

## Induzione e mantenimento della oligopausa larvale in *Chrysopa flavifrons* Brauer (Neuroptera, Chrysopidae) <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>.

### INTRODUZIONE

In un precedente contributo (Principi e altri, 1975) è stato messo in evidenza come in *Chrysopa flavifrons* Brauer gli stadi larvali destinati in natura ad attraversare l'inverno (la seconda età e, più frequentemente, la terza età libera, prima della filatura del bozzolo) rallentino notevolmente il loro sviluppo (il rallentamento è soprattutto rimarchevole nel terzo stadio, lo sviluppo del quale può prolungarsi per un periodo medio di oltre 5 mesi) qualora le larve vengano esposte in via sperimentale ad un fotoperiodo con fotofase breve (di 12 h), pur rimanendo la temperatura sui 21°C, valore senz'altro assai più elevato delle medie che si registrano da noi durante il decorso dei mesi autunno-invernali.

Il particolare comportamento di tali larve è stato riferito a quella forma di dormienza che ancora non offre i caratteri tipici della diapausa, ma che tuttavia dipende da una induzione fotoperiodica e che è indicata con il termine di « oligopausa » (Mansingh, 1971; Müller, 1970). Poichè nella oligopausa, come nella diapausa, si differenziano stadi sensibili al fotoperiodo e responsabili della induzione del rallentamento o della sospensione dello sviluppo, si è voluto ora indagare, sottoponendo le singole età larvali a diversi fotoperiodi, quali siano gli stadi responsabili di tale induzione, quali gli effetti di tale induzione sugli stadi che seguono e quale l'azione del fotoperiodo sul mantenimento e sulla fine della oligopausa.

### MATERIALE E METODO

Per la sperimentazione si sono utilizzati gli individui della seconda generazione di un allevamento derivato da una trentina di coppie catturate alla fine di agosto nella stessa località da cui provenivano gli individui della sperimentazione precedente, e cioè a Quercianella in provincia di Livorno. La

---

<sup>(1)</sup> Contributi allo studio dei Neurotteri italiani, XXII.

<sup>(2)</sup> Ricerca finanziata dal CNR nell'ambito del Programma finalizzato « Promozione della qualità dell'ambiente », AP/1.

prima generazione fu mantenuta costantemente sotto un fotoperiodo con fotofase di 16 h. Sono state impiegate le due celle climatizzate già descritte nel contributo citato. In questa sperimentazione la temperatura è stata di  $20 \pm 1^\circ \text{C}$  e l'UR del  $75 \pm 10\%$ . Il fotoperiodo era regolato in una cella con

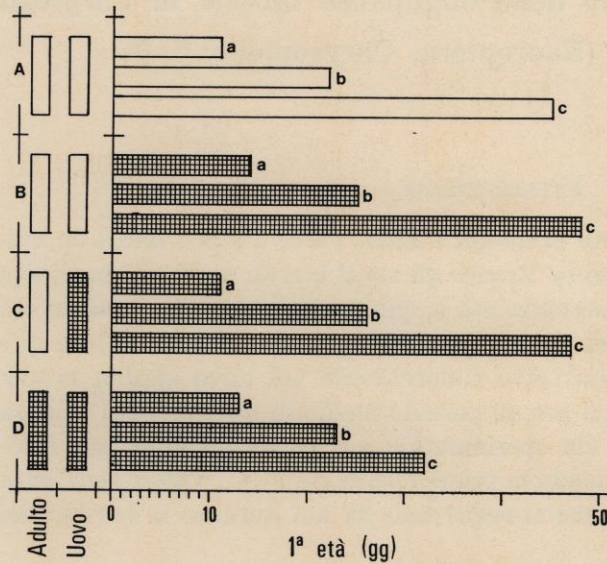


FIG. I.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni (a, valore minimo; b, valore medio; c, valore massimo) della prima età larvale, con esposizione a fotofase di 16 h (istogrammi chiari) e a fotofase di 12 h (istogrammi scuri), nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, in cui adulto e uovo sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h).

fotofase di 16 h e nell'altra con fotofase di 12 h. I vari stadi di sviluppo erano traslocati da una cella all'altra nei momenti in cui la sperimentazione prevedeva il cambiamento di fotoperiodo. I valori medi riportati sono stati calcolati sul numero di esemplari che sono rimasti in vita fino alla fine della sperimentazione e cioè su circa una ventina per prova. La mortalità non è mai stata elevata; si è verificata più che altro durante il primo stadio larvale.

Gli adulti sono stati alimentati esclusivamente con estratto di lievito di birra diluito in acqua distillata con aggiunta di levulosio; gli stadi preimmaginali con larve di *Ephestia kuehniella* Zell.

## RISULTATI

In queste prove (fig. I), come in quelle del precedente contributo, la durata della prima età larvale ha rivelato una grande variabilità, con lunghezze minime di 11-14 giorni e massime di 32-48 giorni. Le lunghezze medie sono però leggermente superiori a quelle riportate precedentemente, ma sono state ottenute in condizioni di temperatura e di UR un poco inferiori. Tuttavia, data la particolare esigenza delle larve della prima età rispetto all'alimentazione, tale rallentamento potrebbe essere in parte imputabile al fatto di aver somministrato larve di *Ephestia* abbastanza grandi, piuttosto che appena nate come in altri casi. Molto vicine sono le due medie di  $22,119 \pm 0,669$  <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Per ogni media viene indicato il relativo errore standard.

