

Di Cola, Gabriella; Marras, Giovanni; Matteucci, Gino (1990) *Paglia micronizzata e fertilizzante organico quali supporti alimentari nell'allevamento di Daphnia obtusa*. Bollettino della Società sarda di scienze naturali, Vol. 27 (1989/90), p. 121-133. ISSN 0392-6710.

<http://eprints.uniss.it/3252/>

ISSN: 0392-6710

VOL. XXVII

S. S. S. N.

1989/90

---

# BOLLETTINO

della

SOCIETÀ SARDA  
DI SCIENZE NATURALI

La Società Sarda di Scienze Naturali ha lo scopo d'incoraggiare e stimolare l'interesse per gli studi naturalistici, promuovere e sostenere tutte le iniziative atte alla conservazione dell'ambiente e costituire infine un Museo Naturalistico Sardo.

S.S.S.N.  
SOCIETÀ SARDA di SCIENZE NATURALI

Via Muroni, 25 - 07100 Sassari.

CONSIGLIO DIRETTIVO (1989-1991)

*Presidente:* Bruno Corrias.  
*Segretario:* Malvina Urbani.  
*Consiglieri:* Franca Dalmasso, Alberto Mario Manca, Giacomo Oggiano, Maria Pala e Antonio Torre.  
*Revisori dei Conti:* Aurelia Castiglia, Enrico Pugliatti e Rosalba Villa.  
*Collegio Probiviri:* Tullio Dolcher, Lodovico Mossa e Franca Valsecchi.

*Consulenti editoriali per il XXVII Volume:*

Prof. Pier Virgilio ARRIGONI (Firenze)  
Prof. Antonello CROVETTI (Pisa)  
Prof. Riccardo DE BERNARDI (Pallanza)  
Prof. Paolo Roberto FEDERICI (Pisa)  
Prof. Ireneo FERRARI (Ferrara)  
Prof. Paola GASTALDO (Genova)  
Prof. Jean Marie GEHU (Parigi)  
Prof. Nullo Glauco LEPORI (Sassari)  
Prof. Fiorenzo MANCINI (Firenze)  
Prof. Enio NARDI (Firenze)  
Prof. Walter ROSSI (Firenze)

Direttore Responsabile: Prof. Bruno CORRIAS  
Redattore: Prof. Silvana DIANA

---

*Autorizzazione Tribunale di Sassari n. 70 del 29.V.1968*

## **Paglia micronizzata e fertilizzante organico quali supporti alimentari nell'allevamento di *Daphnia obtusa*\***

GABRIELLA DI COLA<sup>1</sup>, GIOVANNI MARRAS<sup>2</sup>, GINO MATTEUCCI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Genetica dell'Università  
Via della Scienze - 43100 Parma

<sup>2</sup> Istituto di Matematica dell'Università  
Corso Angioj, 4 - 07100 Sassari

<sup>3</sup> ENEL, DSR, CRTN, Servizio Ambiente  
Via Rubattino, 54 - 00139 Milano

Di Cola G., Marras G., Matteucci G., 1990 - **Cellulose and organic fertilizer as complementary food in *Daphnia obtusa* culture.** Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 27: 121-133.

Experimental results from a culture of a microcrustacean, *Daphnia obtusa* Kurz emend. Scourfield (Cladocerans), are presented. The experiments have been realized at an aquaculture farm using the thermal discharge of a thermoelectric power plant, in tanks whose volume was suitable for a production of biomass consistent with the needs of a small size fry farm.

Two different feeding combinations have been supplied with standard concentrations of algal cells integrated by cellulose and organic fertilizer respectively.

Numerical production from data of population density has been used to determine the relative efficiencies of the different feeding combinations, while the remaining estimated population parameters have been reserved to characterize the density fluctuations of the population.

KEY WORDS: *Daphnia*, Cladocera, Thermal-discharge, Power plant, Production, Population dynamics.

### INTRODUZIONE

Uno degli obbiettivi più pressanti della moderna acquacoltura è la disponibilità in continuo (in qualsiasi periodo dell'anno) di co-

---

\* Questo lavoro è stato svolto nell'ambito dei contratti di ricerca tra Enel-CRTN con l'Ist. Ital. di Idrobiol. del CNR e con l'Università di Parma, Dipartimento di Matematica.

spicue biomasse di piccoli invertebrati vivi per l'alimentazione di avannotti prodotti in condizioni artificiali.

Assume pertanto notevole interesse la sperimentazione di metodi semplici, oltre che poco costosi, di allevamento di specie di invertebrati adatte a tale scopo (HEISIG, 1979).

