



GLI SCHIZASTERIDI (ECHINOIDEA) DEL PLIO-PLEISTOCENE DELL'EMILIA

Enrico Borghi - *Società Reggiana di Scienze Naturali*

Riassunto: Due sole specie appartenenti alla famiglia Schizasteridae Lambert, 1905 vengono riconosciute in una campionatura costituita da 123 esemplari raccolti in otto località plio-pleistoceniche dell'Emilia: *Ova canalifera* (Lamarck, 1816) e *Schizaster braidensis* Botto Micca, 1896. Gli esemplari meglio conservati hanno permesso di rilevare dati biometrici attendibili e di analizzare particolari morfologici ancora non noti nelle popolazioni fossili di queste specie, come l'aspetto e la distribuzione delle valve delle *pedicellariae*.

I risultati dell'analisi morfologica e di quella statistica biometrica mostrano che i fossili attribuiti ad *Ova canalifera* corrispondono alla popolazione vivente di questa specie, che è endemica del Mediterraneo. Si nota tuttavia nel campione fossile una variabilità decisamente maggiore relativamente alla presenza/assenza della fasciola laterale e delle irregolarità delle serie porifere nell'ambulacro frontale. In particolare, lo "sdoppiamento" delle serie porifere, che è già prevalente negli esemplari del Piacenziano, diviene ancora più frequente in quelli del Pleistocene, mentre costituisce una caratteristica costante nella popolazione attuale. Nel Plio-Pleistocene *Ova canalifera* abitava fondali siltosi o siltoso-sabbiosi dell'Infralitorale e del Circalitorale superiore, analogamente alla popolazione attuale del Mediterraneo.

Schizaster braidensis era invece una specie esclusiva di fondali fangosi profondi, del piano Circalitorale inferiore-Batiale superiore, e faceva parte del gruppo degli echinoidi tipici di acque fredde che si sono estinti nel Mediterraneo nel corso del Quaternario.

La consistenza delle campionature esaminate e la presenza di serie di esemplari che mostrano una transizione graduale anche tra le caratteristiche morfologiche apparentemente più distanti sembrano escludere la presenza di altre specie di schizasteridi, almeno per quanto riguarda le località dell'Emilia esaminate.

Parole chiave: Echinoidi, Schizasteridae, Pliocene e Pleistocene, Emilia

Abstract: THE SCHIZASTERIDS (ECHINOIDEA) IN THE PLIO-PLEISTOCENE OF EMILIA.

Fossils echinoids attributable to the family Schizasteridae Lambert, 1905 are frequent in the Plio-Pleistocene deposits of the Mediterranean area, however, well preserved specimens are rare due to the fragility of the test. Phillippe (1998) affirmed that "when dealing with the genus *Schizaster* it is not prudent to take into account the test shape, the lateral profile and the position of the apical disc" and concluded that the taxonomic distinction based only on these features was not reliable. In the past, this recommendation has not been fully taken into consideration, leaving ample space to the subjective interpretation. As a consequence, the taxonomy of the genus *Schizaster* Agassiz, 1835 is still largely unresolved, with more than 200 fossil species reported in the literature, for just 4 living ones (Mortensen, 1951).

Eleven species of *Schizaster* have been recorded from the Plio-Pleistocene of Italy (Tab. 1). A large sample (made of 123 specimens) from eight Emilian localities (Northern Italy) enabled comparison based on modern methods. In particular, well preserved specimens, represented by whole and almost undeformed tests, have been collected from Gelasian and Calabrian deposits in the Arda River, near Castell'Arquato (Piacenza), and the Stirone River, near Salsomaggiore



(Parma), embedded within silty and silty-sandy sediments. A number of specimens have been found in life position, with spines and valves of the *pedicellariae*, which are rarely preserved in the fossils. In this respect, Mortensen (1951) stressed the importance of the valves of *pedicellariae* in the taxonomy of the Recent species of *Schizaster*. The preservation of the sample available to study enabled to analyse morphological particulars which have been overlooked or misunderstood by ancient scholars, such as the plates arrangement, the number of the gonopores in the apical disc, the presence/absence of the lateral fasciole and the irregularity in the pore-series of the frontal *ambulacrum* (the “doubling series” of Mortensen, 1951), and to evaluate the variability range of these features.

Only 2 species belonging to the Schizasteridae have been recognised in the Plio-Pleistocene of Emilia: *Ova canalifera* (Lamarck, 1816) and *Schizaster braidensis* Botto Micca, 1896.

The attribution to the genus *Ova* Gray, 1825 has been based on the presence of only 2 gonopores in the apical system (Smith & Kroh, 2011). In *Ova canalifera* the presence of the lateral fasciole and of irregular pore series improves gradually in frequency from the Piacenzian to the Calabrian; these features are almost constant (that is commonly present) in the Recent population, which is endemic of the Mediterranean. *O. canalifera* is similar to the Late Miocene *O. sahelensis* Pomel, 1887 and likely derives from it (Néraudeau et al., 2001); however, in the original diagnosis of *O. sahelensis* (Pomel, 1885, 1887) and in subsequent citations (e.g. Lachkhem & Roman, 1995), there is no mention of the doubled pore-series. Néraudeau et al. (2001) affirmed that the presence of doubled pore-series was present in the pre-evaporitic Messinian population of *O. sahelensis*, although the “regular-series” condition was still prevalent. Since the doubled series condition is prevalent in the Plio-Pleistocene sample under study (more than 75% of the observed cases), the fossils under study are here assigned to *O. canalifera*. The fossils belonging to this species inhabited Infralittoral to upper Circalittoral environments (Guardiani, 1993; Fornaciari, 1977), with a maximum frequency between 20-30 m depth, and lived burrowed within sediments made by silt or silty-sand, as the Recent Mediterranean population (Kohler, 1927; Mortensen, 1951; Schinner, 1993). Concentrations of specimens in life position with spines and valves of the *pedicellariae* in Early Pleistocene levels of the Stirone and Arda Rivers, point to mass-mortality events. In both these localities the lethal factor was likely imposed by a hyposaline condition associated with high-density freshwater flows entering shallow marine environments. Similar mass-mortality accumulations, consisting of hundreds of beached tests of *Echinocardium spp.* and *Ova canalifera*, have been often observed along the Tyrrhenian coasts as a consequence of intense river floods (Borghi, 2014).

Schizaster braidensis was a deep-water echinoid, found only in muddy environments attributed to the lower Circalittoral-upper Bathyal (Ceregato et al., 2007). It likely belonged to the small group of cold stenothermal echinoids which extinguished in the Mediterranean during the middle-late Pleistocene (Borghi et al., 2016). Concentrations of complete specimens in life position have been found in the Piacenzian of Campore (Parma); in this case the lethal factor likely consisted of the disaerobic conditions on the bottom associated with the *Korobkovia oblonga-Jupiteria concava* community studied by Ceregato et al. (2007).

The presence in the Plio-Pleistocene of Emilia of other species belonging to *Ova* or *Schizaster* cannot be excluded; however, the consistency and preservation of the studied sample makes it unlikely, at least in the examined Plio-Pleistocene localities of the Emilia Region.

Key words: Echinoids, Schizasteridae, Pliocene and Pleistocene, Emilia (Northern Italy).

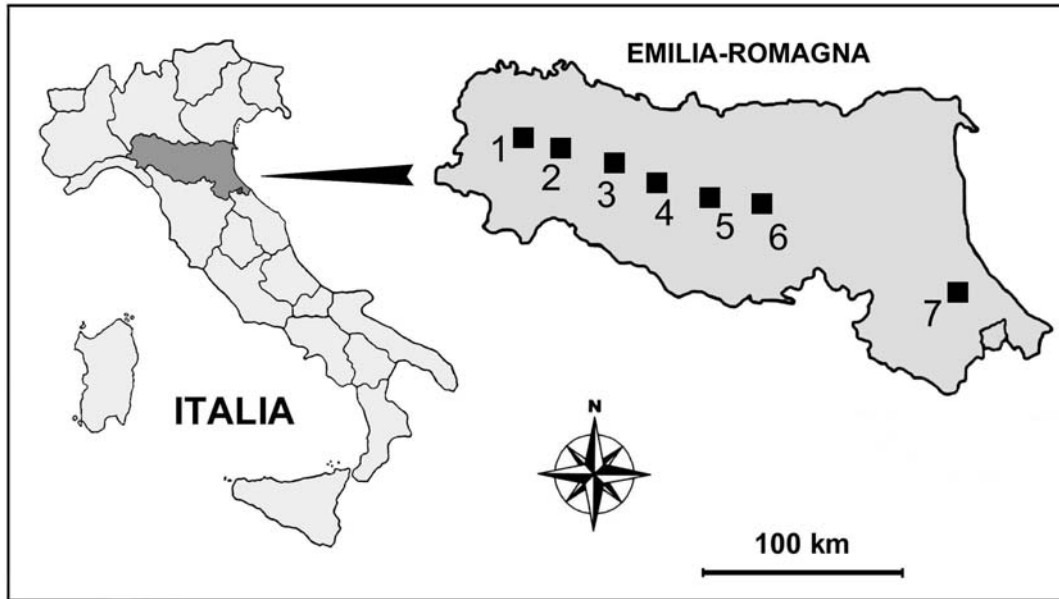


Figura 1 - Mappa delle località di ritrovamento in Emilia-Romagna: 1) Rio Rosello presso Sariano (Zanclano) e Rio dei Carbonari presso Badagnano (Piacenziano), (Piacenza); 2) Torrente Arda presso Castell'Arquato (Piacenza), Pleistocene inferiore; 3) Torrente Stirone (Pleistocene inferiore) e Campore (Piacenziano) presso Salsomaggiore (Parma); 4) Quattro Castella (Piacenziano) e San Polo d'Enza (Calabriano), (Reggio Emilia); 5) Rio Ruffino presso Scandiano (Zanclano) e Rio Rocca presso San Valentino (Piacenziano), (Reggio Emilia); 6) Torrente Tiepido (Calabriano), presso Torre Maina (Modena), 7) Sogliano sul Rubicone (Forli-Cesana), Pleistocene inferiore.

