

Nuove osservazioni su *Stomiosphaera moluccana* Wanner

Eugenio ANDRI

Maria Cristina BONCI

Istituto di Geologia
Università di Genova

(manoscritto ricevuto il 20 giugno 1980
accettato l'8 settembre 1980)

KEY WORDS — *Calcisphaerulidae*, Jurassic-Cretaceous, Ultrastructure, Systematic, Geometrical variability.

RIASSUNTO — Le osservazioni al microscopio ottico e al microscopio elettronico a scansione (M.E.S.) di un grande numero di esemplari di *Stomiosphaera moluccana* Wanner hanno permesso agli Autori di compiere una nuova e più dettagliata descrizione di tale specie, basata soprattutto sui nuovi dati inerenti l'ultrastruttura della parete. È stato, inoltre, affrontato il problema dell'esistenza o meno di una apertura e della variabilità dimensionale di tale specie, tentando di scindere la variabilità reale da quella geometrica dovuta all'orientamento della sezione. Viene ulteriormente confermata la presenza di *Stomiosphaera moluccana* nei calcari micritici a *Calpionelle* giurassico-cretacei e la sua utilità nella stratigrafia. È stata, infine, riesaminata la posizione tassonomica di *Stomiosphaera moluccana*, proponendo il mantenimento della famiglia «*incertae sedis*» *Stomiosphaeridae* Wanner e del genere *Stomiosphaera* come suo genere-tipo.

RÉSUMÉ — [Données nouvelles sur *Stomiosphaera moluccana* Wanner] — Les observations de nombreux exemplaires de *Stomiosphaera moluccana* Wanner au microscope photonique et au microscope électronique à balayage (M.E.B.) ont donné aux Auteurs la possibilité, avec la meilleure connaissance de l'ultrastructure de la paroi et du remplissage de la cavité interne, de proposer une nouvelle description de cette espèce. On a même essayé de préciser la variabilité réelle de l'espèce de Wanner à l'aide de la construction géométrique des principales sections orientées. Enfin, en ce qui concerne sa position taxonomique, les Auteurs proposent de garder la famille «*incertae sedis*» *Stomiosphaeridae* Wanner, 1940 avec son genre-typique *Stomiosphaera*.

ABSTRACT — [New observation on *Stomiosphaera moluccana* Wanner] — The observations carried out on the optical and scanning electronic microscope of a great number of specimens of *Stomiosphaera moluccana* Wanner have enable the As. to put forward a new and more detailed description of these species, based especially on the new data concerning the ultrastructure of the wall. It has also been faced the problem of the existence of an opening and of the dimensional variability of these species to make an attempt to divide the real variability from that merely geometrical due to the orientation of the section. It has been further more confirmed the constant presence of *Stomiosphaera moluccana* in the jurassic-cretaceous micritic limestones «*a Calpionelle*» and its utility for the stratigraphy. Finally its taxonomical position has been reexamined, suggesting the maintenance of the family «*incertae sedis*» *Stomiosphaeridae* Wanner and the genus *Stomiosphaera* as its type-genus.

ZUSAMMENFASSUNG — [Neue Beobachtungen über *Stomiosphaera moluccana* Wanner] — Die Beobachtungen am Lichtmikroskop und am Elektronenmikroskop einer grossen Zahl von Mustern von *Stomiosphaera moluccana* Wanner haben den Autoren ermöglicht, eine neue und ausführlichere Schilderung dieser Art vorzuschlagen; diese Schilderung ist vor allem auf den die ultramikroskopische Struktur der Wand betreffenden neuen Angaben gegründet. Die Autoren sind ausserdem ans Problem des Bestehens einer Oeffnung und der dimensionalen Veränderlichkeit dieser Art herangegangen und haben versucht, die reelle Veränderlichkeit von der geometrischen, die durch die Richtung der Gewebsprobe verursacht wird, zu trennen. Das dauerhafte Vorhandensein von *Stomiosphaera moluccana* Wanner in den jurassic-kretazeischen mikritischen Kalksteinen «*a Calpionelle*» und deren Nutzbarkeit für die stratigraphische Analyse dieser Fazies werden dadurch weiter bewiesen. Schliesslich wird die taxonomische Stellung dieser Art weiter geprüft und die Beibehaltung der Familie «*incertae sedis*» *Stomiosphaeridae* Wanner und der Gattung *Stomiosphaera* als ihre Gattung-Typus vorgeschlagen.

Nel corso dello studio di alcune serie calcareo-micritiche giurassico-cretacee, che ci ha già dato modo di esaminare in dettaglio la struttura della parete delle *Calpionelle* (Andri & Bonci, 1979), l'osservazione di numerosissimi esemplari di *Stomiosphaera moluccana* Wanner ci ha indotto ad affrontare la ridescrizione di tale specie. In particolare l'uso del microscopio elettro-

nico a scansione (M.E.S.) ha permesso di osservare con maggiore dettaglio la struttura della parete e di potere così precisare le descrizioni fatte di tale organismo dagli Autori precedenti basate soprattutto su osservazioni al microscopio ottico.

Il materiale utilizzato proviene dalle seguenti formazioni: «*Biancone*» della Breggia vicino a Balerna

(Canton Ticino - Svizzera); « Biancone di Bellavista al Monte Generoso (Canton Ticino - Svizzera), « Biancone » di Isella (Lecco - Lombardia), « Biancone » di Monte Baldo (serie di Spiazzi - Lessini Veronesi) e « Maiolica » di Ripoli (Tivoli - Roma) (v. Fig. 1).

(Andri, 1980) e già utilizzato nel lavoro precedentemente citato.

PREMESSA

Wanner nel suo lavoro del 1940, dopo aver descritto i nuovi generi *Stomiosphaera* e *Cadosina* con le nuove specie *Stomiosphaera moluccana* e *Cadosina fusca*, propone, dopo lunga dissertazione e comparazione con forme già allora conosciute, di istituire per tali generi e specie due nuove famiglie, e cioè *Stomiosphaeridae* e *Cadosinidae*, da inquadrare nei Foraminiferi.

Vogler (1941) concorda con Wanner e accetta l'istituzione di tali famiglie. Più tardi Bonet (1956) istituisce la famiglia « incertae sedis » *Calcisphaerulidae*, nella quale raggruppa i generi *Stomiosphaera* Wanner, *Pithonella* Lorenz e *Calcisphaerula* Bonet; egli sostiene, inoltre, l'identità tra il genere *Cadosina* e il genere *Stomiosphaera* ritenendo che le differenze riscontrate da Wanner nella struttura della parete possano essere sempre ricondotte a fenomeni di ricristallizzazione.