In questa nota illustriamo i risultati di esperimenti di coltura di un microcrostaceo, *Daphnia obtusa* Kurz emend. Scourfield (Cladocera); gli esperimenti sono stati condotti presso un impianto di acquacoltura che utilizza acque reflue di una centrale termoelettrica; come fonte di cibo è stato utilizzato tra l'altro materiale costituito da residui agroindustriali.

*Daphnia obtusa* è specie abbastanza comune in piccoli bacini e acque temporanee, biotopi che sono per lo più soggetti a brusche variazioni ambientali (MARGARITORA, 1985). I tratti salienti del ciclo biologico della specie (accrescimento somatico, attività riproduttiva, frequenza della riproduzione anfigonica) e i parametri demografici più rappresentativi (tassi di crescita e di natalità) sono stati analizzati da vari autori in differenti condizioni ambientali/sperimentali (MANCA e DE BERNARDI, 1984, 1985). Di particolare interesse, ai fini della presente ricerca, è la documentazione relativa al contenuto energetico e al valore nutritivo della biomassa di *Daphnia* (MANCA e DE BERNARDI, 1984).

L'utilizzo di sottoprodotti agricoli e industriali, in particolare composti cellulosici (paglia, pula di riso, ecc.), come fonte di cibo per *Daphnia* è già stato ampiamente sperimentato in alternativa o come complemento all'impiego di microalghe (DE PAUW et al., 1981; MALARA et al., 1988). L'uso di questi residui ha un duplice vantaggio: in primo luogo la notevole biomassa batterica che si sviluppa sui materiali cellulosici viene utilizzata come alimento dai microcrostacei; in secondo luogo il metabolismo batterico ha una importante funzione nell'abbattimento del contenuto dei nutrienti (azoto e fosforo) nel mezzo (MELCHIORRI, 1980; MELCHIORRI e VIAROLI, 1988).

In questa ricerca sono stati condotti esperimenti di coltura di *Daphnia* con due diverse combinazioni di cibo, integrando concentrazioni standard di cellule algali rispettivamente con materiale cellulosico (paglia micronizzata) e con fertilizzante organico (pollina). Gli esperimenti sono stati effettuati in vasche di volume (dell'ordine di centinaia di litri) idoneo alla produzione di una biomassa di *Daphnia* adeguata alle esigenze di una piccola avannotteria.

Lo scopo di questa ricerca ha come primo obbiettivo quello di verificare:

- L'efficienza di diverse combinazioni di alimenti (alghe, materiale cellulosico, fertilizzante organico) sui parametri di crescita della *Daphnia obtusa*.
- La possibilità di mantenere un allevamento di *D. obtusa* per lungo tempo in vasche da almeno 300 litri, volume idoneo per la coltura e quindi per il rifornimento di cibo ad avannotti.

In un secondo tempo sarà fondamentale determinare lo sviluppo di popolazioni planctoniche in vasche di maggiori dimensioni e la messa a punto di un sistema per una strategia semicontinua del raccolto mantenendo la popolazione in una fase attiva di crescita.

#### MATERIALI E METODI

La sperimentazione è stata condotta presso l'Impianto Sperimentale di Acquacoltura Termica di La Casella, situato lungo il fiume Po 30 km a monte di Piacenza. Questo impianto utilizza le acque reflue riscaldate (incremento termico rispetto alle acque del Po 6-8°C) provenienti dal raffreddamento dei condensatori di una centrale termoelettrica. La ricerca è stata condotta all'interno dell'avannotteria dell'Impianto in condizioni di illuminazione naturali (febbraio-aprile 1987) utilizzando 2 vasche in vetroresina da 330 lt ciascuna.

Per mantenere la popolazione distribuita nel modo più uniforme possibile e per evitare fenomeni di anossia, all'interno di ogni vasca erano predisposti degli aeratori; la temperatura era regolata per mezzo di un termostato (19-21°C).

L'alimentazione fornita agli animali nelle due vasche (V1 e V2) consisteva in microalghe e rispettivamente per ciascuna vasca fertilizzante organico (pollina) e paglia micronizzata.

Le microalghe utilizzate, dei generi *Scenedesmus* sp. e *Chlorella* sp. venivano coltivate in appositi contenitori di PVC trasparente all'interno di una cella termostatata. Le colture si utilizzavano quando raggiungevano la densità di circa 2-3 milioni di cellule per millilitro.

Il fertilizzante organico in pellets (pollina) corrispondeva a quello generalmente utilizzato in agricoltura.

