

Prove di allevamento massale di larve di *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera, Chrysopidae): proposte per il contenimento del cannibalismo.

(Ricerche eseguite con il contributo del CNR)

INTRODUZIONE

Gli individui appartenenti alla famiglia dei Crisopidi sono caratterizzati da comportamento predatorio, in alcune specie solo allo stato di larva, in altre anche allo stato adulto.

Una tra le specie comune ovunque e diffusa altresì nel bacino del Mediterraneo è *Chrysoperla carnea* Steph., predatrice unicamente allo stato larvale. Le immagini hanno regime dietetico glicifago e pollinifago, mentre le larve sono polifaghe, poiché si cibano di piccoli Artropodi a corpo molle, in particolare di Afidi, Coccidi ed Acari, nei vari stadi del loro sviluppo. La sua plasticità ad ambienti diversi, la sua resistenza, la sua stessa polifagia, ne hanno suggerito l'utilizzo in programmi di lotta biologica come agente di controllo delle popolazioni di numerosi insetti fitofagi (Ridgway e Jones, 1968; 1969).

Diversi fattori, non ultimo la polifagia che le distingue, inducono le larve a cibarsi di sovente dei loro stessi consimili, attuando cioè il cosiddetto fenomeno del cannibalismo. Tale comportamento si verifica in natura durante l'intero ciclo larvale attivo, in tutte quelle circostanze che rendono difficoltoso il raggiungimento delle prede. Nonostante il caratteristico peduncolo che sorregge le singole uova di *Chr. carnea*, le larve neonate, alla ricerca di cibo, riescono facilmente a raggiungerle, a perforare il corion e a succhiarne il contenuto. In seguito, gli individui sopravvissuti attuano e subiscono frequentemente il cannibalismo fino alla filatura del bozzolo, quando, ancora una volta, si espongono all'attacco delle larve più giovani, attive e affamate.

Il fattore essenzialmente responsabile di tale fenomeno è la densità di popolazione del Crisopide rispetto alla disponibilità nell'ambiente di prede agevoli di valore nutritivo apprezzabile. La capacità del Neurottero di procurarsi il proprio nutrimento, raramente si spinge fino alla minaccia della propria sopravvivenza, risolvendosi spesso sui

propri simili, laddove questi si dimostrino più deboli al momento dell'attacco (Bond, 1978; Butler e May, 1971; New, 1975).

Duelli (1981) in alcune sperimentazioni condotte in ambiente artificiale, ha sottolineato le dimensioni del fenomeno, osservando come larve di *Chr. carnea* dell'ultima età, in condizioni di affamamento, non dimostrino preferenze per le prede eterospecifiche rispetto alle larve consimili. Ai Crisopidi in osservazione erano state offerte in uguale quantità, larve della tignola della patata *Phthorimaea operculella* Z. e larve di *Chr. carnea* anestetizzate con CO₂.

Questo costume alimentare limita considerevolmente la possibilità di condurre allevamenti massali del Crisopide in ambiente condizionato, infatti solo gli adulti si dimostrano in grado di convivere in largo numero, in quanto non soggetti ad intolleranza reciproca (Finney, 1950; Kusnetzova, 1968; Choumakov, 1970; Tulisalo e Korpela, 1973; Hassan, 1975; Shuvakhina, 1978).

Alcuni Autori hanno affrontato il problema dell'allevamento larvale in massa, ideando soluzioni che limitino il cannibalismo, come il mantenimento di popolazioni miste di *Chr. carnea* e di *Sitotroga cerealella* Oliv. (Tulisalo, *in litt.*; Tulisalo e al., 1977).

Ru e al. (1976) propongono il contenimento delle larve di *Chr. rufilabris* in pannelli di plastica suddivisi in cellette destinate ad ospitare ciascuna una larva di Crisopa. Una volta collocate le uova del Neuroterro, nelle cellette erano distribuite anche uova, precedentemente sottoposte a congelamento, del Lepidottero Nottuide *Thricoplusia ni* H. Le alimentazioni seguenti avvenivano dall'alto, tramite una fitta reticella di nylon trasparente fissata al pannello, sulla quale, in corrispondenza delle cellette, era collocata una larva di IV^a età di *T. ni* precedentemente sottoposta ad una immersione in acqua calda che ne provoca la morte.

Un sistema analogo è stato proposto da diversi Autori (Ridgway e al., 1970; Morrison e al., 1975; Morrison, 1976; 1977) i quali hanno adottato delle unità di allevamento in Hexcel o Masonite costituite da molte cellette atte ad ospitare 2-3 uova di *Chr. carnea* ciascuna, in maniera da ottenere con sicurezza un individuo adulto al termine del ciclo. Il pabulum era costituito da uova di *Sitotroga cerealella* distribuite di volta in volta su un telo di organza fissato a guisa di coperchio alla cima del contenitore compartimentato. Le larve si nutrivano così rimanendo all'interno delle singole cellette non comunicanti tra loro.

Barnes (1975) invece, ha fatto uso di un unico coperchio mobile sovrastante le subunità di allevamento e le uova del Lepidottero venivano somministrate direttamente all'interno, previa anestesia delle larve di *Chr. carnea* con CO₂.

In questo Istituto sono in atto da diversi anni prove di allevamento in ambiente condizionato, del Neuroterro Crisopide.

L'esigenza di ottenere un numero elevato di individui per ogni generazione di laboratorio, ci ha spinto a cercare una tecnica che consentisse di portare a termine lo sviluppo preimmaginale con elevate rese in adulti, tenendo le larve in gruppi numerosi, anziché in singoli contenitori, e riducendo contemporaneamente la manualità necessaria per ogni ciclo di sviluppo.

MATERIALI E METODI

Gli allevamenti sperimentali sono stati condotti utilizzando esemplari ottenuti dopo diverse generazioni di laboratorio, da adulti catturati sul litorale toscano. Le prove sono state condotte sempre in celle climatiche in muratura di 2 x 3 x 2,5 m. di dimensione, in cui un impianto automatico garantiva una temperatura di 21 ± 1 °C e una U.R. dell' $80 \pm 5\%$. Il fotoperiodo, controllato da una orologeria automatica, era regolato con una fotofase di 16 ore.

