

## Effetti della superparassitizzazione nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. (\*)

(Ricerche eseguite col contributo del C.N.R.)

### INTRODUZIONE

*Gonia cinerascens* Rond. (Dipt. Larvaevoridae) si comporta, nei riguardi di *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae), come parassita solitario; soltanto in casi del tutto eccezionali in una sola crisalide dell'ospite possono formarsi 2 pupari dell'entomofago. La superparassitizzazione, cioè la mera presa di possesso iniziale dell'ospite da parte di 2 o più individui del parassita, costituisce tuttavia, date le modalità di contaminazione che avviene tramite l'ingestione di uova microtipiche, la norma.

Gli endofagi, anche se presenti in grande numero, si accrescono regolarmente, fino a raggiungere lo stadio di L<sub>II</sub> iniziale, confinate nei muscoli somatici delle larve ospiti, ove restano bloccati fino a quando queste ultime non si apprestano ad impuparsi. Ora la decimazione dei coinquilini avviene in gran parte proprio in occasione della ninfosi della vittima; infatti le larvette endofaghe, che al momento dell'apolisi si sono portate nell'intercapedine tra la cuticola pupale in formazione e quella vecchia, vengono durante l'ecdisi rigettate posteriormente assieme a quest'ultima. Non sembra vi siano tra le varie larvette, almeno inizialmente, competizioni di sorta; esse restano spazzate via, in massa, da questo evento fisiologico dell'ospite, così che soltanto una o pochissime (e sovente anche nessuna) <sup>(1)</sup> riescono ad infiltrarsi sotto le teche pupali del medesimo ospite, ove, indotto un imbuto respiratorio tegumentale secondario, riescono, nella maggioranza dei casi <sup>(2)</sup>, a portare a termine lo sviluppo.

---

(\*) Studi sui Ditteri Larvevoridi, XXXIV contributo.

(1) È questa una modalità veramente singolare di eliminazione degli individui in soprannumero, tale da escludere ogni meccanismo selettivo che premi il migliore, come avviene in altri casi. Inoltre questa simbiosi antagonistica si sostiene grazie ad una ecatombe generale dell'entomofago. Il dispendio di uova microtipiche è tale per cui si sarebbe portati a ritenere che solo in laboratorio, ove si possono somministrare quantitativi enormi di tali uova, questa simbiosi possa mantenersi nel tempo.

(2) A questo livello si ha una ulteriore decimazione tra gli eventuali (rari) coinquilini superstiti finché uno solo resta padrone del campo, senza che si manifestino, nemmeno

Visto, dunque, che la superparassitizzazione iniziale (e non di rado in misura abnorme) costituisce la regola, il nostro obiettivo è stato quello di valutarne gli effetti su entrambi i protagonisti di questa simbiosi e nel contempo di stabilire, ai fini tecnici dell'allevamento, il numero di uova microtipiche pro capite più idoneo per ottenere contemporaneamente alte percentuali di parassitizzazione ed entomofagi di « buona qualità ».

La superparassitizzazione, com'è noto, può comportare varie conseguenze per l'entomofago. Per piccoli parassiti gregari che si evolvono in vittime di grossa taglia non si hanno ripercussioni, ma nel caso opposto si assiste, con l'intensificarsi del fenomeno, ad una progressiva nanizzazione dell'entomofago con tutte le implicazioni negative che ne derivano. Per i parassiti solitari, poi, la coesistenza di più larve nello stesso ospite è quasi sempre negativa<sup>(3)</sup> per il parassitoide<sup>(4)</sup> in quanto significa, non solo una sua automatica decimazione, ma sovente anche una inutile decurtazione di pabulum<sup>(5)</sup>, per cui quello che prevale non potrà, se l'ospite è di piccola taglia, manifestare appieno il proprio potenziale megetico. Ora, proprio in questa categoria rientra il caso della nostra *Gonia* che, come abbiamo dimostrato (Mellini e Campadelli, in corso di stampa), trova nell'ospite di sostituzione *Galleria* un partner sostanzialmente sottodimensionato.

Nel passato abbiamo studiato con metodo sperimentale i fenomeni di superparassitizzazione in un'altra coppia ospite-parassita, e precisamente su *Chrysomela herbacea* Duft. - *Macquartia chalconota* Meig. (Mellini e Baronio, 1971); ma quella ricerca differisce profondamente

---

qui, evidenti fenomeni di competizione diretta (Baronio e Campadelli, 1978). Non è chiaro quali siano i fattori che portano all'eliminazione dei parassiti in soprannumero nelle crisalidi; non certo le dimensioni di queste ultime, visto che *Gonia* riesce a svilupparsi regolarmente in individui nani (pari a 1/4 del peso standard), ottenuti allevando larve dell'ultima età su cera (Mellini e Campadelli, in corso di stampa). Ora, com'è noto, vedasi ad esempio Mellini e Baronio (1971) per certi Ditteri Larvevoridi e Jorgensen (1975) per certi Imenotteri Terebranti, è sovente la larvetta parassita penetrata per prima che prevale.

(3) Non mancano tuttavia le eccezioni. Ad esempio *Aphidius smithi* Sharma et Rao, parassita solitario di *Acyrthosiphon pisum* Harris, si sviluppa meglio in individui superparassitizzati perché questa condizione favorisce i processi di assimilazione e l'accrescimento dell'afide (Cloutier e Mackauer, 1979).

(4) Correlativamente in molte specie di Imenotteri Terebranti le femmine prolificanti tendono ad evitarla, essendo in grado di distinguere gli individui già parassitizzati da quelli indenni, come dimostrò Salt (1934) fin dal II contributo della sua mirabile serie intitolata « Experimental studies in insect parasitism ».

(5) Raramente si accenna alla possibilità di utilizzazione dei cadaveri degli individui in soprannumero, come fa ad esempio Bouletreau (1978) in riguardo a *Pteromalus puparum* L. nelle crisalidi di *Pieris brassicae* (L.) quando il « gregarismo » del parassitoide è eccessivo.

dall'attuale, non solo per le caratteristiche biologiche del parassitoide impiegato (forma ovovivipara), ma anche per gli scopi perseguiti. Infatti, in quel caso, tra le larve endofaghe coinquiline sopravvengono sin dall'inizio fenomeni di competizione diretta e la « contaminazione » dell'ospite poteva essere perfettamente pianificata nonché controllato, dai primi istanti, il numero ed il destino dei singoli planidi. Le finalità poi consistevano nell'indagare i meccanismi della competizione tra le larvette coinquiline e stabilire le cause che assicurano la supremazia dell'una o dell'altra. Il presente studio, che è invece imperniato sulle conseguenze della superparassitizzazione in entrambi i simbionti, va quindi considerato come complementare a quello.

