Scott, R.W. 2002. An estimate of Albian sea-level amplitudes and its implications for the duration of stratigraphic hiatuses: *Sedimentary Geology* 152: 19-28.
- Imperato, F. 1599. Dell'Historia naturale En Vitale, C. in Napoli (Ed.). (2<sup>a</sup> edición, 1672).
- Jarvis, I., Gale, A.S., Jenkyns, H.C., Pearce, M.A. 2006. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new <sup>13</sup>C carbonate reference curve for

- the Cenomanian-Campanian (99.6-70.6 Ma). *Geological Magazine* 143: 561-608.
- Johnson, C.C., Sanders, D., Kauffman, E.G., Hay, W.W. 2002. Patterns and processes influencing Upper Cretaceous reefs. *SEPM Special publ.* 72: 549-585.
- Johnstone, M.B., Ellis, S., Mount, A.S. 2008. Visualization of shell matrix proteins in hemocytes and tissues of the Eastern oyster, *Crassostrea virginica*. *Journal Exp. Zoology (Mol. Dev. Evol.)* 310(B): 227–239.
- Langer, M.R. 2008. Assessing the Contribution of Foraminiferan Protists to Global Ocean Carbonate Production. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 55 (3): 163-169.
- Larcombe, P., Carter, R. M. 2004. Cyclone pumping, sediment partitioning and the development of the Great Barrier Reef shelf system: a review: *Quaternary Science Reviews* 23: 107-135.
- Laviano, A. 1983. *Gorjanovica campobasso* sp. n. - a new rudist species from Apulia. *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 88/3: 477-486.
- Laviano, A. 1984. Preliminary observations on the Upper Cretaceous coral–rudist facies of Ostuni (South-Eastern Murge, Apulia): *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 90: 177-204.
- Laviano, A. 1985. Paleontological descriptions of some rudists from the Upper Cretaceous of Ostuni (BR-Italy). *Rivista italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 91(3): 321-356.
- Laviano, A., Guarnieri, G. 1989. *Vaccinites vredenburgi* Kühn, 1932, from the Upper Cretaceous of Apulia (southern Italy). *Bollettino della Società paleontologica italiana* 28: 78-86.
- Laviano, A., Pejovic, D. 1996. About *Milovanovicia martelli* (Parona). *Geologica romana* 32: 93-96.
- Laviano, A., Sirna, G., Facchini, G. 1998. Rudist facies distribution in the central southern Apennines and Apulia (Italy). En: Masse, J.-P.; Skelton, P.W. (eds.), *Quatrième Congrès international sur les Rudistes*. *Geobios, Mémoire spécial* 22: 169-180.

- Leckie, R. M., Bralower, T. J., Cashman, R. 2002. Oceanic anoxic events and plankton evolution: biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous. *Paleoceanography* 17: 13-29.
- Locklair, R.E., Lerman, A. 2005. A model of Phanerozoic cycles of carbon and calcium in the global ocean: Evaluation and constraints on ocean chemistry and input fluxes. *Chemical Geology* 217: 113–126.
- Lowenstam, H.A., Weiner, S. 1989. *On Biomineralization*: Oxford, U.K., Oxford University Press, 336 p.
- Luperto Sinni, E., Borgomano, J. 1989. Le Crétacé supérieur des Murges sud-orientales (Italie méridionale): stratigraphie et évolution des paléoenvironnements. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 95(2): 95-136.
- Lupu, D., Peza, L. 1971. Fauna de radiolittide de la Mali Kanalit. *Dari de Seama ale Sedintelor* 57(3): 29-40.
- Macé-Bordy, J. 2007. Révision des rudistes crétacés (Bivalvia) de la *Paléontologie française* d'Alcide d'Orbigny. *Annales de Paléontologie* Volume 93(2): 67-105.
- Mainelli, M. 1983. Nuove rudiste del Cretacico inferiore-medio del Monte La Costa (San Polo Matese, Campobasso). *Bollettino Società Paleontologica Italiana* 22: 189-208.
- Marin, F., Luquet, G. 2004. Molluscan shell proteins. *C. R. Palevolution* 3: 469–492.
- Marin, F., Amons, R., Guichard, N., Stigter, M., Hecker, A., Luquet, G., Layrolle, P., Alcaraz, G., Riondet, C., Westbroek, P, 2005. Caspartin and calprismmin, two new proteins of the shell calcitic prisms of the Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis*. *Journal Biological Chemistry* 280: 33895-33908.
- Mariotti, G. 1982. Alcune facies a rudiste dei Monti Carseolani: descrizione e correlazione dal bordo occidentale all'interno della Piattaforma laziale-abruzzese. *Geologica Romana* 21: 885-902.