Introduzione

Nel Neogene europeo i fossili riferibili alla famiglia Schizasteridae Lambert, 1905 sono frequenti, tuttavia gli esemplari che non presentano deformazioni significative sono rari a causa della notevole fragilità della teca. Philippe (1998) affermò che “quando si tratta del genere *Schizaster* non è prudente tener conto della forma generale della teca, della posizione dell'apice...e del profilo laterale ” e sottolineò che “le distinzioni tassonomiche basate su queste caratteristiche non possono essere considerate affidabili”. In passato questa avvertenza non è stata tenuta nella dovuta considerazione e i criteri di studio, che non comprendevano analisi statistiche biometriche, lasciavano ampio spazio alla valutazione soggettiva. Come conseguenza, la tassonomia del genere *Schizaster* L. Agassiz, 1835 è tuttora molto complessa, tanto che Mortensen (1951) lamentava la presenza in letteratura di oltre 200 specie fossili attribuite a questo genere, a fronte di sole 4 specie viventi.

Nel Plio-Pleistocene italiano sono state segnalate 11 specie diverse di *Schizaster* (Tab. 1), tuttavia la maggior parte di queste citazioni è stata basata su materiale quantitativamente scarso e non ben conservato. Le eccellenti condizioni di conservazione nelle quali si trovano questi echinoidi in alcune località dell'Emilia (Borghi, 2014) hanno consentito un'indagine con criteri moderni, cioè basata su campionature consistenti che hanno consentito di valutare il campo di variabilità dei caratteri morfologici e di chiarire particolari trascurati dagli antichi studiosi come la disposizione delle piastre, il numero dei gonopori, la presenza/assenza della



fasciola laterale e delle irregolarità delle serie porifere nell'ambulacro frontale, tutti elementi ritenuti oggi importanti nella classificazione degli schizasteridi. Gli esemplari meglio conservati, completi e quasi indeformati, sono stati raccolti soprattutto nei depositi del Pleistocene (Gelasiano e Calabriano) affioranti lungo i torrenti Arda, presso Castell'Arquato (Piacenza), e Stirone, presso Salsomaggiore (Parma), entro sedimenti a grana fine, siltosi o siltoso-sabbiosi. Qui, numerosi esemplari si presentavano ancora in posizione di vita, muniti degli aculei e delle valve delle *pedicellariae*, particolari che si conservano molto raramente nei fossili. A questo proposito occorre ricordare che Mortensen (1951) sottolineò la notevole importanza delle valve delle *pedicellariae* per la distinzione a livello specifico delle stesse popolazioni viventi di *Schizaster*.

Materiali e metodi

Il materiale utilizzato per lo studio è stato consegnato al Museo Civico "Museo del Mare" di Salsomaggiore (codici con prefisso Oc. e Sb.) e comprende: 53 esemplari del Pleistocene inferiore (Gelasiano-Calabriano) e 2 incompleti del Piacenziano basale del torrente Stirone presso Salsomaggiore (Parma), 50 del Pleistocene inferiore del torrente Arda presso Castell'Arquato (Piacenza), 2 incompleti del Calabriano del torrente Enza, presso San Polo (Reggio Emilia), 6 del Piacenziano della cava di Campore presso Salsomaggiore (Parma), 2 incompleti del Piacenziano di Rio Rosello presso Sariano (Piacenza), 1 incompleto del Piacenziano di Rio dei Carbonari (Piacenza), 2 frammenti piritizzati del Piacenziano di cava Moia presso Quattro Castella (Reggio Emilia) e 7 esemplari dello Zancleano della cava di Rio Ruffino (Reggio Emilia). Tutte le cave citate sono attualmente inattive.

L'ubicazione delle località dell'Emilia-Romagna citate in questo lavoro è riportata in Figura 1. Altri fossili sono stati esaminati presso l'Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Parma, il Museo Civico "Eusebio" di Alba (Cuneo) e il Museo del Di.Te.Ris. dell'Università di Genova, dove sono conservati 12 esemplari di *Schizaster braidensis* di Zinola (Savona) e Genova (GEIV-G/60 e LF.01/814 sono qui figurati) descritti da Airaghi (1901). Il tipo di *S. lamberti* Checchia Rispoli, 1916 e altri esemplari del Plio-Pleistocene della Sicilia sono conservati al Museo dell'Istituto di Geologia dell'Università di Palermo.

Sono stati utilizzati per confronto anche nove esemplari attuali di *Ova canalifera*, tre dei quali provenienti da Grado e Chioggia (Mare Adriatico), e sei da Orbetello (Mar Tirreno).

Abbreviazioni riguardanti la morfologia: La, Lp, Na, Np: rispettivamente lunghezza e numero delle coppie di pori negli ambulacri aborali appaiati anteriori (La, Na) e posteriori (Lp, Np). TH, TL, TW: rispettivamente altezza, lunghezza e larghezza della teca. Nella discussione sono stati utilizzati principalmente i rapporti di forma, espressi come %TL

L'analisi morfologica è basata sugli elementi meno influenzati dalle deformazioni, perché ritenuti gli unici affidabili: numero dei gonopori, disposizione dei pori nell'ambulacro anteriore (serie regolari o sdoppiate), presenza/mancanza della fasciola laterale, aspetto valve delle *pedicellariae* e loro distribuzione sulla teca, schemi della disposizione delle piastre, forma e lunghezza dei petali appaiati e numero delle coppie di pori in essi presenti.

Risultati

L'esame dei fossili disponibili per lo studio indica che nel Plio-Pleistocene dell'Emilia sono presenti solo due generi diversi appartenenti alla famiglia Schizasteridae Lambert, 1905. *Ova* Gray, 1825, è caratterizzato dalla presenza costante di 2 soli gonopori nell'apparato apicale (Smith & Kroh, 2011) ed è presente nel Pliocene (Piacenziano) e, soprattutto, nel Pleistocene



inferiore. Nel Pliocene (Zancleano e Piacenziano) si trova un'altra specie che possiede 4 gonopori, ed è quindi da attribuire al genere *Schizaster* Agassiz, 1835.

La fasciola laterale è assente o molto sottile in una parte degli esemplari di *Ova* (ca. il 20% dei casi). Secondo Mortensen (1951) la popolazione di *O. orbignyana* vivente nei Caraibi mostra la fasciola laterale ben distinta, mentre quella del nord Atlantico ce l'ha più ridotta e talvolta è assente; ciò evidenzia la variabilità intraspecifica relativa a questo particolare morfologico in specie viventi. La mancanza della fasciola viene utilizzata anche per distinzioni a livello generico, ad es. per separare il genere *Hypselaster* Clark, 1917, che ne è privo, da *Schizaster*. L'attribuzione ad *Hypselaster* proposta da Botto Micca (1896) per *Schizaster braidensis* del Piacenziano del Piemonte è da escludere dal momento che la fasciola laterale è presente, anche se spesso è molto sottile e si distingue con difficoltà, negli esemplari esaminati.

Il gruppo dei fossili in esame attribuibili ad *Ova* mostra una completa corrispondenza morfologica con la popolazione attuale di *Ova canalifera* (Lamarck, 1816), specie endemica del Mediterraneo. Nei fossili in esame si nota spesso un'irregolarità nella disposizione dei pori nell'ambulacro frontale (Fig. 14): questo "sdoppiamento" (*sensu* Mortensen, 1907) delle serie porifere, che si nota già in una parte degli esemplari pliocenici, diviene condizione prevalente nel Pleistocene (oltre il 75% dei casi) ed è praticamente costante nella popolazione attuale.

Secondo Néraudeau et al. (2001), *Ova sahelensis* (Pomel, 1887), citata dal tardo Miocene sino al Pliocene basale dell'Algeria, mostra già nel Messiniano inferiore la tendenza allo sdoppiamento delle serie porifere nell'ambulacro frontale. Tuttavia, la presenza di questa caratteristica non fu menzionata nella diagnosi originale di questa specie e neppure in Lachkhem & Roman (1995) che descrissero esemplari ben conservati di questa specie provenienti dal Messiniano di Melilla (Nord Africa). Nella diagnosi originale di *Schizaster barbarus* e *S. cavernosus*, attualmente considerati in sinonimia con *O. sahelensis* (Néraudeau et al., 2001), Pomel (1887) indicò chiaramente "pores serrées en série unique". Néraudeau et al. (2001, fig. 6a) affermano che la disposizione più comune dei pori nel Messiniano è quella regolare. E' possibile che *O. sahelensis* sia l'antenata della vivente *Ova canalifera*, come sostenuto da Néraudeau et al. (2001), tuttavia si preferisce utilizzare per i fossili dell'Emilia la denominazione *O. canalifera*, soprattutto perchè l'irregolarità nelle serie porifere è già nettamente prevalente nei fossili dell'Emilia e non è rilevabile alcuna diversità significativa con la popolazione attuale, ivi compresi lo schema orale delle piastre e la morfologia delle *pedicellariae*. Relativamente a quest'ultimo particolare, Mortensen (1951) sottolineò la grande importanza delle *pedicellariae* globifere nella distinzione tra le specie viventi di *Ova*, rammaricandosi che non fossero disponibili nelle forme fossili. Questo confronto è ora possibile, dal momento che numerosi esemplari del Plio-Pleistocene dell'Emilia conservano le *pedicellariae*, che confermano la corrispondenza con la popolazione vivente. Due specie viventi, *O. orbignyana* (Agassiz, 1880), dell'Atlantico nord-occidentale, e *O. edwardsi* Cotteau, 1889, dell'Africa orientale, si distinguono dalla specie mediterranea soprattutto per la singolarità e la regolarità delle serie porifere nell'ambulacro III (Mortensen, 1907). I fossili in esame condividono con *O. orbignyana* due tipi di valve di *pedicellariae* figurate da Mortensen (1907, tav. 14, figg. 7 e 30), confermando la stretta parentela esistente tra queste due specie.