La bibliografia relativa al superparassitismo è relativamente ricca, anche se, al solito, sono privilegiati gli Imenotteri Terebranti, e riguarda vari aspetti di queste simbiosi a 3 e più simbionti. Non crediamo sia il caso di passarla in rassegna, tanto più che un rapido excursus è già stato da noi fatto in occasione del summenzionato lavoro al quale rimandiamo. È invece opportuno ribadire ulteriormente che i processi che si manifestano nel corso della superparassitizzazione nella coppia *Galleria-Gonia* sono del tutto eccezionali, visto che il parassitoide risulta in definitiva solitario non tanto tramite competizione (diretta o indiretta) tra i concorrenti, quanto invece attraverso un singolare processo di eliminazione operato indirettamente dall'ospite stesso.

#### MATERIALE E METODO

La coppia *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond., sulla quale da alcuni anni stiamo conducendo una serie di ricerche, è allevata in cella climatizzata nelle solite condizioni più volte illustrate.

L'attuale sperimentazione consta di due prove ripetute ciascuna 3 volte. Essa ha interessato 1050 larve di penultima età, nella prima, e 770 larve di ultima età nella seconda, per un totale quindi di 1820 individui dell'ospite.

Nella I prova la parassitizzazione dell'ospite è stata collettiva, nel senso che ciascun gruppo è stato rifornito cumulativamente<sup>(6)</sup> di un numero di uova pari a quello delle larve presenti, moltiplicato per la dose riservata a ciascuna di esse. Le uova sono state somministrate su sottili foglie di cera sulle quali le femmine del parassita avevano in precedenza ovideposto. Per uniformare la distribuzione delle uova tra la popolazione dell'ospite si è avuto cura di immettere, come norma, 3-4

---

(6) Volendo si poteva anche ricorrere ad una somministrazione frazionata (cioè in giorni successivi) ma ciò avrebbe complicato il lavoro senza forse influire in modo apprezzabile sui risultati.

foglie in ciascuna tesi. Dopo 24 ore, quando il materiale contaminato era stato quasi completamente ingerito, le larve venivano rifornite del solito pabulum artificiale in quantitativi sufficienti per portarle a maturità. I carichi parassitari saggiati sono i seguenti: 4, 8, 16, 32, 64, 200 uova/larva. Naturalmente tali « dosi » sono puramente indicative e rappresentano delle medie (per eccesso, dato che non poche uova vanno perdute durante la parassitizzazione) visto che le varie larve di una stessa tesi possono ingerirne quantità ben diverse.

Nella II prova la parassitizzazione è stata condotta individualmente, nel tentativo di porre rimedio ad una distribuzione tanto difforme dei parassiti fra gli ospiti compresi in ciascun gruppo sperimentale. In essa (escluso il testimonio) le larve sono state isolate ad una ad una in altrettante provette e rifornite, ciascuna, della prevista dose di uova (come nella prova precedente) su un frammento di foglia di cera. Anche in questo modo non si è potuto, tuttavia, raggiungere lo scopo di fare ingerire alle varie larve la loro esatta quota di uova, perché gli individui isolati esibiscono comportamenti aberranti, tendono a fuggire, frantumano e inghiottiscono solo in parte la lamina sopportante le uova, così che molte di queste vanno disperse sulle pareti del contenitore ovvero finiscono agglomerate con escrementi e particelle cerose in fitte trame di fili sericei (7). Pertanto in questa prova, ancor più che nella precedente, il numero di uova realmente ingerite è sempre, e spesso notevolmente, inferiore alla razione nominale propinata.

C'è infine da aggiungere che le uova deposte direttamente dalle femmine di *Gonia* sugli zimbelli di cera sono risultate fertili, in base a vari sondaggi, in percentuali aggirantisi intorno al 90%, per cui, generalmente il grado di superparassitizzazione indicato è, già in partenza, superiore alla realtà. Solo nelle prove di parassitizzazione collettiva il numero delle larvette che hanno preso effettivamente possesso dell'ospite può, in certi casi, essere uguale, o perfino superare quello previsto dal piano sperimentale.

## RISULTATI

### I PROVA

È stata condotta procedendo ad una parassitizzazione collegiale nell'ambito di ciascun gruppo sperimentale, costituito da 50 larve della penultima età.

---

(7) L'isolamento delle larve dunque, come del resto avevamo già veduto nel corso di precedenti ricerche (Mellini et alii, 1979), crea di per sé altri problemi.

A. Effetti sulla vittima

1) Mortalità larvale.

Tende a crescere progressivamente con l'aumentare del quantitativo di uova del parassita che sono state propinate. Da una media del 4,66%, per il testimone non sottoposto a parassitizzazione, sale infatti ad una del 74,66% per i gruppi esposti a 10.000 uova (200 per larva) (Fig. I).

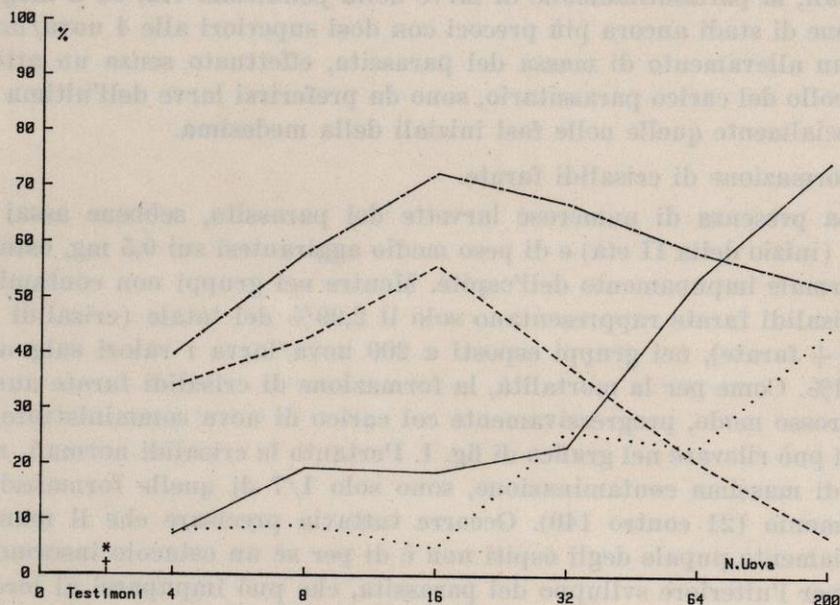


FIG. I

Effetti della superparasitizzazione ad opera di *Gonia cinerascens* Rond. in *Galleria mellonella* L., nella I serie di prove («contaminazione» collettiva):

- sulla mortalità delle larve ospiti (\*: mortalità nel testimone);
- ..... sulla formazione di crisalidi farate (+ nel testimone);
- - - - sulla resa in pupari riferita al numero delle larve sottoposte a superparasitizzazione;
- . - . sulla resa in pupari riferita al numero delle crisalidi formatesi.