e di  $22,929 \pm 1,321$  giorni, registrate rispettivamente per larve allevate a lunga fotofase e a breve fotofase e con adulti e uova sottoposti allo stesso fotoperiodo delle larve. Valori medi un poco più elevati si sono avuti tuttavia per larve allevate a breve fotofase, ma con adulti e uova a lunga fotofase ( $24,902 \pm 0,919$ ) o con adulti a fotofase lunga e uova anch'esse a fotofase breve ( $25,847 \pm 0,983$ ). Prove ripetute in una sperimentazione di un anno successivo e con materiale che proveniva da uova mantenute a lunga fotofase e a temperatura di  $25^\circ\text{C}$ , hanno d'altra parte messo in evidenza una differenza altamente significativa tra le medie di lunghezza di sviluppo di  $12,760 \pm 3,353$  e di  $19,035 \pm 5,814$  giorni, per larve di prima età tenute rispettivamente a lunga e a breve fotofase.

Ciò porterebbe così ad ammettere che anche nelle larve di prima età esiste una certa sensibilità al fotoperiodo e che esse sono in grado di reagire alla esposizione a breve fotofase con un rallentamento dello sviluppo, rallentamento tuttavia che, data la sua lieve entità, non è stato sempre rilevabile nelle varie prove condotte.

Per la seconda età larvale si è potuta confermare l'esistenza di una spiccata sensibilità al fotoperiodo già rilevata nelle prove precedenti, sensibilità che si rivela nello stadio con un notevole rallentamento del suo sviluppo (fig. II). Infatti una differenza altamente significativa esiste tra la lunghezza media di  $13,414 \pm 0,586$  giorni per larve di seconda età esposte a lunga fotofase e la lunghezza media di  $32,816 \pm 2,166$  per larve della stessa età esposte a breve fotofase e con eguali condizioni di esposizione degli stadi precedenti, cioè con adulti, uova e larve di prima età costantemente mantenuti a lunga fotofase. Differenze altamente significative si sono ugualmente ottenute dal confronto tra la lunghezza media di  $13,414 \pm 0,586$  giorni della seconda età a lunga foto-

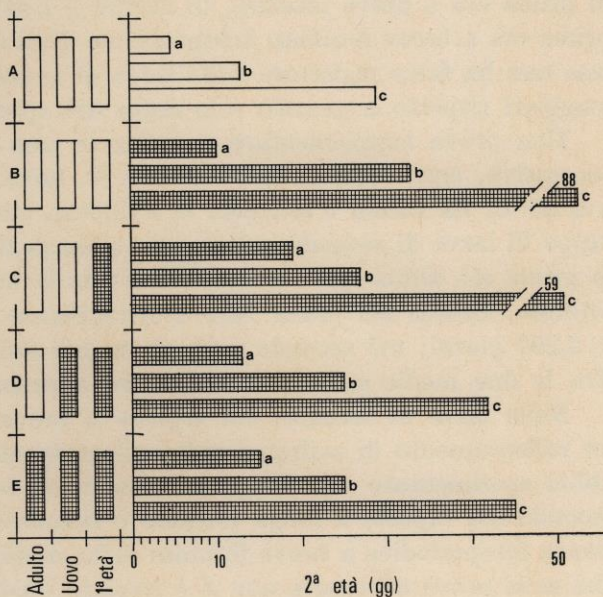


FIG. II.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni (a, valore minimo; b, valore medio; c, valore massimo) della seconda età larvale, con esposizione a fotofase di 16 h (istogrammi chiari) e a fotofase di 12 h (istogrammi scuri) nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, E, in cui adulto, uovo e larva di prima età sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h).

fase (con adulti, uova e larve di prima età anch'essi a lunga fotofase) e ciascuna delle lunghezze medie in giorni della seconda età esposta a breve fotofase ma con alcuni o tutti gli stadi precedenti pure a breve fotofase, e cioè di  $26,656 \pm 1,334$  con adulti e uova a lunga fotofase e larve di prima età a breve fotofase; di  $24,695 \pm 0,925$  con adulti a lunga fotofase e uova e larve di prima età a breve fotofase, di  $25,036 \pm 1,447$  con adulti, uova e larve di prima età a breve fotofase. L'esposizione degli stadi precedenti a breve fotofase non ha fatto registrare nella larva di seconda età lunghezze di sviluppo maggiori rispetto a quando solo detta età sperimenta la breve fotofase.

Una prova supplementare eseguita in una sperimentazione di un anno successivo, con materiale proveniente da uova mantenute a lunga fotofase e a  $25^{\circ}\text{C}$ , ha messo d'altronde in evidenza che la lunghezza media di sviluppo di larve di seconda età esposte a lunga fotofase è diversa secondo che la prima età abbia sperimentato anch'essa la lunga fotofase oppure la breve fotofase. Infatti nel primo caso si è registrato un valore medio di  $9,076 \pm 2,207$  giorni; nel secondo caso un valore medio di  $13,555 \pm 2,035$  giorni. Tra le due medie esiste una differenza altamente significativa.

Nelle larve di seconda età esposte a breve fotofase si assiste quindi a un rallentamento di sviluppo indipendentemente dal fatto che la prima età abbia sperimentato una lunga od una breve fotofase; tuttavia in larve di seconda età esposte a lunga fotofase è riconoscibile una influenza dell'esperienza fotoperiodica a breve fotofase dello stadio precedente, esperienza però che nelle prove effettuate non si è rivelata qualora nel secondo stadio si sovrapponga il rallentamento indotto dalla esposizione a breve fotofase dello stadio medesimo.