Le uova, da cui si sono ottenute le larve usate nella sperimentazione, sono state deposte da femmine sempre tenute con il maschio, in unità di deposizione costituite da tubi cilindrici di vetro trasparente, di cm 15 di lunghezza x cm 6 di diametro. Le estremità aperte venivano chiuse con una sottile tela a maglie molto fini, fissata con elastici al tubo stesso.

All'interno veniva posto un rettangolo di pergamino paraffinato di dimensioni quasi prossime a quelle del contenitore, su cui veniva distribuita, in piccole gocce, la dieta alimentare somministrata agli adulti, costituita da gr 0,3 di estratto di lievito (« Bacto Yeast Extract » DIFCO), gr 0,7 di D-Fruttosio, disciolti in 10 cc di acqua distillata. Il pergamino veniva sostituito a giorni alterni.

All'interno del contenitore trovava posto anche un rettangolo di cartoncino verde, fissato con due linguette alle estremità del tubo dallo stesso elastico che fermava la tela. Le femmine dimostravano maggior preferenza al momento della deposizione per questa superficie che per le pareti di vetro del contenitore. In tal modo la quasi totalità delle uova poteva essere recuperata sostituendo il cartoncino, che veniva poi conservato in scatole di plexiglass, dove si concludeva la incubazione delle uova e avveniva la schiusura. Queste venivano poi trasferite nei contenitori di allevamento massale, costituiti da scatole di plexiglass trasparente, a chiusura ermetica, con dimensioni di cm 19 x 24 x 11.

La scatola veniva poi riempita per circa 3/4 con polistirolo espanso in fiocchi, materiale comunemente utilizzato nell'industria come prodotto da imballaggio. Il substrato da inserire nel contenitore doveva essere: leggero e chimicamente inerte, in modo da ridurre i rischi di danneggiamento alle larve; capace di aumentare il più possibile, pur

in uno spazio determinato, la superficie a disposizione delle larve riducendone le possibilità di incontro; adatto allo stesso tempo a creare all'interno della massa cavità sufficienti perché le pupe potessero con facilità eseguire le operazioni di sfarfallamento. Si è scelto così il polistirolo in fiocchi che bene si adattava a tali esigenze (Fig. I e Fig. II).

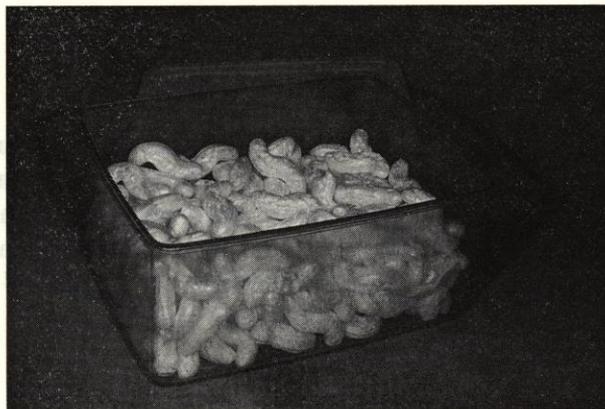


FIG. I

Scatola contenente polistirolo, usata per i cicli di sviluppo larvale.



FIG. II

Larve in movimento sul polistirolo.

Per le prove con larve allevate singolarmente si sono usate provette di vetro trasparente di dimensioni cm 10 x cm 1,5, nelle quali veniva posta una larva e l'alimento.

Come dieta larvale sono state utilizzate uova di *Galleria mellonella* L., sfruttando la presenza in Istituto di un allevamento parallelo di

tale Lepidottero. La scelta non è stata però casuale, poiché le uova assicurano questi vantaggi: a) possibilità di conservazione in ambiente frigo (± 5 °C) per alcuni giorni, senza comprometterne la vitalità; b) validità alimentare delle uova stesse, già messa in risalto da prove di allevamento singolo; c) maneggevolezza di tale cibo, tale da consentire lo spargimento di questo e la sua distribuzione per caduta all'interno del substrato; d) possibilità di uccisione dell'embrione sottoponendo le uova a trattamento con raggi ultravioletti per circa 70 minuti.

L'esposizione alle radiazioni impedisce la schiusura delle uova, evitando così la contemporanea presenza nei contenitori d'allevamento di larve di *Chr. carnea* e di *G. mellonella*. Si è però notato come le larve di Lepidottero neonate (in genere presenti dopo 15 giorni dalla deposizione) soccombono nell'arco di 24 ore dalla loro nascita per la mancanza di cibo a loro adatto. Perciò non arrecano danno alle larve di Crisopide, che vengono favorite a tal riguardo anche dalla breve durata del loro sviluppo preimmaginale.

Prima della loro distribuzione le uova di *G. mellonella* venivano staccate dal substrato di deposizione, in genere fogli di carta assorbente, con una spatolina, dopo averle inumidite in acqua. Una volta asciutte, venivano sparse dall'alto all'interno della scatola d'allevamento, con uniformità. Il contenuto non è mai stato rimescolato, se si eccettua una operazione di conteggio delle larve sopravvissute, effettuata sempre al 14° giorno di sviluppo, volta a trarre indicazioni sull'andamento della prova. Il conteggio veniva effettuato trasferendo, con molta delicatezza, l'intero contenuto della scatola in una equivalente, senza sostituire o eliminare alcunché.

Dopo 2-3 giorni dalla filatura dei primi bozzoli, si è controllato il peso di un numero rappresentativo di essi per ciascuna prova.

Il recupero degli adulti sfarfallati veniva compiuto con un aspiratore a bassa potenza. L'operazione molto rapida e priva di particolari pericoli per gli individui, veniva facilitata dalla tendenza degli stessi a raggiungere la superficie della scatola, libera da polistirolo.