Con dosi di 8, 16, 32 uova/larva la mortalità non presenta scarti sensibili (dal 19,33 al 23,33%); a quota 64 si assiste invece ad un brusco balzo in alto (54%). Le larve, nella generalità, soccombono in occasione della muta che, nel giro di due giorni al massimo dall'esposizione alle uova, le porta all'ultima età. Perdite così forti dipendono, oltre che dall'elevato carico di parassiti (i quali tuttavia, durante la I età larvale, sono estremamente minuti provenendo da uova microtipiche), anche dalle ridotte dimensioni degli ospiti che, al momento della contaminazione, pesano in media solo 1/4-1/5 di quelli maturi.

C'è poi da rilevare come carichi anche modesti, di sole 8 uova per larva, quadruplicano la mortalità riscontrata nel testimonio indenne <sup>(8)</sup>, che passa dal 4,66% al 19,33%. Tuttavia, poiché la contaminazione è stata effettuata collegialmente, è possibile che le larve soccombenti abbiano in realtà ingerito un quantitativo di uova superiore alla prevista media pro-capite.

In ogni caso appare dunque sconsigliabile, a parte necessità sperimentali, la parassitizzazione di larve della penultima età, ed a maggior ragione di stadi ancora più precoci con dosi superiori alle 4 uova/larva; per un allevamento di massa del parassita, effettuato senza un attento controllo del carico parassitario, sono da preferirsi larve dell'ultima età, e specialmente quelle nelle fasi iniziali della medesima.

### 2) Formazione di crisalidi farate.

La presenza di numerose larvette del parassita, sebbene assai minute (inizio della II età) e di peso medio aggirantesi sui 0,5 mg, ostacola il normale impupamento dell'ospite. Mentre nei gruppi non contaminati le crisalidi farate rappresentano solo il 2,09% del totale (crisalidi normali + farate), nei gruppi esposti a 200 uova/larva i valori salgono al 44,73%. Come per la mortalità, la formazione di crisalidi farate aumenta, grosso modo, progressivamente col carico di uova somministrato, come si può rilevare nel grafico di fig. I. Pertanto le crisalidi normali, nella tesi di massima contaminazione, sono solo 1/7 di quelle formatesi nel testimonio (21 contro 140). Occorre tuttavia precisare che il mancato esuviamento pupale degli ospiti non è di per sé un ostacolo insormontabile per l'ulteriore sviluppo del parassita, che può impuparsi al loro interno, ma, per quanto ci consta, la produzione di pupari in siffatti stadi anormali è ridottissima (solo nell'8% circa delle crisalidi farate si è avuto lo sviluppo completo del parassitoide).

Facciamo da ultimo notare come gli effetti negativi di un eccessivo carico parassitario non solo si manifestano a breve scadenza (cioè al momento della muta da penultima ad ultima età larvale) ma anche a distanza di tempo, e cioè sugli individui sopravvissuti, in occasione dell'incrisalidamento.

### 3) Peso delle crisalidi.

Sia nella serie maschile che in quella femminile non vi sono differenze ponderali sensibili tra le crisalidi formatesi nelle varie tesi sotto-

---

<sup>(8)</sup> Per inciso facciamo notare questo aspetto di solito trascurato dell'attività dei parassitoidi, e cioè che essi possono causare anzitempo, in percentuali anche sensibili, la morte dell'ospite, finendo così col soccombere essi stessi. L'efficacia dei parassiti entomofagi, per queste ed altre ragioni (si pensi anche alla mortalità provocata dalle femmine dei Terebranti semplicemente con le loro punture), è ben superiore a quella stimata, come di solito si fa, puramente in base al numero di vittime dalle quali sono sfarfallati.

poste a carichi di uova varianti da 4 a 64 elementi pro capite, nè rispetto al testimonio. Con dosi di 200 uova si verifica invece un calo assai netto: le crisalidi maschili scendono infatti dai 160,80 mg del testimonio a 128,41. Ancora più brusco è il decremento per le crisalidi che, pure sottoposte a contaminazione, non hanno formato pupari del parassita; sempre per la serie maschile, si scende infatti ad una media di soli 100,90 mg. Meno vistosi, seppure cospicui, sono i cali registrati nella serie femminile che, com'è noto, è sempre costituita da individui più corpulenti (veda-si grafico di fig. II).

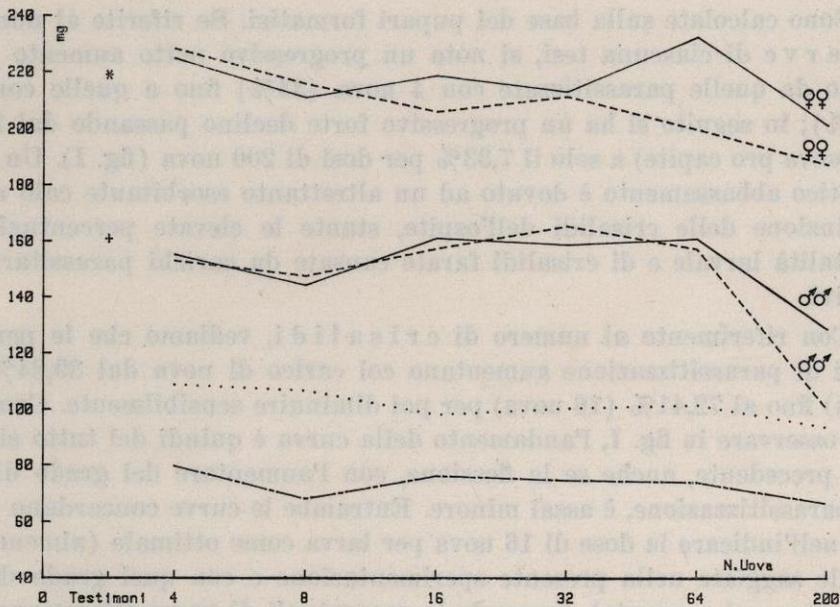


FIG. II

Variazioni ponderali degli ospiti e dei parassiti (nello stadio pupale) in relazione al livello di superparassitizzazione nella I serie di prove («contaminazione» collettiva):

- crisalidi parassitizzate;
- crisalidi indenni;
- ..... pupari (con relative pupe) da ospiti femminili;
- . - . - pupari (con relative pupe) da ospiti maschili.