Di particolare interesse è il comportamento offerto dalla larva di terza età. Esso infatti si differenzia sostanzialmente da quello dello stadio precedente. Il rallentamento notevole di sviluppo (nelle prove del contributo citato la terza età ha raggiunto anche lunghezze di vari mesi), accompagnato da un mutamento della livrea che acquista un particolare color grigio-azzurro, si verifica infatti in detto stadio alla condizione che anche lo stadio precedente abbia sperimentato la stessa breve fotofase. Cioè è fondamentale l'esperienza fotoperiodica con breve fotofase del secondo stadio per l'induzione del rallentamento di sviluppo nel terzo, rallentamento che, d'altro lato, è mantenuto in tale stadio dalla breve fotofase. Se sperimentalmente le larve di terza età sono riportate, subito dopo la muta, a lunga fotofase, il loro sviluppo si compie in un lasso di tempo solo di poco più lungo di quello occupato da detta età quando anche gli stadi precedenti sono mantenuti a lunga fotofase (fig. III). Rispetto infatti a una lunghezza media in giorni di  $13,724 \pm 0,716$  per la terza età di larve allevate interamente a lunga fotofase, per larve di terza età a lunga fotofase, ma con il secondo stadio a breve fotofase, si hanno le medie di  $31,000 \pm 2,648$  (solo il secondo stadio a breve fotofase);  $31,857 \pm 1,448$  (1° e 2° stadio a breve fotofase);  $34,063 \pm 1,474$  (anche l'uovo

a breve fotofase);  $29,267 \pm 2,525$  (adulto, uovo, larva di prima e di seconda età a breve fotofase). Tra la media ottenuta con l'intero sviluppo a lunga fotofase e ciascuna delle quattro medie successive vi è una differenza altamente significativa; non vi è differenza statisticamente significativa tra le quattro medie con alcuni o tutti gli stadi precedenti a breve fotoperiodo.

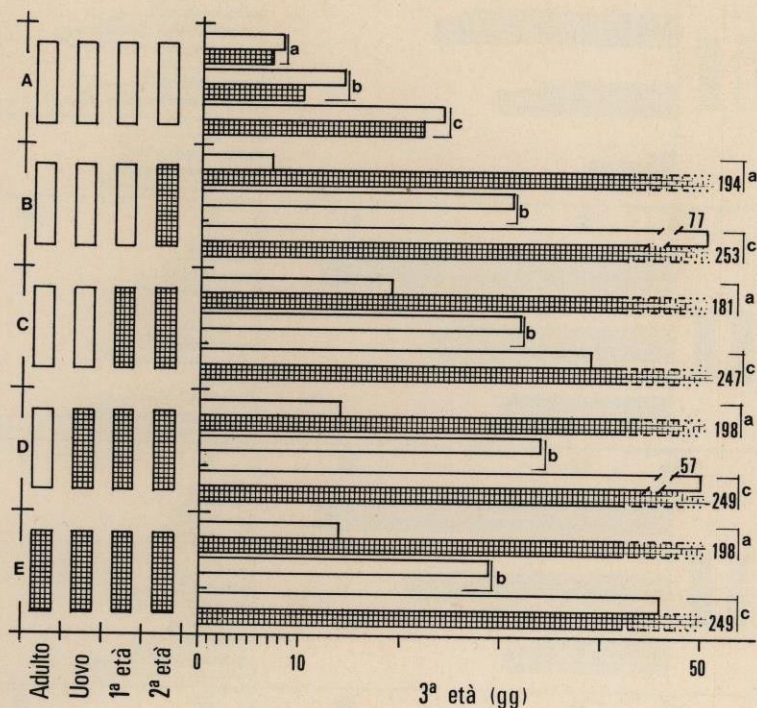


FIG. III.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni (*a*, valore minimo; *b*, valore medio; *c*, valore massimo) della terza età larvale (fino alla filatura del bozzolo), con esposizione a fotofase di 16 h (istogrammi chiari) e a fotofase di 12 h (istogrammi scuri), nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, E, in cui adulto, uovo, larva di prima età, larva di seconda età sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h). Nelle condizioni sperimentali B, C, D, E, le prove sono state sospese prima del termine, così che per le lunghezze della terza età esposta a breve fotofase, sono riportati solo i valori minimi e massimi raggiunti al momento della interruzione.

Non sembra invece che qualora la esposizione a breve fotofase abbia interessato solo la prima età, cioè quando dopo la 1ª muta le larve siano state riportate a lunga fotofase, la terza età risenta di tale esposizione. In una prova condotta in un anno successivo, con materiale proveniente da uova mantenute a 25° C e a lunga fotofase, la lunghezza media in giorni per la terza età, in larve che avevano subito tale trattamento, è stata di  $9,29 \pm 0,329$ .

