

Bollettino della Società Paleontologica Italiana	39 (1), 2000	ISSN 0375-7633	47-54	–	Modena, Febbraio 2000
--	--------------	----------------	-------	---	-----------------------

I rapporti tra il bivalve *Lithophaga alpina* (Zittel, 1866) ed il corallo *Actinastrea elongata* Alloiteau, 1954, nel Cretaceo superiore dell'Italia nord-orientale

Giovanna FORTELEONI
Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica
Università di Padova

Helena ELIÁŠOVÁ
Praha

KEY WORDS – Bivalves, Corals, Symbiosis, Santonian, NE Italy.

RIASSUNTO – Lo stretto legame tra *Lithophaga alpina* e *Actinastrea elongata* in livelli santoniani del Calcare del Fadalto (Italia nord-orientale) conferma la grande specializzazione del bivalve, che si insediava solo entro coralli vivi. Il rapporto di tipo simbiotico tra *Lithophaga alpina* e le colonie coralline non era però monospecifico, come dimostra il fatto che nel Santoniano del Gosau la medesima specie è stata trovata anche all'interno di *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847).

ABSTRACT – [Relationship between the bivalve *Lithophaga alpina* (Zittel, 1866) and the coral *Actinastrea elongata* Alloiteau, 1954, from the Upper Cretaceous of north-eastern Italy] – The close association between *Lithophaga alpina* and *Actinastrea elongata* from the Santonian (Fadalto Limestone formation) of north-eastern Italy indicates the highly specialized mode of life of the bivalve, which inhabited only living corals. The symbiotic relationship between *Lithophaga alpina* and colonial corals was not strictly unispecific as in the Santonian of the Gosau Formation the same bivalve species was found also inside *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847).

PREMESSA

Nell'ambito degli studi sulle faune dei calcari a rudiste del Cretaceo superiore del Veneto orientale e del Friuli-Venezia Giulia inseriti nei programmi di ricerca del Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università di Padova (Dhondt & Dieni, 1991, 1992 e 1993; Collins & Dieni, 1995) vengono qui presi in considerazione i legami originariamente esistenti tra il bivalve perforante *Lithophaga alpina* (Zittel, 1866) ed il corallo coloniale *Actinastrea elongata* Alloiteau, 1954, trovati in associazione entro un livello di età santoniana del Calcare del Fadalto nei dintorni del Lago di Santa Croce (Belluno, Veneto orientale).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Gli esemplari di *Lithophaga alpina* e di *Actinastrea elongata* oggetto di questa nota sono stati raccolti in località Pinei (luogo conosciuto in letteratura anche con i nomi di Piné e Monte Pigne) (Fig. 1) e precisamente entro un masso facente parte dei grandi accumuli detritici distribuiti alla base della ripida scarpata che limita ad Ovest l'altopiano del Cansiglio. L'unità litostratigrafica di provenienza corrisponde al Calcare del Fadalto, formazione istituita formalmente da Ghetti & Cancian nel 1989. Si tratta di un corpo calcarenitico a forma di cuneo che ha il massimo spessore (400-500 m) nel Piano del Cansiglio e va assotti-

gliandosi verso Nord e verso Ovest. La formazione è costituita da calcari risedimentati originatisi dallo smantellamento del margine occidentale della Piattaforma Friulana e depositisi, sotto forma di litosomi tabulari, nella successione pelagica dell'adiacente Bacino di Belluno come risultato di correnti di torbida. I corpi risedimentati sono rappresentati da calcari biointraclastici, prevalentemente del tipo grainstone e rudstone, composti quasi esclusivamente da elementi bene arrotondati derivati da frammenti di molluschi, soprattutto rudiste.

Il contenuto macropaleontologico del Calcare del Fadalto comprende molluschi, coralli ed altri organismi caratteristici di ambienti di piattaforma carbonatica aperta. Tra i molluschi, le rudiste, specialmente radiolitidi e ippuritidi, i nerineidi e gli actaeonellidi sono i fossili più tipici e comuni. Le faune, caratterizzate da una grande ricchezza di forme, sono state in passato oggetto di studio da parte di diversi autori. I bivalvi non rudistidi, che sono stati studiati e revisionati da Dhondt & Dieni nel 1993 (a questi autori si rinvia anche per informazioni bibliografiche complete), mostrano una grande affinità soprattutto con quelli pressoché coevi e di facies analoga del Gosau (Austria); simile era anche l'ambiente di vita, caratterizzato da acque molto poco profonde e calde e da substrati bioclastici piuttosto grossolani.

L'età del Calcare del Fadalto viene riferita all'intervallo compreso tra l'Albiano e il Campaniano (Masetti *in* Costa *et al.*, 1996). Il materiale oggetto

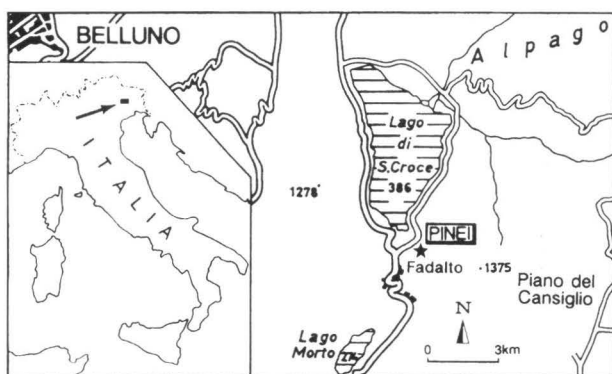


Fig. 1 - Schizzo topografico con l'ubicazione della località fossilifera di Pinei.

di questo studio proviene dai termini più elevati della formazione e la sua età è essenzialmente, se non esclusivamente, santoniana. Tale riferimento cronostratigrafico viene indicato sia dalle rudiste che dall'insieme degli altri bivalvi trovati in associazione. Si possono ricordare in particolare *Vaccinites fortisi* (Catullo, 1827), specie caratteristica del Santoniano (Cestari, Pons & Sirna, 1995), *Radiolites dario* (Catullo, 1834), di distribuzione santoniano-campaniana (Cestari, 1992) ed infine *Inoceramus* (*Cordiceramus*) ex gr. *muelleri* Petrascheck, 1906, esclusivo del Santoniano superiore (Dhondt & Dieni, 1993).