Varie considerazioni ci portano a ritenere che pure la maggioranza degli individui da cui sono sfarfallate le *Galleria* fosse in realtà parassitizzata, e magari anche a livelli elevati, solo che al momento dell'ecdisi pupale le larvette di II età iniziale che, com'è loro regola si insinuano tra la nuova cuticola in formazione e quella vecchia, con lo slittamento in direzione caudale di quest'ultima durante il processo di ecdisi, vengono spazzate via e finiscono col soccombere nell'esuvia larvale accartocciata.

Nel complesso non si notano differenze ponderali sensibili, nell'ambito di ciascuna tesi, tra le crisalidi parassitizzate e quelle indenni, intendendo con quest'ultimo termine quelle che non hanno dato i pupari, ma che potevano avere in precedenza albergato più larve parassite. Solo nella tesi con 200 uova/larva le differenze sono nette, sia per la serie maschile che femminile, ed in ogni caso a favore degli individui che hanno dato il parassita.

## B. Effetti sul parassita

### a) Percentuali di parassitizzazione.

Sono calcolate sulla base dei pupari formati. Se riferite al numero di larve di ciascuna tesi, si nota un progressivo netto aumento partendo da quelle parassitizzate con 4 uova (34%) fino a quelle con 16 (56%); in seguito si ha un progressivo forte declino passando dal 38% (32 uova pro capite) a solo il 7,33% per dosi di 200 uova (fig. I). Un così drastico abbassamento è dovuto ad un altrettanto esorbitante calo nella produzione delle crisalidi dell'ospite, stante le elevate percentuali di mortalità larvale e di crisalidi farate causate da carichi parassitari eccessivi.

Con riferimento al numero di crisalidi, vediamo che le percentuali di parassitizzazione aumentano col carico di uova dal 39,84% (4 uova) fino al 72,41% (16 uova) per poi diminuire sensibilmente. Come si può osservare in fig. I, l'andamento della curva è quindi del tutto simile alla precedente, anche se la flessione, con l'aumentare del grado di superparassitizzazione, è assai minore. Entrambe le curve concordano dunque nell'indicare la dose di 16 uova per larva come ottimale (almeno tra quelle saggiate nella presente sperimentazione e con quel grado di dispersione sul supporto), fornendo le percentuali di parassitizzazione più elevate. Comunque, delle due curve, quella che indica il numero di pupari ottenuti in rapporto alle larve esposte alla contaminazione è la più idonea ad esprimere il rendimento in parassiti ai vari carichi di uova microtipiche.

È sorprendente il fatto che, pure somministrando quantitativi enormi di uova, non si ottengano percentuali di parassitizzazione delle crisalidi pari o prossime al 100%. Ciò dipende certamente anche dal grado di « diluizione » delle uova propinate sulle foglie di cera, ma sottolinea ancora una volta quanto sia pericoloso, anche se indispensabile, per il parassita l'impupamento dell'ospite che di fatto rigetta, assieme all'esuvia larvale, gran parte o addirittura tutte le larvette che lo infestavano.

È pure sorprendente che, aumentando oltre un certo limite la dose delle uova, addirittura diminuisca la percentuale delle crisalidi che danno i pupari dell'entomofago. Riteniamo che ciò dipenda dal fatto che carichi parassitari eccessivi ostacolano un regolare impupamento, per cui

finiscono col prevalere numericamente gli individui che riescono in qualche modo a sfuggire alla parassitizzazione.

La prova ci indica altresì che per ottenere 1 pupario di *Gonia* occorre un numero elevato di uova: circa 12 con la dose più bassa (4 uova pro capite) e addirittura 28 ed oltre con la dose 16, che è quella che ha dato le più alte percentuali di parassitizzazione. Come si può notare non vi è proporzione tra gli incrementi di tale percentuale e il carico di uova che bisogna somministrare, nel senso che questo deve crescere in misura notevolmente superiore: infatti per salire dal 34 al 56% bisogna quadruplicare la dose e cioè passare da 4 a 16 uova pro capite.

La necessità di un carico di uova tanto elevato dipende principalmente da 2 fattori: I) che qualunque sia il livello di superparassitizzazione raggiunto dalle larve, si forma, salvo casi del tutto eccezionali, un solo pupario; II) che gli ospiti, in occasione della muta pupale, si liberano della grande maggioranza o addirittura di tutte le larvette parassitate. Ricerche in corso, complementari a queste, tendono comunque a chiarire in quale misura il grado di « dispersione » delle uova, consentendo una loro più o meno equa ripartizione tra i vari ospiti coinquilini, influisca sulle percentuali di parassitizzazione.

#### b) Peso dei pupari.

Tende a diminuire, sia per quelli formati in ospiti maschili che per quelli derivati da ospiti femminili, con l'incremento del carico parassitario. Tale flessione è netta solo a livello della dose più alta di uova, dove pure si era manifestato un forte abbassamento ponderale delle crisalidi ospiti. Peraltro non si nota un evidente parallelismo tra le curve dei due simbionti.

#### c) Indice di trasferimento ponderale dell'ospite nel parassita (<sup>9</sup>).

Tende a diminuire con l'aumentare del carico di uova, salvo che nella tesi maggiormente parassitizzata dove risale verso i valori di partenza, stante il basso peso delle crisalidi. Le curve relative a ospiti maschili e femminili si intersecano più volte partendo dai valori massimi iniziali, pari rispettivamente a 0,513 e 0,484, fino ai valori minimi di 0,459 e 0,436 raggiunti alla dose di 64 uova/larva.

Poiché, d'altro canto, i pesi delle crisalidi non presentano sensibili oscillazioni fra una tesi e l'altra (esclusa quella più superparassitizzata), pare si possa dedurre che la presenza di numerose larvette (perfino qualche decina), sebbene limitata fino al momento della ninfosi dell'ospite, ne

---

(<sup>9</sup>) Con questa dizione intendiamo il rapporto tra il peso, allo stadio di pupa, del parassita e quello dell'ospite. Esso viene discusso in un successivo lavoro di questa stessa serie (Mellini e Campadelli, 1982).

compromettano in qualche misura la qualità rendendolo meno utilizzabile da parte del parassita superstite <sup>(10)</sup>.