Le citazioni di *O. canalifera* dall'Emilia sono state spesso riferite al genere *Schizaster* (e.g. Manzoni, 1880, Vinassa de Regny, 1897, Dominici, 2001); tuttavia, la presenza costante di 2 soli gonopori non lascia dubbi sulla collocazione generica. E' anzi probabile che almeno una parte degli esemplari simili e dotati di due gonopori, segnalati nel Plio-Pleistocene italiano, appartengano a questa specie. Sicuramente è il caso di *S. lamberti* Checchia Rispoli, 1907, del

“Pliocene” di Castrogiovanni (Sicilia), il cui tipo esaminato all’Università di Palermo mostra chiaramente lo sdoppiamento nelle serie dei pori nell’ambulacro frontale.

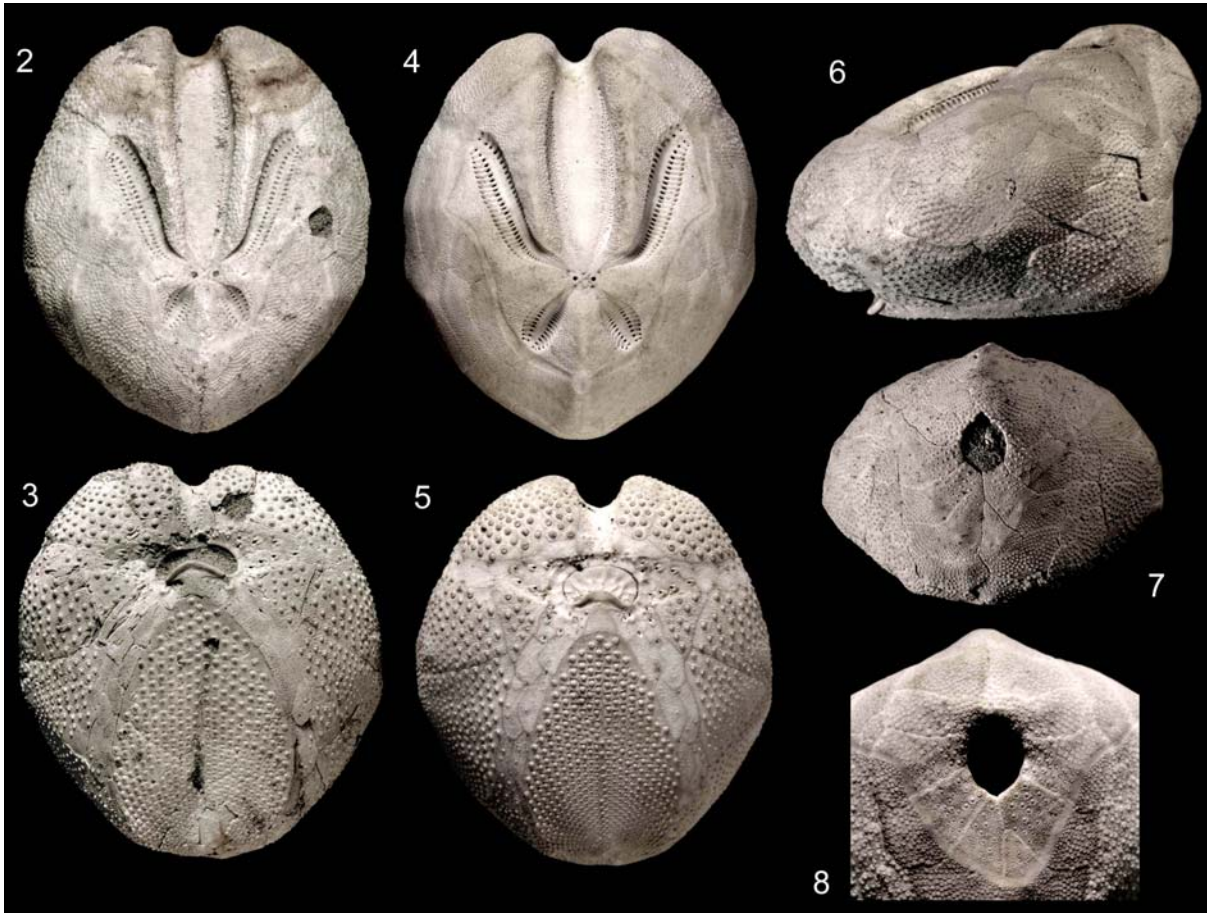


Figure 2, 3, 6, 7 - *Ova canalifera*, Pleistocene di Castell'Arquato: Fig. 2 (Oc.16, TL=43 mm) vista lato aborale, Fig. 3 (Oc.13, TL=46 mm) lato orale, Fig. 6 (Oc.11, TL= 49 mm) laterale, Fig. 7 (Oc. 13) lato posteriore.

Figure 4, 5, 8 - *Ova canalifera*, esemplari attuali (Chioggia e Orbetello): Fig. 4 (Liv.02, TL=58 mm) lato aborale, Fig. 5 (Liv. 03, TL=42 mm) lato orale, Fig. 8 (Liv. 03) lato posteriore.

L'unica specie di *Schizaster* identificata con certezza nel Pliocene dell'Emilia è *S. braidensis* Botto Micca, 1896. Nonostante gli esemplari studiati siano spesso deformati e più o meno intensamente limonitizzati, questa specie è ben caratterizzata dai petali appaiati posteriori molto corti e dall'ambulacro III che diminuisce sensibilmente di profondità avvicinandosi al margine anteriore. La posizione quasi centrale dell'apparato apicale, considerata in passato un elemento distintivo, era dovuto agli effetti deformativi (Fig. 32); in realtà la sua posizione nei fossili indeformati è simile a quella che si rileva in *Ova canalifera* (Fig. 36). Alcuni esemplari rinvenuti in posizione di vita nella cava di Campore (Parma), che conservano anche aculei e valve delle *pedicellariae*, hanno consentito di migliorare la conoscenza di questa specie. In particolare è stata rilevata la presenza costante di 4 gonopori e della fasciola laterale, che è



molto sottile, particolari che non erano stati citati nella descrizione originale e in quelle successive (e.g. Airaghi, 1901). Questa specie è stata raccolta esclusivamente in depositi fangosi di ambiente profondo, associata a faune tipiche del piano circalitorale inferiore - batiale superiore (Ceregato et al., 2007). La specie è estinta e la sua presenza nel Mediterraneo è stata accertata sino al Calabriano inferiore, nei depositi batiali di Milazzo, presso Messina (Borghi et al., 2014).

Nel Plio-Pleistocene dell'Italia settentrionale sono state citate numerose altre specie di *Schizaster* (Tab. 1), alcune di esse furono proposte come nuovi taxa. Agassiz (1847), Desor (1858), Coppi (1881) e Airaghi (1901) attribuirono a *S. scillae* (Agassiz, 1847) la maggior parte dei grandi esemplari a contorno ovale del Plio-Pleistocene di Piemonte, Lombardia ed Emilia-Romagna da essi studiati. Tuttavia, già Botto Micca (1896) aveva messo in dubbio l'appartenenza dei fossili piemontesi a questa specie. Più tardi Lambert (1906) affermò che "gli esemplari ovalari dell'Astiano italiano, come quelli descritti da Airaghi e attribuiti a *S. scillae* costituiscono una specie a parte" e istituì una nuova specie, *S. astensis*, che si distingueva da *S. scillae* solo "per il contorno più ovale, meno scavato sul margine anteriore, petali pari più corti e meno flessuosi". La specie proposta da Lambert non è stata più citata successivamente alla sua istituzione. Anche *S. scillae* non è ritenuta attualmente una specie valida dalla maggioranza degli specialisti, ed è stata posta in sinonimia con *S. parkinsoni* da Lambert (1906) e Menesini (1975). *S. major* (Desor, 1847), un'altra specie spesso citata nel Plio-Pleistocene italiano, veniva distinta da *S. scillae* e *S. astensis* solo per "le grandi dimensioni, il guscio più arrotondato e allargato posteriormente e il solco anteriore più largo". Tuttavia, Airaghi (1901) aveva già espresso dubbi sulla distinzione tra *S. scillae* e *S. maior*. Le caratteristiche utilizzate per separare queste specie sembrano più conseguenza di deformazioni piuttosto che caratteri specifici costanti. Lo stesso Lambert ammetteva (1906) che "quasi tutti gli esemplari (di *Schizaster major*) sono deformati per compressione e si trovano allo stato di modelli interni". Si trattava quindi in gran parte di valutazioni soggettive che portavano a infinite discussioni senza conclusioni certe.