In riferimento ai vantaggi dell'uso del polistirolo nei contenitori d'allevamento, si è giunti alla definizione di un numero discreto di prove, tese a quantificare la migliore combinazione tra la quantità di alimento, i ritmi di alimentazione e la resa in adulti. Le prove impostate sono state le seguenti:

Prova 1 - All'interno del contenitore, riempito per 3/4 di polistirolo, sono state poste 200 larve neonate di *Chr. carnea*. La somministrazione del cibo, costituito da uova di *G. mellonella* sottoposte a radiazione ultravioletta, è avvenuta a intervalli di 4 giorni, per l'intera durata dello sviluppo larvale. La quantità totale di cibo fornita è stata di 13,8 grammi di uova (precisamente gr 2,3 per ogni turno di alimentazione).

Prova 2 - Si è fatto uso di un contenitore privo di ogni substrato, all'interno del quale si sono poste 200 larve neonate. Le quantità di cibo e i ritmi di somministrazione dell'alimento sono stati uguali alla prova 1.

Prova 3 - L'allevamento del gruppo di 200 larve è stato condotto con le medesime modalità delle precedenti prove. Si è modificato solo l'alimento, costituito in questo caso, da uova non sottoposte ad alcun trattamento irradiante.

Con questa serie di prove si è voluto verificare l'efficacia del polistirolo come materiale inerte e controllare gli effetti del trattamento con raggi ultravioletti sulla appetibilità del cibo, sulla resa in adulti e sulla generale semplicità di esecuzione delle operazioni d'allevamento. La sperimentazione ha anche fornito le prime informazioni sulla quantità più idonea d'alimento e sui ritmi di somministrazione.

Prova 4 - Nel contenitore con il polistirolo sono state collocate 100 larve neonate di *Chr. carnea*. Queste sono state alimentate ogni 4 giorni con 1,15 grammi di uova neodeposte, per un totale di 6.9 grammi. Non si sono quindi modificate le condizioni sperimentali, eccetto la densità di popolazione all'interno del contenitore. Si è voluto infatti verificare che importanza avesse tale fattore.

Prova 5 - In questa prova ogni larva è stata allevata isolata dalle compagne, utilizzando come alimento uova neodeposte e non irradiate. La prova era costituita da 50 larve neonate. Queste sono state alimentate ogni 4 giorni, con una quantità di cibo pro capite di circa 1/200 della razione fornita alle prove massali. I risultati ottenuti da queste prove sono stati utilizzati come confronto con quelli degli allevamenti massali.

Prova 6 - Il gruppo di 200 larve è stato posto nel contenitore d'allevamento e alimentato ogni 5 giorni con 2,8 grammi di uova, per un totale di 11,2 grammi distribuiti nel corso dell'intero sviluppo pre-immaginale.

Prova 7 - Nel contenitore d'allevamento si sono collocate 200 larve neonate, non variando nulla rispetto alla prova 6, se non l'intervallo fra due successive somministrazioni di cibo, ridotto a 3 giorni. Per ogni alimentazione si sono forniti 1,6 grammi di uova di *Lepidottero*.

Prova 8 - Si sono collocate 200 larve nella scatola d'allevamento, conducendo la prova in maniera del tutto simile alla 6 e 7. L'unica variante è stata l'allungamento a 7 giorni dell'intervallo fra le alimentazioni.

Questa serie di prove ci ha permesso di verificare gli effetti dei diversi ritmi di somministrazione del cibo.

Prova 9 - All'interno del contenitore d'allevamento sono state isolate 200 larve, alimentandole ogni 5 giorni con 1,4 grammi di uova di *G. mellonella*. Si è quindi dimezzata la quantità di cibo somministrata nella prova 6, nel tentativo di controllare il comportamento delle larve ad una alimentazione quantitativamente ridotta.

RISULTATI

I dati ottenuti dalle 9 prove d'allevamento larvale sono stati sottoposti, laddove era possibile, all'analisi della varianza ed al test di Duncan sulle differenze tra le medie.

Il conteggio effettuato al 14° giorno in ciascuna prova ha mostrato in tutti i casi delle percentuali di sopravvivenza discretamente elevate (Fig. III). Nonostante le caratteristiche peculiari di ciascuna prova, questi dati sono abbastanza omogenei. Nella prova 2 si è avuta una percen-

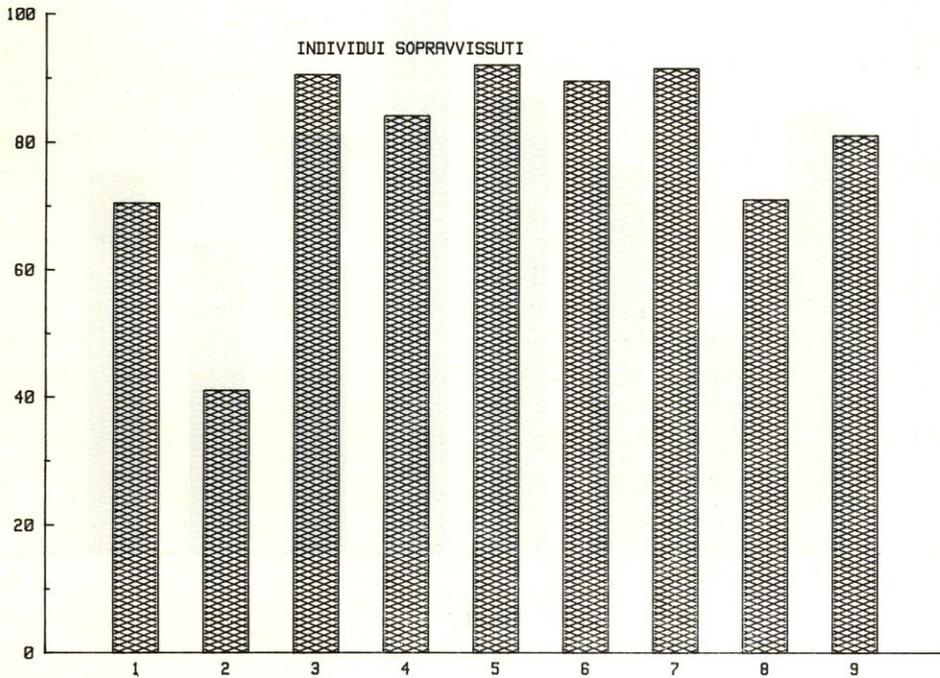


FIG. III

Numero degli individui sopravvissuti al 14° giorno di sviluppo preimmaginale.

tuale di sopravvivenza pari solo al 41% degli individui allevati, dimostrando che la mancanza del substrato di polistirolo ha provocato il manifestarsi vistoso del cannibalismo. La prova 5 condotta come testimone, con larve allevate singolarmente, ha dato la più alta percentuale di sopravvivenza (92%), valore tuttavia non lontano da quelli delle prove massali 7 e 3 (rispettivamente 91,5% e 90,5%).