## II PROVA

È stata condotta isolando le larve, una ad una, e rifornendo ciascuna della propria aliquota di uova, nel tentativo di ottenere una distribuzione più uniforme delle medesime nell'ambito di ogni tesi.

### A. Effetti sulla vittima

#### 1) Mortalità larvale.

È elevata in tutte le tesi, testimonio compreso <sup>(11)</sup>, interessando in generale un buon terzo di tutta la popolazione e con scarti modesti da una tesi all'altra. Alla dose di 64 uova/larva la percentuale di mortalità è pari al 36,36%, mentre alla dose di 200 uova sale al 46,36 contro il 34,54% del testimonio non sottoposto a parassitizzazione (vedasi fig. III). È vero che un numero anche cospicuo di uova non viene ingerito, ma in molti casi il numero di parassiti annidati in ciascuna larva è assai elevato. Ciò dimostra la notevole resistenza dell'ospite nell'ultima età larvale a carichi parassitari molto forti; in condizioni simili, le larve dell'età precedente soccombono invece, come abbiamo visto, in alta percentuale.

#### 2) Formazione di crisalidi farate.

Mentre la mortalità larvale non subisce variazioni sensibili con l'aumentare del livello di parassitizzazione, la presenza di crisalidi farate si intensifica notevolmente: con carichi di 64 uova è doppia (32,85%) rispetto al testimonio (16,66%) e con carichi di 200 quasi tripla (44,06%) (fig. III), seguendo una curva abbastanza simile a quella riscontrata nella I prova.

Si conferma quindi quanto si è osservato nella esperienza precedente, e cioè che l'ospite può sopportare gradi elevati di superparassitizzazione durante le intermure, ma che poi esso ne risente in maniera drammatica in occasione della muta, soccombendo se in stati giovanili, magari non soccombendo immediatamente, però rivelandosi incapace di compiere l'ecdisi se allo stadio di larva matura. La muta, dunque, si rivela ancora una volta come fase critica per l'insetto.

---

<sup>(10)</sup> Peraltro, come abbiamo rilevato, le  $L_{II}$  iniziali di *Gonia* pesano in media solo 0,5 mg, contro medie di 150-200 mg delle crisalidi di *Galleria*; la spogliazione da esse operata appare pertanto, almeno da un punto di vista quantitativo, decisamente modesta.

<sup>(11)</sup> Durante questa seconda parte dell'esperienza ha infatti cominciato a serpeggiare negli allevamenti di *Galleria* una virosi.

Comunque il numero di crisalidi perfette nella tesi a massimo carico parassitario è poco più della metà (33) di quello ottenuto nel testimonio (60), a ulteriore conferma della straordinaria resistenza di questo ospite se parassitizzato nell'ultima età larvale (se contaminato nella penultima si scende, come si è visto, ad 1/7 soltanto!).

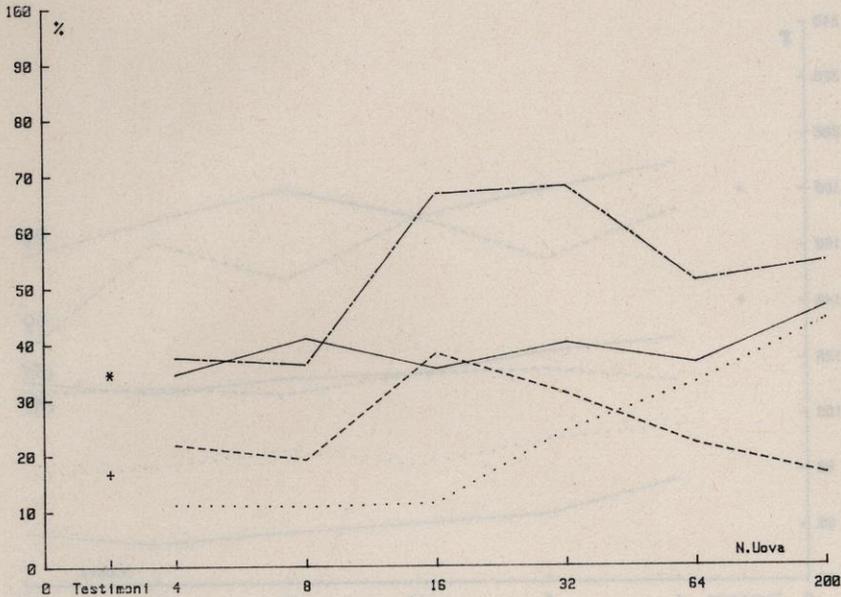


FIG. III

Effetti della superparassitizzazione ad opera di *Gonia cinerascens* Rond. in *Galleria mellonella* L., nella II serie di prove («contaminazione» individuale):

- sulla mortalità delle larve ospiti (\*: mortalità nel testimonio);
- ..... sulla formazione di crisalidi farate (+: nel testimonio);
- ..... sulla resa in pupari riferita al numero delle larve sottoposte a superparassitizzazione;
- . - . - sulla resa in pupari riferita al numero delle crisalidi formatesi.

### 3) Peso delle crisalidi.

Le crisalidi maschili parassitizzate pesano, in ogni caso, un po' meno di quelle del testimonio; e, nell'ambito di ciascuna tesi, esclusa quella con 64 uova/larva, le indenni (nel senso che hanno lasciato sfarfallare l'ospite) pesano, in media, alquanto meno di quelle da cui è fuoriuscito il parassita (fig. IV).

Le crisalidi femminili parassitizzate pesano, in media, più del testimonio solo in una tesi, praticamente uguale in 2, di meno nelle altre 3. Le crisalidi uscite indenni dalla contaminazione effettuata sulle relative larve hanno invece un peso medio sempre inferiore a quello del testimonio.