Tra gli Autori che si sono occupati successivamente di questi organismi, e cioè di *Stomiosphaera* Wanner e *Cadosina* Wanner, troviamo due tipi di soluzione tassonomica: la prima, in concordanza con Wanner, ritiene valide le due famiglie da lui istituite e vi affianca la famiglia *Calcisphaerulidae* Bonet 1956 (su questa posizione troviamo Nagy, 1966, Borza, 1969 e Samuel, Borza & Köhler, 1972); la seconda, seguendo Bonet, riunisce sotto la famiglia *Calcisphae-*

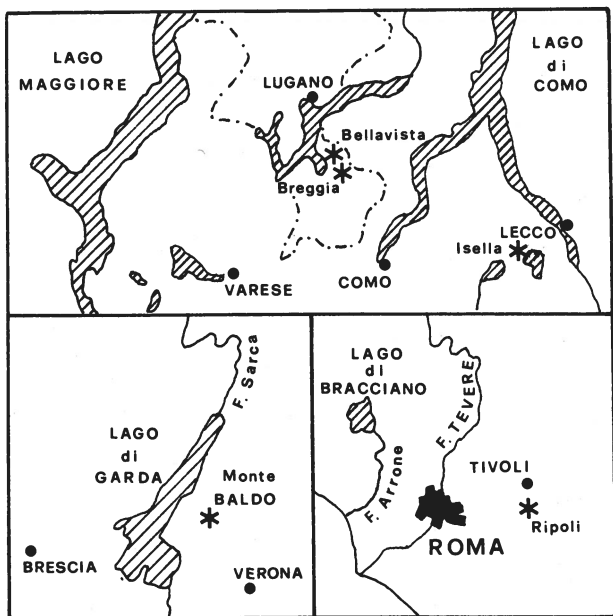


Fig. 1 - Localizzazione delle serie campionate.

Per la preparazione dei campioni per il M.E.S. è stato usato un metodo messo a punto da uno di noi

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 1

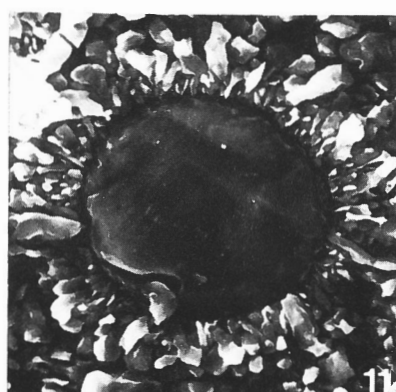
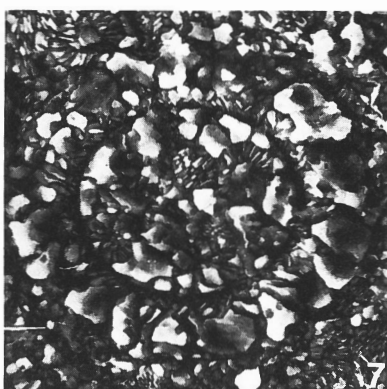
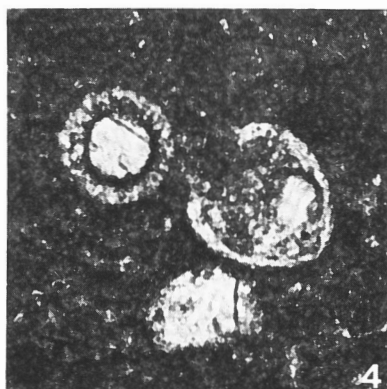
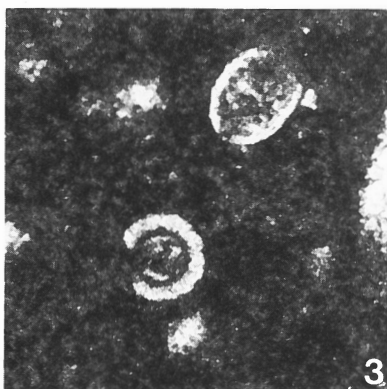
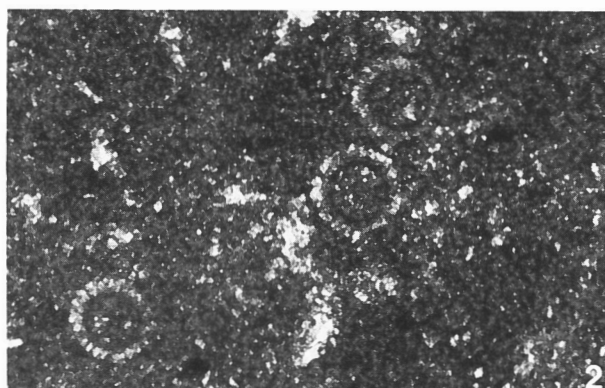
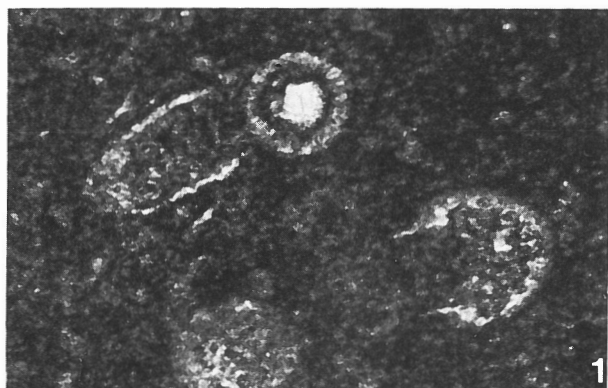
Stomiosphaera moluccana Wanner. Esemplari vari osservati con l'ausilio del microscopio ottico e del microscopio elettronico a scansione (M.E.S.).

Figg. 1-4 - Esemplari osservati al microscopio ottico che presentano un diverso grado di conservazione della parete e del riempimento interno; è ben visibile la banda scura interna che ha indotto in precedenza a ritenere la parete costituita da due strati nettamente distinti.

1) in associazione con *Calpionella alpina* Lorenz e *Crassicollaria* gr. *parvula-massutiniana*; x 340; Bellavista (Canton Ticino); 2) in tutti e tre gli esemplari è ben visibile il riempimento micritico della cavità interna, x 210, Isella (Lecco); 3) esemplare in associazione con *Calpionella* sp. in cui è visibile l'apertura, x 210, Ripoli (Tivoli); 4) in associazione con *Calpionella alpina* Lorenz; si noti il riempimento di calcite spatica della cavità interna, x 340, Bellavista (Canton Ticino).

Figg. 5-11 - Individui visti al M.E.S., che presentano un vario grado di ricristallizzazione sia della parete che del riempimento della cavità interna.

5) fotografia a basso ingrandimento (x 250) perfettamente confrontabile con quelle ottenute con il microscopio ottico; Ripoli (Tivoli); 6) esemplare provvisto di un'apertura, con riempimento della cavità interna costituito da calcite spatica, x 820, Ripoli (Tivoli); 7-8) esemplari che presentano riempimento nannomicritico della cavità interna (visibili numerosi *Nannoconus* sp.) e nei quali si possono notare deboli segni di ricristallizzazione sia della parete che del riempimento interno, Fig. 7 x 580, Fig. 8 x 825, Monte Baldo (Lessini Veronesi); 9) cavità interna riempita da cristalli anedrali di calcite in un esemplare della Breggia (Canton Ticino), x 1100; 10) in questo esemplare la saldatura dei cristalli anedrali di calcite che costituiscono il riempimento della cavità interna è quasi completa; si noti il carattere marcato dello spazio esistente tra riempimento e superficie interna del guscio, x 840, Bellavista (Canton Ticino); 11) in questo esemplare la ricristallizzazione del materiale di riempimento della cavità interna è ormai completa con formazione di un monocristallo di calcite, mentre la parete appare ben conservata, x 1500, Monte Baldo (Lessini Veronesi).



rudidae anche le forme descritte da Wanner (su questa posizione troviamo ad es. Dufour, 1968, che tiene però nettamente distinti i due generi di Wanner).