PARTE PALEONTOLOGICA

Il materiale esaminato è conservato presso il Museo del Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università di Padova. Si tratta di una piccola colonia massiccia di *Actinastrea elongata* (n. inv. DGP 28452) densamente popolata da individui di *Lithophaga alpina* e di alcuni esemplari isolati di questo bivalve, estratti in laboratorio dalla medesima colonia [DGP 28439, 28440, 28447, 28448, 28448a, distinti in Dhondt & Dieni (1993) rispettivamente come B232, 233, 231, 235, 234].

Per il corallo si è adottata la sistematica proposta

da Alloiteau *in* Piveteau (1952) e per il bivalve quella di Soot-Ryen *in* Moore (1969).

Le annotazioni nelle liste sinonimiche sono quelle introdotte da Richter (1948) e riproposte da Matthews (1973).

Classe ANTHOZOA Ehrenberg, 1834
Ordine SCLERACTINIA Bourne, 1900
Sottordine ARCHAEOCOENIINA Alloiteau, 1952
Famiglia ACTINASTREIDAE Alloiteau, 1952
Genere ACTINASTREA d'Orbigny, 1849
Specie tipo – *Actinastrea goldfussi* d'Orbigny, 1849.

ACTINASTREA ELONGATA Alloiteau, 1954
Figg. 2, 3A-C

+ 1954 *Actinastrea elongata* ALLOITEAU, p. 41, tav. 1, fig. 10; tav. 7, fig. 4.

v. 1993 *Actinastrea elongata* Alloiteau - ELIÁŠOVÁ *in* DHONDT & DIENI, p. 171.

Descrizione – Piccola colonia massiccia con calici poligonali di forma irregolare, spesso allungati, serrati, profondi ed uniti da una muraglia tectiforme ornata alla sommità da granuli dal contorno apparentemente ellittico. La columella, di tipo stiliforme, è molto robusta ed è leggermente rilevata rispetto al fondo calicinale (Fig. 2). La piattaforma calicinale è orlata da una cintura pericalicinale, costituita da circa 40 costole, ben sviluppata, eccetto che nei calici nei quali si ha la gemmazione attiva, dove essa risulta ridotta. Gli elementi radiali sono rappresentati da setti con disposizione esclusivamente decamera. Si riconoscono 10 setti del primo ciclo, di dimensioni subeguali, spessi e non saldati alla columella, e 10 setti del secondo ciclo, molto più corti ma non rudimentali e liberi (Figg. 3A e 3C). Le pareti laterali dei setti sono provviste di granuli appuntiti. La muraglia è formata dall'ispessimento della parte periferica dei setti, che sono biforcati, con l'aggiunta complementare di qualche elemento sinatticolare. L'endoteca è poco sviluppata ed è formata da dissepimenti suborizzontali. La gemmazione, per fissiparità, è di tipo intratentacolare ed ha dato talora origine a calici doppi.

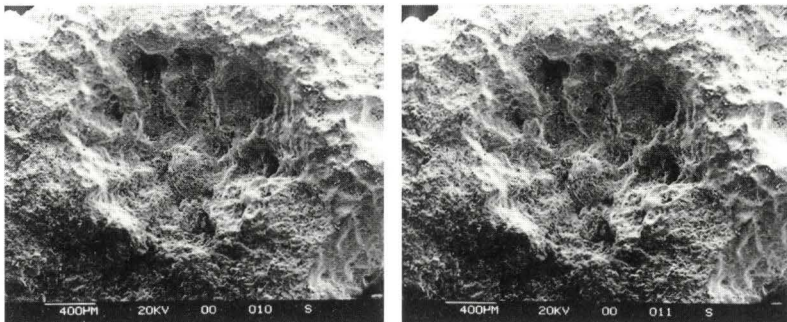


Fig. 2 - *Actinastrea elongata* Alloiteau, 1954. Santoniano di Pinei. Veduta stereoscopica di un calice; è ben visibile la columella, robusta e rilevata; DGP 28452, x 17.