- Masse, J.-P. 1992. Les rudistes de l'Aptien inférieur d'Italie continentale: aspects systématiques, stratigraphiques et paléobiogéographiques. *Geologica Romana* 28: 243-260.
- Masse, J.-P., Philip, J. 1981. Cretaceous coral-rudist buildups of France. En: Toomey, D.F. (ed.). *European Fossil Reef Models*. SEPM Special Publication 30: 399-426.
- Mathews, C. 1973. Notes on open nomenclature and on synonymy lists. *Palaeontology* 16: 713-719.
- McConnaughey, T. A., Gillikin, D.P. 2008. Carbon isotopes in mollusk shell carbonates. *Geo-Marine Letters* 28: 287–299.
- McNeill, D.F. 2005. Accumulation rates from well-dated late Neogene carbonate platforms and margins. *Sedimentary Geology* 175: 73-87.
- Miller, K.G., Kominz, M.A., Browning, J.V., Wright, J.D., Mountain, G.S., Katz, M.E., Sugarman, P.J., Cramer, B.S., Christie-Blick, N., Pekar, S.F. 2005. The Phanerozoic Record of Global Sea-Level Change. *Science* 310 (5752): 1293.
- Milovanović, B. 1938. Anatomie comparée et relations phylogénétiques des Lapeirouseiinae. *Bulletin de l'Académie des Sciences mathématiques et naturelles, Académie royale Serbe* 4(B): 85-152.
- Miyamoto, H., Miyashita, T., Okushima, M., Nakano, S., Morita, T., Matsushiro, A. 1996. A carbonic anhydrase from the nacreous layer in oyster pearls. *Proc. Natural Academy Science USA* 93: 9657–9660.
- Molinari-Paganelli, V., Tilia-Zuccari, A. 1987. Benthic foraminifera horizons In the Late Cretaceous Platform Carbonates of the Central Apennines (Latium, Italy), *Memorie della Società Geologica Italiana* 40: 175-186.
- Montagne, D.G. 1938. Einige Rudisten und Nerineen aus Mittel-Dalmatien. *Proceedings Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam* 41 (9): 979-986.
- Montagne, D.G. 1941. Geologie und Paläontologie der Umgebung von Sestanovac, Dalmatien. *Geographische en geologische Mededeelingen, Physiographische-geologische Reeks* 1(2): 90 pp.

- Morsili, M., Rusciadelli, G., Bosellini, A. 2004. The Apulia carbonate platform-margin and slope, Late Jurassic to Eocene of the Maiella Mt. and Gargano promontory: physical stratigraphy and architecture. En: Guerreri, L., Rischia, I., Serva, L. (eds). 32th International Geological Congress, Apat Special Publication. Field trip Guide book.3 (P18): 1-44.
- Mount, A., Wheeler, A., Paradkar, R., Snider, D. 2004. Hemocyte-mediated shell mineralization in the eastern oyster. *Science* 304: 297-300.
- Nott, J.F. 2004. Palaeotempestology - A review and implications for risk assessment. *Environment International* 30: 433-447.
- Oberling, J.J. 1955. Shell structure of West American Pelecypoda. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 45(4), 128–130.
- Obradović, J., Mirković, M.C., Adenović, D., Djurdjević, J. 1993. Characteristics of the Cretaceous Periadriatic platforms of the Montenegrin littoral, Yugoslavia. En Simo, J.A., Scott, R.W., Masse, J.-P. (eds.). *Cretaceous Carbonate Platforms: American Association of Petroleum Geologists* 56: 233–241.
- Ogg, J.G, Ogg, G. 2006. Geologic time scale 2004 (updated Dec. 2008) <[http://www.nhm.uio.no/norges/timescale/3\\_Late\\_Cret\\_Sept08.pdf](http://www.nhm.uio.no/norges/timescale/3_Late_Cret_Sept08.pdf)>
- Özer, S. 1998. Rudist-bearing Upper Cretaceous metamorphic sequences of the Menderes Massif (western Turkey). En: Masse, J.-P.; Skelton, P.W. (eds.). *Quatrième Congrès international sur les Rudistes. Geobios, Mémoire special* 22: 235-249.
- Özer, S. 1999. Occurrence of the genus *Distefanella* Parona (rudist, Bivalvia) in the Cenomanian beds of Western Turkey. *Géologie méditerranéenne* 26: 67-77.
- Özer, S., Sözbilir, H., Özkar, I., Toker, V., Sarı, B. 2001. Stratigraphy of Upper Cretaceous-Palaeogene sequences in the southern and eastern Menderes Massif (western Turkey). *International Journal of Earth Sciences* 89, 852-866.
- Parente, M., Frijia, G., Di Lucia, M. 2007. Carbon-isotope stratigraphy of Cenomanian–Turonian platform carbonates from southern Apennines

- (Italy): a chemostratigraphic approach to the problem of correlation between shallow-water and deep-water successions, *Journal Geological Society London* 164: 609–620.
- Paradisi, G., Sirna, G. 1965. Osservazioni geologiche e paleontologiche sulla struttura compresa tra la Vallelonga e la Valle del Sangro (Marsica Occidentale). *Geologica Romana*4: 145-160.
- Paris, A., Sirna, M. 1996. Geology and paleontology of the south-western carbonate edge of Fucino Plain (Abruzzi, central Apennines). *Geologica romana* 32: 183-209.
- Parona, C.F. 1898. Osservazioni sulla fauna e sull'età del calcare di scogliera presso Colle Pagliare nell'Abruzzo aquilano. *Atti della Reale Accademia delle Scienze* 34: 378-387.
- Parona, C.F. 1900. Sopra alcune rudiste senoniane dell'Appennino meridionale. *Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali* 50: 1-23.
- Parona, C.F. 1901. Sopra alcune rudiste senoniane dell'Appennino meridionale. *Memorie Regia Accademia delle Scienze di Torino* 50 (2): 1-23.
- Parona, C.F. 1905. Appunti per lo studio del Cretaceo superiore dell'Appennino. *Bollettino della Società geologica italiana* 24: 654-658.
- Parona, C.F. 1908 La fauna coralligena del Cretaceo dei Monti d'Ocre nell'Abruzzo aquilano. *Memorie Carta Geologica d'Italia* 5: 1-233.
- Parona, C.F. 1911. Nuovi studii sulle rudiste dell'Appennino (Radiolítidi). *Memorie Regia Accademia delle Scienze di Torino* 62: 1-21.
- Parona, C.F. 1912. Rudiste della scaglia veneta. *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino* 47: 468-477.
- Parona, C.F. 1919. Prospetto delle varie facies e loro successione nei calcari a rudiste dell'Appennino. *Bollettino della Società geologica italiana* 37: 1-12.
- Parona, C.F. 1923. Osservazioni sopra alcune specie della fauna a rudiste de Colle di Medea. *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino* 59: 143-152.

