

DIMORFISMO SESSUALE A LIVELLO EMBRIONALE IN *PENILIA AVIROSTRIS* DANA.

par

Elda Gaino

Istituto di Zoologia della Università di Genova

Résumé

Dimorphisme sexuel des embryons de *Penilia avirostris*

L'étude morphologique des embryons de *P. avirostris* permet de distinguer les mâles des femelles avant l'éclosion et de décrire de quelle façon ils se différencient. Le nombre et le sexe des embryons, ainsi que les observations morphométriques sur leur développement, permettent des considérations sur la phase sexuelle du cycle biologique de l'espèce (1).

Introduzione

Numerose ricerche hanno per oggetto la forma partenogenetica di *Penilia avirostris* Dana, mentre scarse sono quelle riguardanti gli individui anfigonici. La ragione principale sta nel fatto che questo cladocero si riproduce mediante un ciclo partenogenetico alla fine del quale soltanto compaiono le femmine sessuate e i maschi, in concomitanza con l'insorgere di una fase depressiva in seno alla popolazione. Un'ulteriore difficoltà è addotta dal fatto che le forme maschili compaiono talvolta numerose, talaltra in scarso numero e altre volte non si rinvencono affatto nei saggi planctonici, nonostante le vicende del ciclo biologico e le condizioni ecologiche siano tali da far attendere la loro presenza.

Steuer (1933) ha preso in esame lo sviluppo della forma maschile, distinguendo, su basi morfologiche, due stadi giovanili e quello adulto.

Pavlova (1959), dopo aver condotto uno studio morfometrico su settantasei maschi, ha ammesso per questi l'esistenza di cinque mute

(1) Desidero ringraziare il Prof. N. Della Croce dell'Istituto di Zoologia dell'Università di Genova per i campioni messi a mia disposizione, con i quali è stato possibile effettuare questa ricerca, e per la critica costruttiva di questo manoscritto.

sostenendo che, fino alla prima muta, la forma maschile non presenta ancora i "caratteri sessuali secondari".

Da un'indagine su esemplari maschili di *P. avirostris* (Della Croce e Gaino, 1970), è emersa l'impossibilità di determinare, anche nelle più piccole forme trovate, stadi anteriori al primo giovanile descritto da Steuer (1933), caratterizzato dalla presenza degli organi copulatori e delle prime antenne piuttosto lunghe. Questo fatto contrasta con le affermazioni di Pavlova (1959) per cui si è indotti ad ammettere che, se non esistono stadi comprensivi delle fasi iniziali dello sviluppo postembrionale, il differenziamento morfologico della forma maschile deve avvenire quando l'individuo si trova ancora nella camera incubatrice.

Pertanto la ricerca è stata svolta attraverso l'esame di forme embrionali di *P. avirostris* provenienti da campioni raccolti quando nel ciclo era in atto la fase depressiva. Per tale indagine è stato fatto riferimento ai dodici stadi in cui Della Croce e Bettanin (1965) suddividono lo sviluppo embrionale della forma partenogenetica. Nel I di questi ha luogo la segmentazione dell'uovo; gli stadi II-IV sono caratterizzati dalla comparsa delle prime e seconde antenne e dai rudimenti delle mandibole; negli stadi V-X si differenziano la regione mascellare e le sei paia di appendici toraciche; nell'XI, con la formazione del carapace e la biforcazione delle appendici, si conclude la differenziazione morfogenetica; nel XII stadio, infine, con l'evidenziarsi del post-addome, si completa lo sviluppo prenatale.

Materiali e metodi

Le forme esaminate (211 esemplari) sono state prelevate da uno dei campioni planctonici raccolti nell'autunno 1962 nelle acque nord-atlantiche di Sandy Hook (Della Croce, 1966).

La ricerca è stata condotta su embrioni al XII stadio poichè se vi era effettivamente una differenza tra forme maschili e femminili prima della deposizione, questa doveva evidenziarsi almeno al concludersi dello sviluppo prenatale.

Gli embrioni, che allo stadio XII raggiungono le maggiori dimensioni, sono stati estratti dalla camera incubatrice materna, misurati, ed esaminati per schiacciamento previa colorazione con blu di metilene. L'indagine morfometrica è stata eseguita con micrometro oculare, la cui unità di misura corrisponde a 12 micron; gli esemplari sono stati misurati dalla sommità del capo all'estremo posteriore del corpo. Lo studio morfologico è stato condotto sugli individui in toto senza ricorrere a tecniche istologiche e l'osservazione microscopica venne eseguita con ingrandimenti fino a 1000x.