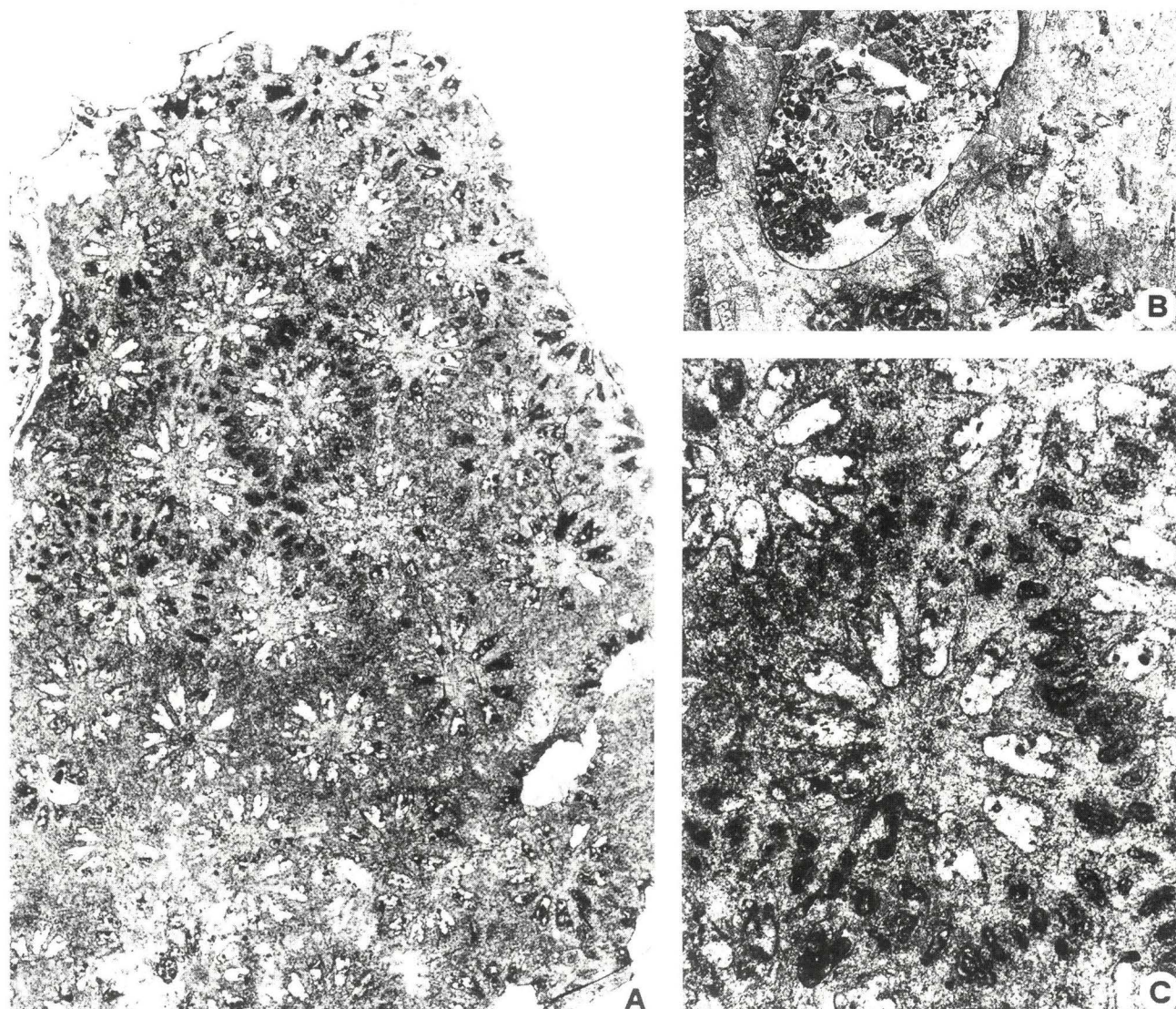


Fig. 3 - *Actinastrea elongata* Alloiteau, 1954. Santoniano di Pinei.

A) Sezione trasversale della colonia; DGP 28452a, x 8.

B) Sezione sublongitudinale di una piccola nicchia di abitazione di *Lithophaga alpina* (= ichnogen. *Gastrochaenolites* Leymerie, 1842) orientata grosso modo parallelamente all'asse di crescita dei coralliti; DGP 28452b, x 5.

C) Sezione trasversale di alcuni coralliti; particolare della fig. A, DGP 28452a, x 19.

Dimensioni (in mm) – Diametro dei coralliti: da 1,8 nei piccoli individui a 3 nel caso di un calice allungato; valori medi 2,0-2,5.

Diametro del lumen: 1,8-2,0.

Distanza tra i centri dei coralliti: 1,5-3,3; valori medi 2,0-3,0.

Numero di setti: 20 ($10S_1 + 10S_2$).

Spessore della muraglia: 0,3 circa.

Diametro della columella: circa 1/8 del diametro del lumen (la columella può presentarsi ingrossata per calcitizzazione secondaria).

Osservazioni – *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847), che nei calcari santoniani del Gosau ospita

anch'essa gruppi gregari di *Lithophaga alpina* (Kleemann, 1983, 1994b), si distingue da *A. elongata* soprattutto per la presenza di rigonfiamenti nella parte mediana dei setti e per la simmetria di tipo pentamero. Per le differenze tra i due taxa che riguardano la forma e le dimensioni della columella ed il tipo di gemmazione si rinvia ad Alloiteau (1954).

* *Distribuzione* – *Actinastrea elongata*, nota finora soltanto nel Santoniano superiore (Alloiteau, 1954, p. 43) della località tipo (Lafajolle, Montagne des Cornes, Aude, Francia meridionale), viene con questa nota segnalata anche nel Santoniano (probabilmente superiore) dell'Italia nord-orientale.

Classe BIVALVIA Linné, 1758
 Ordine MYTILOIDA Ferussac, 1822
 Superfamiglia MYTILACEA Rafinesque, 1815
 Famiglia MYTILIDAE Rafinesque, 1815
 Sottofamiglia LITHOPHAGINAE Adams & Adams,
 1857

Genere LITHOPHAGA Röding, 1798

Specie tipo – *L. mytuloides* Röding, 1798 = *Mytilus lithophagus* Linné, 1780.