La paglia micronizzata (CANEPA et al., 1987; DE MARGARITIS et al., 1987) era ottenuta da paglia di frumento trattata con una macchina separatrice che sfruttava un sistema di correnti d'aria per la frantumazione e la separazione di tre frazioni A, B, C, differenti sia nella granulometria che nella composizione dei principi alimentari essenziali. La frazione C da noi utilizzata presentava una composizione più ricca in proteine e lipidi e più povera in fibra grezza; le dimensioni delle particelle erano inferiori ai 25  $\mu$  (PIVA et al., 1982).

Due volte alla settimana erano forniti a ciascuna coltura microalghe ad una densità tale da ottenere in vasca una concentrazione oscillante tra 40.000 e 80.000 cellule/ml, inoltre con la stessa frequenza nella vasca 1 (V1) erano forniti 20 grammi di fertilizzante organico (pollina) mentre nella vasca 2 (V2) si somministravano 40 grammi di paglia micronizzata (Ventura 1980). Una volta alla settimana, tramite scarico di fondo allestito con maglia da 220  $\mu$  (per evitare la perdita di organismi), veniva ricambiata un terzo dell'acqua presente facilitando così anche l'asportazione del materiale sedimentato.

I campionamenti in ogni vasca erano eseguiti due volte alla settimana utilizzando una bottiglia da prelievo (modello Patalas). Su questi campioni da 5 litri si determinava la densità della popolazione; in seguito 100 organismi venivano misurati differenziando i giovani dagli adulti in base alla taglia e contando il numero di uova presenti. Durante l'esperimento la temperatura, il pH, l'ossigeno e l'ammoniaca erano misurati periodicamente; su una quota del mezzo colturale erano poi effettuate misure di peso secco per determinare la quantità di sostanza sospesa a disposizione degli animali.

#### ANALISI DEI DATI

I dati raccolti relativi alla densità delle popolazioni sono stati elaborati mediante un programma di calcolo realizzato su un personal computer IBM del Dipartimento di Matematica dell'Università di Parma.

Il programma permette di calcolare i parametri demografici relativi alla fecondità, mortalità e produzione numerica negli intervalli di campionamento e la produzione integrata.

Il metodo usato per la stima viene descritto qui di seguito.

Se si indica con  $E_1, E_2, \dots, E_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_n, A_1, A_2, \dots, A_N$ , la densi-

tà della popolazione di uova, giovani ed adulti osservata rispettivamente ai tempi di campionamento  $t_1, t_2, \dots, t_n$ , i parametri di fecondità e mortalità possono essere ricavati dalle seguenti formule che costituiscono l'analogo discreto del modello proposto da ARGENTESI, DE BERNARDI e DI COLA (1974)

$$1) \quad \begin{aligned} F_i^E &= E_{i+1} - E_i - R_i^E - M_i^E \\ M_i^Y &= Y_{i+1} - Y_i + R_i^E - R_i^Y \\ M_i^A &= A_{i+1} - A_i + R_i^Y \end{aligned}$$

dove  $F_i^E$  è il numero di uova prodotte durante l'intervallo di tempo  $(t_i, t_{i+1})$ .

$M_i^E, M_i^Y, M_i^A$  rappresentano rispettivamente il numero di uova, giovani e adulti eliminati durante il periodo  $(t_i, t_{i+1})$ .

In questo lavoro  $M_i^E$  è stato assunto noto supponendo che la sopravvivenza delle uova durante il tempo di sviluppo sia pari al 90%.

$R_i^E, R_i^Y$  esprimono i tassi assoluti di sviluppo di uova e dei giovani e secondo il modello di Elster si suppongono dati dalla relazione

$$2) \quad R_i^E = \int_{t_i}^{t_{i+1}} E_i / T_i^E \cdot dt \quad R_i^Y = \int_{t_i}^{t_{i+1}} Y_i / T_i^Y \cdot dt$$

dove  $T_i^E, T_i^Y$  rappresentano rispettivamente i tempi di sviluppo delle uova e dei giovani.

La produzione numerica integrata relativa alle tre classi di sviluppo è stata calcolata con un metodo simile a quello proposto da DE BERNARDI e DI COLA (1976), facendo uso dei parametri demografici quali: la fecondità  $F^E$ , le mortalità dei giovani e degli adulti  $M^Y$  e  $M^A$  e i tassi di sviluppo  $R^E$  e  $R^Y$  calcolati tramite le 1) e 2).