RISULTATI

Dall'esame degli embrioni al XII stadio è emersa la possibilità di distinguere gli individui maschili da quelli femminili in base a caratteri differenziali qui descritti (1).

a) **Embrioni maschili** (Fig. 1 - A, 3)*Forma del capo*

Il capo è piuttosto grande, tondeggiante e il suo profilo non presenta alcuna prominenza.

Prime antenne

Le prime antenne, già alquanto lunghe, sono larghe nel punto di attacco al capo, conservano ampiezza pressochè uguale in tutta l'estensione della parte basale, fino ad assottigliarsi in quella distale dove si continuano in un flagello sottile che riveste una setola sensoriale. Vicino al bordo interno dell'antennula, circa a metà lunghezza della parte basale, è visibile una prominenza su cui si impianta un esile "ciuffo" di corte setole che saranno gli estetaschi della forma postembrionale.

Organi copulatori

Chiaramente visibili a lato del post-addome: sono più che due semplici abbozzi, in quanto, benchè assai corti, hanno già assunto forma cilindrica. I peni all'apice presentano traccia di canalizzazione che non va oltre la loro parte basale.

(1) L'indagine ha permesso di ricostruire il graduale evidenziarsi dei caratteri distintivi dei due sessi (Fig. 1 - A, 1 e 2; B, 1 e 2).

Capo. — All'inizio del XII stadio (quando l'abbozzo del guscio comincia ad allungarsi), il profilo della regione cefalica nel maschio si conserva uniformemente tondeggiante (Fig. 1 - A, 1); nella femmina, su ciascun lato, è visibile una spinetta sottile che si trova proprio sopra il punto di attacco della prima antenna. Tale formazione costituisce l'abbozzo della punta rostrale (Fig. 1 - B, 1).

Prime antenne. — L'antennula maschile si presenta morfologicamente differenziata da quella femminile già all'inizio del XII stadio. Il punto di attacco al capo è più stretto nelle femmine nelle quali la lunga setola sensoriale si origina sul lato superiore dell'estremo distale dell'antennula (Fig. 1 - B, 1). Nel maschio tale setola è corta e si diparte dall'estremo distale in posizione pressochè centrale (Fig. 1 - A, 1); successivamente l'antennula si allunga e, in prossimità del bordo interno della medesima, comincia ad abbozzarsi la zona in cui si svilupperà il « ciuffo » di setole (estetaschi della forma postembrionale). Nella femmina, invece, la parte basale della prima antenna si va ulteriormente restringendo nel punto di attacco al capo e l'estremità distale si allarga e si appiattisce; su questa estremità si differenzia inferiormente la zona su cui si svilupperà il « ciuffo » di setole sensoriali (Fig. 1 - B, 2).

Organi copulatori. — Inizialmente si presentano leggermente rilevati a lato del post-addome e di difficile riconoscimento (Fig. 1 - A, 1). In seguito gli abbozzi si fanno più sporgenti, più globosi (Fig. 1 - A, 2) e col procedere dell'accrescimento da emisferici diventano cilindrici.

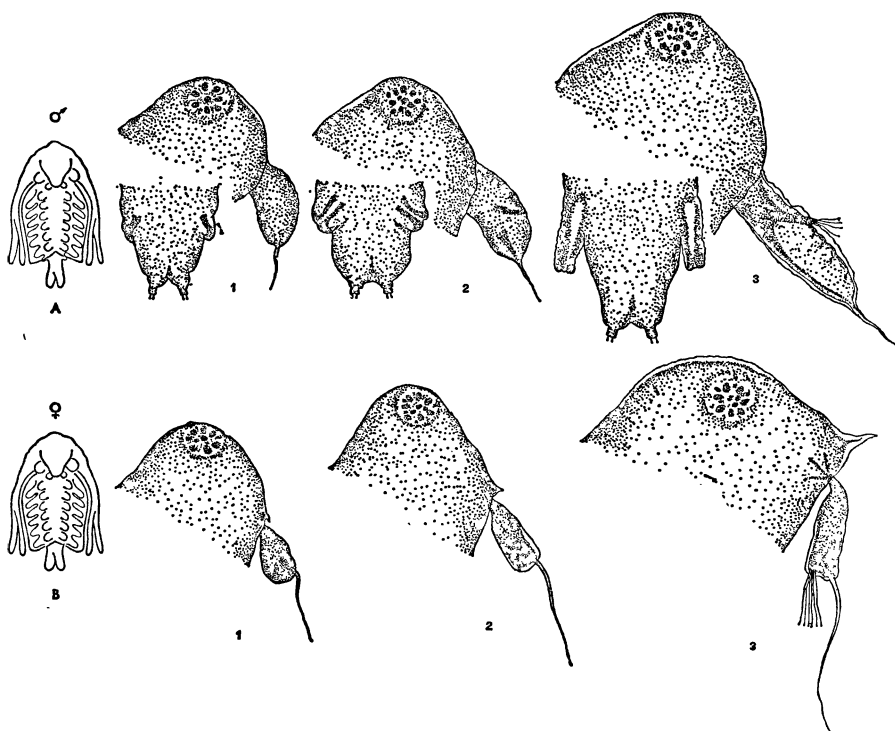
Inoltre la distinzione in embrioni maschili e femminili può essere osservata a livello dell'XI stadio, ma in questo caso essa si basa sulla diversa posizione d'impianto del filamento sensoriale.