LITHOPHAGA (LITHOPHAGA) ALPINA (Zittel, 1866)
 Figg. 4A-C

- + 1866 *Lithodomus alpinus* ZITTEL, p. 87, tav. 12, figg. 11a-c.
- . 1902 *Lithophagus alpinus* Zitt. - PÁLFY, p. 281, tav. 20, fig. 9.
- 1983 *Lithophaga alpina* Zittel - KLEEMANN, p. 2.
- v. 1991 *Lithophaga* sp. - DHONDT & DIENI, p. 196.
- v. 1992 *Lithophaga* sp. - DHONDT & DIENI, p. 214.
- v. 1993 *Lithophaga alpina* (Zittel) - DHONDT & DIENI, p. 170, tav. 1, figg. 6a-7b.
- . 1994b *Lithophaga alpina* (Zittel) - KLEEMANN, p. 151, tav. 29, figg. 6-9.

Materiale – Alcuni esemplari isolati e altri all'interno della colonia di *Actinastrea elongata*. Generalmente le valve sono appaiate e ancora in connessione, ma talora esse risultano disgiunte per una disarticolazione avvenuta entro l'originaria nicchia di abitazione.

Descrizione – Conchiglia di piccole dimensioni, sottile, subcilindrica e dal contorno subrettangolare, fortemente inequilaterale, con umboni in posizione nettamente anteriore, ricurvi e poco prominenti. La sezione trasversale si affila e assottiglia nella parte posteriore, dove la conchiglia manifesta la massima altezza. Il margine ventrale è diritto, pressoché paral-

lelo a quello dorsale e disegna un angolo quasi retto con quello anteriore. Il margine posteriore è arrotondato. La superficie è quasi liscia, con fini ma evidenti strie di accrescimento che nella parte adulta, ove sono distribuite in maniera irregolare, evidenziano fasi di stasi nello sviluppo ontogenetico (Fig. 4).

Dimensioni (in mm, calcolate secondo il metodo proposto da Cox in Moore, 1969, pp. 42 e 102-109) –

	H (Altezza)	L (Lunghezza)	B (Spessore)	L/B
DGP28440	5,00	10,60	(5,04)	(2,10)
DGP28447	5,03	9,43	–	–
DGP28439	5,91	10,43	4,78	2,18
DGP28448a	(6,19)	(11,08)	–	–
DGP28448	(6,85)	(10,92)	–	–

Osservazioni – Pur concordando pienamente nelle particolarità morfologiche, quali forma generale ed ornamentazione, gli esemplari di Pinei sono mediamente più piccoli rispetto ai tipi di Zittel, per i quali Kleemann (1983, p. 2) ha riscontrato le dimensioni qui sotto riportate (in mm):

	H	L	B	L/B
Paralectotipo	5,1	10,9	5	2,18
Sintipo	7	16	–	–
Lectotipo	8,5	17,7	7,5	2,36

Dimensioni minori risultano anche rispetto all'esemplare illustrato da Pálffy (1902), in cui H = 9 mm e L = 17,5 mm. Non essendo possibile desumere dai lavori dei due autori appena citati i criteri con i quali le loro misure sono state effettuate, non si è in grado di giungere ad altre considerazioni circa eventuali ulteriori differenze o analogie.

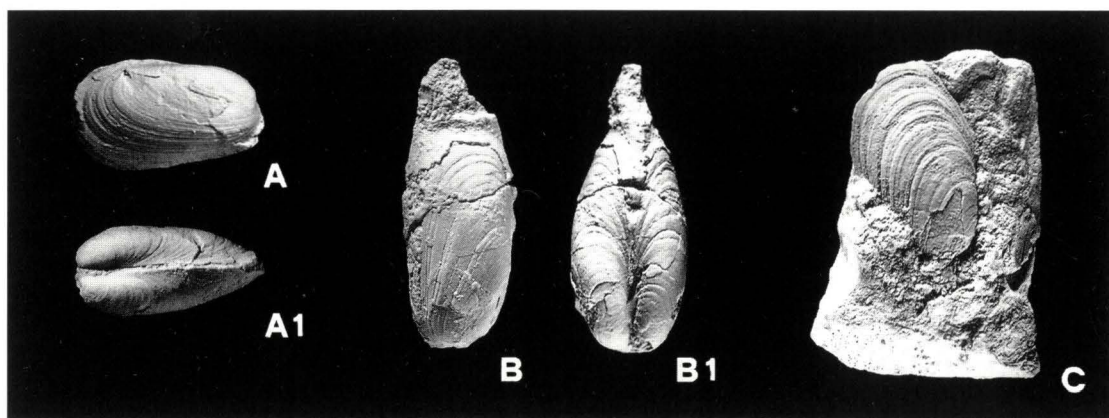


Fig. 4 – *Lithophaga alpina* (Zittel, 1866), Santoniano di Pinei.

A) Valva destra (A) e veduta dorsale (A1) dell'esemplare DGP 28439.

B) Valva destra (B) e veduta dorsale (B1) dell'esemplare DGP 28440 in posizione di vita. Si può notare l'appendice del tratto posteriore del modello interno, corrispondente grosso modo alla parte occupata dai sifoni entro *Actinastrea elongata*.

C) Valva destra dell'esemplare DGP 28440 all'interno di *Actinastrea elongata*.

Tutti gli ingrandimenti sono x 2,5.