I dati fin qui descritti non si sono sempre rivelati concordi con le rispettive rese in adulti valutate in percentuale al termine di ogni prova (Fig. IV). La prova 6 pur avendo fatto registrare un indice di sopravvivenza abbastanza alto (89,5%), ha subito gli effetti di una coincidenza

di fattori esterni non ponderabili che ne hanno compromesso in seguito l'andamento, impedendo la conclusione dello sviluppo preimmaginale.

L'elaborazione statistica dei tempi medi in giorni dello sviluppo completo, dalla schiusura dell'uovo allo sfarfallamento (Tab. I), ha rivelato differenze altamente significative tra le prove, ad esclusione del confronto fra le medie dei gruppi 5 e 4 (30,14 e 29,94), fra i gruppi

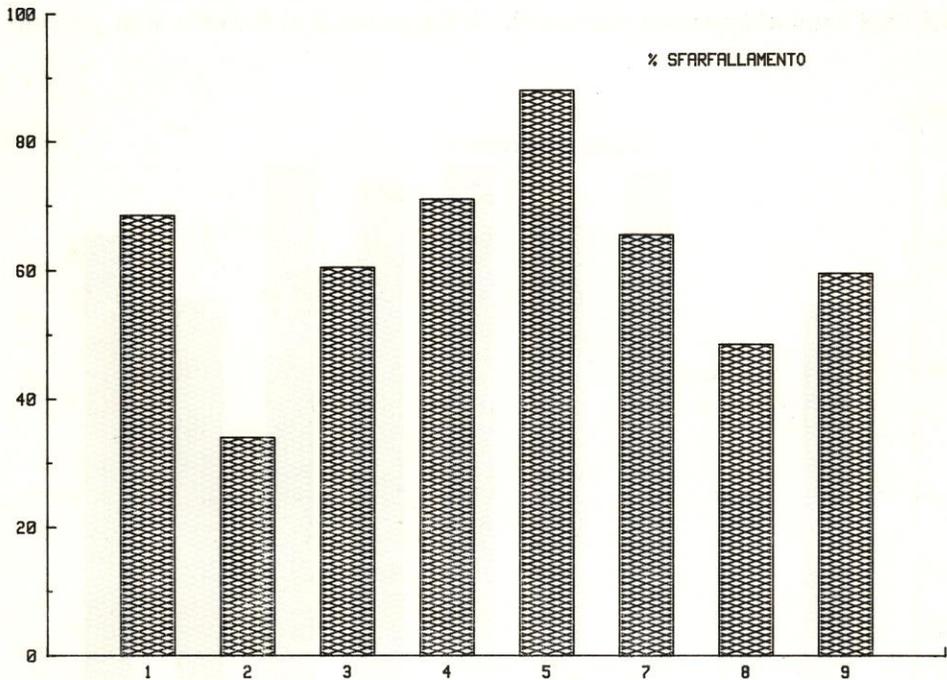


FIG. IV
Percentuale di individui sfarfallati.

1 e 7 (29,25 e 29,05) e fra i gruppi 8 e 2 (27,08 e 26,94), tra cui non si è rilevata alcuna significatività. Le prove 7 e 9 (29,05 e 28,62) danno comunque differenze significative. Il valore minimo è stato dato dalla prova 3 che ha riportato valori medi pari a 26,07 giorni.

Il confronto statistico del peso medio dei bozzoli ha permesso una più approfondita considerazione dell'andamento delle 9 prove (tab. II). I valori più alti in milligrammi si sono ottenuti con le prove 3; 6; 4 (rispettivamente 11,75; 10,97; 10,85) e le differenze tra questi valori non sono statisticamente significative. I valori delle prove 1; 5; 2; 7 (mg 10,37; 9,91; 9,31; 9,25) non rivelano differenze significative tra loro. Le prove 9 e 8 (che hanno riportato valori medi di mg 8,62 e mg 9 nell'ordine) al confronto, non presentano differenze statisticamente signifi-

ficative tra loro, ma altamente significativo è il confronto con i valori medi delle prove 3; 6; 4; 1.

Nella figura IV sono rappresentati i valori percentuali di sfarfallamento. Il valore più elevato è stato ottenuto dalla prova n. 5, che ha dato una resa in adulti dell'88%. In questa prova però, il cannibalismo non ha avuto luogo perché le larve sono state allevate singolarmente.

TAB. I. - Tempo medio di sviluppo preimmaginale in giorni.

Prova n. 5	30,14	A	a
Prova n. 4	29,94	A	a
Prova n. 1	29,25	B	b
Prova n. 7	29,05	BC	b
Prova n. 9	28,62	C	
Prova n. 8	27,08	D	c
Prova n. 2	26,94	D	c
Prova n. 3	26,07		

Sono espresse con lettere minuscole le medie non significativamente diverse per $p < 0,05$ e con lettere maiuscole quelle non diverse per $p < 0,01$ (analisi della varianza e test di Duncan).

La prova n. 4, dando una percentuale del 71%, ha evidenziato come la minore densità di popolazione rispetto al substrato, limitando le possibilità di incontro tra le larve, riduca il cannibalismo. Il gruppo n. 1,

TAB. II. - Peso medio dei bozzoli in mg.