Qualora il secondo stadio non sia stato esposto a breve fotofase, nessun rallentamento di sviluppo è provocato nella terza età dal fotoperiodo con breve fotofase. Per larve trasportate infatti a breve fotofase al momento della 2ª muta, dopo che lo stadio precedente aveva subito l'esperienza di

una lunga fotofase, la lunghezza media è stata di  $10,414 \pm 0,569$  giorni (fig. III). Qualora invece anche la seconda età e, eventualmente, anche tutti

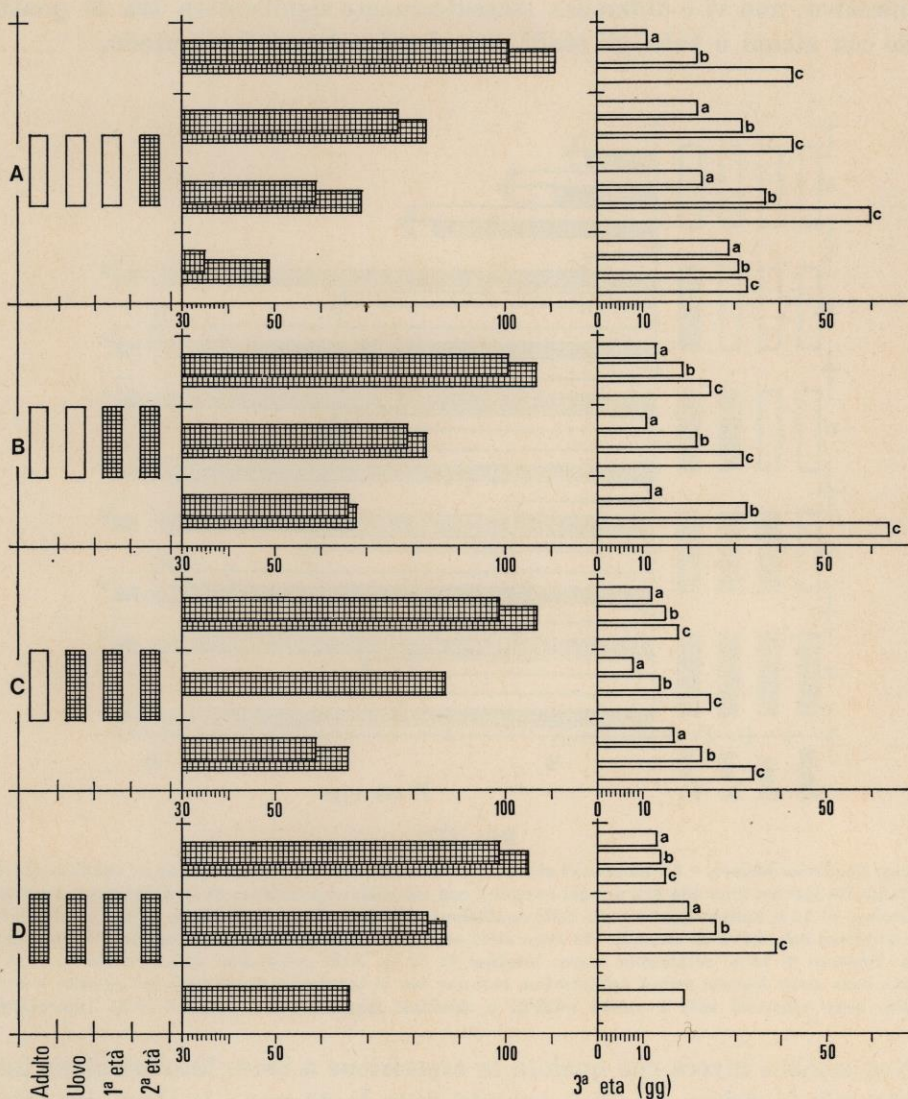


FIG. IV.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni della terza età larvale trascorsa in una prima parte a fotofase di 12 h (istogrammi scuri: valore minimo e massimo) e in una seconda parte, fino alla filatura del bozzolo, a fotofase di 16 h (istogrammi chiari: a, valore minimo; b, valore medio; c, valore massimo), nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, in cui adulto, uovo, larva della prima età e larva della seconda età sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h).

od alcuni gli stati di sviluppo precedenti abbiano sperimentato la breve fotofase, la lunghezza della terza età esposta a breve fotofase ha raggiunto

e oltrepassato i 180 giorni. L'allevamento a questo punto è stato interrotto (fig. III). Ma era già stato rilevato nelle prove di cui si è riferito nel contributo precedente, che le larve mantenute in tali condizioni finiscono per costruire il bozzolo e trasformarsi in pupe da cui si hanno regolarmente le immagini.

Larve di terza età, in cui era stato indotto il rallentamento di sviluppo con l'esposizione della seconda età a breve fotofase e che si trovavano in condizione di oligopausa, sono state trasportate a lunga fotofase dopo periodi di tempo di esposizione a breve fotofase variabili da meno di una cinquantina a oltre un centinaio di giorni. Le larve hanno ripreso a effettuare pasti più ravvicinati, si sono dimostrate più attive e hanno costruito il bozzolo dopo medie che sono andate, a secondo dell'epoca del trasferimento, da oltre 35 a meno di una quindicina di giorni, mentre le larve compagne, lasciate a breve fotofase, sono rimaste in oligopausa. Le differenze che si sono verificate tra tali medie non si sono rivelate statisticamente significative (fig. IV).

Per quanto riguarda la durata dello stato di eopupa, cioè il periodo trascorso entro il bozzolo dalla filatura alla 3<sup>a</sup> muta (vale a dire alla trasformazione in pupa), è già stato messo in evidenza nel precedente contributo che, con esposizione costante delle larve e dei bozzoli a breve fotofase, anche tale periodo si presenta un poco più lungo, con differenze statisticamente significative, rispetto a quando le larve sono esposte a lunga fotofase. Cioè l'induzione fotoperiodica che conduce al rallentamento di sviluppo fa risentire i suoi effetti, anche dopo la filatura del bozzolo, sulla lunghezza del periodo di eopupa.