Distribuzione – Santoniano – ?Maastrichtiano dell'Autria (Gosau), Santoniano – Campaniano inferiore della Romania e Santoniano (probabilmente superiore) dell'Italia nord-orientale.

Habitat – I ritrovamenti di *L. alpina* finora noti indicano che questa specie, tipicamente gregaria, prediligeva come substrato per il suo insediamento le colonie coralline. Già Zittel (1866) aveva messo in evidenza come i tipi della specie da lui istituita fossero ospitati “in den Korallenbanken im Gosauthal”. Kleemann, in occasione del riesame di tale materiale (1983, 1994b), precisa che nel Santoniano di Abtenau il corallo scelto dal bivalve come substrato è rappresentato dalla specie “*Astrocoenia decaphylla* Milne Edward & Haime, 1848” [= *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847)]. Lo stesso Kleemann (1994a) segnala la medesima associazione in altri affioramenti del Gosau, sempre santoniani, come ad esempio quelli presso Admont. Anche in Romania *L. alpina* è stata rinvenuta all'interno di coralli, dei quali purtroppo non è stata effettuata la determinazione (Pálffy, 1902).

I RAPPORTI TRA BIVALVI PERFORANTI E SUBSTRATI CORALLINI

Molti organismi perforanti mostrano una spiccata selettività nella scelta del tipo di substrato entro cui si insediano, soprattutto quando questo è di natura organica (Kleemann, 1980; Boucot, 1990), tanto da far supporre in molti casi una precisa specializzazione ed una potenziale interazione tra gli organismi per i quali si instaura un tale rapporto. In particolare quando il substrato è costituito da coralli vivi gli organismi ospiti devono essere estremamente specializzati: cioè le larve devono essere in grado di passare indenni attraverso i velenosi cnidoblasti dei polipi e, dopo la metamorfosi, gli individui devono riuscire a crescere insieme al corallo mantenendosi ad una distanza costante rispetto all'interfaccia substrato/acqua cercando in tal modo di evitare di venire soffocati. La capacità di abitare all'interno di substrati vivi costituisce una caratteristica esclusiva di pochi organismi. In particolare entro coralli attuali si trovano soprattutto cirripedi pyrgomidi e bivalvi (Boucot, 1990) e, tra questi ultimi, quasi esclusivamente quelli che perforano chimicamente, e quindi in prevalenza specie appartenenti al genere *Lithophaga* Röding, 1798 (Kleemann, 1980, 1990 e 1994a). Anche nelle associazioni fossili è possibile ipotizzare casi simili di specializzazione sulla base di alcune particolarità che, nel caso di colonie di coralli e bivalvi litofagidi, si possono così schematizzare:

- le perforazioni operate dai bivalvi sono allungate secondo la direzione di crescita dei coralliti;
- le perforazioni sono generalmente più lunghe del bivalve ospitato e sono caratterizzate, nella parte basale, dalla presenza di serie successive di “pavimenti”;

– le perforazioni operate da alcuni taxa sono accompagnate da un rivestimento calcareo.

Anche i legami simbiotici tra i due gruppi di organismi associati possono essere di tipo diverso: con relazioni di mutualismo, di commensalismo o di parassitismo. Nel caso di associazioni tra coralli coloniali e bivalvi litofagidi, Kühnelt (1931) ritiene che i coralli siano infestati quando si vengano a trovare in condizioni ambientali lontane dal loro optimum e quindi quando essi non siano in grado di opporre ai bivalvi sufficiente resistenza. In tali situazioni la crescita dei coralli sarebbe lenta e quindi essi non sarebbero capaci di soffocare i loro ospiti. Kleemann (1982, 1994a) ritiene invece che i rapporti tra i due gruppi di organismi simbiotici siano vantaggiosi per entrambi: cioè le colonie coralline, prevalentemente di tipo massiccio e di forma globulosa, una volta infestate diventerebbero più leggere e quindi non affonderebbero nel substrato ed i bivalvi, nel contempo, troverebbero nelle colonie un substrato adatto, disponibile e non sfruttato da altri organismi endolitici.

Infestazioni anche molto intense non sembrerebbero costituire un pericolo per la vita dei coralli (i quali potrebbero addirittura trarre nutrimento dai prodotti della decomposizione dei bivalvi morti), mentre lo potrebbero diventare per i bivalvi ospitati in quanto una svantaggiosa competizione intraspecifica potrebbe provocare la morte di un certo numero di litofagidi nei primi stadi della loro crescita (Kleemann, 1980, 1982, 1994a). In molti casi ciò sarebbe testimoniato dalla presenza, all'interno delle colonie di coralli, di un elevato numero di piccole perforazioni cieche: esse corrisponderebbero chiaramente ad originarie nicchie di piccoli litofagidi non sopravvissuti, chiuse dai coralli appena queste non risultavano più occupate dai sifoni dei bivalvi [si vedano ad esempio i casi recentemente illustrati da Wilmsen (1996) per il Cenomaniano della Spagna settentrionale]. Sempre secondo Kleemann (1982), inoltre, per molti esempi sia fossili che attuali si può dedurre che l'ambiente nel quale si è sviluppata la convivenza tra coralli e bivalvi litofagidi doveva essere estremamente favorevole per entrambi i gruppi in quanto non si rileva nessuna anomalia strutturale né nei primi (le cui colonie raggiungono spesso notevoli dimensioni) né nei secondi (dei quali spesso si trovano, nella stessa colonia, parecchie generazioni successive).