Gonadi

Si presentano come due formazioni rettilinee a contorno leggermente sinuoso poste a lato del digerente. Sono alquanto lunghe, molto sottili, e sembrano riunite posteriormente tra loro da una formazione che passa dorsalmente all'intestino e che si distingue appena data l'estrema sottigliezza e trasparenza (1).

b) **Embrioni femminili** (Fig. 1 - B, 3)**Forma del capo**

Su ciascun lato, di profilo, è visibile la punta rostrale in formazione: essa è situata al disopra del punto di attacco delle prime antenne ed ha forma di una spina a larga base.

**FIG. 1***Penilia avirostris*

Fasi del differenziamento sessuale negli embrioni maschili e femminili al XII stadio di sviluppo (vedasi spiegazione nel testo).

Prime antenne

Sono corte e fissate sul capo al disotto della base rostrale. Le antennule, strette nella parte basale, si allargano e si appiattiscono nella parte distale. Questa porta una lunga setola sensoriale opposta

(1) Tale formazione è da identificarsi con la sacca spermatica descritta in precedenza (Della Croce e Gaino, 1970).

alla quale si osserva un "ciuffo" di setole che saranno gli estetaschi della forma postembrionale (1). La setola e il ciuffo sono separati da una piccola rientranza.

Gonadi

Sono localizzate a lato del digerente ed hanno forma di due piccole masserelle allungate.

Nello svolgimento dell'indagine morfologica, su un totale di 211 esemplari, quelli che portavano nella camera incubatrice embrioni maschili erano 51, e 160 quelli con embrioni femminili. Dei 907 embrioni, 742 (81,7 p. 100) risultavano essere di sesso femminile e 165 (18,2 p. 100) di esso maschile. Il potenziale riproduttivo per le forme telitogeniche era di 4,6 e di 3,2 per quelle arrenogeniche.

L'esame morfometrico delle forme embrionali di *P. avirostris* ha messo in evidenza che quelle maschili superano in valor medio, minimo e massimo quelle femminili (Tab. I).

TABELLA I
Numero e dimensioni degli embrioni al XII stadio
in 211 esemplari di *P. avirostris*

	Numero	Lunghezza in μ		
		Massima	Minima	Media
Embrioni maschili ...	51	506	260	332
Embrioni femminili ..	160	485	230	313

L'analisi della varianza ha confermato che la differenza accertata per le dimensioni degli individui maschili e femminili è significativa (2) ; pertanto non è da escludere che alla nascita i primi siano più grandi dei secondi.

Poichè tra le forme adulte le dimensioni delle femmine superano quelle dei maschi, ne conseguirebbe che i due sessi manifestino un diverso accrescimento nei periodi pre- e postnatali.

Nel corso di questa ricerca sono stati rinvenuti otto esemplari di *P. avirostris* ciascuno dei quali portava embrioni dei due sessi. La presenza di questi individui, sia pure in numero esiguo (3,7 p. 100 del totale esaminato), indicherebbe che le forme parentali possono anche generare contemporaneamente maschi e femmine. Questo fatto osservato per la prima volta in *Penilia*, potrebbe confermare l'ipotesi secondo la quale in tutti i Cladoceri la stessa femmina produrrebbe partenogeneticamente sia maschi che femmine nella medesima generazione (Zaffagnini, secondo Della Croce e Bettanin, 1969).

Inoltre si sono riscontrati alcuni tipi di rapporto tra embrioni maschili e femminili di ogni forma parentale. Se nella camera gli

(1) Dell'esistenza di questi elementi sensoriali a livello embrionale non fa cenno Sudler (1899) nella ricerca svolta sulla morfologia e lo sviluppo di *P. schmacheri* Richard.