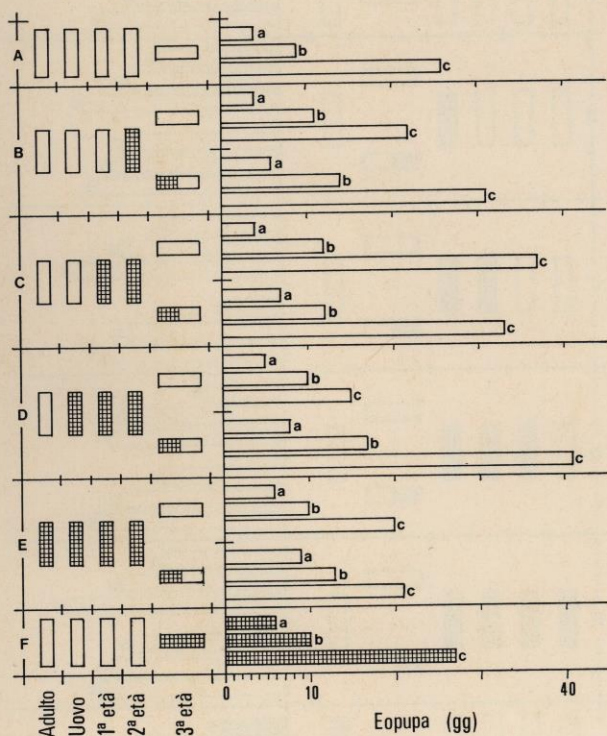


FIG. V.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni (a, valore minimo; b, valore medio; c, valore massimo) del periodo di tempo occupato dalla eopupa, con esposizione a fotofase di 16 h (istogrammi chiari) e a fotofase di 12 h (istogrammi scuri) nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, E, F, in cui adulto, uovo, larva di prima età, larva di seconda età e larva di terza età (fino alla filatura del bozzolo) sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h; rettangolo in parte scuro e in parte chiaro: la terza età sottoposta per la prima parte a fotofase di 12 h e per la seconda a fotofase di 16 h).

Qualora però la larva di terza età sia riportata a lunga fotofase subito dopo la 2<sup>a</sup> muta, o dopo una cinquantina od un centinaio di giorni da essa,

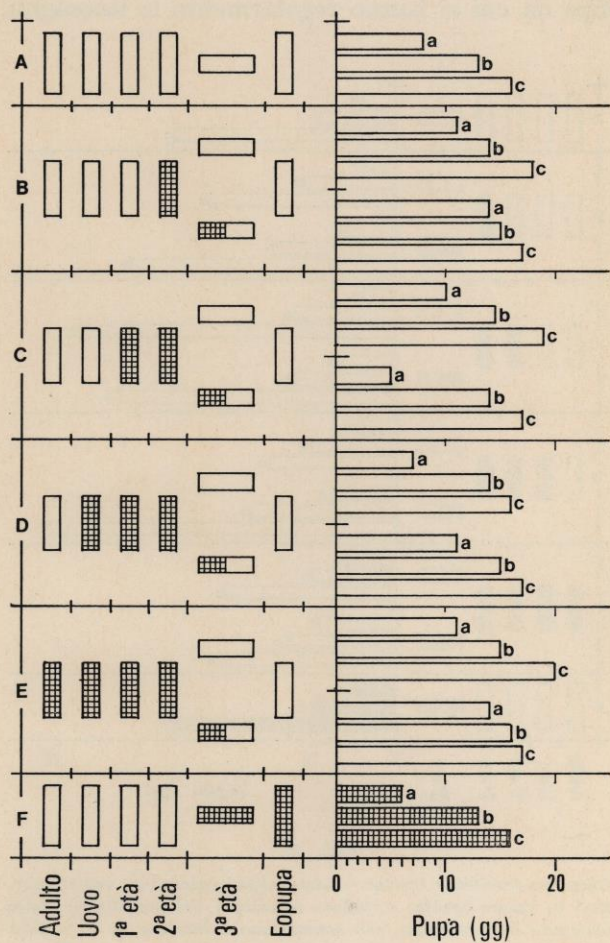


FIG. VI.

*Chrysopa flavifrons* Brauer. — Lunghezza in giorni (a, valore minimo; b, valore medio; c, valore massimo) del periodo di tempo occupato dalla pupa, con esposizione a fotofase di 16 h (istogrammi chiari) e a fotofase di 12 h (istogrammi scuri), nelle condizioni sperimentali A, B, C, D, E, F, in cui adulto, uovo, larva della prima età, larva della seconda età, larva della terza età (fino alla filatura del bozzolo), eopupa, sono stati sottoposti a diversi regimi fotoperiodici (rettangolo chiaro: fotofase di 16 h; rettangolo scuro: fotofase di 12 h; rettangolo in parte scuro e in parte chiaro: la terza età sottoposta per la prima parte a fotofase di 12 h e per la seconda a fotofase di 16 h).

induzione fotoperiodica che ha provocato il rallentamento di sviluppo (fig. V).

non sempre si verificano differenze statisticamente significative fra la media dei giorni occupati dalla eopupa di allevamenti condotti interamente a lunga fotofase ( $9,345 \pm 0,973$ ) e le medie che si riferiscono a eopupe di allevamenti dove almeno la seconda età larvale ha sperimentato la breve fotofase (medie di  $11,250 \pm 0,946$ ;  $11,667 \pm 1,665$ ;  $10,094 \pm 0,397$ ;  $10,000 \pm 0,793$  rispettivamente per le prove in cui solo la seconda età; la prima e la seconda età; l'uovo, la prima e la seconda età; l'adulto, l'uovo, la prima e la seconda età hanno sperimentato la breve fotofase; medie di  $13,714 \pm 1,523$ ;  $12,318 \pm 1,288$ ;  $17,067 \pm 2,763$ ;  $13,429 \pm 1,938$  rispettivamente per le prove in cui oltre gli stadi sopra elencati ha sperimentato la breve fotofase anche una parte della terza età). I valori di tali medie costantemente superiori alla media della prova con tutti gli stadi a lunga fotofase farebbero supporre che l'esposizione a lunga fotofase non ha annullato del tutto nella eopupa l'effetto della