Nel considerare i rapporti tra ospiti e ospitanti bisogna infine ricordare che la localizzazione della conchiglia adulta dei bivalvi è limitata alle porzioni morte dei coralli e che solo la fascia occupata dai loro sifoni interessa la parte attiva delle colonie.

Sulla base di osservazioni effettuate da Fürsich *et al.* (1994) su materiale dell'India occidentale, la capacità di *Lithophaga* di scegliere per il suo insediamento substrati corallini vivi sembrerebbe risalire almeno al Giurassico medio.

I RAPPORTI TRA *LITHOPHAGA ALPINA* E
ACTINASTREA ELONGATA DI PINEI

Le perforazioni di maggiori dimensioni operate dal bivalve sono orientate secondo la direzione di crescita della piccola colonia corallina, cioè hanno sviluppo pressoché radiale, mentre quelle di dimensioni minori, più numerose, sono disposte in maniera meno regolare. A differenza delle prime, che sono localizzate nella parte periferica della colonia, le seconde sono distribuite nelle porzioni più interne della stessa. Le nicchie di abitazione del bivalve (= ichnogen. *Gastrochaenolites* Leymerie, 1842) sono leggermente più grandi delle conchiglie presenti al loro interno, sono di forma grossolanamente cilindrica ed hanno una accentuata strozzatura verso l'esterno che corrisponde in maniera evidente alla parte del corallo originariamente percorsa dai sifoni del mollusco. In qualche caso il riempimento delle perforazioni ad opera del sedimento, dopo la morte del bivalve, ha portato alla formazione del calco del condotto sifonale, come lascia chiaramente vedere l'esemplare delle figure 4B e 4B1: l'appendice del modello interno nella porzione posteriore della conchiglia di *L. alpina* rappresenta grosso modo il volume originario dello spazio occupato dai suoi sifoni entro la parte viva della colonia.

Le nicchie di abitazione del bivalve non presentano né rivestimenti né serie di pavimenti assimilabili a quelli che accompagnano alcune specie di *Lithophaga* sia attuali [p. es. *L. bisulcata* (d'Orbigny, 1842); Kleemann, 1982 e Scott, 1988] che fossili [p. es. *L. palmerae*, Krumm & Jones, 1993, dell'Eocene della Florida e *L. coralliophila*, Kleemann, 1994b, del Miocene medio dell'Austria] e che sono legati a secrezioni operate dal bivalve per potersi stabilizzare progressivamente verso l'esterno, parallelamente alla crescita dei coralli, in modo da mantenere una distanza pressoché inalterata rispetto all'interfaccia colonia corallina/acqua. L'assenza di pavimenti nella parte inferiore delle nicchie di abitazione del bivalve di Pinei potrebbe forse rappresentare una conferma del fatto che la capacità di secernere carbonato di calcio "esternamente" al guscio è stata acquisita dai rappresentanti del genere *Lithophaga* solo a partire dall'Eocene, come risulta dalle segnalazioni di Krumm & Jones (1983) e di Kleemann (1994b).

La forma strozzata verso l'alto delle nicchie di abitazione di *Lithophaga alpina*, soprattutto di quelle di maggiori dimensioni, indica che il bivalve si è insediato quando la colonia corallina era viva e che la crescita di *Actinastrea elongata* procedeva in un certo senso di pari passo rispetto a quella del mollusco, in maniera da lasciare sempre libero lo spazio occupato dai sifoni di quest'ultimo. In altre parole lo stimolo del corallo a chiudere le nicchie veniva costantemente ostacolato ed impedito dalla presenza attiva dei sifoni del bivalve.

La particolarità di *L. alpina* di insediarsi entro substrati corallini vivi è stata dedotta anche da

Kleemann (1994a) per gli esemplari santoniani del Gosau, rinvenuti entro colonie di *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847). La capacità di scegliere il substrato sembra perciò costituire un carattere specifico di questo bivalve. Non è vincolante invece il legame tra *L. alpina* e le specie coralline nelle quali essa si insediava, come dimostra il fatto che è stata rinvenuta all'interno sia di *Actinastrea elongata* che di *A. decaphylla*. Analogamente a *L. alpina*, anche altre specie di *Lithophaga* si trovano all'interno di taxa diversi di coralli e così pure entro una stessa specie di corallo si possono trovare ospitate forme differenti di *Lithophaga*. A tale riguardo Kleemann (1977, 1980 e 1990) riporta numerosi esempi di specie attuali localizzate in coralli vivi: *L. laevigata* (Quoy & Gaimard, 1835) è presente in almeno dodici taxa di coralli; *L. simplex* Iredale, 1939 è stata osservata all'interno di una decina di specie coralline; *L. purpurea* Kleemann, 1980 è ospite in cinque diverse specie di Scleractinia ed in un caso assieme a *L. hanleyana* (Reeve, 1857); *L. kuehnelti* Kleemann, 1977 è segnalata all'interno di *Acropora palifera* (Lamarck, 1816), talora anche in compagnia di *L. lessepsiana* (Vaillant, 1865).

L'ipotesi di un legame di tipo simbiotico tra *Lithophaga alpina* e *Actinastrea elongata* viene rafforzata se si considerano i valori del rapporto L/B della conchiglia del bivalve, i quali si aggirano intorno a 2,1 - 2,2 negli esemplari di Pinei e 2,1 - 2,4 nei tipi esaminati da Kleemann (1983). Difatti, in base alle ricerche effettuate da Scott (1988) su varie specie attuali di *Lithophaga*, questo rapporto presenta valori inferiori a 3 nelle forme insediate entro coralli vivi e maggiori di 3 nelle specie perforanti colonie coralline morte.