## RISULTATI

Per tutto il periodo di allevamento di *Daphnia obtusa* nelle due vasche, i livelli di ammoniaca si sono mantenuti costanti intorno ai 2 mg/Nl<sup>-1</sup> ad esclusione di due volte in cui si sono raggiunti valori di 4 e 7,4 mg/l. I valori di pH sono oscillati tra 7,4 e 8,2 unità. I livelli di ossigeno disciolto si sono mantenuti nell'intervallo tra 6,5 e 7,6 mg/l.



I valori di peso secco registrati sono stati valutati per avere una stima del materiale sospeso a disposizione delle popolazioni presenti. Bisogna considerare che la *Daphnia obtusa* filtra anche materiale aderente alle pareti e al fondo delle vasche per cui risulta particolarmente difficile definire in questo caso l'apporto nutrizionale effettivamente disponibile per gli animali. Comunque ad una osservazione microscopica, si può affermare che gli organismi si presentavano in buone condizioni di alimentazione.

La Fig. 1 illustra le densità delle uova, dei giovani e delle femmine adulte durante la sperimentazione nelle vasche V1 e V2. Per quanto riguarda le uova si denota in entrambi le condizioni sperimentali un susseguirsi di picchi di densità, nella vasca 1 si raggiungono densità più elevate. L'alimentazione con alghe e paglia ci porta ad avere valori massimi di densità di circa 400 uova/l, mentre con l'alimentazione alghe e pollina non si superano mai le 300 uova/l. Nella vasca V1 i giovani di *Daphnia* presentano due picchi di densità ben precisi, dopo il trentesimo giorno di sperimentazione (oltre 450 individui/l). Nello stesso tempo nella vasca V2 si denotano delle minori fluttuazioni di densità, mentre si evidenzia per tutta la durata dell'esperimento un trend crescente di densità dei giovani. Le densità degli adulti nella vasca V1 (alghe e pollina) seguono con un ritardo di qualche giorno gli andamenti riscontrati sui giovani, toccando la densità massima di circa 400 ind/l. Nella vasca V2 lo stesso fenomeno appare in generale più attenuato.

Nelle Fig. 2a e 2b sono presentati gli istogrammi delle densità di femmine ovigere e non ovigere nelle diverse classi dimensionali durante la sperimentazione.

Come prima osservazione possiamo rilevare che tolte alcune eccezioni la *Daphnia obtusa* comincia a produrre uova quando raggiunge le dimensioni di 1350-1400 u. Durante tutto l'arco dell'esperimento gli organismi con dimensioni tra i 1350 e 1750 u erano i più numerosi nella vasca V1 mentre per quanto riguarda la vasca V2 si presentava una situazione in cui gli animali erano distribuiti in modo abbastanza omogeneo nelle varie classi dimensionali. Le dimensioni massime raggiunte da *D. obtusa* su tutti i conteggi effettuati sono state di 2600 u; nella vasca con alimento di alghe e pollina (V1) compaiono, nel primo periodo, organismi di dimensioni maggiori rispetto a quelli allevati con alghe e paglia (V2). In tutte le osservazioni microscopiche effettuate, ad eccezione di 2, erano presenti femmine