- Parona, C.F. 1926. Ricerche sulle rudiste e su altri fossili del Cretaceo superiore del Carso goriziano e dell'Istria. Mem. Istituto Geologia Regia Univ. Padova 7: 1-56.
- Parotto, M., Praturlon, A. 2004. The southern Apennine arc. En: Crescenti, U., D'offizi, S., Merlini, S., Sacchi, L. (eds.). Geology of Italy. Special Volume of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence: 53-58.
- Pasić, I. 1957. Biostratigraphische Verhältnisse und Tektonik der Oberkreide in der weiteren Umgebung von Kosjeric. Geoloski Institut "Jovan Zujovic", Posebna Izdana 7: 208 pp.
- Pejović, D. 1951. Several rudistes from the Senonian sediments in the surroundings of Pirot. Recueil des Travaux de l'Académie serbe des Sciences, Institut de Géologie 16(2): 91-97.
- Pejović, D. 1957. Geologie und Tektonik der weiteren Umgebung von Pocuta (Westserbien) mit besonderer Berücksichtigung der Biostratigraphie der oberkretazischen Bildungen. Geoloski Institut "Jovan Zujovic", Posebna Izdana 8: 147.
- Pejović, D. 1969. *Durania canaliculata* n. sp. des sédiments maestrichtiens du Monténégro. Zavod za geoloska i geofizicka Istrazivanja, Vesnik Geologija 27: 169-175.
- Pejović, D. 1972. About one little known radiolítid. Geoloski Anali balkanskoga Poluostrva 37: 117-120.
- Pejović, D. 1979. *Bournonia hvarensis* and *Distefanella radoicicae*. New Senonian radiolítids from Hvar Island. Bulletin de l'Académie serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences naturelles et mathématiques, Sciences naturelles 19: 123-126.
- Pejović, D. 1984. On the upper valve of rudists with revision and amendment of some genera. Bulletin de l'Académie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences naturelles et mathématiques 25: 93-110.
- Pejović, D. 1988. *Jerinella*, a new radiolítid genus (rudistae) from the Senonian of the Dinarides. Zavod za geoloska i geofizicka Istrazivanja, Vesnik Geologija 44: 145-150.

- Pejović, D. 1997. A new biradiolite species from the Santonian of western Serbia. *Geozavod Bulletin, Série A,B*, 47:21-29.
- Perkins, B.F. 1969: Rudist morphology. En Moore, R.C. (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N. Mollusca 6, Bivalvia (2 de 3): N751-N764*. Geological Society of America.
- Peza, L.H. 1992. Family Hippuritidae Gray in Albania. *Geologica Romana* 28: 87-89.
- Philip, J. 1972. Paléoécologie des formations à rudistes du Crétacé supérieur: l'exemple du Sud-Est de la France. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 12: 205–222.
- Philip, J. 2003. Peri-Tethyan neritic carbonate areas: distribution through time and driving factors, Peri-Tethys Programme. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 196 (1-2): 19-37.
- Philip, J., Floquet, M. 2000. Late Cenomanian. En: Dercourt, J., Gaetani, M., Vrielynck, B., Barrier, E., Biju-Duval, B., Brunet, M.F., Crasquin, S., Sandulescu, M. (eds.). *Atlas Peri-Tethys Palaeogeographical Maps*. CCGM/CGMW, Paris, mapa 14.
- Philip, J., Martin-Chivelet, J. 1990. Reconocimiento del Cenomaniense medio y superior en el Prebético de Murcia : los rudistas de la Sierra del Cuchillo. *Geogaceta* 7 : 76-78.
- Pirona, G.A. 1869. Le Ippuriti di Colle di Medea nel Friuli. *Memorie Regio Istituto Veneto* 14: 397-435.
- Pleničar, M. 1961. The stratigraphic development of Cretaceous beds in southern Primorska (Slovene littoral) and Notranjska (inner Carniola). *Geologija* 6: 22-145.
- Pleničar, M. 1973. *Radiolites* from the Cretaceous beds of Slovenia, part I. *Geologija* 16: 187-217.
- Pleničar, M. 1982. The rudist fauna of Sneznik. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razred za naravoslovne Vede, Razprave* 24(1): 1-26.