Un'ulteriore conferma del carattere simbiotico del legame tra *Lithophaga alpina* e *Actinastrea elongata* è indirettamente fornita dal fatto che finora nessuno dei numerosi gusci di molluschi di grandi dimensioni e con forti spessori presenti a Pinei [ad esempio *Spondylus arcuatus* (Catullo, 1834), *Plagiostoma hoernesii* (Zittel, 1866), rudiste e nerinee], i quali avrebbero potuto costituire un ottimo substrato calcareo per l'insediamento di bivalvi litofagidi, mostra tracce di bioerosione né ad opera di *Lithophaga alpina* né da parte di altri taxa, a differenza di quanto si osserva ad esempio nei calcari a rudiste cenomaniani della vicina area di Col dei Schiosi (Friuli occidentale), dove spesse valve di *Chondrodonta joannae* (Choffat, 1886) e grandi gusci di nerinee risultano infestati da *Botuloides intermedius* (d'Orbigny, 1845), un altro membro delle Lithophaginae (Dhondt & Dieni, 1993, p. 70, tav. 1, fig. 5 e tav. 18, fig. 1).

CONCLUSIONI

In base ad alcune caratteristiche delle nicchie di abitazione e tenendo conto della morfologia della conchiglia è chiaro che *Lithophaga alpina* si insediava solo entro coralli vivi. Infatti:

– le perforazioni sono prevalentemente orientate secondo la direzione di crescita del corallo e la loro forma è strozzata verso l'alto,

– la conchiglia è significativamente meno allungata rispetto a quella delle specie di *Lithophaga* che perforano substrati passivi.

Il legame di tipo simbiotico molto stretto che univa il bivalve a colonie coralline vive non aveva tuttavia un carattere specifico esclusivo, come dimostra il fatto che mentre nel Santoniano di Pinei *Lithophaga alpina* viveva entro *Actinastrea elongata*, in livelli pressoché coevi del Gosau essa risulta insediata entro colonie di *Actinastrea decaphylla* (Michelin, 1847).

Il rapporto tra questa specie di bivalve ed i coralli probabilmente rappresenta un caso di "commensalismo obbligato" (Brenchley & Harper, 1998), in cui il vincolo risultava indispensabile per la sopravvivenza del bivalve litofagide ma non era essenziale per la vita dei coralli che lo ospitavano.

RINGRAZIAMENTI

Dei due autori, G. Forteleoni ha curato la parte generale, lo studio del bivalve e l'analisi dei suoi rapporti con il substrato corallino, H. Eliášová ha determinato e descritto il corallo.

Entrambi desiderano ringraziare: I. Dieni per la lettura critica del manoscritto e per le proficue discussioni che hanno consentito sensibili miglioramenti del testo; A. Belloni che ha messo a disposizione il materiale studiato; N. Michelin e S. Castelli rispettivamente per l'esecuzione del disegno e delle fotografie; C. Furlan del C.U.G.A.S. dell'Università di Padova per le fotografie stereoscopiche al S.E.M.; S. Boesso per la disponibilità nella ricerca del materiale bibliografico; C. Brogiato per l'aiuto nella composizione delle figure. Vivissima riconoscenza va ad A. Dhondt ed A. Minelli per la cortesia con cui hanno risposto a richieste di informazioni e fotocopie.

Ricerca finanziata con i fondi MURST, esercizio 1997 (resp. I. Dieni).