In ogni caso poi, sia per la serie maschile che per quella femminile, si osserva una progressiva diminuzione del peso medio col crescere del carico parassitario cui erano state sottoposte le larve; e si noti bene ciò si verifica sia per le crisalidi che hanno dato il parassita che per quelle che hanno lasciato sfarfallare l'ospite. Viene così confermato il fenomeno

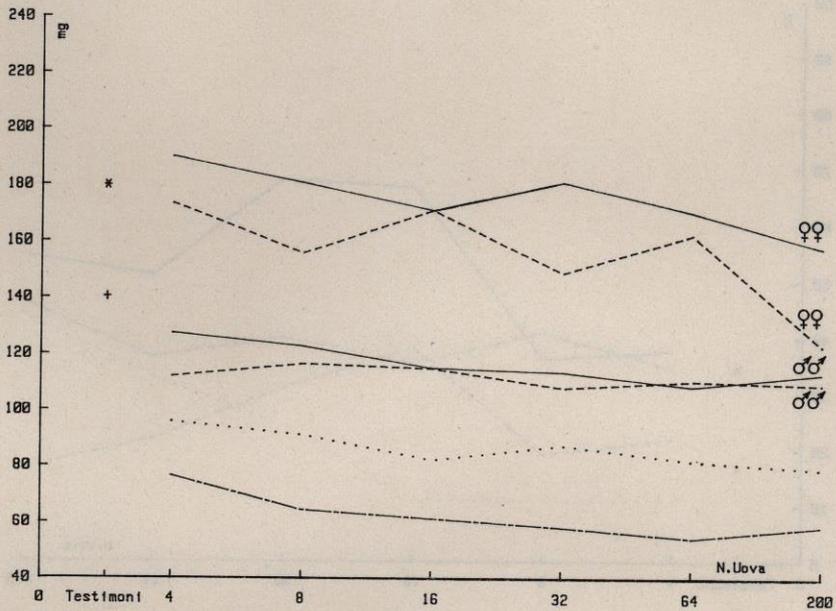


FIG. IV

Variazioni ponderali degli ospiti e dei parassiti (nello stadio pupale) in relazione al livello di superparasitizzazione nella II serie di prove («contaminazione» individuale):

- crisalidi parassitizzate;
- crisalidi indenni;
- ..... pupari (con relative pupe) da ospiti femminili;
- . - . - pupari (con relative pupe) da ospiti maschili.

già intravisto in una prova precedente e cioè che il maggior peso, rilevato per le crisalidi parassitizzate (Mellini e Campadelli, 1979), non è da attribuire alla presenza ed all'attività dei giovanissimi parassiti nelle larve ospiti. Inoltre si sottolinea come la superparasitizzazione incida addirittura negativamente sul peso finale raggiunto dalle crisalidi.

Rispetto alla prova precedente si notano in generale pesi medi sensibilmente inferiori in tutte le tesi. Ciò dipende, almeno in parte, dal fatto che in condizioni di isolamento, come abbiamo in precedenza dimostrato (Mellini et alii, 1979), le larve di *Galleria* si trovano svantaggiate.

## B. Effetti sul parassita

### a) Percentuali di parassitizzazione.

Sono al solito valutate a posteriori sul numero di pupari ottenuti. Se facciamo riferimento al numero di larve sottoposte a parassitizzazione, notiamo che la percentuale più elevata si riscontra nella tesi con 16 uova/larva (fig. III), proprio come nella precedente prova; più in generale poi le curve delle due prove hanno un andamento molto simile, con valori più bassi nella parte iniziale e in quella finale. Tutto concorda quindi nell'indicare che il massimo rendimento in parassiti lo si ottiene con un livello medio di uova. In questa II prova tutte le percentuali di parassitizzazione sono più basse di quelle riscontrate nella prima, causa la notevole mortalità verificatasi in tutte le tesi, compreso il testimone non parassitizzato.

Se riferiamo le percentuali di parassitizzazione alle crisalidi, anziché alle larve, otteniamo ovviamente valori molto superiori, ma la curva ha in pratica lo stesso svolgimento e indica nelle dosi 16 e 32 uova pro capite quelle ottimali. In ogni caso viene confermato che, anche somministrando quantitativi superiori di uova, non si ottiene un incremento nelle percentuali di parassitizzazione, ma addirittura una diminuzione. Ne consegue che con questo parassita è impossibile, anche garantendo a ciascun individuo dell'ospite la sua quota di uova microtipiche, raggiungere percentuali di parassitizzazione prossime al 100%, qualunque sia il carico di uova somministrato; e si noti bene non solo in riguardo alle larve, che possono soccombere sotto un carico eccessivo, ma anche alle crisalidi che, evidentemente, come riescono a liberarsi di gran parte delle larvette al momento della muta, così possono rigettarle tutte.

### b) Peso dei pupari.

Diminuisce abbastanza progressivamente col crescere del carico parassitario, tanto nella serie formatasi in crisalidi maschili, che da una media di 76,49 mg alla dose di 4 uova/larva scende ad una di 58,64 mg alla dose di 200 uova/larva, quanto nella serie derivata da crisalidi femminili che passa rispettivamente da 95,86 a 78,91 mg (cfr. fig. IV). Se confrontiamo le curve esprimenti il peso dei pupari con quelle delle relative crisalidi ospiti, notiamo un deciso parallelismo, per cui pare si possa concludere che il decremento ponderale del parassita col crescere del grado di superparassitizzazione non è una conseguenza diretta dell'eccessivo numero di parassiti che infestano le larve, ma semplicemente la conseguenza del calo di peso verificatosi nell'ospite.

### c) Indice di trasferimento ponderale dell'ospite nel parassita.

In ogni caso la curva relativa ad ospiti maschili sovrasta quella degli ospiti femminili; entrambe si mantengono praticamente parallele all'asse delle ascisse: la prima tende a stabilizzarsi su 0,520, la seconda su

0,490. Questi valori sono sensibilmente più elevati che nella prova precedente; tale fenomeno è da porsi in relazione col minore peso delle vittime in questa seconda prova. A differenza della prima, sembra lecito escludere che il grado di superparassitizzazione possa di per sé modificare, nella nostra coppia, l'indice di trasferimento della massa corporea dell'ospite in quella del parassita superstite.

#### DISCUSSIONE DEI RISULTATI

È innanzitutto opportuno ricordare che i quantitativi di uova propinati ai vari gruppi sperimentali sono puramente nominali, poiché tanto nella I prova, ove le uova sono state somministrate cumulativamente, quanto nella seconda, in cui la « dose » è data individualmente, gli ospiti non ingeriscono praticamente mai il previsto numero di uova; nel I caso alcune larve potrebbero addirittura inghiottirne di più, nel secondo quasi sempre di meno, visto che il pezzetto di foglia viene variamente sbriciolato, e molti frammenti con le relative uova rimangono impigliati ed inutilizzati, assieme agli escrementi, nelle trame sericee che le larve in continuazione formano. Inoltre va rilevato che generalmente circa il 10% delle uova deposte non schiude, che un certo numero resta lesionato dall'apparato boccale dei bruchi e che non è detto che tutte le larvette sgucciate nel canale alimentare riescano realmente a prendere possesso dell'ospite annidandosi nei muscoli somatici.