- Pleničar, M. 2005. Upper Cretaceous Rudists in Slovenia. En: Mitja Z. (ed.). Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Classis IV: Historia naturalis 39: 255 pp.
- Pleničar, M., Jurkovsek, B. 1998. The Upper Santonian rudists of the central part of the Triest-Komen Plateau. Journal: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Razred za naravoslovne Vede, Razprave 39: 3-35.
- Polšak, A. 1965. Les rudistes maestrichtiens dans la partie N-E de la Zagrebacka Gora en Croatie (Yougoslavie). Geoloski Vjesnik 18: 301-308.
- Polšak, A. 1967a. Kredna makrofauna Jusne Istre (Yougoslavie). Pal. Jug. 8: 1-219.
- Polšak, A. 1967b. *Milovanovicia*, un nouveau genre de rudistes de la famille des radiolítidés. Journal : Compte rendu sommaire et Bulletin de la Société géologique de France 9(7): 758-761
- Polšak, A. 1979. Stratigraphy and paleogeography of the Senonian biolithitic complex at Donje Oresje (Mt. Medvednica, north Croatia). Acta geologica 9(6): 195-231.
- Polšak, A., Bauer, V. Slišković, T. 1982. Stratigraphie du Crétacé supérieur de la plate-forme carbonatée dans les Dinarides externes. Cretaceous Research 3: 124-133.
- Polšak, A., Mamuzić, S. 1969. Les nouveaux gisements de rudistes dans le Crétacé supérieur des Dinarides externes. Geoloski Vjesnik 22: 229-245.
- Pons, J.M., Sirna, G. 1992. Upper Cretaceous rudists distribution in the Mediterranean Tethys: comparison between platforms from Spain and south-central Italy. Geologica Romana 28: 341-350.
- Pons, J.M., Vicens, E. 2005. The structure of the outer shell layer in the Radiolítidae: use and misuse in Phylogeny and Taxonomy. En: Filkorn, H.F., Johnson, C.C., Molineux, A., Scott, R.W. (eds.). Abstracts and post-Congress field guide of the 7th International Conference on Rudists at Austin (Texas) 2005. SEPM Miscellaneous Publication 6: 70.

- Pons, J.M., Vicens, E. 2008. The structure of the outer shell layer in radiolitic rudists, a morphoconstructional approach. *Lethaia* 48: 1-16.
- Poulsen, C.J., Seidov, D., Barron, E.J., Peterson, W.H. 1998. The impact of paleogeographic evolution on the surface oceanic circulation and the marine environment within the mid-Cretaceous Tethys. *Paleoceanography* 13: 546-559.
- Puc at, E., Donnadieu, Y., Fluteau, F., Ramstein, G. 2005. Late Cretaceous oceanic circulation changes revealed by simulations of Cenomanian and Maastrichtian climates. *EUG Geophysical Research Abstracts* 7: n. 9193. (abstract).
- Ruberti, D. 1993. Osservazioni stratigrafiche sul Cretacico della successione di Colle Salva Signore (Matese centro-settentrionale, Appennino centrale). *Bollettino della Società geologica italiana* 112: 955-976.
- Ruberti, D. 1997. Facies analysis of an Upper Cretaceous high-energy rudist-dominated carbonate ramp (Matese Mountains, central-southern Italy): subtidal and peritidal cycles. *Sedimentary Geology* 113: 81-110.
- Ruberti, D., Carannante, G., Simone, L., Sirna, G., Sirna, M. 2007. Sedimentary Processes and Biofacies of Late Cretaceous low-energy Carbonate Ramp Systems (Southern Italy). En: R.W. Scott (Ed.). *Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms: Environmental Feedback*. SEPM Spec. Publ. 87: 57-70.
- Ruberti, D., Toscano, F. 2002. Microstratigraphy and taphonomy of rudist shell concentrations in Upper Cretaceous limestones, Cilento area (central-southern Italy). *Geobios* 35 (1): 228-240.
- Ruberti, D., Toscano, F., Carannante, G., Simone, L. 2006. Rudist lithosomes related to current pathways in Upper Cretaceous temperate-type, inner-shelves: a case study from the Cilento area, southern Italy. En: Pedley, H.M., Carannante, G. (eds.). *Cool-Water Carbonates: Depositional Systems and Palaeoenvironmental Control*: Geological Society of London, Special Publication 255: 181-197.

- 
- Sánchez, M.V. 1981. Hippuritidae y Radiolitidae (Bivalvia): Catalogo de especies. Universidad Autónoma de Barcelona. Publicaciones de Geología 15: 1-228.
- Sanders, D. 1996. Rudist biostromes on the margin of an isolated carbonate platform: The Upper Cretaceous of Montagna della Maiella, Italy. *Eclogae Geologica Helvetica* 89: 845-871.
- Sanders, D. 1999. Shell disintegration and taphonomic loss in rudist biostromes. *Lethaia* 32: 101-112.
- Sanders, D., Pons, J.M. 1999. Rudist formations in mixed siliciclastic-carbonate depositional environments, Upper Cretaceous, Austria: stratigraphy, sedimentology, and models of development, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 146: 249-284.
- Sartoni, S., Crescenti, U. 1964. Sintesi biostratigrafica del Mesozoico dell'Italia meridionale. *Memorie Società Geologica Italiana* 4 (2): 685-692.
- Sartorio D., Tunis, G., Venturini, S. 1997. The Iudrio valley section and the evolution of the northeastern margin of the Friuli platform (Julian Prealps, NE Italy-W Slovenia). *Memorie di Scienze geologiche* 49: 163-193.
- Schlager, W. 2000. Sedimentation rates and growth potential of tropical, cool-water and mud-mound carbonate systems. *Geological Society London, Special publ.* 178: 217-227.
- Schlager, W. 2003. Benthic carbonate factories of the Phanerozoic. *International Journal of Earth Sciences*, 92/4.
- Seilacher, A. 1984. Late Precambrian and Early Cambrian Metazoa: Preservation or real extinctions? *Patterns of Change in Earth Evolution (Dahlem Konferenzen)*. Berlin, Springer-Verlag: 159-168.
- Seilacher, A. 1998. Rudists as bivalvian dinosaurs. En: Johnston, P.A., Haggart, J.W. (eds.). *Bivalves: An Eon of Evolution*. University of Calgary Press. Calgary: 423-436.