A questo punto l'impiego del M.E.S. nello studio delle « Calcisfere » mesozoiche ha portato, con la migliore conoscenza della ultrastruttura del loro guscio, un notevole contributo anche al loro inquadramento sistematico.

Tralasciando i lavori che si sono occupati dei « Calcisferulidi » in generale, gli ultimi che hanno trattato dell'inquadramento sistematico del genere *Stomiosphaera* sono quelli di Bolli (1974) e di Masters & Scott (1978).

Bolli (1974), dando importanza alla morfologia del guscio per una distinzione dei generi all'interno della famiglia Calcisphaerulidae Bonet, mette il genere *Stomiosphaera* Wanner in sinonimia con il genere *Pithonella* Lorenz.

Masters & Scott (1978), invece, utilizzando come criteri distintivi dimensione, forma ed orientamento dei prismi di calcite costituenti la parete, propongono tre famiglie, Bonetocardiellidae n. fam., Cadosinidae Wanner emendata e Stomiosphaeridae Wanner emendata, mettendo tra l'altro in sinonimia Pithonellidae Keller con Stomiosphaeridae Wanner e il genere *Stomiosphaera* Wanner con *Pithonella* Lorenz.

Per quanto riguarda la nostra posizione, non accettiamo le sinonimie proposte da Masters & Scott (1978) per le seguenti ragioni:

- 1) Non riteniamo che il modo di giustapporsi dei vari cristalli singoli e la loro morfologia siano l'unico carattere discriminante per una distinzione tassonomica in seno ad un gruppo di organismi sovente soggetti, per la roccia in cui li troviamo inclusi, a fenomeni di ricristallizzazione della parete, che possono aver modificato radicalmente la disposizione spaziale dei cristalli stessi. Non si può del resto escludere che vi possano essere anche all'origine convergenze o divergenze dovute semplicemente alle caratteristiche fisico-chimiche dell'ambiente di vita.
- 2) Non ci sembra corretto escludere completamente l'aspetto morfologico dai criteri distintivi del

rango tassonomico di famiglia. Inoltre, come messo in evidenza nel lavoro di Andri & Aubry (1973), ci sembra che l'ultrastruttura della parete di *Pithonella* sia ben differente da quella di *Stomiosphaera*.

Proponiamo, pertanto, il mantenimento della famiglia Pithonellidae Keller, 1946 e del genere *Stomiosphaera* Wanner come genere-tipo della famiglia Stomiosphaeridae Wanner.

Per quanto riguarda la posizione sistematica delle famiglie citate, nonostante le conoscenze sempre più dettagliate della morfologia e della struttura della parete delle « Calcisfere » mesozoiche e pur essendo dell'opinione che in particolare *Stomiosphaera moluccana* Wanner e *Cadosina fusca* Wanner abbiano notevoli affinità con strutture di origine algale, concordiamo con Masters & Scott (1978) nel ritenerele « incertae sedis ». Tale opinione, del resto, concorda con quelle espresse dalla maggior parte degli Autori, che anche recentemente si sono occupati di tali organismi.

DESCRIZIONE SISTEMATICA

Incertae sedis

Famiglia Stomiosphaeridae Wanner, 1940

Genere STOMIOSPHAERA Wanner, 1940

Descrizione — Organismi monocamerati con guscio di calcite da sferico a lievemente ovoidale.

STOMIOSPHAERA MOLUCCANA Wanner, 1940

Tav. 1, figg. 1-11; Tav. 2, figg. 1-6; Tav. 3, figg. 1-6

1940 *Stomiosphaera moluccana* n. sp. - WANNER, pp. 76-78, tav. 1, figg. 1-2.

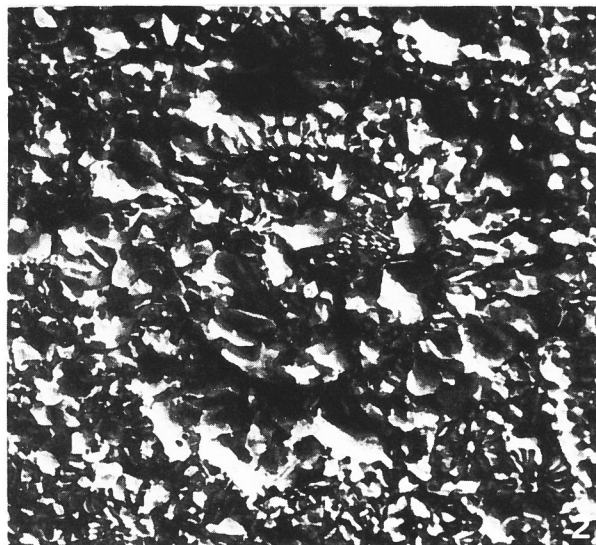
1941 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - VOGLER, p. 238, tav. 20, fig. 1c.

1957 *Stomiosphaera minutissima* (Colom) - DURAND DELGA, pp. 161-162, tav. 1, figg. 1-2.

1961 *Stomiosphaera minutissima* (Colom) - BORZA, pp. 9-10, tav. 1, fig. 1.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 2

Figg. 1-6 - *Stomiosphaera moluccana* Wanner. Vari stadi di saldatura dei cunei cristallini costituenti la parete e vario grado di ricristallizzazione del riempimento nannomicritico; si notino le differenti dimensioni e il diverso tipo di « arrangement » dei cristalli nella porzione interna della parete rispetto a quella esterna (disposizione geometrica spaziale casuale nella porzione interna e tendenza alla disposizione radiale in quella esterna). E ben visibile, anche negli esemplari fortemente ricristallizzati, il limite netto tra porzione interna della parete e riempimento.
1) x 1000, Ripoli (Tivoli); 2) x 980, Ripoli (Tivoli); 3) x 1240, Ripoli (Tivoli); 4) x 1180 Ripoli (Tivoli); 5) x 1170, Ripoli (Tivoli); 6) x 1100, Ripoli (Tivoli).



- 1962 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - VILLA & POZZI, pp. 462-63, fig. 2, nn. 13-15.
 1964 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - CITA SIRONI, pp. 82-86, fig. 25.
 1966 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - ANDRI (in CONTI & ANDRI), pp. 422-423, tav. 3, fig. 9; tav. 4, fig. 17; tav. 6, fig. 15; tav. 7, fig. 12.
 1966 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - NAGY, tav. 5, figg. 12-13, *vide* BORZA, 1969.
 1968 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - DUFOR, pp. 1947-1948, tav. 1, fig. 2.
 1969 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - BORZA, pp. 60-61, tav. 60, figg. 9-28.
 1972 *Stomiosphaera moluccana* Wanner - SAMUEL, BORZA & KÖHLER, p. 195, tav. 101, figg. 5-7.