BIBLIOGRAFIA

- ALLOITEAU, J., 1952, Madréporaires post-paléozoïques. In Piveteau, J., *Traité de Paléontologie*, Masson et Cie Ed., 1: 539-684, Paris.
- , 1954, Le genre *Actinastrea* d'Orbigny, 1849 dans le Crétacé supérieur français: *Ann. Hébert Haug*, 8: 1-104, 10 tavv., Paris.
- BOUCOT, A.J., 1990, Evolutionary paleobiology of behavior and coevolution: 725 pp., Elsevier, Amsterdam.
- BRECHLEY, P.J. & HARPER, D.A.T., 1998, Palaeoecology: ecosystems, environments and evolution: 402 pp., Chapman & Hall, London.
- CESTARI, R., 1992, *Radiolites dario* (Catullo), 1834: a priority case in the radiolites taxonomy (Radiolitidae, Hippuritoida): *Geologica rom.*, 28: 27-47, 11 figg., 1 tav., Roma.
- , PONS, J.M. & SIRNA, G., 1995, Redescription of *Vaccinites fortisi* (Catullo, 1834): *Rev. mex. Cienc. geol.*, 12: 169-178, 3 figg., Mexico, D. F.
- COLLINS, J.S.H. & DIENI, I., 1995, New decapod crustaceans from the Cenomanian rudist limestones of NE Italy: *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, 22: 67-72, 2 figg., Mizunami.
- COSTA, V., DOGLIONI, C., GRANDESSO, P., MASETTI, D., PELLEGRINI, G.B. & TRACANELLA, E., 1996, Note illustrative della carta geologica d'Italia, scala 1:50.000, Foglio Belluno: *Serv. geol. d'Italia*, Roma.
- DHONDT, A.V. & DIENI, I., 1991, Rudist-associated Cretaceous bivalves: Saito Ho-on Kai spec. Publ., 3 (Proceed. of Shallow Tethys 3, Sendai 1990): 193-200, 2 figg., Sendai.
- , & —, 1992, Non rudistid bivalves from Cretaceous rudist formations: *Geologica rom.*, 28: 211-218, 3 figg., Roma.
- , & —, 1993, Non-rudistid bivalves from Late Cretaceous rudist limestones of NE Italy (Col dei Schiosi and Lago di S. Croce areas): *Mem. Sci. geol.*, 45: 165-241, 18 figg., 20 tavv., Padova.
- FÜRSICH, F.T., PANDEY, D.K., OSCHMANN, W., JAITLEY, A.K. & SINGH, I.B., 1994, Ecology and adaptive strategies of corals in unfavourable environments: Examples from the Middle Jurassic of the Kachchh Basin, Western India: *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 194: 269-303, 19 figg., Stuttgart.
- GHETTI, S. & CANSIAN, G., 1989, Stratigrafia del "Bus de la Genziana" (Cansiglio, Prealpi Venete): *Studi trent. Sci. nat.*, 65, *Acta Geol.*: 125-140, 7 figg., Trento.
- KLEEMANN, K.H., 1977, A new species of *Lithophaga* (Bivalvia) from the Great Barrier Reef, Australia: *The Veliger*, 20: 151-154, 2 tavv., Berkeley.
- , 1980, Boring bivalves and their host corals from the Great Barrier reef: *J. moll. Stud.*, 46: 13-54, 43 figg., London.
- , 1982, Ätzmuscheln im Ghetto? *Lithophaga* (Bivalvia) aus dem Leithakalk (Mittel-Miozän: Badenien) von Müllendorf in Wiener Becken, Österreich: *Beitr. Paläont. Österr.*, 9: 211-231, 1 fig., 5 tavv., Wien.
- , 1983, Catalogue of recent and fossil *Lithophaga* (Bivalvia): *J. moll. Stud.*, suppl. 12: 1-46, London.
- , 1990, Evolution of chemically-boring Mytilidae (Bivalvia). In Morton, B. (ed.), *The Bivalvia - Proceedings of a Memorial Symposium in Honour of Sir C. M. Yonge*, Edinburgh, 1986: 111-124, 1 fig., 5 tavv., University Press, Hong Kong.
- , 1994a, Mytilid bivalve *Lithophaga* in Upper Triassic coral *Pamiroseris* from Zlambach beds compared with Cretaceous *Lithophaga alpina*: *Facies*, 30: 151-154, 1 tav., Erlangen.
- , 1994b, Associations of corals and boring bivalves since the Late Cretaceous: *Facies*, 31: 131-140, 2 tavv., 3 figg., Erlangen.
- KRUMM, D.K. & JONES, D.S., 1993, New coral-bivalve association (*Actinastrea - Lithophaga*) from the Eocene of Florida: *J. Paleont.*, 67: 945-951, 4 figg., Lawrence.
- KÜHNELT, W., 1931, Über ein Massenvorkommen von Bohrmuscheln im Leithakalk von Müllendorf im Burgenland: *Palaeobiol.*, 4: 239-250, 2 tavv., Wien.
- LEYMERIE, M.A., 1842, Suite du mémoire sur le terrain crétacé du Département de l'Aube: *Mém. Soc. géol. Fr.*, 4: 1-34, Paris.
- MATTHEWS, S.C., 1973, Notes on open nomenclature and on synonymy lists: *Palaeontology*, 16: 713-719, London.
- MICHELIN, H., 1840-1847, *Iconographie zoophytologique: description par localité et terrains des polypiers fossiles de France et pays environnantes*: 348 pp., 79 tavv., Paris.
- MOORE, R.C. (ed.), 1969, *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part N, Mollusca 6 (Bivalvia), 1: XXXVIII+489 pp., Geol. Soc. Amer. & Univ. Kansas, Lawrence.
- PÁLFY, M., VON, 1902, Die oberen Kreideschichten in der Umgebung von Alvincz: *Mitt. Jb. k. ung. geol. Anst.*, 13: 237-348, 9 tavv., Budapest.
- RICHTER, R., 1948, Einführung in die zoologische Nomenklatur, (II Aufl.): 252 pp., Kramer, Frankfurt am Main.
- SCOTT, P.J.B., 1988, Distribution, habitat and morphology of the Caribbean coral- and rock-boring bivalve, *Lithophaga bisul-*

cata (d'Orbigny) (Mytilidae: Lithophaginae): J. moll. Stud., 54: 83-95, 8 figg., London.

WILMSEN, M., 1996, Flecken-Riffe in den Kalken der "Formación de Altamira" (Cenoman, Cobreces/Toñanes-Gebiet, Prov. Kantabrien, Nord-Spanien): Stratigraphische Position, fazielle Rahmenbedingungen und Sequenzstratigraphie: Berlin. geowiss. Abh., E 18: 353-374, 4 figg., 4 tavv., Berlin.

ZITTEL, K.A., 1865-1866, Die Bivalven der Gosaugebilde in den Nordöstlichen Alpen: Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, math. nat. Kl., 24: 105-179 (1865), tavv. 1-10; 25: 77-198, tavv. 11-27 (1866), Wien.

(manoscritto pervenuto il 28 settembre 1998
accettato il 15 maggio 1999)

Giovanna FORTELEONI

Dipartimento di Geologia,
Paleontologia e Geofisica
Via Giotto 1, I-35137 Padova (Italia)

Helena ELIÁŠOVÁ

Mexicka 5
CZ - 10100 Praha 10 (Repubblica Ceca)