- Sewall, J.O., van de Wal, R.S.V., van der Zwan, K., van Oosterhout, C., Dijkstra, H.A., Scotese, C.R. 2007. Climate model boundary conditions for four Cretaceous time slices. *Climate of the Past Discussions* 3: 791-810.
- Sigman, D.M., Haug, G.H. 2003. The biological pump in the past. En: Holand, D., Turekian, K.K. (eds.). *Treatise on Geochemistry* 6: 491-528.
- Simone, L., Carannante, G., Ruberti, D., Sirna, M., Sirna, G., Laviano, A., Tropeano, M. 2003. Development of rudist lithosomes in the Coniacian Lower Campanian carbonate shelves of central-southern Italy: high-energy vs low-energy settings. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 5: 1-29.
- Sirna, M. 1991. Il Mesozoico in facies di piattaforma carbonatica interna dei Monti Simbruini-Ernici: biostratigrafia e paleogeografia. Tesi di Dottorato Università di Roma "La Sapienza".
- Sirna, M. Cestari, R. 1989. Il Senoniano a rudiste (Hippuritacea) del settore sud-occidentale della piattaforma carbonatica laziale abruzzese (Appennino centrale). *Bollettino della Società Geologica Italiana* 108: 711-719.
- Sissingh, W. 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geol. Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Sissingh, W. 1978. Microfossil biostratigraphy and stage-stratotypes of the Cretaceous. *Geol. Mijnbouw*, 57: 433-440.
- Skelton, P.W. 1979a: Preserved ligament in a radiolitic rudist bivalve and its implication on mantle marginal feeding in the group. *Paleobiology* 5: 90-106.
- Skelton, P.W. 1979b. Gregariousness and proto-cooperation in rudists (Bivalvia). En: Larwood, G., Rosen, B.R. (eds.). *Biology and systematics of colonial organisms. The Systematics Association, Special volume* 11: 257-279.
- Skelton, P.W., 1991. Morphogenetic versus environmental cues for adaptive radiations. En: Schmidt-Kittler, N.; Vogel, K. (eds.). *Constructional morphology and evolution*: 375-388.

- Sladić-Trifunović, M. 1972. Senonian limestones with orbitoides from Kozluk (Northeastern Bosnia). *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique* 37(2): 111-150.
- Sladić-Trifunović, M. 1983. Paleontological characteristics and biostratigraphic significance of Pseudopolyconites. *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique* 47: 217–309.
- Slišković, T. 1968. Les nouveaux rudistes de l'Herzégovine. *Bulletin du Musée de la République Socialiste de Bosnie-Herzégovine à Sarajevo, Sciences naturelles* 7: 69-96.
- Slišković, T. 1971. Les nouveaux rudistes de l'Herzégovine. *Wissenschaftliche Mitteilungen des bosnisch-herzegowinischen Landesmuseums* 1(C): 73-103.
- Slišković, T. 1975. *Praelapeirouseia* Wiontzek et *Milovanovicia* Polsak provenant des couches du Crétacé supérieur des environs de Visegrad en Bosnie orientale. *Wissenschaftliche Mitteilungen des bosnisch-herzegowinischen Landesmuseums* 4-5 (C): 59-89.
- Slišković, T. 1982. New Radiolitidae from the Cretaceous deposits of Bosnia and Herzegovina. *Bulletin du Musée de la République Socialiste de Bosnie-Herzégovine à Sarajevo, Sciences naturelles* 21: 1-19.
- Slišković, T. 1984. Some new rudists (Hippuritacea) from the Senonian deposits in the vicinity of Visegrad in eastern Bosnia. *Zemaljski Muzej Bosne i Hercegovine, Glasnik, prirodne* 23: 195-211.
- Spada, G.G. 1744. *Corporum lapidefactorum agri veronensis catalogus*. En: Ramanzini (ed.): 1-80.
- Stanley, S.M. 1999. *Earth System History*. Freeman & Co: 615 pp.
- Stanley, S.M. 2006. Influence of seawater chemistry on biomineralization throughout Phanerozoic time: Paleontological and experimental evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232 (2-4): 214-236.
- Steuber, T. 1996. Stable isotope sclerochronology of rudist bivalves: Growth rates and Late Cretaceous seasonality: *Geology* 24: 315-318.