Descrizione — Guscio uniloculare, sferico o solo lievemente ovoidale, con diametro compreso tra 25 e 60 μ . Non si riscontrano esemplari deformati anche nei livelli in cui i microfossili associati (Calpionelle e Cadossine) presentano chiari segni di schiacciamento o frattura; ciò fa supporre che il guscio fosse particolarmente resistente alle sollecitazioni meccaniche verificatesi durante la deposizione e la diagenesi; in effetti tra tutti gli esemplari studiati sia al M.E.S. che al microscopio ottico, la percentuale di gusci rotti è molto bassa.

La struttura principale della parete, il cui spessore oscilla tra 4 e 17 μ , è costituita da cristalli grossolanamente cuneiformi e di differenti dimensioni, con la base rivolta verso l'esterno e l'apice verso la cavità interna; la disposizione di questi cristalli è nel complesso radiale. A nostro avviso, pur non potendo parlare della presenza nella parete di due strati distinti, l'osservazione al M.E.S. permette di rilevare un diverso aspetto della porzione interna della parete rispetto a quella esterna. Infatti, mentre la parte interna risulta costituita dagli apici dei grossi cristalli cuneiformi e da cristalli più piccoli, la cui disposizione sembra spesso del tutto casuale, la zona esterna è formata esclusivamente dalle basi dei « cunei » cristallini. Anche le superfici limite della parete sono diverse: quella interna è sempre molto regolare, mentre quella esterna presenta un andamento piuttosto irregolare per le differenti dimensioni in lunghezza e larghezza assunte dai cristalli e per l'eventuale presenza di depositi secondari di calcite.

La cavità interna è riempita o da micrite di genesi identica a quella inglobante o da grossi cristalli di calcite spatica, che in molti casi sono saldati a costituire, in sezione, un'unica placca (v. Tav. 1 figg. 1, 4, 6, 9-11; Tav. 2 figg. 3, 5; Tav. 3 figg. 1-6). Tra il limite della superficie interna del guscio e il riempimento della cavità si osserva una discontinuità. La zona centrale, quindi, risulta sempre ben distinta rispetto alla parete, sia per la presenza di questa discontinuità, sia per la regolarità della superficie interna del guscio.

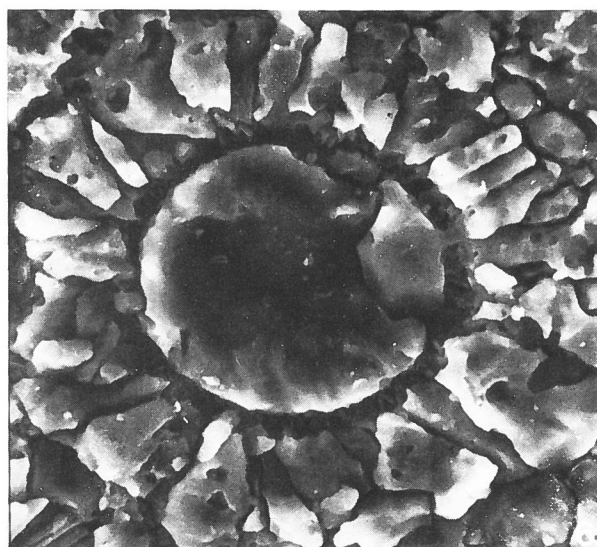
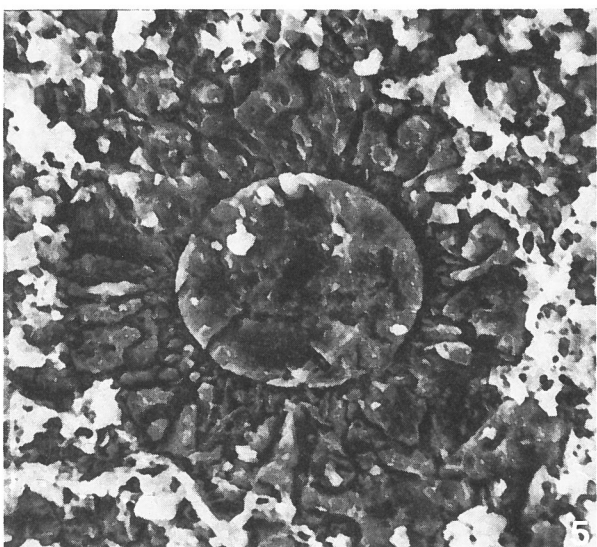
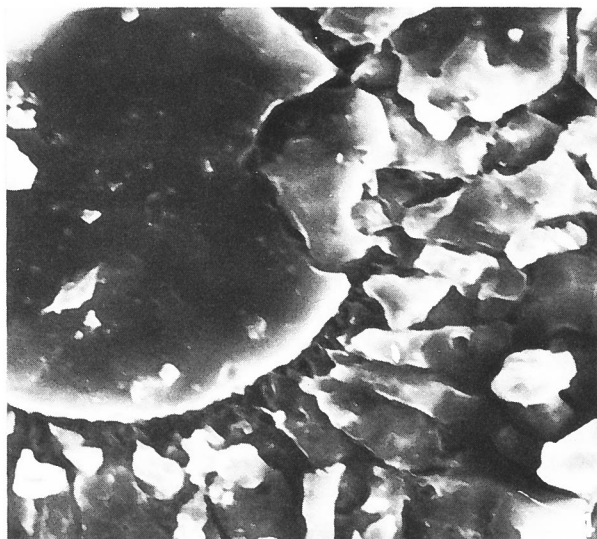
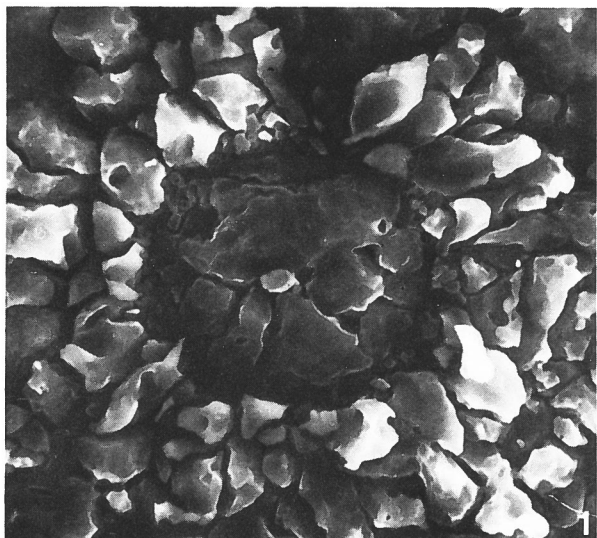
Solo in alcuni rari casi (v. Tav. 3 figg. 3, 4), in cui l'esemplare è ormai interessato da avanzati processi di ricristallizzazione, si può arrivare ad una soluzione di continuità tra il guscio e il materiale di riempimento, per la saldatura tra quest'ultimo e i cristalli costituenti la parete.