In sintesi, anche se è possibile che alcune delle specie citate in letteratura dal Plio-Pleistocene italiano siano valide, ma l'incompletezza delle descrizioni originali e lo stato di conservazione dei fossili a suo tempo utilizzati per le diagnosi non consentono una discussione attendibile. Anche in alcune località dell'Emilia si rinvenivano schizasteridi di dubbia attribuzione, dato che le condizioni di conservazione non sono buone. E' il caso ad esempio dei grandi esemplari, quasi sempre deformati e/o ridotti a modelli interni, che si raccolgono nel Piacenziano di Rio Rocca presso San Valentino (Reggio Emilia), dei calanchi di Rio dei Carbonari e di Rio Rosello (Piacenza). Tuttavia, tutti gli esemplari provenienti da queste località nei quali l'apparato apicale era visibile esso mostrava 2 soli gonopori, indicando quindi l'appartenenza al genere *Ova*, non a *Schizaster* come sinora sostenuto. Appartengono sicuramente ad *Ova* anche *S. aichinoi* Checchia Rispoli, 1923, del Gelasiano di Anzio, e lo stesso *S. scillae* in base alla descrizione fornita da Airaghi (1901). Un frammento con annessi aculei e *pedicellariae* raccolto nel Piacenziano di Rio Rosello mostra un tipo di globifero dotato di due soli uncini terminali appaiati (Fig. 25), diverso da quelli di *O. canalifera* e *S. braidensis* e simile a quello figurato da Mortensen (1907) per *Brisaster fragilis*. Potrebbe quindi indicare la presenza di una specie diversa rispetto alle due sinora riconosciute in Emilia-Romagna.

Descrizione delle specie

La sistematica segue Kroh & Smith (2010) e Kroh & Mooi (2020)

Ordine Spatangoida L. Agassiz, 1840
 Subordine Paleopneustina Markov & Solovjev, 2001
 Famiglia Schizasteridae Lambert, 1905
 Genere *Ova* Gray, 1825
Ova canalifera (Lamarck, 1816)
 Figg. 2-19, 21-24, 27-30

- 1816 *Spatangus canaliferus* Lamarck: 31
- 1880 *Schizaster canaliferus* Agassiz (*pars*) - Manzoni: 8-9
- 1904 *Schizaster canaliferus* Agassiz - Vinassa de Regny: 16-17
- 1907 *Schizaster canaliferus* Lamarck - Checchia Rispoli: 223-224, tav. 19, fig. 11
- 1916 *Schizaster lamberti* n. sp. - Checchia Rispoli: 241, tav. 28, fig. 3
- 1923 *Schizaster canaliferus* Lamarck - Checchia Rispoli: 19, tav. 3, fig. 3.
- 2001 *Schizaster canaliferus* – Dominici: 348.

Materiale esaminato: 50 esemplari da Castell'Arquato (Piacenza), 53 da San Nicomede (Parma), 3 incompleti da San Polo d'Enza (Reggio Emilia), tutti del Pleistocene inferiore. Due incompleti di Rio Rosello presso Sariano, 1 incompleto da Rio dei Carbonari (Piacenza) e 2 incompleti da San Nicomede (Parma), del Piacenziano basale.

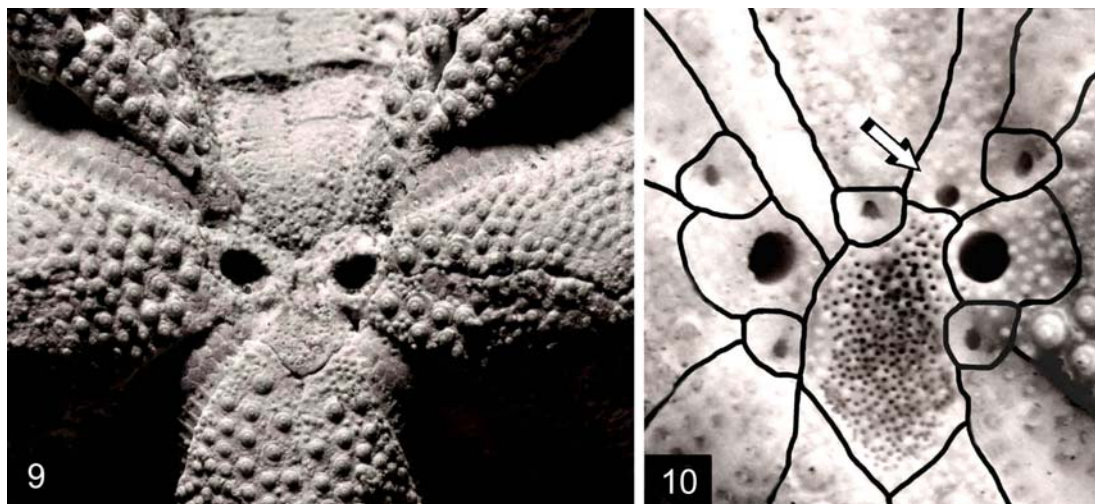


Figure 9-10 - *Ova canalifera*, dettaglio dell'apparato apicale. Fig. 9, Pleistocene di Castell'Arquato (Oc.04); Fig. 10, esemplare attuale di Orbetello (Liv.05), che mostra la presenza (anomala) di un terzo piccolo gonoporo (indicato dalla freccia).

Descrizione: specie di taglia media (TL=54 mm; max TL=75 mm) con profilo piuttosto elevato (Fig. 6; media del campione fossile TH=60% TL); il contorno è ovale, allungato in senso longitudinale (Fig. 2; media TW=89% TL) e fortemente intaccato in corrispondenza dell'ambulacro frontale; la faccia superiore è uniformemente declive verso l'anteriore.

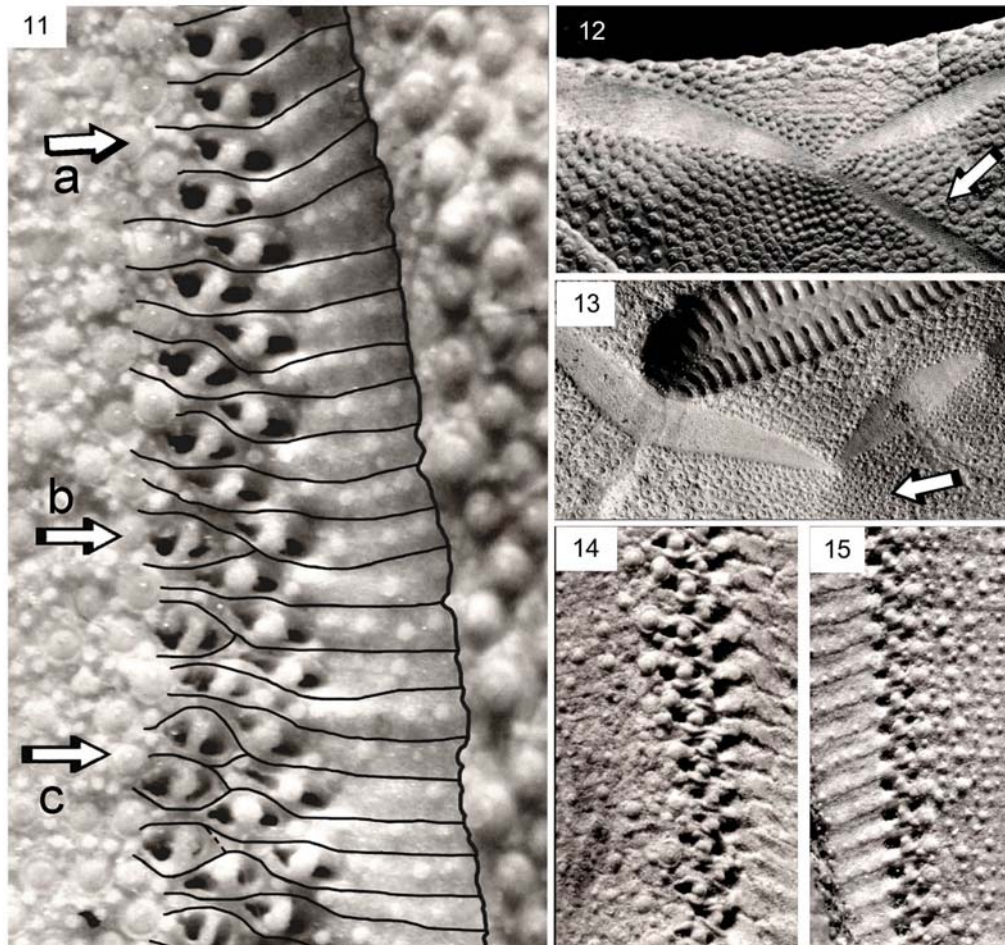


Figura 11 - *Ova canalifera*, (Liv.02), attuale, Chioggia: vista ingrandita dell'ambulacro III.

Figure 12-15 - *Ova canalifera*, Pleistocene di Castell'Arquato: Fig. 12 (Oc.08) diramazione della fasciola laterale (indicata dalla freccia) dalla peripetala, Fig. 13 (Oc.21) fasciola laterale assente. Figg. 14-15 (Oc.27, Oc.04) serie porifere nell'ambulacro III, rispettivamente sdoppiate e regolari.

Apparato apicale con 2 gonopori (Fig. 9), già aperti in esemplari di 28 mm di lunghezza; in un solo caso (un esemplare attuale) è presente un terzo piccolo gonoporo (Fig. 10).

Ambulacri: L'ambulacro III è profondo e raggiunge la massima larghezza poco prima di raggiungere la fasciola peripetalica. Le serie porifere nell'ambulacro frontale possono essere regolari (Fig. 15), ma nella maggior parte degli esemplari pleistocenici (ca. 75%) e nella totalità di quelli attuali, sono più o meno irregolari (Fig. 14). Le serie possono iniziare regolari (Fig. 11, freccia "a") per poi cominciare a sdoppiarsi deformando le piastre, che a volte vengono apparentemente strozzate (Fig. 11, freccia "c"), per mancanza di spazio, oppure si generano piastrine occluse dotate di una coppia di pori (Fig. 11, freccia "b").