- Steuber, T. 1999. Cretaceous rudists of Boeotia, central Greece. *Special Papers in Palaeontology* 61: 1-229.
- Steuber, T. 2001. Strontium isotope stratigraphy of Turonian–Campanian Gosau-type rudist formations in the Northern Calcareous and Central Alps (Austria and Germany). *Cretaceous Research* 22: 429-441.
- Stössel, I. 1999. Rudists and carbonate platform evolution: the Late Cretaceous Maiella Carbonate Platform Margin, Abruzzi, Italy. *Memorie di Scienze Geologiche* 51: 333-413.
- Stössel, I., Bernoulli, D. 2000. Rudist lithosome development on the Maiella Carbonate Platform margin. En: Insalaco, E., Skelton, P.W., Palmer T.J. (eds.). *Carbonate Platform Systems: Components and Interactions*. Geological Society London Special Publication 178: 177-190.
- Takashima, R., Nishi, H., Huber, B.T., Leckie, R.M. 2006. Greenhouse world and the Mesozoic ocean. *Oceanography* 19: 64-74.
- Tarduno, J.A., Brinkman, D.B., Renne, P.R., Cottrell, R.D., Scher, H., Castillo, P. 1998. Evidence for extreme climatic warmth from Late Cretaceous Arctic Vertebrates, *Science* 282: 2241-2244.
- Takeuchi, T., Sarashina, I., Iijima, M., Endo, K. 2008. In vitro regulation of CaCO<sub>3</sub> crystal polymorphism by the highly acidic molluscan shell protein Aspein. *FEBS Letters* 582(5): 591-596.
- Torre, D. 1965. Rudiste presenoniane delle Murge Baresi. *Palaeontographia italica* 59 (29): 63-83.
- Toucas, A. (1907-09). Classification et évolution des radiolités (*Sauvagesia* et *Biradiolites*). *Bulletin de la Société géologique de France* 4(8): 79-81.
- Trevisani E., Cestari R. 2007. Upper Cretaceous Rudist Bivalves from Basinal Highs (Venetian Prealps, Northern Italy). En: R.W. Scott (ed.). *Cretaceous Rudists and Carbonate Platforms: Environmental feedback*. SEPM Special publ. 87: 71-80.
- Tucker, M.E., Wright, V.P. 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford: 482 p.

- Vecsei, A. 1991. Aggradation und Progradation eines Karbonatplattform-Randes: Kreide bis Mittleres Tertir der Montagna della Maiella, Abruzzen. Mitt. Geol. Inst. Eidgenessische Tech. Hochsch Univ. Zurich NF 294.
- Vecsei, A., Sanders, D.G.K., Bernoulli, D., Eberli, G.P., Pignatti, J.S. 1998. Evolution and sequence stratigraphy of the Maiella carbonate platform margin, Late Jurassic to Miocene, Italy. En: De Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jacquin, T., Vail, P.R., Farley, M.B. (eds.). Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of Western European basins. SEPM Special publ. 60: 53-74.
- Vicens, E. 1992. Intraspecific variability in Hippuritidae in the southern Pyrenees, Spain: Taxonomic implications. *Geologica romana* 28: 119-161.
- Wallmann, K. 2008. Liverworts and all. *Nature Geoscience* 1: 14-15.
- Weiner, S., Dove, P.M. 2003. An overview of biomineralization processes and the problem of the vital effect. En: Dove, P.M., De Yoreo, J.J., Weiner, S. (eds.). Biomineralization. Reviews in mineralogy and geochemistry. The Mineralogical Society of America 54: 1-29.
- Weissert, H., Erba, E. 2004. Volcanism, CO<sub>2</sub> and palaeoclimate: a Late Jurassic-Early Cretaceous carbon and oxygen isotope record. *Journal of the Geological Society, London* 161: 695-702.
- Wilson, M.E.J., Vecsei, A. 2005. The apparent paradox of abundant foramol facies in low latitudes: their environmental significance and effect on platform development. *Earth Science Reviews* 69: 133-168.
- Wilt, F.H. 2008. Developmental biology meets materials science: Morphogenesis of biomineralized structures. *Developmental Biology* 280: 15- 25.
- Wiontzek, H. 1935. Rudisten aus der Oberen Kreide des mittleren Isonzgebietes. *Palaeontographica* 80(A): 1-40.
- Wright, V.P., Burgess, P.M. 2005. The carbonate factory continuum, facies mosaics and microfacies: An appraisal of some of the key concepts underpinning carbonate sedimentology: *Facies* 51: 17-23.

Yonge, C.M. 1967. Form, habit and evolution in the Chamidae (Bivalvia) with reference to conditions in rudists (Hippuritacea). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 252: 49–105.

Ziegler, P.A. 1988. Evolution of the Arctic North Atlantic and the Western Tethys. *AAPG Memoir* 43: 1-198.

Ziegler, A.M., Eshel, G., Rees, P.M., Rothfus, T.A., Rowley, D.B., Sunderlin, D. 2003. Tracing the tropics across land and sea: Permian to present. *Lethaia* 36: 227-254.

Zhang, C., Zhang, R. 2006. Matrix Proteins in the Outer Shells of Molluscs. *Marine Biotechnology* 8: 572-586.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Director de esta Tesis de Doctorado, Prof. Jose Maria Pons, por su continuo apoyo y enseñanza que, desde el año 1988, ha alimentado mi pasión por la investigación paleontológica. *Senza la sua guida nulla sarebbe accaduto.*

Asimismo extiendo mi agradecimiento al Prof. Giuseppe Sirna que me introdujo en el estudio de los Rudistas y al Prof. Ruggero Matteucci de la Università Sapienza de Roma (Italia) por su estímulo constante en las investigaciones paleontológicas sobre las sucesiones del Cretácico de Italia.

No quiero olvidar a nadie y, por esto, agradezco a las personas del Departamento de Geología de la UAB, y del Área de Paleontología, en particular los profesores Esmeralda Caus, Ricard Martínez y Enric Vicens que he tenido el placer de encontrar en estos años y en los años de mi precedente curso de especialización postgrado.