Le precedenti considerazioni ci portano necessariamente a divergere dall'interpretazione, che si può dare con la sola osservazione al microscopio ottico, della costituzione della parete (v. Tav. 1 figg. 1-4). Infatti, anche nelle descrizioni di quanti si sono occupati precedentemente di *Stomiosphaera moluccana* si parla sempre di una parete costituita da due strati nettamente distinti, uno esterno chiaro a struttura radiale e l'altro interno scuro. Quest'ultimo, a nostro avviso, sarebbe imputabile ad un semplice effetto ottico dovuto soprattutto alla presenza della discontinuità precedentemente descritta.

Resta comunque da spiegare il contrasto esistente tra la regolarità della superficie interna del guscio e l'irregolarità di quella esterna. Riteniamo che ciò sia dovuto in buona parte ai processi di diagenetici, nel corso dei quali il combinarsi del tutto casuale di dissoluzione periferica e rideposizione di calcite ha portato all'ingrossamento delle basi dei « cunei » e al loro differente sviluppo. La zona interna, al contrario, sarebbe stata più protetta, in primo luogo perché l'apertura, se esiste, doveva essere piuttosto piccola, in secondo luogo perché l'allargarsi stesso delle basi dei grossi cristalli cuneiformi avrebbe contribuito a costituire una barriera pressoché continua, impedendo l'arrivo dall'esterno, tra cristallo e cristallo, delle soluzioni circolanti e permettendo, quindi, la conservazione della

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA 3

Figg. 1-6 - *Stomiosphaera moluccana* Wanner. Esemplari che presentano diversi stadi di ricristallizzazione della parete e del materiale di riempimento della cavità interna fino alla quasi completa oblitterazione della struttura originaria (Figg. 1, 3); si noti come in tutti gli esemplari sia ancora perfettamente distinguibile il limite interno della parete dalla calcite spatica del riempimento interno.
 1) x 2500, Monte Baldo (Lessini Veronesi); 2) x 1700, Monte Baldo (Lessini Veronesi); 3) x 800, Monte Baldo (Lessini Veronesi); 4) x 2540, particolare di Fig. 3; 5) x 1000, Breggia (Canton Ticino); 6) x 1650, Monte Baldo (Lessini Veronesi).



struttura originaria. Da tutto ciò possiamo ipotizzare che all'inizio anche la superficie esterna fosse abbastanza regolare e che solo secondariamente abbia assunto l'aspetto riscontrato.

Dobbiamo segnalare, inoltre, che in molti casi il riempimento interno è stato interessato da processi di ricristallizzazione, con la formazione di grossi cristalli anedrali di calcite spatica, mentre, fatto piuttosto strano, la superficie interna della parete e lo spazio interposto non sono stati interessati da fenomeni di questo tipo (v. Tav. 1 figg. 9, 11; Tav. 2 figg. 1, 3, 5; Tav. 3 figg. 2, 6). Infatti, se si escludono i rarissimi casi, in cui il grado di ricristallizzazione è talmente avanzato da avere quasi completamente obliterato la struttura originaria (v. Tav. 3 figg. 3, 4), gli esemplari studiati presentano sempre una ben netta distinzione tra il limite della superficie interna della parete ed il riempimento della cavità. Questo potrebbe far pensare all'esistenza di una barriera di natura organica, che avrebbe protetto, almeno per un certo tempo, la superficie interna della parete, isolandola dal materiale e dalle soluzioni presenti nella cavità centrale.

Per quanto riguarda l'ipotesi sull'origine diagenetica dell'orientamento radiale dei cristalli che costituiscono la parete, pur non potendo escluderla completamente, riteniamo molto più probabile che la ricristallizzazione abbia agito su una struttura già all'origine così predisposta, portando tutt'al più ad una sua accentuazione.

a) *Il problema dell'apertura.* Sia le osservazioni al M.E.S. che quelle al microscopio ottico non hanno, purtroppo, risolto la problematica riguardante l'esistenza o meno di un'apertura, problematica che resterà aperta finché non vi sarà la possibilità di estrarre qualche esemplare in buono stato di conservazione. Purtroppo il grande numero di esemplari osservati e soprattutto l'uso del M.E.S. ci hanno consentito di fare alcune nuove considerazioni sull'argomento.

La stragrande maggioranza degli esemplari studiati si presenta come se fosse priva di apertura; solo in alcuni casi è possibile osservare un'interruzione della parete, la cui conformazione però non può completamente allontanare il sospetto che si tratti di una semplice frattura (v. Tav. 1 figg. 3, 6). I margini di queste « aperture », infatti, sono sovente irregolari e non presentano una morfologia tipica, al contrario di quanto accade ad es. nelle Cadosine.

Bisogna però tenere presente che, se si tiene conto della conformazione dei cristalli che compongono la parete e della loro disposizione, l'apertura dovrebbe verosimilmente presentarsi a forma di tronco di cono rovesciato, con un aspetto, cioè, che sarebbe difficilmente distinguibile da quello che si otterrebbe per semplice frattura. È probabile, inoltre, che i processi

di dissoluzione periferica e di deposizione secondaria di calcite, che abbiamo già considerato per spiegare l'irregolarità della superficie esterna, abbiano agito anche a livello dell'apertura, deformandola e rendendola, di conseguenza, di non chiara identificazione.

Gli Autori favorevoli all'ipotesi dell'esistenza di una vera apertura, tra i quali citiamo Wanner (1940), Vogler (1941) e Bonet (1956), avevano portato a sostegno di tale ipotesi la presenza, in molti degli esemplari da loro studiati, di un riempimento della cavità interna identico alla micrite inglobante i gusci.

Durand Delga (1957), per contro, nega l'esistenza di una vera apertura in *Stomiosphaera*, mentre Dufour (1968) nella revisione del genere, parlando di un cuore centrale costituito sia da micrite che da calcite cristallizzata per la maggior parte in un unico cristallo, tende a spiegare il riempimento micritico come un fatto accidentale dovuto alla rottura dell'organismo, con conseguente entrata del sedimento nella cavità. Le numerose osservazioni fatte al M.E.S. ci hanno permesso di verificare che il materiale micritico di riempimento è del tutto identico a quello che si trova all'esterno e che costituisce la roccia inglobante (v. Tav. 1 figg. 7, 8; Tav. 2 figg. 2, 4, 6). Inoltre, come si può vedere nelle figure delle Tavv. 1, 2, esistono vari gradi di ricristallizzazione del materiale di riempimento della cavità interna fino a giungere alla completa obliterazione dei *Nannoconus* costituenti la micrite; questo potrebbe addirittura far supporre che nella grande maggioranza dei casi il riempimento sia in origine micritico e che anche la presenza al centro di un monocristallo di calcite spatica sia dovuto semplicemente a fenomeni di intensa ricristallizzazione. Tali fenomeni potrebbero esplicitarsi con meccanismi del tutto analoghi a quanto da noi ipotizzato per il riempimento della lorica delle Calpionelle (Andri & Bonci, 1979). Resta comunque da appurare se il materiale micritico è penetrato all'interno attraverso un'apertura o se vi è giunto per un fatto del tutto accidentale, come la frattura del guscio secondo l'ipotesi di Dufour (1968). Ora alla grande percentuale di esemplari a riempimento micritico da noi riscontrata dovrebbe necessariamente corrispondere, secondo tale ipotesi, una altrettanto elevata quantità di gusci rotti, ma ciò contrasta con le considerazioni seguenti:

- 1) se si tiene conto che la frattura avviene a caso e con modalità differenti, essa potrà aprire un varco nel guscio anche di notevoli dimensioni, il che rende più alta la probabilità che questo sia visibile anche in sezione;
- 2) se realmente il numero di esemplari a guscio fratturato fosse così alto, dovremmo pensare ad una parete molto fragile, mentre, come abbiamo già constatato, anche quando Calpionelle e Cadosine associate si presentano fratturate o deformate, gli

esemplari di *Stomiosphaera* non presentano deformazioni o rotture.