Prova n. 3	11,75	A	a
Prova n. 6	10,97	AB	ab
Prova n. 4	10,85	ABC	ab
Prova n. 1	10,37	ABCD	bc
Prova n. 5	9,91	BCDE	bcd
Prova n. 2	9,31	BCDE	bcd
Prova n. 7	9,25	BCDE	cd
Prova n. 8	9,00	DE	d
Prova n. 9	8,62		

Sono espresse con lettere minuscole le medie non significativamente diverse per $p < 0,05$ e con lettere maiuscole quelle non diverse per $p < 0,01$ (analisi della varianza e test di Duncan).

alimentato con uova sottoposte ad esposizione a raggi ultravioletti, ha dato una percentuale di sfarfallamento del 68,5%. Agli effetti della resa in adulti, il trattamento subito dalle uova assicura vantaggi evidenti,

tuttavia, per alcuni motivi di ordine tecnico, tale pratica è stata sospesa. Nella prova n. 7 si è ridotto di un giorno l'intervallo tra due successive alimentazioni, consentendo una resa in adulti del 65,5%; notevolmente inferiore tuttavia alla percentuale di individui sopravvissuti al momento del primo conteggio. Probabilmente le larve giunte per ultime a maturazione, hanno aggredito le altre durante la filatura del bozzolo. Lo stesso fenomeno si è forse verificato nella prova n. 3, che ha dato il 60,5% di esemplari sfarfallati. Nonostante il lungo intervallo tra le somministrazioni di cibo alle larve del gruppo n. 8, si è ottenuta una resa in adulti del 59,5%. Una notevole riduzione degli individui iniziali si è avuta nella prova n. 9, condotta utilizzando una quantità dimezzata di uova di *G. mellonella*; infatti la percentuale di sfarfallamento è stata del 48,5%. La mancanza del substrato di polistirolo, non limitando il cannibalismo, ha consentito di ottenere un numero di immagini pari al 34%, nella prova n. 2.

CONCLUSIONI

La prova condotta tenendo le larve isolate tra loro, riferita come testimone, evidenzia il valore alimentare del cibo prescelto per l'intero lavoro. La resa in adulti, se da un lato è consentita dall'assenza di cannibalismo, dall'altro è favorita dalla validità nutritiva delle uova di *G. mellonella*.

La serie di prove condotte è stata impostata sull'uso di uova non sottoposte ad irraggiamento, ovvero senza che alcun fattore pregiudicasse lo sviluppo embrionale. Solo in una prova si è praticata l'esposizione delle uova a raggi ultravioletti, ottenendo risultati degni di nota; tuttavia la non definitiva sperimentazione del metodo e la manualità richiesta per l'irradiazione, ci hanno portato ad abbandonare temporaneamente questo metodo.

Nonostante il potenziale nutritivo del cibo offerto, nella prova in cui le larve convivevano senza alcun substrato di separazione, il cannibalismo si è vistosamente manifestato, riducendo la resa in adulti a valori non soddisfacenti.

L'inserimento del polistirolo espanso nei contenitori di allevamento, ha limitato la possibilità di incontro tra le larve, non impedendo loro l'assunzione di cibo, e ciò si è favorevolmente ripercosso sugli indici di sfarfallamento, che sono stati per la prova n. 7 discretamente elevati (65,5%).

Risulta difficile valutare i rapporti ottimali tra la quantità di substrato e la densità di popolazione. A questo scopo è stata condotta la prova n. 4 dimezzando il numero di individui, senza variare né le dimensioni del contenitore, né la quantità di polistirolo contenutovi. Il cibo

era nelle medesime quantità adottate per la maggioranza delle prove. Questa sperimentazione ha dato risultati sensibilmente migliori delle altre prove massive, richiedendo tuttavia maggiori spazi per l'allevamento.

Il polistirolo si è dimostrato un materiale adatto ad ospitare le larve di *Chr. carnea* durante l'intero sviluppo preimmaginale; tuttavia, per farne uso a questo scopo, si è condizionati nella scelta del pabulum. Solo le uova di Lepidotteri, in quanto caratterizzate da un peso ridotto e facilmente distribuibili con uniformità, si prestano ad essere sommi-

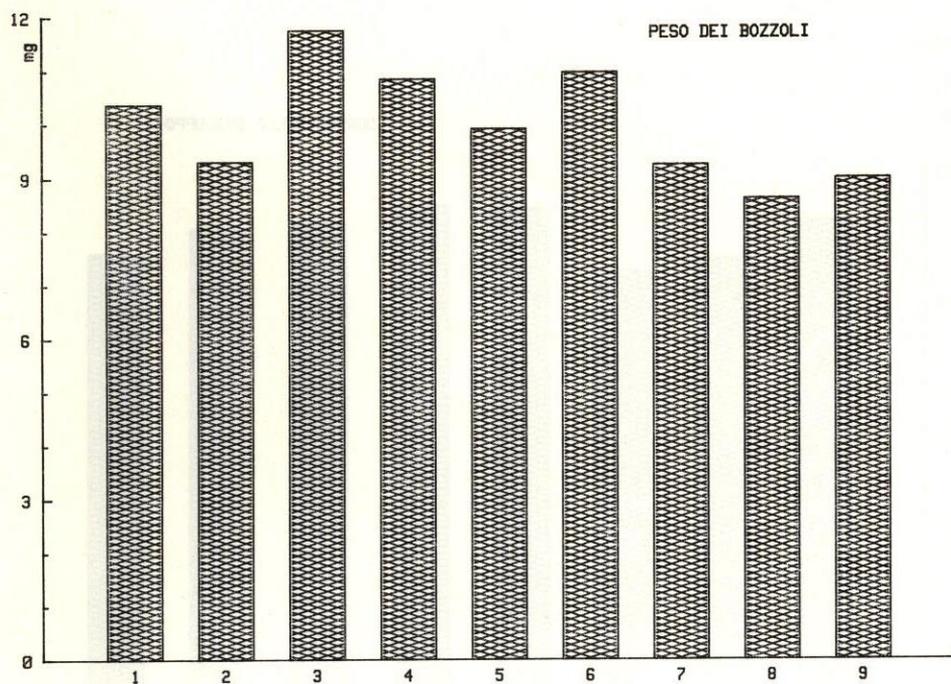


FIG. V

Peso medio dei bozzoli in mg.

nistrate dall'alto del contenitore. Se la massa non subisce manipolazioni, il movimento stesso delle larve porta ad una graduale caduta delle uova verso le intercapedini sottostanti, generate dal polistirolo stesso. Si ha così, senza un intervento diretto da parte dell'operatore, una distribuzione omogenea del cibo. Il polistirolo assicura anche alle pupe, durante la fuoriuscita dal bozzolo, una superficie su cui effettuare l'ultimo esuvamento.