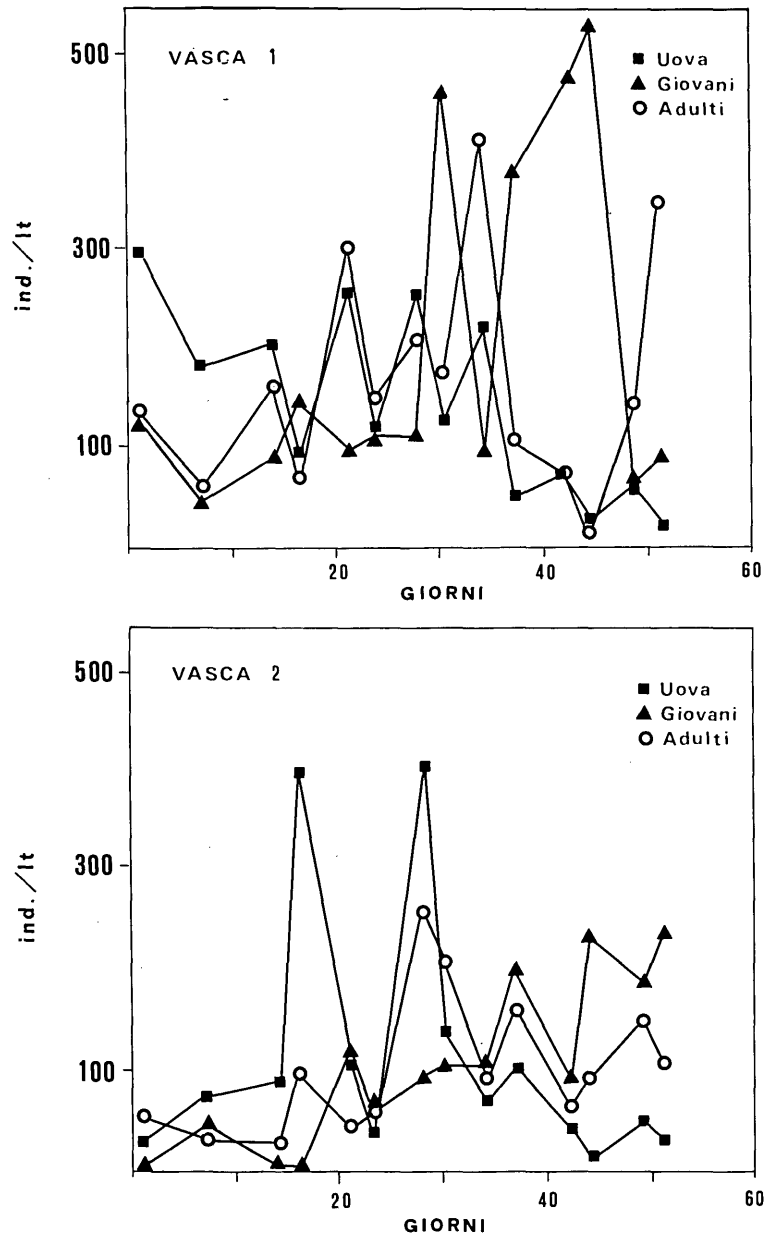


Fig. 1 - Densità di uova, giovani e adulti di *D. obtusa* nelle due diverse tesi sperimentali.

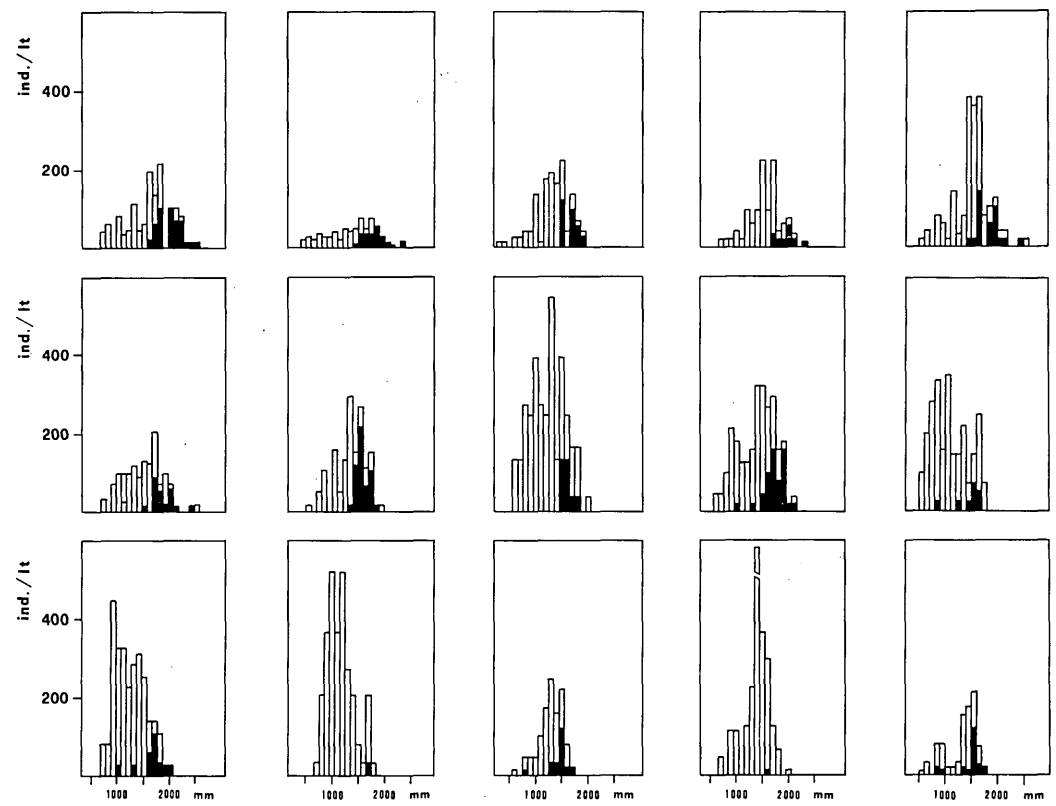


Fig. 2a - Istogrammi relativi a tutti i conteggi effettuati nella vasca 1. In ordinata sono rappresentate le densità di femmine ovigere (neretto) e non ovigere, in ascissa le dimensioni degli organismi.