Queste considerazioni ci portano a ritenere molto probabile l'esistenza di un'apertura, il cui diametro, vista la bassa percentuale di sezioni aperte osservate, deve essere piuttosto ridotto. Wanner (1940), partendo dall'ipotesi della presenza di un'apertura circolare di diametro pari a $1/3$ o a $1/2$ del diametro massimo interno, aveva calcolato che la probabilità di rinvenire sezioni chiuse fosse rispettivamente del 74% e del 60,7%, ciò che effettivamente lo avvicinava alla percentuale realmente riscontrata nei suoi campioni (75,8%). Nelle nostre osservazioni la percentuale di sezioni chiuse risulta ancora più elevata: per es. nella serie di Ripoli (Tivoli) arriviamo all'85% circa.

Quanto all'ampiezza di tale apertura, oltre alle misure, peraltro incerte, che abbiamo potuto fare sulle rare sezioni aperte riscontrate, dobbiamo tener conto del fatto che essa doveva essere perlomeno sufficientemente ampia per permettere l'entrata dei *Nannoconus*, cioè degli elementi più grossolani costituenti il riempimento della cavità interna. Tenendo presente che il *Nannoconus* di maggiori dimensioni osservato nella cavità interna ha un diametro di circa $9,3\mu$, dobbiamo supporre che l'apertura avesse un diametro superiore, anche se non di molto, a tale valore, il che, se rapportato alle misure della *Stomiosphaera moluccana* che lo conteneva, fa propendere la stima dell'apertura più verso $1/3$ del diametro interno che non verso $1/2$ dello stesso diametro, ciò che concorda bene con l'alta percentuale di gusci chiusi riscontrata.

b) *Il problema della variabilità.* Come avviene per tutti quei microrganismi che sono stati definiti e stu-

diati solo in sezioni comunque orientate, nella descrizione delle loro caratteristiche fondamentali e, quindi, della loro variabilità specifica, interviene l'errore dovuto alla variabilità legata a questioni puramente geometriche, che si sovrappone a quella reale dando, quindi, come risultato una variabilità in minore o maggior misura apparente.

Là dove esista un asse di simmetria l'aspetto morfologico della sezione in esame ci permette di distinguere con una certa facilità le sezioni assiali da quelle oblique, che potranno, di conseguenza, essere scartate nel computo della variabilità della specie; restano quelle parallele all'asse per distinguere le quali potremo usare solo il criterio dimensionale.

Nel caso di *Stomiosphaera moluccana*, assimilabile ad una sfera cava, non potendo usare tali accorgimenti saremo nell'impossibilità di separare la variabilità geometrica da quella reale, per cui la variabilità dimensionale da noi riferita sarà necessariamente affetta dall'errore dovuto appunto al sovrapporsi delle due variabilità.

Partendo da una sezione con i caratteri dimensionali più ricorrenti (50μ diametro esterno; 30μ diametro interno) abbiamo voluto, traendo da quest'ultima alcune fra le sezioni più caratteristiche (v. Fig. 2), cercare di apprezzare almeno l'entità dell'errore commesso. Come è ovvio, man mano che il piano sezione si discosta da un piano meridiano le dimensioni della sezione ottenuta variano, ma, mentre il valore del diametro esterno si riduce in modo poco apprezzabile, la variazione del diametro interno è più appariscente, soprattutto se si considerano le sezioni ottenute dal fascio di piani secanti, le cui tracce sono comprese tra i $2/3$ del raggio della circonferenza interna e il punto di tangenza con la stessa.

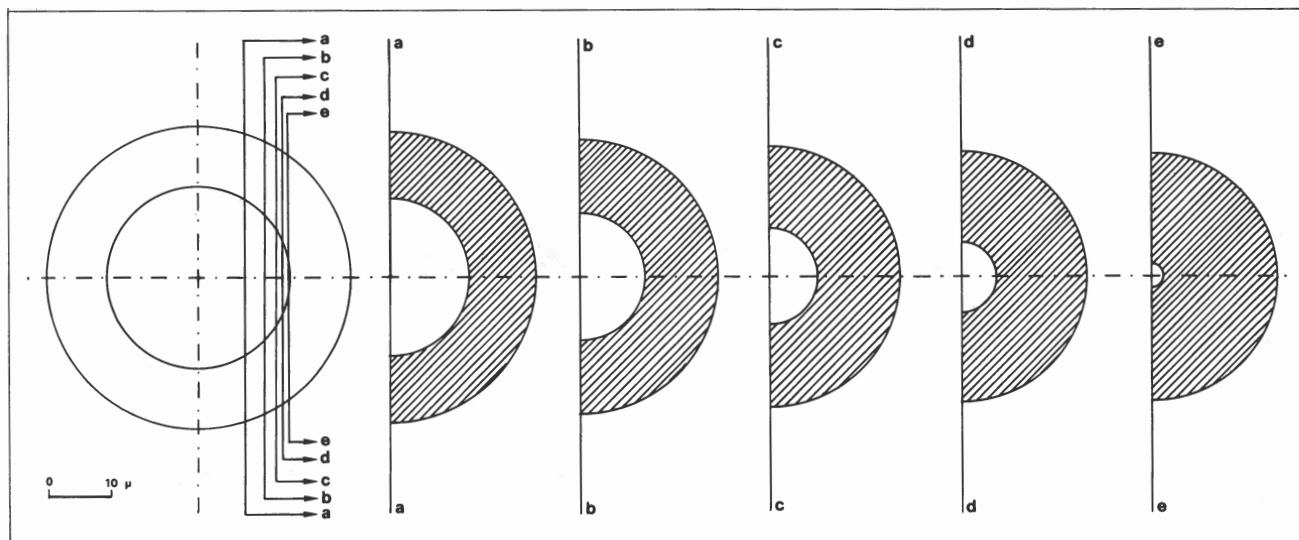


Fig. 2 - Variabilità geometrica di *Stomiosphaera moluccana* Wanner a partire da una sezione meridiana schematizzata di un esemplare con caratteristiche dimensionali più ricorrenti.

In questi casi si osserva una riduzione drastica del diametro interno che si ridurrà ad un punto quando il piano sezione diventa tangente alla superficie interna e, di conseguenza, si assisterà ad un aumento fittizio dello spessore della parete. Solo in questi casi, attraverso la presenza di una parete molto spessa, potremo individuare e scartare esemplari con caratteristiche distanti dalla norma; in tutti gli altri casi ciò non è possibile per quanto detto sopra.