La quantità di cibo pro capite che abbiamo somministrato, è stata valutata senza disporre di precedenti esperienze, ed è quindi del tutto indicativa. La prova n. 9, alimentata con un quantitativo inferiore di

uova, mirava ad una più precisa conoscenza del rapporto quantitativo uova-larve. Il numero di immagini sfarfallate è stato decisamente inferiore alla percentuale delle altre prove, lasciandoci intuire che il quantitativo più spesso usato non può essere ridotto senza rinunciare a soddisfacenti rese in adulti.

Dal confronto con precedenti sperimentazioni, il peso dei bozzoli può essere giudicato abbastanza alto in tutte le prove (Fig. V), eccezion fatta per la n. 9 (peso medio bozzoli = 8,6 mg). Gli individui della prova n. 5, benché sfarfallati in numero considerevole, non presentavano bozzoli in media più pesanti delle prove massali (mg 9,9).

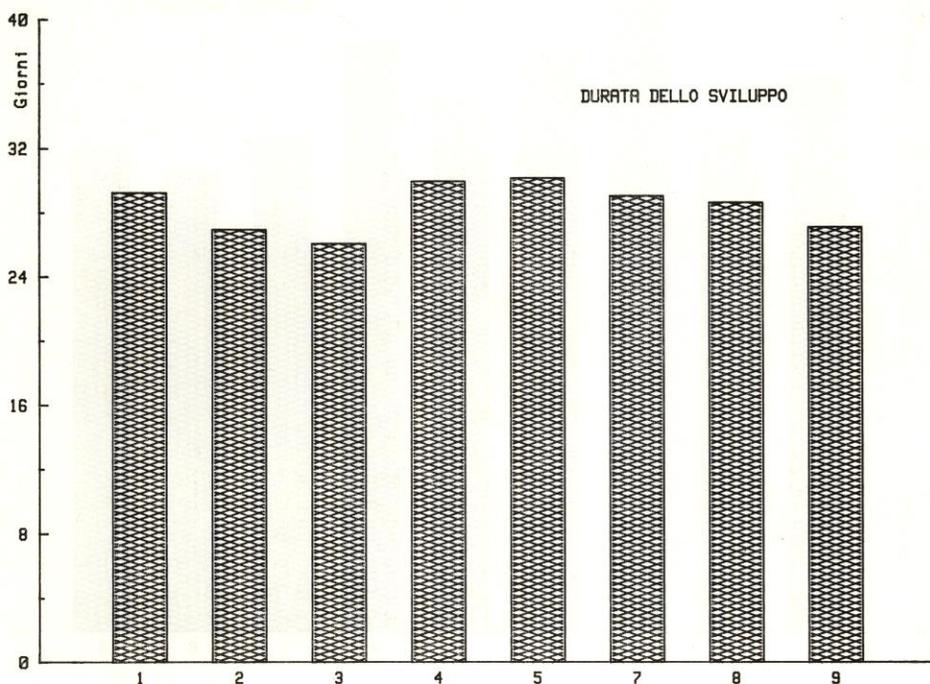


FIG. VI

Tempo medio di sviluppo preimmaginale in giorni.

La distanza fra le successive alimentazioni modifica, a sua volta, l'andamento delle prove; infatti i risultati delle prove n. 7; 3; 8, in cui è stato variato l'intervallo di somministrazione delle uova, erano in diretta relazione con il numero di giorni interposti tra le successive offerte di cibo. I valori in resa di adulti sono stati rispettivamente del 65,5%; 60,5% e 59,5%.

Per quanto concerne i tempi medi di sviluppo preimmaginale (Fig. VI), se consideriamo la prova n. 5 come testimone (28,7 giorni), dobbiamo ammettere che la prova n. 8 e la prova n. 9 sono state condotte in condi-

zioni non del tutto favorevoli per le larve (22,5 giorni di sviluppo per entrambe). In questi due casi, la filatura del bozzolo è precocemente avvenuta, come meccanismo di difesa in contrapposizione alla probabile carenza di cibo dell'ultima età larvale.

Alla luce dei risultati ottenuti da tutte le prove massali condotte, è difficile operare una valutazione qualitativa, a causa dell'interdipendenza di tutti i fattori presenti nella sperimentazione; non c'è infatti una prova che riunisca il livello ottimale di ogni variabile. Ciascuna presenta un diverso valore della resa in adulti, dei costi di allevamento e della manualità necessaria per condurla; sta all'operatore attribuire una diversa importanza a ciascun fattore.

In un allevamento previsto per mantenere le larve in contenitori individuali, la somministrazione delle uova del Lepidottero richiede una elevata manualità durante l'intero sviluppo larvale, oltre a prevedere l'impiego di un quantitativo di uova piuttosto elevato e difficilmente quantificabile. Lo spazio necessario per ospitare un allevamento di discrete dimensioni può costituire un limite alla sua attuazione.

Notevolmente limitato è viceversa il tempo necessario all'alimentazione, nel caso che le larve vengano ospitate in discreto numero in contenitori riempiti di polistirolo. Anche la raccolta degli adulti al termine del ciclo, può essere effettuata velocemente. Adottando quest'ultima soluzione, la manualità per l'ottenimento di un elevato numero di esemplari è semplice e richiede, da parte dell'operatore, un impiego di tempo molto limitato.