(2) Infatti in tale indagine si è ottenuto $F=6,08$; questo valore è intermedio tra i limiti di probabilità $P=0,01$ e $P=0,01$ per i quali F è rispettivamente 3,89 e 6,76.

embrioni erano due, uno era maschile e l'altro femminile ; se in numero maggiore, uno o l'altro sesso era rappresentato da un solo embrione.

Particolare interesse riveste il ritrovamento, nella popolazione, di femmine portatrici di embrioni esclusivamente maschili, le quali presentavano contemporaneamente l'uovo d'inverno in formazione. Tale fatto era stato messo in evidenza in precedenti ricerche (Della Croce e Bettanin, 1969) per le forme portatrici di embrioni partenogenetici.

Conclusioni

La possibilità di distinguere a livello embrionale le forme maschili da quelle femminili colma il vuoto esistente nella conoscenza sulla biologia del maschio di *P. avirostris* nella fase di passaggio dalla vita embrionale a quella postembrionale.

Il fatto che i maschi presentino ben visibili gli organi copulatori nel corso del XII stadio embrionale invalida le osservazioni secondo le quali "fino alla prima muta i giovani non posseggono ancora i caratteri sessuali secondari maschili : il paio di peni e le prime antenne lunghe" (Pavlova, 1959). Pertanto anche ammettendo che l'individuo subisca una muta subito dopo la nascita, tale muta ha valore puramente accrescitivo e non di differenziamento, perchè l'organogenesi si è conclusa prima della deposizione.

D'altra parte, la presenza negli embrioni maschili dei loro tipici caratteri morfologici conferma l'identità del primo stadio giovanile trovato libero nel plancton (Della Croce e Gaino, 1970). Inoltre si deve dedurre che gli embrioni al XII stadio descritti da Della Croce e Bettanin (1965), non fossero altro che forme femminili.

Poichè in certi esemplari è stato possibile riconoscere embrioni di sesso maschile anche a livello dell'XI stadio, non è da escludere la possibilità di determinare il sesso anche per stadi di sviluppo precedenti. Il maggiore interesse, tuttavia, consiste nella possibilità di prevedere l'insorgere della fase depressiva quando non siano ancora presenti nei campionamenti forme sessuate libere.

Riassunto

L'indagine morfologica condotta sugli embrioni di *Penilia avirostris* ha permesso il riconoscimento degli individui maschili prima della loro deposizione, nonché la ricostruzione del graduale evidenziarsi dei caratteri che ne permettono la distinzione da quelli femminili. Numero e sesso degli embrioni, nonché osservazioni morfometriche sul loro sviluppo hanno suggerito alcune considerazioni sulla fase sessuale del ciclo biologico della specie.

Summary

Sexual dimorphism in the embryos of *Penilia avirostris*

Morphological observations on embryos of *P. avirostris* allow to recognize the males from the females prior their deposition and to describe how such a differentiation takes place. Number and sex of embryos as well as morphometric observations on their development lead to some considerations on the biology of sexual phase of the life cycle of the species.

BIBLIOGRAFIA

- DELLA CROCE, N. e BETTANIN, S., 1965. — Sviluppo embrionale della forma partenogenetica di *Penilia avirostris* Dana. *Cah. Biol. Mar.*, 6, pp. 269-275.
- DELLA CROCE, N., 1966. — Observations on the marine cladoceran *Penilia avirostris* in northwestern atlantic waters. *Tech. Pap. Bur. Sport Fish. Wildl., U.S.*, 3, pp. 1-13.
- DELLA CROCE, N. e BETTANIN, S., 1969. — Formazione delle uova durevoli in *Penilia avirostris* Dana. *Cah. Biol. Mar.*, 10, pp. 95-102.
- DELLA CROCE, N. e GAINO, E., 1970. — Osservazioni sulla biologia del maschio di *Penilia avirostris* Dana. *Cah. Biol. Mar.*, 11, pp. 361-365.
- PAVLOVA, E.V., 1959. — Ciclo biologico e alcuni dati sull'accrescimento di *Penilia avirostris* Dana della Baia di Sebastopoli. *Pubbl. St. biol. Sebastopoli*, 11, pp. 54-62 (traduzione italiana dal russo).
- STEUER, A., 1933. — Zur fauna des Canal di Leme bei Rovigno. *Thalassia*, 1 (4), pp. 1-44.
- SUDLER, M.T., 1899. — The development of *Penilia schmackeri* Richard. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 29, pp. 109-132.