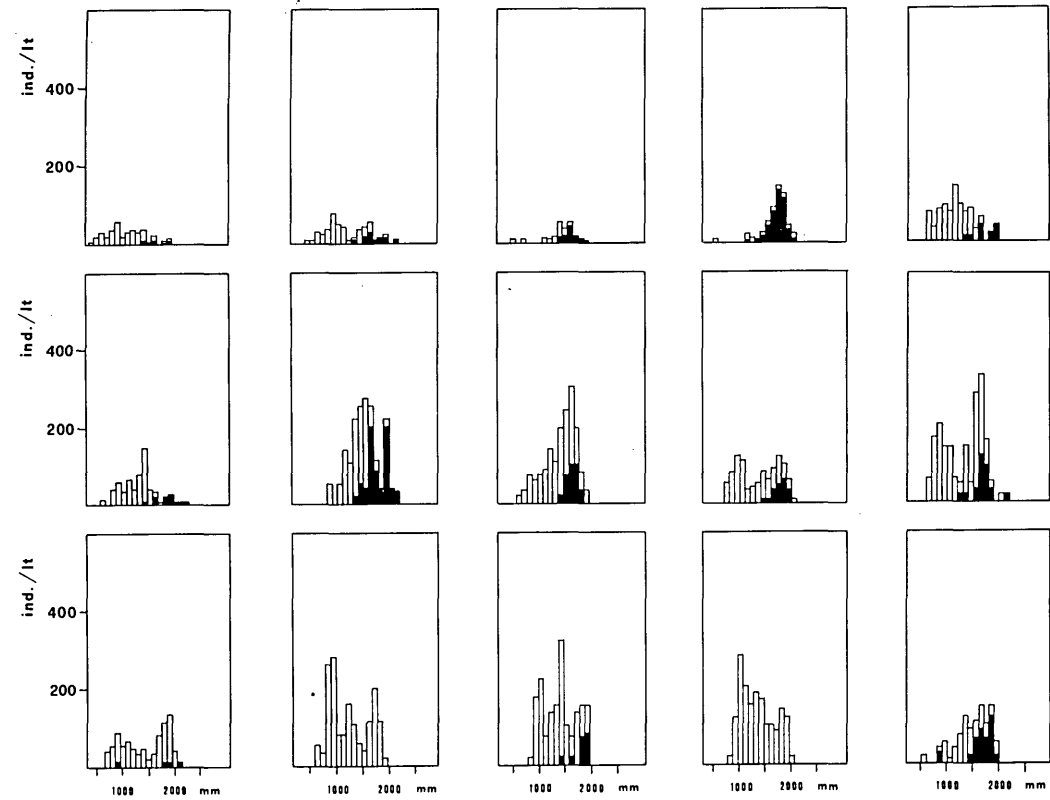


Fig. 2b - Istogrammi relativi a tutti i conteggi effettuati nella vasca 2. In ordinata sono rappresentate le densità di femmine ovigere (neretto) e non ovigere, in ascissa le dimensioni degli organismi.

ovigere, mentre le uova efippiali, seppure in numero ridotto, erano presenti saltuariamente sia nella vasca V1 sia nella vasca V2.

Infine si nota una correlazione tra la distribuzione delle femmine ovigere e la densità di popolazione: ad aumenti di femmine ovigere corrispondono aumenti di produzione di uova e successivamente, con ritardi dell'ordine dei tempi di sviluppo, aumenti della densità di giovani ed adulti.

Nella Fig. 3 sono evidenziati i grafici della produzione totale delle uova, dei giovani e degli adulti riferiti alle due diverse diete. Per quanto concerne la vasca V1 si può notare che la produzione degli adulti è circa la metà di quella delle uova; nella vasca V2 la situazione appare più irregolare ed inoltre la produzione degli adulti è circa un terzo di quella delle uova. La produzione dei giovani nelle due condizioni tende ad avvicinarsi maggiormente alla situazione degli adulti piuttosto che a quella delle uova. In entrambi i casi il metodo numerico usato sembra fornire una sottostima della produzione numerica dovuta sostanzialmente all'eccessiva ampiezza degli intervalli di campionamento.

#### CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Dai risultati ottenuti utilizzando le due diverse diete, si evidenzia una maggiore produzione di uova, giovani e adulti nella vasca 1, alimentata mediante alghe e fertilizzante organico.