I petali posteriori sono nettamente più corti (media $L_p=12\%$ TL) degli anteriori pari (media $L_a=35\%$ TL). Il numero delle coppie di pori nei petali è molto variabile: in esemplari con $TL\approx 45$ mm sono presenti in media 18 coppie di pori nei petali posteriori e 35 negli anteriori. Negli ambulacri orali I e V, a partire dalla piastra 5, si notano 5 pori più grandi degli altri.

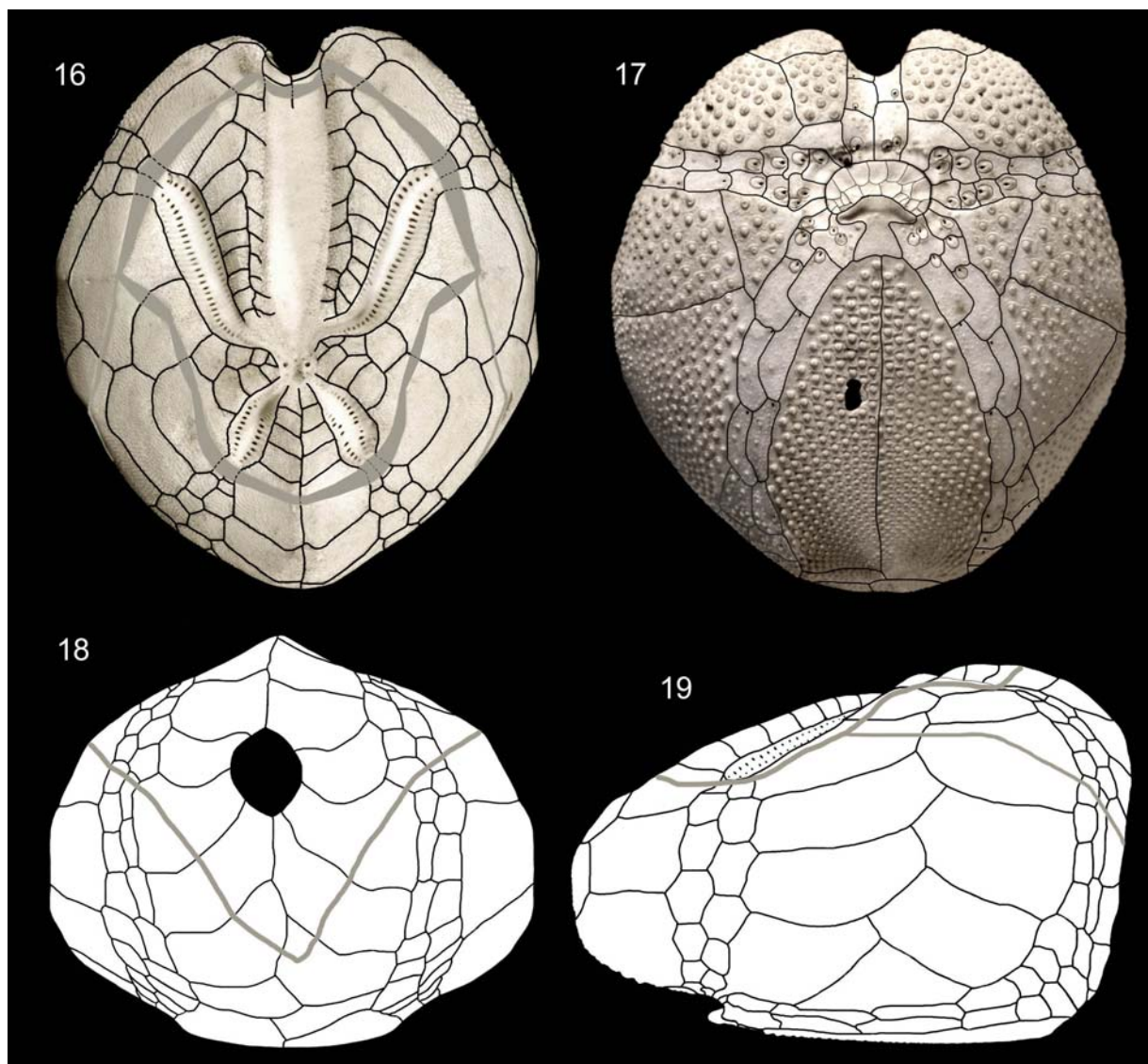


Figure 16-19 - *Ova canalifera*: schemi della disposizione delle piastre e delle fasciole sul lato aborale (Fig. 16), orale (Fig. 17), posteriore (Fig. 18) e laterale (Fig. 19).

Il peristoma è piccolo, reniforme, coperto per buona parte dal labbro (Fig. 3); la piastra labiale non si estende oltre la prima piastra ambulacrale adiacente (Fig. 17).

Il periprocto è ovale, con un leggero maggior sviluppo in verticale (Figg. 7-8), ed è bordato anteriormente dalle piastre 5.a.5 e 5.b.5 e lateralmente sino alle piastre 5.a.8 e 5.b.8.

La tubercolazione è fitta, con tubercoli nettamente più grandi sulla faccia orale (Figg. 3-4).

La fasciola peripetalica passa vicino alla punta dei petali appaiati, presenta una rientranza in corrispondenza dell'apparato apicale e attraversa quasi perpendicolarmente l'ambulacro III in corrispondenza delle piastre ambulacrali 4.a e 4.b; la spessore della fasciola si riduce progressivamente avvicinandosi ai punti nodali (Fig. 16).

La fasciola subanale ha una forma di V col vertice posto al di sotto del periprocto; nella maggior parte dei casi (80%) si raccorda tramite due sottili branche laterali alla peripetalica; la fasciola subanale attraversa gli ambulacri I e V in corrispondenza delle piastre 12.a e 12.b.

La superficie aborale è uniformemente coperta da aculei piuttosto corti e clavati alternati ad altri un poco più lunghi e sottili con apice appuntito; sul lato orale le spine sono mediamente più lunghe e di forma specializzata: in particolare nella zona sternale mostrano terminazioni allargate e appiattite a forma di spatola ben sviluppate. Lungo le fasciole sono installate numerose minute *clavulae*.

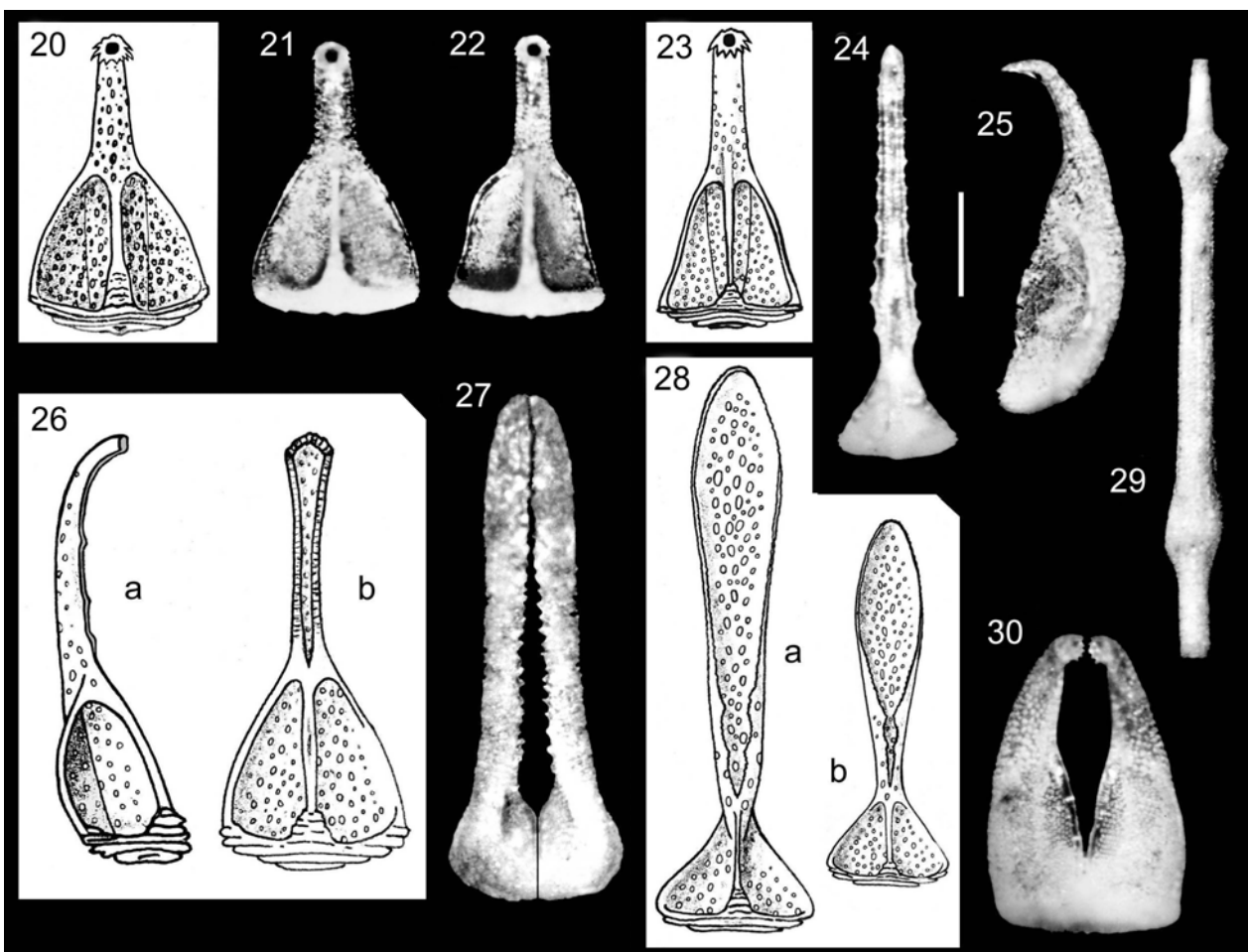


Figure 20, 26 - *Schizaster braidensis*, Piacenziano di Campore: Fig. 20, valva di globifero, Figg. 26a-b valva di rostrato (rispettivamente vista laterale e frontale).