Dobbiamo peraltro segnalare che nelle oltre 1500 misure di esemplari e nelle osservazioni fatte sia al microscopio ottico che al M.E.S. non ci è mai capitato di notare sezioni che potessero essere messe in relazione con piani secanti quasi tangenti alla superficie interna; ciò è probabilmente dovuto all'impossibilità di riconoscere facilmente tali sezioni ed alla scarsa probabilità che questo evento si verifichi.

c) *Aspetti dimensionali*. Mentre il valore massimo del diametro esterno da noi riscontrato, 60 μ , concorda con quello rilevato dagli Autori precedentemente citati, il valore minimo, cioè 25 μ , se ne discosta: Wanner (1940) parla, infatti, di 30 μ e Dufour (1968) di 32 μ ; secondo quest'ultimo Autore, inoltre, al di sotto di 28 μ si entrerebbe nel campo dimensionale di *Stomiosphaera minutissima* (Colom), che ha, però, una distribuzione stratigrafica diversa, essendo caratteristica dell'intervallo Lias superiore - Dogger.

Nella maggior parte degli esemplari con diametro compreso tra 25 e 30 μ da noi osservati lo spessore della parete è esiguo, per cui, in base alle osservazioni fatte sulla variabilità geometrica, non riteniamo possa trattarsi di sezioni non meridiane di esemplari di maggiori dimensioni. La loro relativa abbondanza (90 esemplari corrispondenti al 5,7%) confermerebbe la loro reale esistenza.

Questi valori rientrano nel campo di variabilità riferito da Dufour (1968) a *Stomiosphaera minutissima* (Colom), per cui rimane aperto il problema dell'esistenza di due specie distinte, che non può essere per ora risolto, se si tiene conto che gli esemplari da noi studiati non sono mai riferibili ad un'età inferiore al Titoniano superiore.

Per quanto si riferisce alle dimensioni più ricorrenti, esse si aggirano intorno ai 40 e 50 μ di diametro esterno (rispettivamente il 18,3% e il 26,9%), mentre i valori massimi e minimi, sempre per il diametro esterno, hanno una ricorrenza ben più esigua (0,4% per diametro 25 μ e 0,8% per diametro 60 μ). Tali caratteristiche si ripetono in linea generale in tutte le serie esaminate; solo nella serie di Bellavista gli esemplari sono in media più piccoli (diametri esterni più ricorrenti tra 35 e 40 μ).

Distribuzione stratigrafica — La comparsa di questa specie è ascritta da tutti gli Autori all'Oxfordiano;

secondo Wanner (1940), Vogler (1941), Durand Delga (1957), Borza (1961, 1969) arriva fino al tetto dell'Hauteriviano, mentre Dufour (1968) la segnala anche nel Barremiano. Non chiaro risulta il riferimento di Bonet (1956) ad una distribuzione stratigrafica Albiano - Turoniana del genere *Stomiosphaera* Wanner, in quanto detto Autore sembra fare esplicito riferimento alle tre specie di Wanner (*Stomiosphaera moluccana*, *Cadosina fusca* e *Cadosina semiradiata*).

Noi riteniamo, comunque, che *Stomiosphaera moluccana* Wanner sia caratteristica soprattutto dell'intervallo Titoniano - Berriasiano e che sia, perciò, di valido aiuto per una stratigrafia di dettaglio dei « Calcarei a Calpionelle » dell'area mediterranea.

Alcune delle segnalazioni di tale specie in livelli superiori (Aptiano - Albiano, ad es. Cortemiglia, 1966) potrebbero essere messe in relazione con fenomeni di deposito per torbiditi pelagiche.

Gli esemplari da noi studiati si presentano nelle seguenti associazioni rispettivamente del Titoniano superiore, Berriasiano basale e Berriasiano medio-superiore:

- 1) *Crassicollaria* gr. *brevis-intermedia*, *Crassicollaria* gr. *parvula-massutiniana*, *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Tintinnopsella carpathica* Murgeanu & Filipescu, Aptici.
- 2) *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Tintinnopsella carpathica* Murgeanu & Filipescu, *Remaniella cadischiana* Colom, *Tintinnopsella longa* Colom, *Cadosina fusca* Wanner, Aptici.
- 3) *Tintinnopsella carpathica* Murgeanu & Filipescu, *Remaniella cadischiana* Colom, *Calpionellopsis simplex* Colom, *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, *Calpionellites neocomiensis* Colom, *Calpionella elliptica* Cadisch, *Cadosina fusca* Wanner.

Distribuzione geografica — La specie, che è stata definita da Wanner (1940) nelle Indie orientali, ha una distribuzione piuttosto vasta: le citazioni riguardano i Carpazi occidentali, la Spagna, la Francia, la Svizzera, il Marocco e il Messico.

In Italia si trova comunemente nelle facies calcareo-micritiche delle Alpi meridionali e dell'Appennino.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano il dott. C. De Asmundis e il Sig. C. Bottino del Centro Studi di Chimica Fisica del C.N.R. di Genova per la collaborazione prestata nella preparazione dei campioni e nell'esecuzione delle fotografie al M.E.S. e il dott. G. Brancucci dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova per avere impostato un programma al Calcolatore nel tentativo di meglio chiarire la problematica della variabilità apparente.