Per quanto riguarda le densità massime raggiunte, l'utilizzo del fertilizzante organico ha determinato nella popolazione valori di concentrazione generalmente doppi rispetto a quelli rinvenuti nella coltura con paglia micronizzata.

È indiscutibile che una dieta variata composta da alghe, batteri, materiale celluloso e altre sostanze organiche non possa che apportare vantaggi alla crescita della popolazione (TAUB et al., 1968), pur cautelandosi con una metodologia che fornisca una adeguata qualità del mezzo di coltura.

Da una accurata analisi delle stime della fecondità, della mortalità e della densità della popolazione emerge che in ambedue le condizioni sperimentali la *Daphnia obtusa* si riproduce attivamente, raggiunge discreti livelli di densità e presenta fluttuazioni tipiche, dovute a collassi susseguenti che hanno una ciclicità pari al tempo minimo di generazione.

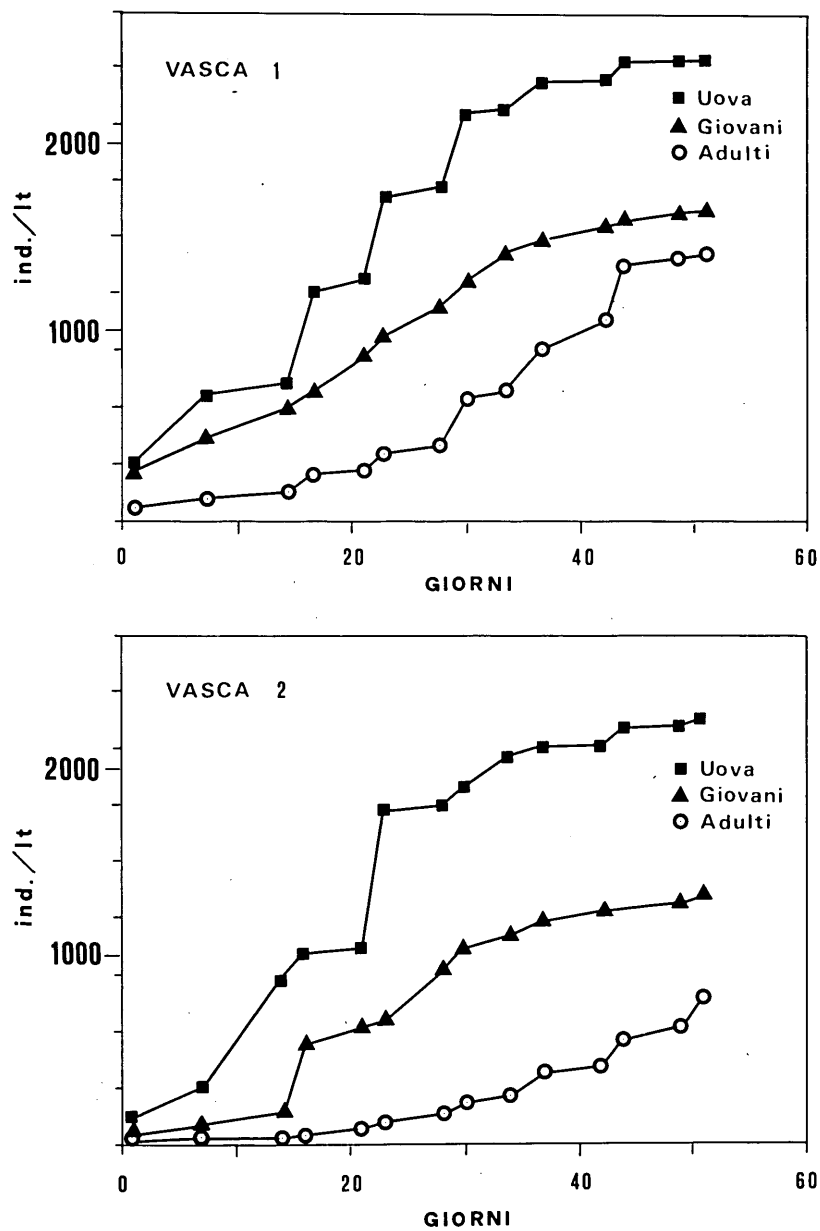


Fig. 3 - Produzione totale di uova, giovani e adulti di *Daphnia obtusa* durante l'esperimento effettuato con due diverse diete.