Figura 25 - *Schizaster* sp., Piacenziano di Rio Rosello: valva di globifero con due soli uncini appaiati terminali.

Figure 21-23, 27-30 - *Ova canalifera*, Pleistocene di Castell'Arquato: Figg. 21-23, valve globifere a base larga (21), media (22), stretta (23), Fig. 24, tridattilo del primo tipo, Figg. 27-28, valve di tridattili (Fig. 27, gruppo di 3 valve del tipo lungo, Fig. 28a, tridattilo di tipo "grande", Fig. 28b, tridattilo piccolo), Fig. 29, stelo di supporto di globifero, Fig. 30, gruppo di 3 valve di globifero. La barretta indica 0,25 mm.



Le *pedicellariae* sono numerose, soprattutto sul lato orale della teca:

- Le valve dei globiferi (Figg. 21-23) sono le più numerose e formano gruppi funzionali composti da tre elementi (Fig. 30); lo stelo di supporto (1-3 mm) è liscio (Fig. 29) e corrisponde alla figura di Mortensen (1907, tav. 14, fig. 9). La forma delle valve è variabile: la più comune corrisponde a quella figurata da Mortensen (1907, tav. 15, fig. 8), la base a volte è più stretta, come nelle valve posizionate attorno al periprocto (Fig. 23). L'orifizio terminale, circolare, è contornato da 3 dentelli su ogni lato, più altri 2-3 più esterni.
- Sono presenti due tipi di tridattili: il primo, poco comune, forma gruppi funzionali di 3-4 elementi e ha valve coi bordi muniti di robuste dentellature ben spaziate (Fig. 27); questa forma è considerata peculiare di *Ova canalifera* rispetto alle altre specie viventi di *Ova* (Mortensen, 1907: tav. 14, fig. 45). L'altro tipo è più comune e mostra lame più larghe con dentellature più fini; corrisponde al tipo figurato da Mortensen (1907, tav. 14, figg. 22 e 41). Di questo seconda forma si conoscono due tipi, i grandi (Fig. 28a) e i piccoli (Fig. 28b): le lame delle valve più grandi sono più appiattite e snelle e si toccano solo sulla punta (Fig. 27), mentre nelle più piccole le lame combaciano per quasi tutta la lunghezza.
- I rostrati sono poco frequenti e in alcuni esemplari mancano del tutto. Sono di due tipi, entrambi con la lama lunga e slanciata, aperta anteriormente e con i bordi finemente serrati e incurvati in avanti. Il primo tipo ha lama molto sottile corrisponde al tipo figurato in Mortensen (1907, tav. 14, fig. 26). Il secondo ha una lama più robusta e la parte distale è più allargata e contornata da fini dentelli; questo tipo ha valve simili a quelle disegnate da Mortensen (1907, tav. 14, fig. 30) per *Ova orbignyana*.
- Non sono stati rinvenute valve di trifogliati, peraltro descritti come rari da Kohler (1927).

Note: le caratteristiche morfologiche e i dati biometrici rilevati nei fossili concordano con quelli della popolazione attuale di *Ova canalifera* (Figg. 2-5). In particolare, tipi e forma degli aculei, delle valve delle *pedicellariae* e degli steli di supporto corrispondono a quelli della popolazione vivente di *O. canalifera* (Mortensen, 1907; Kohler, 1927); La posizione delle *pedicellariae* sulla teca corrisponde a quella osservata sugli esemplari viventi raccolti nel Tirreno e Adriatico (Orbetello, Chioggia e Grado):

- sul plastron e ai suoi lati sono installati numerosi globiferi di buone dimensioni
- nell'ambulacro III sino al peristoma si trovano numerosi globiferi, i tridattili dei tre tipi, compreso quello esclusivo di questa specie, e rari rostrati
- presso il periprocto e sui due fianchi ci sono solo globiferi, spesso con valve strette
- sul lato aborale, fuori dai petali, ci sono solo rare valve di globiferi di minore dimensione.

Il campione del Pleistocene inferiore di Castell'Arquato mostra i petali anteriori leggermente più corti in proporzione; media La=35% TL contro 39% dei corrispondenti attuali. Corrispondono invece i dati relativamente a lunghezza e numero dei pori dei petali posteriori.

Distribuzione: *Ova canalifera* è presente in Emilia nel Piacenziano di Sariano e di Rio dei Carbonari (Piacenza) e di San Nicomede sullo Stirone (Parma), è comune nel Pleistocene inferiore, soprattutto nei depositi affioranti lungo i torrenti Arda (Castell'Arquato), Stirone (Salsomaggiore) ed Enza (San Polo). Probabilmente appartengono a questa specie anche gli esemplari con 2 gonopori che si raccolgono nel Piacenziano di Rio Rocca presso San Valentino (Reggio Emilia) e nel Calabriano del torrente Tiepido (Modena). Checchia Rispoli citò questa specie nel Pleistocene di Ficarazzi presso Palermo (1907), di Monte Mario a Roma e di Anzio (1923). La specie è attualmente endemica del Mediterraneo.



Genus *Schizaster* L. Agassiz, 1835
Schizaster braidensis Botto Micca, 1896
 Figg. 20, 26, 31-37

- 1880 *Schizaster canaliferus* Agassiz (*pars*) - Manzoni: 8-9
 1896 *Schizaster (Hypselaster) braidensis* n. sp. - Botto Micca: 24, tav. 10, figg. 3, 9
 1901 *Schizaster braidensis* Botto Micca - Airaghi: 203-204, tav. 24, fig. 4
 2014 *Schizaster braidensis* Botto Micca - Borghi et al.: 17, fig. 7.1.

Materiale esaminato: 12 esemplari conservati al Museo Civico di Salsomaggiore, dei quali 7 da Rio Ruffino (Reggio Emilia) e 5 da Campore (Parma), Zancleano-Piacenziano. Dodici esemplari (Museo Dip.Te.Ris., Università di Genova) dello Zancleano di Zinola e del Piacenziano di Genova (esemplari studiati e descritti da Airaghi, 1901). Tre esemplari del Piacenziano di Monte Capriolo (Museo Civico "Eusebio" di Alba). Due esemplari incompleti piritizzati del Piacenziano di Quattro Castella (Reggio Emilia).

Descrizione: specie di taglia medio-piccola (media TL=39,5 mm; max TL=56 mm), con contorno ovale poco allungato longitudinalmente (media TW=86,5% TL) e margine anteriore poco intaccato dall'ambulacro III (Figg. 31, 32, 36). La faccia superiore è uniformemente e moderatamente inclinata in avanti (Fig. 35). Negli esemplari poco deformati la teca mostra un'altezza media TH= 55% TL.

L'apice porta sempre 4 gonopori.

L'ambulacro anteriore mostra due serie regolari di coppie di pori; la sua profondità va diminuendo sensibilmente man mano che si avvicina al margine. Gli ambulacri appaiati anteriori sono corti (media La=23% TL) e quasi dritti; i posteriori sono molto più corti (Figg. 31; 36; media Lp=10% TL), quasi rotondi come contorno in alcuni esemplari e sono poco divergenti. In esemplari con TL≈40 mm sono presenti mediamente 15 coppie di pori negli petali posteriori e 22 in quelli anteriori. Le aree porifere sono ampie e normalmente sono più larghe dello spazio interporifero.

Peristoma piccolo, parzialmente coperto dal labbro, che è poco sporgente (Fig. 33). La piastra labiale non si estende oltre la prima ambulacrale adiacente.

La disposizione delle piastre sul lato orale è simile a quella rilevata in *Ova canalifera*.

Periprocto subcircolare, poco allungato verticalmente, è limitato anteriormente dalle piastre 5.a.5 e 5.b.5 (Fig. 34) e viene bordato lateralmente dalle piastre dell'interambulacro 5 sino alle 5.a.8 e 5.b.8.

La fasciola peripetalica passa vicino all'estremità dei petali e attraversa l'ambulacro III quasi perpendicolarmente; è piuttosto spessa ma si restringe avvicinandosi ai punti nodali.

La fasciola subanale e quella laterale sono sottili; in un esemplare la laterale sembra assente.

Le valve delle *pedicellariae* globifere sono le più comuni e sono molto vicine come aspetto a quelle di *Ova canalifera*, (Fig. 20). Le valve dei rostrati sono molto simili a quelle del secondo tipo descritto per *Ova*: la lama è lunga, sottile e incurvata in avanti, porta una stretta apertura anteriore lungo lo stelo e termina con un apice allargato, bordato da una fine dentellatura (Figg. 26 a,b).

La forma degli aculei e la loro posizione sulla teca non mostrano differenze di rilievo rispetto ad *Ova canalifera*: sono solo un poco più corti in proporzione alla lunghezza della teca, gli aculei spatolati dell'area sternale mostrano un maggior allargamento distale.