Inoltre anche dal confronto (con differenze nella maggioranza delle prove



statisticamente significative) della media in giorni occupata dalla pupa di allevamenti condotti interamente a lunga fotofase ( $12,632 \pm 0,531$ ) con le medie in giorni occupate dalla stessa pupa in allevamenti dove almeno la seconda età larvale è stata esposta a breve fotofase (medie di  $14,364 \pm 0,576$ ;  $14,529 \pm 0,536$ ;  $14,045 \pm 0,472$ ;  $14,714 \pm 0,737$  rispettivamente per le prove in cui solo la seconda età; la prima e la seconda età; l'uovo, la prima e la seconda età; l'adulto, l'uovo, la prima e la seconda età hanno sperimentato la breve fotofase; medie di  $15,167 \pm 0,477$ ;  $14,000 \pm 1,075$ ;  $14,833 \pm 0,946$ ;  $16,000 \pm 1,000$  rispettivamente per le prove in cui, oltre gli stati sopra elencati, ha sperimentato la breve fotofase una parte della terza età) sembrerebbe che non solo nella eopupa, ma altresì nella pupa si manifesti ancora, con un certo prolungamento dello stato, l'effetto del rallentamento indotto dalla esposizione del secondo stadio larvale alla breve fotofase (fig. VI).

#### DISCUSSIONE

L'attenzione che in tempi recenti e in vari Paesi è stata rivolta ai Neurotteri Crisopidi per quanto riguarda il loro comportamento di reazione al fotoperiodo, fattore ambientale di primaria importanza nella regolazione dei cicli degli insetti, ha trovato senz'altro uno stimolo nel valore economico che hanno tali Neurotteri come limitatori delle popolazioni di fitofagi dannosi e nella possibilità del loro sfruttamento in vere e proprie applicazioni di lotta biologica. Più sarà completo infatti il quadro delle nostre conoscenze sulle modalità con cui le diverse specie reagiscono a questo fattore ambientale e meglio potremo utilizzare la loro azione di predatori nei programmi dove, secondo i moderni indirizzi, la protezione delle piante è impostata su basi ecologiche e più facile sarà ottenere una loro produzione massiva per tempestivi lanci nelle coltivazioni dove si prevede l'utilità della loro presenza. *Chrysopa flavifrons*, a differenza delle altre specie del genere studiate fino ad oggi da questo punto di vista, sverna, come si è già detto, allo stato di larva ancora attiva, non chiusa nel bozzolo, generalmente nella terza età ma in qualche caso nella seconda, e in condizioni di nutrirsi e, sia pure lentamente, di accrescersi. Non sembra anzi che tali larve sopportino lunghi digiuni. Il notevole rallentamento di sviluppo da esse presentato durante i mesi autunno-invernali è indotto, come è stato messo in evidenza (Principi e altri, 1975), dalle brevi lunghezze del giorno che in natura si verificano a incominciare dall'equinozio di autunno<sup>(1)</sup>. Se sperimentalmente le condizioni fotoperiodiche vengono mantenute permanentemente a breve fotofase, il loro sviluppo si prolunga per vari mesi (fino a superare i 10 mesi in alcuni esemplari).

---

(<sup>1</sup>) Lees, 1968, ha dimostrato che la lunghezza funzionale del giorno comprende il crepuscolo. La breve fotofase di 12 h si realizzerebbe perciò in natura alcuni giorni dopo l'equinozio di autunno.

Le ricerche del presente contributo hanno dimostrato che il rallentamento di sviluppo sotto breve fotofase, che interessa soprattutto il terzo stadio larvale, prima della filatura del bozzolo, ma che è rilevabile anche, sia pure molto meno accentuato, nel secondo stadio e che, appena accennato, lo si ritrova persino nel primo stadio, è nei tre stadi correlato con una diversa modalità di azione degli stimoli. Esso infatti nel primo e nel secondo stadio si rivela sotto l'influenza diretta della breve fotofase. Nel secondo stadio, ove è assai più pronunciato, si manifesta anche quando lo stadio precedente ha sperimentato la lunga fotofase, per quanto sembri che la lunghezza della seconda età possa risentire della esperienza fotoperiodica subita dal primo stadio.

Nel terzo stadio, invece, la sensibilità fotoperiodica si conserva solo qualora lo stadio precedente abbia sperimentato la breve fotofase, cosicché il notevole rallentamento che in esso si verifica sotto la breve fotofase, si realizza solo alla condizione che vi sia stata una induzione fotoperiodica dovuta alla esposizione del secondo stadio a breve fotofase. È pertanto il secondo lo stadio sensibile, responsabile dell'induzione del forte rallentamento di sviluppo del terzo stadio. Anche il secondo stadio è però suscettibile, come si è detto, di rallentare per proprio conto lo sviluppo <sup>(1)</sup>. I giorni brevi agiscono sul terzo stadio permettendo a tale induzione di rivelarsi al massimo grado; i giorni lunghi, invece, quando vengono adottati in via sperimentale, stimolano le larve a riaccelerare lo sviluppo e a raggiungere la maturità. Risulta pertanto dimostrato, come ammette Mansingh, 1971, per la oligopausa, che anche in questo particolare comportamento fotoperiodico di *Chrysopa flavifrons* esiste una fase induttiva.