Ciò premesso, notiamo quanto segue con riferimento agli effetti provocati dalla superparassitizzazione sull'ospite e le conseguenze che ne derivano al parassita.

Nell'OSPITE il progressivo innalzarsi del livello di superparassitizzazione determina:

1) Un aumento nel tasso di mortalità prematura; ma mentre tale incremento è graduale per le larve contaminate nella penultima età, per quelle parassitizzate all'ultimo stadio la mortalità diviene elevata solo al massimo carico parassitario (200 uova/larva). Si ritiene che tale differenza dipenda, in larga misura, dalle dimensioni delle larve; quelle più giovani, piccole ed ovviamente meno resistenti, soccombono infatti in occasione della muta che le porta all'ultima età. L'impatto della superparassitizzazione sulle larve giovani è dunque forte: già in quelle del penultimo stadio, alla modesta dose di 8 uova pro capite, le percentuali di mortalità sono quadruplicate rispetto al testimone non parassitato.

2) La presenza di crisalidi farate aumenta quasi progressivamente, e nella stessa misura, in entrambe le prove, con l'aumentare del carico parassitario; così vari individui (I prova), che pure erano riusciti ad entrare nell'ultima età, finiscono col bloccarsi in occasione della

successiva muta. Di conseguenza le crisalidi apparentemente normali, formatesi nella tesi di massima contaminazione, sono soltanto 1/7 di quelle del testimonio non parassitizzato, mentre nella II prova, condotta su larve dell'ultimo stadio, le corrispondenti crisalidi sono oltre la metà di quelle ottenute nel testimonio. È opportuno sottolineare che la formazione di crisalidi farate è un fatto molto importante nell'economia dell'allevamento di questa coppia ospite-parassita, perché abbassa notevolmente il rendimento in parassiti; infatti solo raramente, in tali condizioni, l'endofago riesce a completare lo sviluppo.

3) Per quanto concerne il peso delle crisalidi, si nota un calo netto solo alla dose di 200 uova/larva nella I prova, mentre nella seconda il decremento è progressivo col crescere del livello di parassitizzazione, già a cominciare dalla dose di sole 8 uova/larva (12). Un aspetto sorprendente è che tale fenomeno non si manifesta soltanto a carico delle crisalidi in cui si sono formati i pupari dei parassiti, ma anche per quelle che, nelle varie tesi, hanno lasciato sfarfallare gli adulti dell'ospite. Questo fatto costituisce una prova indiretta che le larve mature di *Galleria*, al momento della ecdisi, come si liberano di un numero più o meno cospicuo di larvette di II età del parassita, che sono incuneate tra le due cuticole, così possono anche rigettarle tutte, pure se molto numerose, autodisinfestandosi completamente (13).

Si rileva inoltre che i pesi medi riscontrati nella I prova sono notevolmente superiori a quelli registrati nella seconda; ciò dipende, in larga misura, dal fatto che le larve della I prova sono state allevate in gruppo, mentre quelle della seconda, a partire dalle fasi iniziali dell'ultima età, sono state isolate e tale modalità di allevamento, come è stato in precedenza dimostrato (Mellini et alii, 1979), è negativa agli effetti dell'accrescimento di *Galleria*.

---

(12) In un precedente lavoro (Mellini e Campadelli, 1980) si è affermato che le larvette del parassita non interferiscono né positivamente né negativamente sullo accrescimento della vittima. Ciò ovviamente è valido per carichi parassitari modesti; incrementando il numero dei parassiti la tendenza ad un decremento ponderale dell'ospite diviene invece evidente. Peraltro questo fatto costituisce una ulteriore conferma che il maggior peso esibito sulle medie dalle crisalidi medio-piccole, in cui si formano i pupari, non dipende dalla presenza e dall'attività delle giovanissime larvette del parassita nei precedenti stadi dell'ospite, attività che addirittura può apparire negativa al riguardo.

(13) L'autodisinfestazione è un fatto relativamente comune per gli ospiti in stadi preimmaginali sopportanti uova macrotipiche (vedasi ad es. Mellini, 1954); essi infatti, in occasione della muta, rigettano, assieme all'esuvia, le uova ancora non schiuse che così vanno perdute. Piuttosto rari sono invece i casi di espulsione, con l'ecdisi, di larvette ancorate col tubo respiratorio ai tegumenti. Del tutto eccezionale è poi il caso qui illustrato, dovuto ad un parimenti straordinario comportamento di questo parassita, che in pratica fuoriesce dal corpo della vittima per rientrarvi immediatamente nello stadio successivo.

Si osserva infine che in quasi tutte le tesi, e sia per le crisalidi maschili che per quelle femminili, il peso medio degli individui che hanno dato il parassita è generalmente alquanto superiore a quello degli individui risultati a posteriori indenni, concordemente a quanto da noi rilevato nel corso di precedenti ricerche (Mellini e Campadelli, 1980).

Le ripercussioni sul PARASSITA possono essere così sintetizzate.

a) Le più alte percentuali di parassitizzazione (calcolate in base al numero dei pupari formati) si verificano, con riferimento al numero di larve ospiti impiegate, alla dose di 16 uova/larva in entrambe le serie di prove. La stessa indicazione si ottiene calcolando tali percentuali in base al numero di crisalidi formati.

Come si può osservare nei grafici di fig. I e III, per incrementare le percentuali di parassitizzazione bisogna aumentare enormemente, cioè in misura sproorzionata, le « dosi » di uova; così per passare da valori attorno al 40% a valori prossimi al 70% (i massimi registrati) si è dovuto quadruplicare il numero delle uova. Le due serie di prove hanno fornito a questo riguardo dati molto simili; il fatto poi che ciò si verifichi nella II serie, ove ciascuna larva ha ricevuto la sua razione di uova separatamente, esclude che il suddetto fenomeno possa dipendere semplicemente da una non equilibrata assunzione di uova da parte delle vittime potenziali. È davvero strano che nelle crisalidi superstiti agli effetti deleteri di forti carichi parassitari, non si verifichi un incremento nelle percentuali di parassitizzazione, innalzando il quantitativo di uova somministrate, ma addirittura si registri una marcata diminuzione, come nella I prova. Certamente in quest'ultima può giocare un ruolo importante il grado di dispersione delle uova microtipiche sul substrato trofico degli ospiti (ricerche in corso), ma nel caso delle larve isolate tale fattore non riveste alcuna importanza. Così appare estremamente difficile, in condizioni standard, raggiungere con questa coppia percentuali assai elevate di parassitizzazione effettiva<sup>(14)</sup>, poiché anche se tutte le larve rimangono realmente infestate ( $L_I$  nei muscoli), le crisalidi risultano poi, in percentuale maggiore o minore, indenni e lasciano sfarfalare i relativi adulti.