Figure 31-37 - *Schizaster braidensis*. Zancleano di Rio Ruffino: Fig. 31 (Sb.04, TL=38 mm) vista lato aborale, Fig. 32-33 (Sb.03, TL=42 mm) viste aborale e orale. Zancleano di Zinola (GEIV-G/60), TL=37 mm: Fig. 34, lato posteriore con schema delle piastre. Piacenziano di Genova (LF.01/814), TL=39 mm: Fig. 35, vista laterale, Fig. 36, lato aborale, Fig. 37, vista posteriore.

Distribuzione: la specie è estinta e non si notano strette somiglianze con forme viventi. In Emilia era frequente nello Zancleano di Rio Ruffino (Reggio Emilia) e nel Piacenziano di Campore, presso Salsomaggiore (Parma), e di Quattro Castella (Reggio Emilia). La chiusura delle cave che estraevano argilla in queste località rende improbabile il ritrovamento di nuovi fossili. Alcuni esemplari sono stati raccolti anche nel torrente Stirone presso San Nicomede (Parma), alla base del Piacenziano, in corrispondenza delle manifestazioni chemioherme descritte da Cau et al. (2015). Molto probabilmente anche i modelli interni di *Schizaster* citati da Manzoni (1880) dalle “argille turchine” di Sogliano presso Forlì in Romagna e del Modenese, sono da riferire a *S. braidensis*. Botto Micca (1896) e Airaghi (1901) citarono questa specie a Monte Capriolo presso Bra (Cuneo), Monte Castello (Alessandria), Zinola (Savona) e Genova; si trattava prevalentemente di modelli interni con parti residue limonitizzate della teca. Anche i due esemplari del Pliocene di Vezza e di Monte Capriolo



(Alessandria) esaminati presso il Museo di Alba e figurati in Cavallo *et al.* (1986; fig. 429), appartengono a questa specie.

S. braidensis è diffusa nello Zancleano-Piacenziano della Formazione delle Argille Azzurre e nei sedimenti profondi del Pleistocene inferiore del Messinese.

Osservazioni paleoecologiche

Ova canalifera vive attualmente nel Mediterraneo tra 9 e 100 m di profondità in fondali melmosi o sabbiosi (Mortensen, 1951), con massima frequenza tra 20-30 m (Kohler, 1927). Secondo Schinner (1993), che studiò una popolazione presso Piran (Croazia), vive in zone protette vicino alla costa, infossato ca. 3-5 cm all'interno del sedimento a grana fine, siltoso-argilloso. Nel Plio-Pleistocene dell'Emilia questa specie è presente sia in sedimenti siltosi che siltoso-sabbiosi dell'Infralitorale e del Circalitorale superiore (Guardiani, 1993; Fornaciari, 1977); gli esemplari contenuti nei sedimenti con percentuale più elevata di sabbia sono meno deformati per compressione.

In alcuni livelli affioranti lungo il torrente Arda presso Castell'Arquato e il torrente Stirone presso Salsomaggiore si nota la presenza di un buon numero di esemplari in posizione di vita e preservati con l'aculeazione completa. Nel sedimento circostante si notano indizi del passaggio di questi echinoidi fossatori, costituiti da tracce canalizzate di bioelaborazione, alcune delle quali si arrestano in corrispondenza della teca. In alcuni livelli, l'elevata concentrazione degli esemplari ritrovati in posizione di vita (anche 5-6 esemplari/metro quadro) indica un evento di moria collettiva. Una possibile causa potrebbe consistere in un ricoprimento consistente e improvviso di sedimenti accumulati da piene fluviali. Tuttavia è più probabile che si trattasse di cali repentini della salinità, come spesso si osserva lungo le coste tirreniche della Toscana dove, nei periodi piovosi con forti piene fluviali, esemplari di *Ova canalifera* ed *Echinocardium* spp. emergono contemporaneamente dal substrato e a volte soccombono e vengono spiaggiati a centinaia (Borghi, 2014).

Nella Formazione delle Argille Azzurre dell'Emilia e del Piemonte le teche di *Schizaster braidensis* e degli echinoidi ad esso associati sono spesso limonitizzate oppure, come a Cava Moia di Quattro Castella (Reggio Emilia), sono parzialmente sostituite da pirite che ha conservato perfettamente i particolari morfologici. In tutte queste località l'ambiente di vita era costituito da depositi fangosi profondi (Marasti & Raffi, 1977, Ceregato *et al.*, 2007). A Campore in particolare, tutti gli esemplari di *S. braidensis* sono stati raccolti nei 34 m basali della colonna stratigrafica proposta da Ceregato *et al.* (2007) dove, in base alle faune associate, viene riconosciuto un fondale fangoso ricco di sostanze organiche, con basso tasso di sedimentazione, situato nel piano batiale superiore tra 90-225 m di profondità. In tutte le località esaminate questa specie è associata a *Brissopsis lyrifera* (Forbes, 1841), che nel Mediterraneo attuale abita prevalentemente fondali fangosi profondi del piano batiale (Tortonese, 1965). *S. braidensis* era quindi una specie di ambiente profondo e faceva parte, con *Histocardis rosaria* e *Cidaris margaritifera*, del ristretto gruppo degli echinoidi esclusivi di acque fredde ("cold stenothermal") che si sono estinti nel Mediterraneo durante il Quaternario (Borghi *et al.*, 2014). A Campore gli esemplari rinvenuti in posizione di vita e completi degli aculei, sono stati probabilmente uccisi dalle condizioni di disaerobiosi che dovevano essere temporaneamente frequenti in prossimità del fondale, come indicato dalla presenza della comunità *Korobkovia oblonga-Jupiteria concava* (Ceregato *et al.*, 2007).

Sono stati rilevati frequenti segni di predazione: in *O. canalifera* si notano spesso (ca. 12% dei casi esaminati) fori regolari circolari di 2-3 mm di diametro, probabilmente dovuti all'attacco



da parte di gasteropodi dotati di radula. I fori sono posizionati di preferenza all'interno dell'ambulacro III aborale (60% dei casi) o sulla fasciola peripetalica (30%). Solo in un caso il foro appariva rimarginato. Numerosi esemplari di *Eulimella spp.* sono stati trovati nell'intreccio degli aculei degli esemplari completi, sia in *Ova* che in *Schizaster*. Tutti i gasteropodi appartenenti alla famiglia Eulimidae sono notoriamente parassiti di echinodermi; in particolare a Campore Ceregato et al. (2007) segnalano la presenza di varie specie di *Eulimella* (*E. scillae*, *E. ventricosa*, *E. acicula*) proprio nei punti di campionamento 1-3, da dove provengono gli esemplari di *S. braidensis* studiati.

Ringraziamenti

Si ringraziano Cristina Bonci (Museo Dip.Te.Ris., Università di Genova), Paola Monegatti (Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Parma), Gianluca Raineri (Museo Civico "del Mare" di Salsomaggiore, Parma), Vincenzo Burgio (Istituto di Geologia dell'Università di Palermo) e Gianni Repetto (Museo Civico "Eusebio" di Alba), per aver consentito lo studio degli esemplari custoditi nei rispettivi musei.

Bibliografia

- Agassiz A. & Desor P.J.E. (1847): Catalogue raisonné des espèces, des genres, et des familles d'échinides. *Annales des Sciences Naturelles, Troisième Série, Zoologie*, 8: 5-35, 355-380.
- Agassiz A. (1880): Preliminary report on the echini. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Caribbean Sea in 1878-1879, and along the Atlantic Coast of the United States during the summer of 1880, by the U.S. Coast Survey Steamer "Blake". IX. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard*, 8(2): 69-84.
- AGASSIZ L. (1835): Prodrome d'une monographie des Radiaires ou Échinodermes. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, 1: 168-199.
- Agassiz L. (1840): Catalogus systematicus Ectyporum Echinodermatum fossilium Musei Neocomiensis, secundum ordinem zoologicum dispositus, adjectis synonymis recentioribus, nec non stratis et locis in quibus reperiuntur. Sequuntur characteres diagnostici generum novorum vel minus cognitorum, Petitpierre, Neuchâtel, 1840: 1-20.
- Airaghi C. (1897): Echinidi del Pliocene Lombardo. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*. 37: 358-377.
- Airaghi C. (1901): Echinidi terziari del Piemonte e della Liguria. *Palaeontographia Italica*, Pisa, 7: 22-126.
- Borghi E. (2014): La conservazione di echinodermi completi nel Plio-Pleistocene dell'Emilia occidentale. *Parva Naturalia*, 10 (2012-2013): 37-68
- Borghi E., Garilli V & Bonomo S. (2014): Plio-Pleistocene Mediterranean bathyal echinoids: evidence of adaptation to psychrospheric conditions and affinities with Atlantic assemblages. *Palaeontologia Electronica*, 17.3.44A: 1-26.
- Botto Micca L. (1896): Contribuzione allo studio degli echinidi terziari del Piemonte. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 15: 341-375.
- Cau S., Franchi F., Roveri M. & Taviani M. (2015): The Pliocene-age Stirone River hydrocarbon chemoherm complex (Northern Apennines, Italy). *Marine and Petroleum Geology*, 66: 582-595.
- Cavallo O., Macagno M. & Pavia G. (1986): Fossili dell'Albese. Fameja Albeisa Ed. 223 pp.
- Ceregato A., Raffi S. & Scarponi D. (2007): The circalittoral/bathyal paleocommunities in the Middle Pliocene of Northern Italy: The case of the *Korobkovia oblonga*-*Jupiteria concava* paleocommunity type. *Geobios* 40: 555-572