Esta investigación no hubiera sido posible sin las incontables discusiones sobre las facies de rudistas con los amigos y colegas Sandro Reali e Dario Sartorio de Eni E&P.

La realización de esta tesis también ha sido facilitada por la colaboración de los profesores Fettouma Chikhi-Aouimeur de la Universidad de Alger y Massimo Mattei de la Università Roma Tre y los ingenieros Emiliano Fioravanti y Felicia Massetti de Eni R&M, Centro Ricerche di Monterotondo, Roma, donde en los últimos meses he profundizado en temas y propuesto nuevas aplicaciones respecto a la utilización de los bivalvos tanto en el *modelling* de almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el tiempo geológico, como en temas de *bioremediation* ambiental actual.

Agradezco la disponibilidad del personal de los numerosos y interesantes, aunque desgraciadamente maltratados, Museos que he tenido el placer de visitar a lo largo de años, entre otros Mariella del Re, Riccardo Manni, Franca Campanino y Enrico Trevisani.

***Questo lavoro è dedicato a mia Moglie Franca e ai miei Figli  
Sasha e Artem che mi hanno dato il tempo e la forza di  
trascorrere studiando tanti fine settimana e molte delle mie  
ferie. Insieme a loro, anche a mio Padre e Maestro Generoso  
che mi ha seguito dal cielo.***

**Grazie a Tutti!**

**RUDISTS (BIVALVIA, HIPPURITOIDEA) IN THE CENTRAL-SOUTHERN APENNINES (ITALY): ANALYSIS OF THE RADIOLITID ASSEMBLAGES IN CARBONATE PLATFORM SETTING IN THE SUPER-GREENHOUSE CLIMATE OF THE LATE CRETACEOUS**

PhD Dissertation, Riccardo Cestari  
Unitat de Paleontologia, Departament de Geologia  
Universitat Autònoma de Barcelona

**A B S T R A C T**

The central Mediterranean area has been investigated by reconstructing the palaeoclimatologic context following the most recent data in literature. Data asses that surface boundary conditions in late Cretaceous were much different from that of today: sea level much higher (100-200 m higher), medium temperature (higher 14 °C), higher sea water acidity and pCO<sub>2</sub> more than 700 ppmv (today 380 ppmv). All these factors deeply modified the global circulation regime. The palaeobiologic answer had to be much different from that of today's biota: rudists with thick calcite shell as radiolitids were well suited to this panorama and represent a keystone in assessing palaeobiologic conditions in a warm climate of the late Cretaceous.

Radiolitid rudist bivalves are widely represented in carbonate successions cropping out in central and southern Italy. In order to analyse rudist assemblages, stratigraphic analysis has been performed in 12 successions from five distant areas.

In the Monti d'Ocre the succession is condensate, spanning from the Aptian to the Campanian, with three datum planes, mainly of platform margin setting. Rudist assemblages give a good biostratigraphic control with caprinids of the Aptian "Urgonian facies", lagoonal facies with *Sauvagesia* and other molluscs in the middle Cenomanian, *Biradiolites angulosus* horizons overlaid by grain-supported high-energy *Distefanella salmojrighii* and *Lapeirousella samnitica* facies.

In the Monti Simbruini, limestones with prevalent mud-supported texture contain radiolitid assemblages composed of beds of elongate *Biradiolites angulosus*, *Radiolites trigeri*, *Durania arnaudi* of late Turonian-Coniacian age,



overlaid by assemblages with elongate *Radiolites dario* and *Bournonia excavata* of Santonian age. The sedimentary setting is of inner platform.

In the Matese Mountains, carbonates of middle Turonian-Campanian age crop out, this is an historical site where *Distefanella* was instituted. Bioclastic limestones with grain-supported texture bear *Distefanella salmojraghii* assemblages and other rudist-rich facies.

In the Majella Mountain, the physical scalloped platform margin of the Apulian platform crops out. Well preserved *Distefanella* assemblages with very elongate specimens (up to 40 cm) in bioclastic grain-supported limestone have been studied in situ and found in repressed blocks as olistolithes in the pelagic scaglia.

In Cilento area, radiolitids have been found in two distinct assemblages: *Radiolites trigeri*, *Durania arnaudi*, *Biradiolites martelli*, *Bournonia gardonica*, *Biradiolites angulosus* (CO Assemblage of late Turonian-Coniacian) and *Radiolites dario*, *Bournonia fascicularis*, *Sauvagesia tenuicostata* (SA assemblage of late Coniacian-Santonian age). Both associations are embedded in mud-supported limestone of inner platform setting and are composed of elongate specimens.

Specimens collected in outcrops and others studied in museum's collections allowed to update palaeontologic information on five genera and nine species and to re-describe genus *Distefanella*.

The biomineralization strategy adopted by these extinct bivalves with thick calcite shells, could be analogous to that of living molluscs, eventually involving protein associations with aspein and caspartin.

During the Late Cretaceous, different sedimentary contexts show peculiar radiolitid assemblages; the rudist biofacies distribution is strongly influenced by the palaeogeographic setting and by the global palaeo-oceanic circulation pattern that, in the central Mediterranean area, was mainly east-to-west directed.

## RESULTS

The study performed on rudist radiolitid assemblages of the late Turonian-Campanian interval, Late Cretaceous, in 12 stratigraphic sections sampled in the central-southern Apennines, Italy, and the revision of fossil collections in 12 museums, lead to some conclusions on the palaeontology of these bivalves.