RIASSUNTO

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di studiare un metodo per contenere il cannibalismo ed altresì di stabilire la combinazione più soddisfacente fra i ritmi di somministrazione del cibo, quantità di alimento fornito, densità di popolazione e resa in adulti.

Sono state condotte 9 diverse prove di allevamento larvale di *Chrysoperla carnea* (Steph.).

Le prove 1; 3; 6; 7; 8; 9 sono state eseguite in contenitori di plexiglass trasparente (cm. 19 x 24 x 11) a chiusura ermetica, riempiti per 3/4 di polistirolo in fiocchi, comunemente usato come materiale da imballaggio. La scelta di tale prodotto è stata dettata dall'esigenza di aumentare la superficie all'interno di una stessa unità, riducendo le possibilità di incontro tra gli individui. 200 larve neonate venivano distribuite manualmente sulla massa di ogni contenitore. Il pabulum era costituito da uova neodeposte di *Galleria mellonella* L., poggiate in superficie, per un quantitativo di 11,2 g in ciascun ciclo larvale. Durante l'intero sviluppo preimmaginale l'unica manipolazione necessaria era data dalle somministrazioni di cibo, effettuate comunque senza rivoltare il contenuto delle unità di allevamento. La raccolta degli individui neosfarfallati si è ottenuta tramite un aspiratore a bassa potenza.

Per ogni prova, al 14° giorno di sviluppo preimmaginale, si è effettuato il conteggio degli individui sopravvissuti, allo scopo di conoscere la quantità di esemplari in quel momento, rispetto al numero di individui in seguito sfarfallati.

Tutte le prove sono giunte a termine tranne la n. 6 che ha subito la totale mortalità degli individui.

Nelle prove 7; 3; 8, si sono variati gli intervalli tra due successive somministrazioni di pabulum (rispettivamente 3; 4 e 7 giorni), fornendo la stessa quantità totale di uova in grammi. La percentuale di adulti sfarfallati è stata del 65,5% per la prova 7; del 60,5 nella prova 3 e del 59,5% nella prova 8, dimostrando in che maniera il dilazionamento delle offerte di cibo favorisce il cannibalismo riducendo la resa in adulti, se pur non in maniera considerevole.

Nella prova 9, condotta con gli stessi criteri, le larve hanno però ricevuto solo 7,2 g di uova per l'intero ciclo, quantità minore rispetto alle prove precedenti; da questo gruppo è sfarfallato il 48,5% degli individui iniziali, mostrandoci come la quantità di pabulum influisca sulle percentuali di sfarfallamento più degli intervalli tra le sue somministrazioni.

Nella prova 1 si è praticata l'esposizione delle uova di *Galleria mellonella* a raggi ultravioletti, ottenendo una percentuale di sfarfallamento del 68,5%, tuttavia la non definitiva sperimentazione del metodo ci ha portato ad abbandonare temporaneamente tale tecnica.

Nella prova 4, condotta con gli stessi criteri, si sono distribuite solo 100 larve e si è fornita ad esse una quantità totale di uova inferiore (6,9 g), dimezzando i fiocchi di polistirolo. La resa in adulti è stata pari al 71%, valore non molto più elevato dei seguenti.

Con la prova 2 si è voluto evidenziare il comportamento delle larve in assenza del substrato artificiale; qui, nonostante il valore nutritivo del cibo offerto, il cannibalismo si è manifestato vistosamente, infatti la percentuale di sfarfallamento è stata del 34%.

La prova 5 è stata condotta in qualità di testimone, allevando le larve singolarmente in provette, dove il cannibalismo era impedito dall'isolamento. La resa in adulti di questo gruppo è stata pari all'88%.

L'elaborazione statistica dei tempi medi in giorni dello sviluppo completo, dalla schiusura dell'uovo allo sfarfallamento, ha rivelato differenze altamente significative tra le varie prove, ad esclusione del confronto fra le medie dei gruppi 5 e 4 (30,14 e 29,94), fra i gruppi 1 e 7 (29,25 e 29,05) e fra i gruppi 8 e 2 (27,08 e 26,94), tra i risultati delle quali non si è rilevata alcuna significatività. Le prove 7 e 9 (29,05 e 28,62) hanno dato comunque risultati con differenze significative. Il valore minimo è stato dato dalla prova 3 che ha riportato valori medi pari a 26,07 giorni.

Il peso medio dei bozzoli di ogni singola prova ha dato il valore più basso nel gruppo 9 (mg. 8,62) ed il valore massimo nel gruppo 3 (mg. 11,75). La differenza tra i due valori è altamente significativa.

La tecnica d'allevamento adottata ha consentito di portare a termine lo sviluppo preimmaginale di *Chr. carnea*, con un impegno di lavoro estremamente ridotto rispetto alla manualità richiesta in un allevamento che mantenga le larve isolate tra loro.

Tests of mass rearing of larvae of *Chrysoperla carnea* (Steph.)
(Neuroptera, Chrysopidae): suggestions for controlling cannibalism.

SUMMARY

The aim of this work was to study a method for controlling cannibalism and also to define the most satisfactory combination of the feeding intervals, the amount of food supplies, density of population and yield of adults.

Nine different tests of larval rearing of *Chrysoperla carnea* (Steph.) were carried out.

The tests 1; 3; 6; 7; 8; 9, were made in transparent plastic boxes of plexiglass (cm 19 x 24 x 11), perfectly closed, three quarters filled with flakes of polystyrene, commonly used as packing material. This substance was chosen for the need of increasing the surface inside the unit, thus reducing the chances of the larvae meeting. Two hundred new-hatched larvae were placed manually on the top of the polystyrene. The amount of the pabulum, consisting of new laid eggs of *Galleria mellonella* L., placed on the surface for each larval cycle, was g 11.2. Throughout the complete preimaginal development it was necessary only to give food, without turning over the contents of the rearing units. The picking of the new emerged adults was made by the use of a low-power aspirator.