- Checchia Rispoli G. (1907): Gli echinidi viventi e fossili della Sicilia - Gli Echinidi del piano Siciliano dei dintorni di Palermo. *Palaeontographia Italica*, 13: 199-231.
- Checchia Rispoli G. (1916): Gli echinidi viventi e fossili della Sicilia. Parte Quarta. Echinidi pliocenici. *Paleontographia Italica*, 22: 229-242.
- Checchia Rispoli C. (1923): Gli Echinidi del Pliocene di Anzio. *Memorie della Carta Geologica d'Italia*, 9 (parte I), Roma: 1-29.
- Clark H.L. (1917): Hawaiian and other Pacific Echini. The Echinoneidae, Nucleolitidae, Urechinida, Echinocorythidae, Calymnidae, Pourtalesiidae, Palaeostomatidae, Aeropsida, Palaeopneustidae, Hemiasteridae, and Spatangidae. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 46(2): 81-283.
- Coppi E. (1881): Paleontologia modenese e guida al paleontologo con nuove specie. Tipografia Soliani, Modena. 143 pp.
- Cotteau G. (1889): Terrain Tertiaire, Tome I. Échinides Éocènes. Familles des Spatangidées, des Brissidées, des Échinonéidées et des Cassidulidées (pars). Paléontologie Française ou description des fossiles de la France continuée par une réunion de paléontologistes sous la direction d'un comité spécial, 1re Série. Animaux Invertébrés, Paris (G. Masson): 641-672,
- Desor P.J.E. (1855-1858): Synopsis des échinides fossiles: lxxviii + 490 pp. Paris (Reinwald).
- Dominici S. (2001): Taphonomy and Paleocology of Shallow Marine Macrofossil Assemblages in a Collisional Setting (Late Pliocene-Early Pleistocene, Western Emilia, Italy). *Palaios*, 16: 336.
- Fornaciari A. (1977): Analisi paleoecologica dei depositi pleistocenici del T. Enza. Università degli Studi di Parma, Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Tesi di Laurea: 98 pp.
- Gray J.E. (1825): An attempt to divide the Echinida, or Sea Eggs, into natural families. *Annals of Philosophy, new series*. 10: 423-431.
- Guardiani A. (1993): Evoluzione paleoambientale di un tratto del Pliocene superiore del T. Stirone. Tesi di Dottorato. Dipartimento di Geologia, Università di Parma: 45 pp.
- Kohler R. (1927): Les Echinodermes des mers d'Europe. Tome second. Librairie Dion, Paris: 362 pp.
- Kroh A. & Smith A.B. (2010): The phylogeny and classification of post-Palaeozoic echinoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, 8(2): 147-212.
- Kroh A. & Mooi R. (2020): World Echinoidea Database. *Ova canalifera* (Lamarck, 1816). World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=569394> accessed on 2020-04-17
- Lackhem H. & Roman J. (1995): Les échinoïdes irréguliers (Néognathostomes et Spatangoïdes) du Messinien de Melilla (Maroc septentrional). *Annales de Paléontologie*, 81(4): 247-278.
- Lamarck J.B.M. (1816): Histoire naturelle des animaux sans vertèbres, Tome troisième [in full: Histoire naturelle des animaux sans vertèbres présentant les caractères généraux et particuliers de ces animaux, leur distribution, leurs classes, leurs familles, leurs genres, et la citation des principales espèces qui s'y rapportent]. Paris, Deterville-Verdière: 586 pp.
- Lambert J. (1905): Notes sur quelques Échinides éocéniques de l'Aude et de l'Hérault. In: Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. *Annales de l'Université de Lyon, Nouvelle Série, I. Sciences, Médecine*, 17: 129-164.
- Lambert J. (1906): Echinides de la Province de Barcelone. *Mémoires de la Société Géologique de France, Paléontologie*, 14(2-3): 59-128.
- Manzoni A. (1880): Echinodermi fossili pliocenici. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, 4(2) (1879): 327-335.
- Marasti R. & Raffi S. (1977): Osservazioni sulla malacofauna del Piacenziano di Quattro Castella (Reggio Emilia). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, Museo Civico di Storia Naturale di Milano, 118(2): 226-234.
- Markov A.V. & Solovjev A.N. (2001): Echinoids of the family Paleopneustidae (Echinoidea, Spatangoida): morphology, taxonomy, phylogeny. *Geos* (2001): 1-109.



- Menesini E. (1975): Considerazioni su *Schizaster parkinsoni* (DeFrance) del Miocene dell'Arcipelago maltese. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali*, Pisa, 82: 94-116.
- Mortensen T. (1907): The Danish Ingolf Expedition 1895-1896. 4, No. 2. Echinoidea, part 2: 200 pp.
- Mortensen T. (1951): A monograph of the Echinoidea V, 2. Spatangoida II. C.A. Reitzel, Copenhagen: 593 pp.
- Néraudeau D., Goubert E., Lacour D. & Rouchy J.M. (2001): Changing biodiversity of Mediterranean irregular echinoids from the Messinian to the Present-day. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 43-60.
- Phillippe M. (1998): Les échinides miocènes du Bassin du Rhône: révision systématique. *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon*, 36: 1-441.
- Pomel A. (1885): Paléontologie ou Description des animaux fossiles de l'Algérie. 2, Zoophytes, Échinodermes. Explication Carte Géologique de l'Algérie. 1 livraison: A. Jourdan, Alger: 120 pp.
- Pomel A. (1887): Paléontologie ou description des animaux fossiles de l'Algérie: Zoophytes. 2° Echinodermes. A. Jourdan, Alger: 344 pp.
- Schinner G.O. (1993): Burrowing behaviour, substratum preference and distribution of *Schizaster canaliferus* (Echinoidea, Spatangoida) in the Northern Adriatic Sea. *Marine Ecology*, 14: 129-145.
- Smith A.B. & Kroh A. (eds) (2011): The Echinoid Directory, <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory> [accessed 05.02.2018].
- Stefanini G. (1908): Echinidi miocenici di Malta esistenti nel Museo di geologia di Firenze. *Memorie della Società Geologica d'Italia*, Roma, 27: 435-483.
- Tortonese E. (1965): Fauna d'Italia - Echinodermata. Edizioni Calderini, Bologna: 422 pp.
- Vinassa De Regny G. (1897): Echinidi neogenici del Museo Parmense Ateneo Parmense. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie*, Pisa, 15: 139-155.



specie	citata da	periodo	località
<i>Schizaster canaliferus</i> Lamarck, 1816	Manzoni (1880)	Pliocene e Pleistocene	Sogliano (FC), Rosignano (LI), Castell'Arquato (PC)
“	Botto Micca (1896)	Pliocene	Grugnasco Valsesia (VB)
“	Vinassa de Regny (1897)	“Pliocene”	Castell'Arquato (PC),
“	Checchia Rispoli (1907)	Calabriano	Ficarazzi, Militello (Sicilia)
“	Dominici (2001)	Pleistocene	Torrente Stirone (PR)
<i>Schizaster eurynotus</i> L. Agassiz, 1840	Stefanini (1908)	Pliocene	Rosignano (LI)
<i>Schizaster scillae</i> Agassiz, 1847	Agassiz (1847)	Pliocene Pleistocene	Astigiano (Piemonte) Monte Pellegrino (PA)
“	Desor (1858)	“Pliocene”	“Piemonte”
“	Airaghi (1897)	Calabriano	San Colombano (MI)
“	Airaghi (1901)	Pliocene	Albenga (SV), Bra (CN), Castelnuovo (AL)
“	Checchia Rispoli (1907)	Calabriano	Ficarazzi (Sicilia)
<i>Schizaster major</i> (Desor, 1847)	Desor (1847)	“Pliocene”	Astigiano (Piemonte)
”	Botto Micca (1896)	Pliocene	Astigiano
”	Airaghi (1897)	Pleistocene	Folla d'Induno (VA)
“	Vinassa de Regny (1897)	“Pliocene”	Castell'Arquato (PC)
”	Airaghi (1901)	Piacenziano	Grugnasco Valsesia (VB), Bra (CN), Astigiano
”	Checchia Rispoli (1916)	Piacenziano	Altavilla Milicia (Sicilia)
<i>Schizaster braidensis</i> Botto Micca, 1896	Botto Micca (1896)	Piacenziano	Monte Castello (AL), Monte Capriolo (CN)
“	Airaghi (1901)	Zancleano e Piacenziano	Zinola (SV), Bra (CN), Monte Castello (AL)
“	Borghi et al. (2014)	Calabriano Piacenziano Zancleano	Capo Milazzo (ME) Campore (PR), Rio Ruffino (RE)
<i>Schizaster marianii</i> Airaghi, 1897	Airaghi (1897)	Calabriano	San Colombano (MI)
<i>Schizaster globulosus</i> Airaghi, 1897	Airaghi (1897)	Calabriano	San Colombano (MI)
<i>Schizaster astensis</i> Lambert, 1906	Lambert (1906)	“Pliocene”	Emilia, Piemonte
<i>Schizaster lamberti</i> Checchia Rispoli, 1916	Checchia Rispoli (1916)	Pliocene	Castrogiovanni (Enna)
<i>Schizaster canavarii</i> Checchia Rispoli, 1916	Checchia Rispoli (1916)	Calabriano	Ficarazzi (Sicilia)
<i>Schizaster aichinoi</i> Checchia Rispoli, 1923	Checchia Rispoli (1923)	Gelasiano	Anzio (Roma)

Tabella 2 – Elenco delle specie attribuite al genere *Schizaster* L. Agassiz, 1835, citate nel Pliocene e Pleistocene italiani. Dove erano disponibili dati certi, è stata dettagliata la posizione stratigrafica.