Nine species with particular significance for the stratigraphy of the considered area, belonging to five genera of the Family Radiolitidae have been studied: *Biradiolites angulosus* (d'Orbigny, 1847), *Biradiolites martelli* (Parona, 1911), *Bournonia excavata* (d'Orbigny, 1842), *Bournonia fascicularis* (Pirone, 1869), *Distefanella salmojrghii* Parona, 1901, *Distefanella montagnei* Sliškovic, 1971, *Lapeirousella samnitica* (Parona, 1901), *Radiolites dario* (Catullo, 1834) and *Radiolites trigeri* (Coquand, 1859).

The morphologic features of some of these species, and also of some genera, have been reinterpreted. New taxonomic attributions have been proposed.

- *Bournonia fascicularis* (Pirone, 1869). The species description has been completed as it was poorly known; it has been found in many Coniacian-Santonian successions of Italy. Its generic attribution has been justified.
- *Biradiolites martelli* (Parona, 1911). Two morphotypes have been distinguished: morphotype A with elongate costae and morphotype B with short costae. Its generic attribution has been justified. The revision work lead to consider that the species of genus *Milovanovicia* Polšak, 1967 can be ascribed to *B. martelli* for the whole of its features, so that this genus is unnecessary.
- *Distefanella* Parona 1911. The type material has been revised, reinterpreting the diagnostic features of the genus. It has been ascertained synonymy among species originally ascribed. The study of the whole literature published after, and new collected material allowed to reduce the 25 known species to only two, *Distefanella salmojrghii* Parona, 1911 and *Distefanella montagnei* Slišković, 1971, that are

different for the development and grade of invagination of the radial bands.

- *Lapeirousella samnitica* (Parona, 1901). Its attribution to genus *Lapeirousella* Milovanović, has been definitively ascertained.

The analysis of the left valve in radiolitids with elongate right valve, thin shell, and deeply anchored in the substrate, together with the study of the sediment where they are contained, lead to recognize two distinct morphologies, each typical of different sedimentary context, of inner platform/ramp and platform margin respectively.

- Type A, with left valve flat or smoothly concave, provided with a little developed myocardinal apparatus that is considered to be well adapted in environments with moderate to low energy.
- Type B, with left valve high, cupuliform, provided with a myocardinal apparatus that, with two teeth very large and myophores laterally well developed, forms a nearly tubular structure that, inserted in the right valve, gives good mechanic strength at the area near the commissure. It is considered well adapted to prevent the accumulation of sediment on the valve itself, moreover to be resistant in an environment under moderate to high energy.

The analysis of the growth rate of radiolitids with slender and thin shelled right valve, and their relation with the sedimentation rate, lead to approximate rates really high, up to >4 mm/yr, so that these radiolitids are considered as indicators of high sediment accumulation.

Two types of biofacies with slender radiolitids have been recognized, (*Slender Radiolitid Biofacies*, SRB) that developed in different zones and environments of the considered area in the late Cretaceous, characterized by different species assemblages:

- SRB Type A, in limestone with mainly mud-supported texture, frequently of algal-bacterial sedimentation, of inner platform and ramp in the Simbruini Mt., Ausoni Mts. and in Cilento. The carbonate productivity in

this context is extremely high if comparing to actual models (up to 20 times higher).

In the late Turonian-Coniacian the fossiliferous assemblage is marked by: *Biradiolites angulosus* d'Orbigny, *Biradiolites martelli* (Parona) morphotype A, *Bournonia excavata* (d'Orbigny), *Durania arnaudi* (Choffat), *Radiolites trigeri* (Coquand) and *Sauvagesia* sp.

In the Coniacian-Santonian by: *Bournonia fascicularis* (Pirone) and *Radiolites dario* (Catullo).

- SRB Type B, in limestone with texture mainly grain-supported, bioclastic, of platform margin in the Matese Mts. and in the Majella Mt. The carbonate productivity can be compared to that recorded in the actual most productive barrier reefs. In the late Turonian-Santonian the fossiliferous assemblage is marked by: *Distefanella salmojrighii* Parona and *Lapeirousella samnitica* (Parona).

It has been ascertained that the slender radiolitid biofacies distribution (SRB) in the central-southern Apennines is asymmetric:

- The SRB Type A crop out in the Simbruini Mts., Ausoni Mts. and in the Cilento area, localized in the western side of the Apenninic belt.
- The SRB Type B is well developed in the bioclastic successions that crop out in the Monti d'Ocre, Matese Mts. and in the Majella Mt., localized in the eastern side of the belt.

Both the SRB Type A and SRB Type B are intimately linked to the complex physiography of the isolate carbonate platforms that developed in the central Mediterranean area of the Tethys from the Turonian up to the Santonian. Its distribution allows to recognize a general palaeoecologic model where, to explain the asymmetry, some oceanographic and atmospheric parameters must be considered, linked to the Tethys Circumglobal Current flux that, in the Late Cretaceous, was from the East to the West in the latitude corresponding to the central Mediterranean area (between 15° and 25° of latitude).

The examination of the biomineralization mechanisms adopted by the living bivalves allow to hypothesize that the low Mg/Ca ratio and the specific protein assemblage have had a key role in the formation of the radiolitid shell, as it is in the living bivalves. Particularly, aspein and caspartin might have acted as amplifiers in calcite shell biomineralization process and as palaeobiologic response of these bivalves to the supergreenhouse climate context of the Cretaceous.