For each test at day 14 of the preimaginal development, the surviving larvae were counted in order to know the number of specimens occurring at that moment, compared to the number of individuals later emerged. All the tests had a positive conclusion, excluding test 6 which underwent the death of all the individuals.

In the tests 7; 3; 8, the intervals between two subsequent supplies of food were varied (3; 4 and 7 days respectively), giving the same amount of eggs. The percentages of adults emerged were 65.5%, 60.5% and 59.5% in the tests 7; 3 and 8 respectively. These results show how the delay of the food supply favours cannibalism, therefore reducing the yield of adults, even if not in large amounts.

In test 9 carried out with the same rules, the larvae, however, received only g 7.2 of eggs for the whole cycle, a quantity lower than in the previous tests. Inside this group 48.5% of the initial individuals emerged, showing that the quantity of pabulum affects the percentages of emergence more than the intervals between its supply.

In test 1 the eggs of *Galleria mellonella* were exposed to the radiation of ultraviolet light, achieving 68.5% of emergences. The recentness of the experimentation of this method, however, led us to temporarily give up such a technique.

In test 4 carried out with the same rules, only 100 larvae were placed, giving them on the whole a lower amount of eggs (g 6.9). In such a way the density of the population inside the box and among the flakes of polystyrene was reduced to half. The yield of adults was equal to 71%, a value not much higher than the following ones.

With test 2 we intended to point out the behaviour of the larvae when the artificial substratum is lacking. In this case, notwithstanding the nutritive value of the food supplied, cannibalism took place noticeably; indeed the percentage of emergences was 34%. Test 5 was carried out as a control, by rearing the larvae separately in vials, where cannibalism was prevented by isolation. In this group the yield of adults was 88%.

The statistical processing of the mean in days of the whole development (from hatching to the eclosion of the imago) showed highly significant differences among the various tests, excepting the comparisons between the mean values of the groups 5 and 4 (30.14 and 29.94), 1 and 7 (29.25 and 29.05) and 8 and 2 (27.08 and 26.94); no significativeness was pointed out between the results of these. The lowest value was observed in test 3 which gave the mean value of 26.07 days.

The lowest value of the mean weight of the cocoons, in every single test, was observed in group 9 (mg 8.62). The highest value resulted in group 3 (mg 11.75). The difference between the two values is highly significant.

The technique of rearing which we used, allowed to bring to an end the preimaginal development of *Chr. carnea*, needing a quantity of manual work, much lower than the labour necessary in rearings where the larvae are kept separate from one another.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARNES B. N., 1975. — Methods of rearing *Chrysopa* in the laboratory (Neuroptera, Chrysopidae). - *Phitophilactica*, 7: 69-70.
- BOND B., 1978. — Food deprivation and the regulation of meal size in larvae of *Chrysopa carnea*. - *Physiol. Entomol.*, 3: 27-32.
- BUTLER G. D. e MAY C. J., 1971. — Laboratory study of the searching capacity of larvae of *Chrysopa carnea* for eggs of *Heliothis* spp. - *J. econ. Ent.*, 64: 1459-61.
- CHOUMAKOV E. M., 1970. — Problèmes essentiels poses par les élevages de masse, en laboratoire, d'insectes utilisés pour la Lutte Biologique. - *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, 3: 9-16.
- DUELLI P., 1981. — Researches on population ecology. - *Res. Popul. Ecol.*, 23: 193-209.
- FINNEY G. L., 1950. — Mass-culturing *Chrysopa californica* to obtain eggs for field distribution. - *J. econ. Ent.*, 43: 97-100.
- HASSAN S. A., 1975. — Über die massenzucht von *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae). - *Z. ang. Entom.*, 79: 310-315.
- KUSNETZOVA J. I., 1968. — Investigations of some biological principles for mass breeding of *Chrysopa carnea* Steph. - *C. R. XIII Congr. int. Entom.*, Mosca, II, 163-164.
- MORRISON R. K., HOUSE U. S. e RIDGWAY R. L., 1975. — Improved rearing unit for larvae of a common green lacewing. - *J. econ. Ent.*, 68: 821-822.
- MORRISON R. K., RIDGWAY R. L., 1976. — Improvements in techniques and the equipment for production of a common green lacewing *Chrysopa carnea*. - *U. S. Dept. Agric. Res. Serv. ARS - S - 143*.
- MORRISON R. K., 1977. — A simplified larval rearing unit for the common green lacewing. - *The Southern Entomologist*, 2: 188-190.
- NEW T. R., 1975. — The biology of Chrysopidae and Hemerobidae (Neuroptera) with reference to their usage as biocontrol agents: a review. - *Trans R. Ent. Soc. Lond.*, 127: 115-140.
- RIDGWAY R. L., JONES S. L., 1968. — Field cage releases of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and the tobacco budworm on cotton. - *J. econ. Ent.*, 61: 892-8.
- RIDGWAY R. L., JONES S. L., 1969. — Inundative releases of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. - *J. econ. Ent.*, 62: 177-80.
- RIDGWAY R. L., MORRISON R. K. e BADGLAY M., 1970. — Mass rearing of a green lacewing. - *J. econ. Ent.*, 63: 834-836.
- RU N., WHITCOMB W. H., MURPHEY M. - Culturing of *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera, Chrysopidae). - *Fla. Ent.*, 59: 21-26.
- SHUVAKHINA E. YA., 1968. — Méthode d'élevage au laboratoire de Chrysopes. - *Inst. Féd. Recherch. scientif. protect. plantes*, 1: 10.
- TULISALO U., KORPELA S., 1973. — Mass rearing of the green lacewing (*Chrysopa carnea* Steph.). - *Ann. Ent. Fenn.*, 39: 143-144.
- TULISALO U., TUOVINEN T. e KURPPA S., 1977. — Adult angoumois grain moths *Sitotroga cerealella* Oliv. as a food source for the green lacewing *Chrysopa carnea* Steph. in mass rearing. - *Ann. Agr. Fenn.*, 16: 167-171.