## RIASSUNTO

Vengono presentati i risultati di esperimenti di coltura di un microcrostaceo, *Daphnia obtusa* Kurz emend. Scourfield (Cladocera); gli esperimenti sono stati condotti presso un impianto di acquacoltura che utilizza acque reflue di una centrale termoelettrica, in vasche di volume idoneo alla produzione di una biomassa adeguata alle esigenze di una piccola avannotteria. Sono state utilizzate due diverse combinazioni di cibo, integrando concentrazioni standard di cellule algali rispettivamente con materiale celluloso (paglia micronizzata) e con fertilizzante organico (pollina). La produzione numerica calcolata da dati di densità di popolazione è servita a stabilire l'efficienza delle diverse combinazioni di alimenti, mentre gli altri parametri demografici stimati sono stati utilizzati per caratterizzare le fluttuazioni della popolazione. PAROLE CHIAVE: *Daphnia*, Cladoceri, Acquacoltura, Scaricotermico, Centrale-elettrica, Produzione, Dinamica di popolazioni.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ARGENTESI F., DE BERNARDI R., DI COLA G., 1974 - Mathematical models for the analysis of population dynamics in species with continuous recruitment. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **31**: 245-275.
- CANEPA M., DE MARGARITIS B., MALARA G., 1987 - La paglia colonizzata nell'allevamento di *Daphnia obtusa*: prospettive in acquacoltura. *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, **22** (2): 43-50.
- DE BERNARDI R., DI COLA G., 1976 - Instantaneous growth rates and productions estimation in natural zooplanktonic populations. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **33**: 105-123.
- DE MARGARITIS B., MALARA G., CANEPA M. - Prospettive nell'utilizzo di «Single Cell Protein» nell'allevamento di *Daphnia obtusa*. *III Congresso Società Italiana di Ecologia*, Siena 21-24 ottobre 1987 (in stampa).
- DE PAUW N., LAUREYS P., MORALES J., 1981 - Mass cultivation of *Daphnia magna* straus on ricebran. *Aquaculture*, **25**: 141-152.
- HEISIG G., 1979 - Mass cultivation of *Daphnia pulex* in ponds: the effect of fertilization aeration and harvest on the population development. In: STYCZYNSKA - JUREWICZ E., BACKYEL T., JASPERS E., PERSOONE G. (Eds) - Cultivation of Fish Fry and its Life Food. European Mariculture Society, Special Publication 4, Bredene, pp. 335-359.
- MARGARITORA F.G., 1985 - *Fauna d'Italia. Cladocera*. Ed. Calderini Bologna, 399 pp.
- MELCHIORRI SANTOLINI U., 1980 - Heterophrophic removal of nutrients and proteins production in eutrophic waters. Abstracts of the «Secon International Symposium on Microbial Ecology», Warwick 7-12 September 1980: 212.
- MELCHIORRI SANTOLINI U., VIAROLI P., 1988 - Il sistema cellulosa-microorganismi cellulosolitici negli ambienti acquatici: un ipotesi di biomanipolazione della catena alimentare del detrito in acque eutrofe. *Acqua e Aria*, **88** (1): 79-80.
- MALARA G., DE MARGARITIS B., CANEPA M., 1988 - La paglia colonizzata nella messa a punto di una nuova dieta per l'allevamento di *Daphnia obtusa*. *Acqua e Aria*, **88** (9): 1123-1132.
- MANCA M., DE BERNARDI R., 1984 - Energy budget and evolutive strategies in two cladocerans: *Daphnia obtusa* Kurz and *Simocephalus vetulus* (O.F. Muller). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **43**: 119-145.
- MANCA M., DE BERNARDI R., 1985 - Effects of fluctuating temperature and light conditions on the population dynamics and the life strategies of migrating and non-migrating *Daphnia* species. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **44**: 177-202.
- PIVA G., PIETRI A., MACCAGNI A., 1982 - A new technique of physical separation to increase the nutritive value of feeds. *Ann. Fac. Agr. U.C.S.C. Piacenza*, **22**: 285-290.
- TAUB F.B., DOLLAR A.M., 1968 - The nutritional inadequacy of Chlorella and Chlamydomonas as food for *Daphnia pulex*. *Limnol. Oceanogr.*
- VENTURA R.F., ENDEREZ E.M., 1980 - Preliminary studies on *Moina* sp. production in freshwater tanks. *Aquaculture*, **21**: 93-96.

*Ringraziamenti*

Si ringrazia il dott. Riccardo de Bernardi, Direttore dell'Istituto Italiano di Idrobiologia di Pallanza per l'impostazione sperimentale e il contributo critico fornitoci, la dott.ssa Marina Manca per l'assistenza scientifica nell'arco della sperimentazione e il prof. G. Di Cola del Dipartimento di Matematica per il contributo dato agli aspetti inerenti la modellistica matematica.