Esempi di prolungamento dello sviluppo larvale sotto l'esposizione a breve fotofase giornaliera non sono rari nella letteratura e li troviamo citati e discussi in rassegne di vari Autori (Beck, 1968; Lees, 1968; Mansingh, 1971; Müller, 1970, 1976; Saunders, 1976; Ushatinskaya, 1976, ecc.) e anche per tale forma di dormienza si conosce spesso l'esistenza di uno o più stadi sensibili responsabili della sua induzione. Caratteristica della oligopausa sarebbe inoltre, come Müller (1970) puntualizza, che non solo l'induzione, ma anche la sua fine avverrebbe sotto il controllo fotoperiodico. Cioè, ammesso che la temperatura superi la soglia per la morfogenesi, le larve, in cui la oligopausa è stata indotta nell'autunno, riprendono un normale ritmo di sviluppo in primavera, quando il fotoperiodo supera la lunghezza del giorno critica <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> È noto che in alcuni casi di diapausa può registrarsi un decremento della velocità di accrescimento negli stadi che la precedono (Propp e altri, 1969) e che talora il fotoperiodo può influire sulla velocità di sviluppo (Beck, 1968).

<sup>(2)</sup> Un tale comportamento di riattivazione è altresì messo in evidenza in un *Crisopide* recentemente studiato dai Tauber (Tauber e Tauber, 1975, 1976). Si tratta di *Meleoma signoretti* Fitch, le cui larve svernano senza aver ancora costruito il bozzolo e la cui diapausa è mantenuta dalla breve fotofase. Le larve esposte indefinitivamente a breve fotofase rimangono in diapausa e finiscono per morire. Le lunghezze del giorno naturali che in primavera superano il fotoperiodo critico forniscono lo stimolo principale per la fine della diapausa. Dopo che la diapausa è terminata non esiste più alcuna risposta al fotoperiodo.

Le larve di *Chrysopa flavifrons*, riportate a lunga fotofase dopo circa 2-3 mesi di permanenza a breve fotofase, hanno accelerato il loro sviluppo e filato il bozzolo, quando ancora le compagne, lasciate a breve fotofase, erano in oligopausa. Il fatto, messo in evidenza nel contributo precedente, che larve mantenute permanentemente a breve fotofase, abbiano costruito il bozzolo dopo un periodo medio di circa 5 mesi (per alcuni esemplari dopo oltre 10 mesi) e abbiano subito le metamorfosi regolarmente (naturalmente in presenza di una temperatura di  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ , evidentemente al di sopra della soglia di morfogenesi) sta a dimostrare che, per lo meno sotto la fotofase sperimentata di 12 h di luce, il metabolismo permaneva ad un grado tale da permettere loro di raggiungere quelle tappe di sviluppo che normalmente raggiungono le larve evolventisi in presenza dei giorni lunghi.

Del resto anche i periodi di tempo occupati dalla eopupa e persino dalla pupa rivelano un certo allungamento, qualora il secondo stadio abbia sperimentato i giorni brevi; allungamento che sembra verificarsi anche quando il fotoperiodo è riportato, sia subito dopo la 2<sup>a</sup> muta, sia dopo 50-100 giorni da questa, a lunga fotofase. La particolare situazione fisiologica instauratasi nelle larve, in seguito alla induzione fotoperiodica, permane cioè, sia pure in debole grado, dopo la filatura del bozzolo e altresì dopo la trasformazione in pupa, nè sembra che l'esposizione del terzo stadio a giorni lunghi determini una riattivazione completa.

Come già Mansingh (1971) aveva rilevato, non disponiamo ancora di molte conoscenze sulle condizioni fisiologiche della oligopausa. Il fatto che il rallentamento di sviluppo colpisca non solo gli stadi larvali, ma che si ritrovi ancora nella eopupa chiusa nel bozzolo e altresì nella pupa, fa pensare che la situazione fisiologica in atto coinvolga una modificazione funzionale complessa del sistema endocrino <sup>(1)</sup>.

#### RIASSUNTO

Gli stadi larvali di *Chrysopa flavifrons* Brauer che sono destinati all'ibernamento, e cioè il secondo stadio e, più frequentemente, il terzo stadio prima della filatura del bozzolo, presentano un notevole rallentamento di sviluppo, che è rimarchevole soprattutto nel terzo stadio, e che si verifica in particolari condizioni di esposizione al fotoperiodo.

---

<sup>(1)</sup> Recentemente Chippendale (1977) ha trattato la questione della regolazione ormonale nella diapausa larvale e riporta due teorie. Secondo una di esse la diapausa dipenderebbe da una deficienza di emissione da parte dei corpi cardiaci di ecdisiotropina per inattivazione del sistema neurierino cerebrale, e conseguente deficienza di ecdisone.

Secondo l'altra, più recente, si sostiene che nelle larve in diapausa, differentemente da quanto avviene nelle pupe, i corpi allati si conserverebbero in attività di secrezione e che l'ormone giovanile provocherebbe l'inizio della diapausa e la manterrebbe mediante la regolazione della stessa ecdisiotropina in dipendenza di una supposta azione reciproca tra il cervello e i corpi allati. Le due teorie, secondo l'Autore, possono non escludersi a vicenda.