Il lavoro è stato eseguito con il contributo C.N.R. n. 31/CT/76.00065.05/115.4009, responsabile dott. E. Andri.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, T.D., KHALILI, M. & KHOSROVI, SAID A., 1967, Stratigraphic significance of some oligosteginid assemblages from Lurestan Province, north-west Iran: *Micropaleontology*, v. 13, n. 1, pp. 55-67, pls. 1, New York.
- ANDRI, E., 1972, Mise au point et données nouvelles sur la famille des Calcisphaerulidae Bonet, 1956; les genres *Bonetocardiella*, *Pithonella*, *Calcisphaerula* et «*Stomiosphaera*»: *Rev. Micropaléont.*, v. 15, n. 1, pp. 12-34, pl. 1-3, Paris.
- , 1972, Nuove osservazioni su alcune forme appartenenti alla famiglia Calcisphaerulidae Bonet, 1956: *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 91, pp. 133-142, figg. 1-4, Roma.
- , 1980, Utilizzazione del Microscopio Elettronico a Scansione in Micropaleontologia e nello studio delle micriti: *Atti Soc. It. Sc. Nat. e Museo Civ. St. Nat. di Milano*, v. 121, pp. 69-74, fig. 1, Milano.
- , & AUBRY, M.P., 1973, Recherches sur la microstructure des tests de *Pithonella ovalis* (Kaufmann) et *Pithonella perlonga* Andri: *Rev. Micropaléont.*, v. 16, n. 4, pp. 159-167, pl. 1-3, Paris.
- , & BONCI, M.C., 1979, Il problema della struttura della parete nei Tintinnidi fossili: *Boll. Soc. Pal. It.*, v. 18, n. 1, pp. 3-8, tav. 1, figg. 1-4, Modena.
- AZÉMA, J., DURAND DELGA, M. & PEYRE, Y., 1960, Corte del Mesozoico y del Eoceno en El Palo de Málaga (Andalucía): *Notas y Comunicaciones del Instituto Geol. y Min. de España*, n. 59, pp. 1-16, fig. 1, Madrid.
- BANNER, F.T., 1972, *Pithonella ovalis* from the early Cenomanian of England: *Micropaleontology*, v. 18, n. 3, pp. 278-284, pl. 1-2, fig. 1, New York.
- BEIN, A. & REISS, Z., 1976, Cretaceous *Pithonella* from Israel: *Micropaleontology*, v. 22, n. 1, pp. 83-91, pl. 1-3, fig. 1, New York.
- BIGNOT, G. & LEZAUD, L., 1964, Contribution à l'étude des *Pithonella* de la Craie parisienne: *Rev. Micropaléont.*, v. 7, n. 2, pp. 138-152, pl. 1-3, figg. 1-5, Paris.
- BOLLI, H., 1974, Jurassic and Cretaceous Calcisphaerulidae from DSDP LEG 27, Eastern Indian Ocean: *Initial Reports of the DSDP*, v. 27, pp. 843-907, pl. 1-24, figg. 1-5, Washington.
- BONET, F., 1956, Zonificación microfaunística de las calizas cretácicas del este del México: XX Congr. Geol. Int. Assoc. Mex. Geol. Petrol., pp. 1-102, pl. 1-31, fig. 4, México.
- , & TREJO, M., 1958, Nuevos datos sobre la Familia Calcisphaerulidae (Protozoa): *Anal. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, v. 9, pp. 43-47, tav. 1-2, México.
- BORZA, K., 1961, Výskyt rodu *Stomiosphaera* Wanner, *Cadosina* Wanner, a *Pithonella* Lorenz v Západných Karpatoch: *Geol. sbor. Slov. Akad.*, v. 12, n. 1, pp. 7-16, pl. 1-6, Bratislava.
- , 1964, Die Gattung *Stomiosphaera* Wanner, 1940 in den Westkarpaten: *Geol. Sbor. Slov. Akad.*, v. 15, pp. 189-195, pl. 1-2, Bratislava.
- , 1969, Die Mikrofazies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten: *Verlag Slowak. Akad. Wiss.* 301, p., taf. 1-88, Bratislava.
- CITA SIRONI, M.B., 1964, Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sui sedimenti pelagici del Giura superiore e del Cretaceo inferiore nella catena del Monte Baldo: *Riv. It. Pal. Strat.*, Mem. X, pp. 1-159, pl. 1-12, Milano.
- COLOM, G. & ALLARD, P.L., 1958, Présence au Maroc des microorganismes de Wanner: *Rev. Micropaléont.*, v. 1, n. 1, pp. 31-32, fig. 1, Paris.
- CONTI, S. & ANDRI, E., 1966, Sulla geologia dei Monti Livornesi e suoi riferimenti nel quadro più generale dell'Appennino settentrionale: *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, v. 4, n. 2, pp. 265-456, pl. 1-23, Genova.
- CORTEMIGLIA, G.C., 1966, Osservazioni sulla formazione degli argilloscisti ad intercalazioni di calcari palombini e suoi corredi ofiolitici della zona di Cerignale (Val Trebbia): *Atti Ist. Geol. Univ. Genova*, v. 4, n. 1, pp. 43-108, Genova.
- DUFOUR, M.T., 1968, Quelques remarques sur les organismes «*incertae sedis*» de la famille des Calcisphaerulidae Bonet (1956): *C.R. Acad. Sci. Paris*, v. 266, pp. 1947-49, pl. 1, Paris.
- DURAND DELGA, M., 1957, Quelques remarques sur les Fibrosphères: *Serv. Carte Géol. Algérie*, v. 13, pp. 153-164, pl. 1, figg. 1-5, Alger.
- GRUNAU, H.R., 1959, Mikrofazies und Schichtung ausgewählter, jungmesozoischer, radiolarit-führender Sedimentserien der Zentral Alpen: *E.J. Brill.*, 179 p., taf. 1-11, Leiden.
- KELLER, B.M., 1946, The foraminifera of the Upper Cretaceous deposits in the Sotehi Region: *Soc. Nat. Moscow, Buul.* v. 21, pp. 83-108.
- LAPPARENT, J. de, 1917, Les calcaires daniens de la pointe St. Anne à Hendaye (Basse Pyrénées): *B.S.G.F.*, pp. 226-28, Paris.
- , 1918, Etude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye: *Serv. Carte Géol. France Mém.*, pp. 1-155, Paris.
- , 1924, Les calcaires à Globigérines du Crétacé sup. et des couches de passage à l'Eocène dans les Pyrénées occidentales: *B.S.G.F.*, v. 24, pp. 615-641, pl. 1-2, Paris.
- MASTERS, B.A. & SCOTT, R.W., 1978, Microstructure, affinities and systematics of Cretaceous calcispheres: *Micropaleontology*, v. 24, n. 2, pp. 210-221, pl. 1-2, New York.
- NAGY, I., 1966, A *Stomiosphaera* és a *Cadosina* nemzetség rétegtaini szerepe a mecseki flisőjuraban: *Hung. Geol. Soc. Bull.*, v. 96, pp. 86-104, Budapest.
- NOWAK, W., 1968, Stomiosphaerids of the Cieszyn Beds (Kimmeridgian-Hauterivian) in the Polish Ciaszyn Silesia and their stratigraphic value: *Ann. Soc. Géol. Pologne*, v. 38, pp. 275-327, Varsavia.
- OLSSON, R.K. & YOUSSEFNIA, I., 1979, Cretaceous Calcisphaerulidae from New Jersey: *Journ. Paleontology*, v. 53, n. 5, pp. 1085-93, pls. 1-2, figg. 1-2, Lawrence.
- SAMUEL, O., BORZA, K. & KÖHLER, E., 1972, Mikrofauna und lithostratigraphy of the Paleogene and adjacent Cretaceous of the Middle Vah Valley (West Carpathian): *Geologicky ustav Dcnyza Stiva*, Ed. D. Andrusov., 246, p., pl. 1-180, Bratislava.
- VILLA, F. & POZZI, R., 1962, Microfacies e microfauna del Mesozoico dell'alta Valtellina (Alpi Retiche): *Riv. It. Paleont.*, v. 68, n. 4, pp. 447-482, pl. 31-36, Milano.
- VILLAIN, J.M., 1977, Les Calcisphaerulidae: architectures, calcification de la paroi et phylogénèse: *Palaeontographica*, Abt. A., v. 159, pp. 139-177, pl. 1-6, figg. 1-11, Stuttgart.
- VOGLER, J., 1941, Oberjura und Kreide von Misol (Niederländischen Ostindien): *Palaeontographica*, suppl., v. 4, pt. 4, n. 4, pp. 243-293, pl. 19-24, Stuttgart.
- WANNER, J., 1940, Gesteinbildende Foraminiferen aus Malm und Unterkreide des östliche Ostindischen Archipels nebst Bemerkungen über *Orbulinaria* Rumbler und andere verwandte Foraminiferen: *Pal. Zeitschr.*, v. 22, n. 2, pp. 75-99, pl. 1-2.