Il secondo stadio, qualora esposto a una breve fotofase di 12 h, rallenta il suo sviluppo indipendentemente da quella che è stata l'esperienza fotoperiodica dello stadio precedente. Tuttavia se trasferito a lunga fotofase (di 16 h) subito dopo la 1<sup>a</sup> muta, dimostra di risentire dell'esperienza fotoperiodica a breve fotofase dello stadio precedente.

Il terzo stadio larvale, se esposto alla breve fotofase di 12 h, presenta un rallentamento di sviluppo che, alla temperatura di  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , fa prolungare l'età, prima della filatura del bozzolo, oltre i 5 mesi, rallentamento che però si verifica solo quando anche il secondo stadio ha sperimentato la stessa breve fotofase. È pertanto il secondo lo stadio sensibile e responsabile della induzione del rallentamento di sviluppo del terzo stadio. Se il terzo stadio è trasferito a lunga fotofase subito dopo la 2<sup>a</sup> muta, compie il suo sviluppo in un periodo di tempo un poco superiore a quello impiegato dallo stesso stadio quando anche il secondo ha sperimentato la lunga fotofase (in una media cioè di poco più di un mese, rispetto a una media di circa una diecina di giorni per larve permanentemente esposte a lunga fotofase). Se il passaggio è attuato dopo periodi di tempo variabili da una cinquantina a un centinaio di giorni dalla 2<sup>a</sup> muta, le larve accelerano lo sviluppo e costruiscono il bozzolo dopo intervalli di tempo medi che variano da poco più di un mese a una quindicina di giorni, mentre le compagne permangono nella oligopausa.

Anche le lunghezze medie in giorni dello stato di eopupa e persino di quello di pupa sembrano risentire, sia pure con un debole prolungamento, dell'effetto dovuto alla induzione fotoperiodica di cui è responsabile l'esposizione a breve fotofase del secondo stadio larvale.

#### Larval oligopause induction and maintenance in *Chrysopa flavifrons* Brauer (Neuroptera: Chrysopidae).

#### S U M M A R Y

The larval instars of *Chrysopa flavifrons* Brauer destined to overwinter, that is the second and, more frequently, the third instar before spinning the cocoon, under peculiar photoperiodic conditions show a considerable decrease of rate of development, which can be noticed especially in the third instar.

If the second instar is exposed to short day (LD 12:12), its rate of development decreases independently from the photoperiod experienced by the foregoing instar. However, if it is transferred to long day conditions (LD 16:8) just after the first moult, the influence of the short day photoperiod experienced by the foregoing instar is evident.

The exposure of the third larval instar to short day (LD 12:12) decreases the rate of development so that at a temperature of  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  the duration of the instar before spinning lasts over five months; this decrease in the rate of development, however, occurs only when also the second instar has experienced the same short day conditions. Therefore, it is the second instar which is sensitive and responsible for the induction of the decrease in the rate of development observed in the third instar. If the third instar is transferred to long day just after the second moult, the rate of its development is a little lower than the rate of development of the same instar when the second instar too has experienced long day conditions (that is, in the first case the mean time of development is a little longer than a month, in the second for the larvae continuously exposed to long day the mean time is about ten days). If the transfer occurs after a period of time varying from about fifty to about one hundred days after the second moult, the larvae hasten their development and spin the cocoon after mean times varying from a little longer than a month to about fifteen days, while the larvae not transferred to long day remain in oligopause.

It appears also that the rate of development of the eopupal and also of the pupal stage, is influenced, though with a slight lengthening, by the effect of photoperiodic induction owing to the exposure of the second larval instar to short day.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- BECK S. D., 1968. - Insect photoperiodism. - *Academic Press, New York and London*, 288 pp.
- CHIPPENDALE G. M., 1977. - Hormonal regulation of larval diapause. - *Ann. Rev. Entomol.*, 22: 121-138.
- LEES A. D., 1968. - Photoperiodism in Insects: pp. 47-137. - In: « *Photophysiology* » edited by A. C. Giese, vol. IV, 373 pp., *Academic Press, New York and London*.
- MANSINGH A., 1971. - Physiological classification of dormancies in Insects. - *Can. Ent.*, 103: 983-1009.
- MÜLLER H. J., 1970. - Formen der Dormanz bei Insekten. - *Nova Acta Leopold.*, 35: 7-27. - Citato da SAUNDERS D. S., 1976. - Insect clocks: 280 pp., *Pergamon Press, Oxford*.
- MÜLLER H. J., 1976. - Formen der Dormanz bei Insekten als Mechanismen ökologischer Anpassung. - *Verh. Dtsch. Zool. Ges.*, 1976: 46-58.
- PRINCIPI M. M., PIAZZI P., PASQUALINI E., 1975. - Influenza del fotoperiodo sul ciclo di sviluppo di *Chrysopa flavifrons* Brauer (Neuroptera, Chrysopidae). - *Boll. Istit. Entom. Univ. Bologna*, 32 (1973-75): 305-322.
- PROPP G. D., TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1969. - Diapause in the Neuropteran *Chrysopa oculata*. - *J. Insect Physiol.*, 15: 1749-1757.
- SAUNDERS D. S., 1976. - Insect clocks: 280 pp. - *Pergamon Press, Oxford*.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1975. - Natural daylengths regulate insect seasonality by two mechanisms. - *Nature*, 258: 711-712.
- TAUBER M. J., TAUBER C. A., 1976. - Insect seasonality: diapause maintenance, termination, and postdiapause development. - *Ann. Rev. Entomol.*, 21: 81-107.
- USHATINSKAYA R. S., 1976. - Insect dormancy and its classification. - *Zool. Jb. Syst. Ökol. Geogr. Tiere*, 103: 76-97.