---

(14) Una forte decimazione delle larvette provenienti da uova microtipiche costituisce, a quanto pare, un fatto generale. Essa però si verifica, di solito, assai prima che nella nostra *Gonia*, e cioè a carico delle minutissime larve di I età ancora nelle fasi iniziali. Strickland (1923), che ha studiato il fenomeno in *Gonia capitata* De G., afferma che solo una piccola percentuale delle uova ingerite si sviluppa fino a dare i pupari; molte  $L_I$  infatti permangono nel canale alimentare senza accrescersi, e tante altre che ne perforano le pareti soccombono nel lacunoma, incapsulate dagli emociti, prima di avere raggiunto il cervello ove di norma si sviluppano. Bess (1936), riferendosi a *Leschenaultia exul* Town., riporta addirittura che molte larve di *Malacosoma americana* Fabr. e *M. disstria* Hbn., le quali avevano ingerito in media una ventina di uova, in seguito non mostrarono alcun segno di parassitizzazione.

b) Il peso dei pupari diminuisce progressivamente col crescere del carico parassitario nella II prova, di pari passo con la riduzione del peso delle crisalidi. Tendenzialmente vi è una riduzione anche nella prima, ove però il calo ponderale dell'ospite è evidente solo alla dose massima di uova. Ciò sembrerebbe indicare una minore sfruttabilità dell'ospite da parte del parassita superstite col crescere del grado di superparassitizzazione, almeno per larve contaminate nella penultima età.

c) L'indice di trasferimento, infatti, che nella II prova si mantiene in pratica invariato, nella prima tende a diminuire con l'intensificarsi della superparassitizzazione, anche se risale bruscamente nella tesi a 200 uova. Questo improvviso rialzo può essere attribuito al basso peso di tali crisalidi; infatti, come si è visto in altra occasione (Mellini e Campadelli, in corso di stampa), il suddetto indice aumenta con l'abbassarsi del peso dell'ospite<sup>(15)</sup>.

In conclusione, con riferimento agli aspetti tecnici dell'allevamento di questa coppia ospite-parassita, la sperimentazione ha indicato quanto segue.

I) È preferibile parassitizzare larve agli inizi dell'ultima età che meglio resistono, rispetto a quelle più giovani, ad infestazioni massicce di giovanissimi parassiti, evenienza questa che può sempre verificarsi nei casi, come il presente, di « contaminazione » indiretta dell'ospite.

II) I quantitativi di uova che assicurano un più elevato numero di pupari sono (fra quelli sperimentati) pari a 16 pro capite e, sorprendentemente, tanto nella I prova quanto nella seconda ove ciascuna larva era stata isolata con la sua razione di uova, per cui il grado di dispersione delle medesime non rivestiva alcuna importanza.

III) Alla suddetta « dose » di uova la riduzione di peso dell'ospite, conseguente a elevati livelli di superparassitizzazione, è ancora modesta, per cui a soddisfacenti percentuali di parassitizzazione non si accompagnano apprezzabili decrementi di peso nei pupari.

#### RIASSUNTO

Nell'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. il Dittero Larvevoride *Gonia cinerascens* Rond. si comporta come parassita solitario. Tuttavia, date le modalità di « contaminazione », che avviene mediante la deposizione di uova microtipiche sul pabulum dell'ospite, la superparassitizzazione iniziale rappresenta la regola. Le larvette parassite in soprannumero soccombono nelle prime fasi della II età allorché l'ospite si incrisalida.

---

(15) Facciamo osservare che alcune delle conclusioni cui siamo pervenuti, e segnatamente la 1) e la a), concordano in pieno con quelle già enunciate quasi mezzo secolo fa da Salt (1936) in riguardo ad un parassita dell'ordine degli Imenotteri, il *Trichogramma evanescens* Westw. nemico di uova di Lepidotteri.

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare gli effetti della superparassitizzazione su entrambi i protagonisti di questa simbiosi. Sono state condotte 2 prove, ripetute ciascuna 3 volte, saggiando i seguenti carichi parassitari: 4, 8, 16, 32, 64, 200 uova/ospite. Nella I prova, comprendente 1050 larve della penultima età, le uova sono state somministrate collettivamente nell'ambito di ciascun gruppo sperimentale. Nella II prova, effettuata su 770 larve dell'ultima età, le varie quote di uova sono state propinate individualmente. In ogni caso i quantitativi di uova sono puramente nominali visto che, per varie ragioni, le singole larve non ingeriscono mai la « dose » predeterminata.

Nell'ospite il progressivo aumento del livello di superparassitizzazione provoca:

1) Una notevole crescita del tasso di mortalità prematura; tale incremento è graduale per gli individui parassitizzati nella penultima età larvale, mentre per quelli contaminati nell'ultima essa è forte solo alla « dose » più alta di uova.

2) Un graduale incremento nella formazione di crisalidi farate, nelle quali il parassita solo raramente riesce a completare lo sviluppo.

3) Una lieve caduta nel peso delle crisalidi; nella I prova essa è netta soltanto col carico parassitario più elevato, mentre nella seconda è progressiva.

Parallelamente, nei riguardi del parassita, si osserva quanto segue:

a) Il più alto numero di pupari si è ottenuto alla quota di 16 uova/larva in entrambe le serie di prove. Con ulteriori aumenti del carico di uova le percentuali di parassitizzazione effettiva diminuiscono (sia in riguardo alle larve che alle crisalidi) dimostrando così, in modo indiretto, che l'ospite assai di frequente (dal 30 al 50% circa dei casi) finisce con l'autodisinfestarsi completamente in occasione dell'ultima muta larvale.

b) Il peso dei pupari cala progressivamente col crescere del carico parassitario nella II prova, mentre nella prima la flessione è evidente solo alla quota massima di uova, concordemente con quanto succede nell'ospite.

c) L'indice di trasferimento (rapporto ponderale tra « pupario » e crisalide) tende a diminuire, con l'innalzarsi del livello di superparassitizzazione, solo nella I prova.

Per quanto riguarda gli aspetti tecnici dell'allevamento di questa coppia ospite-parassita in condizioni standard, si conclude che il maggior rendimento in pupari si ottiene con la somministrazione collettiva della dose (fra quelle sperimentate) di 16 uova/ospite, a larve nelle fasi iniziali dell'ultima età anche se, con tale carico e con questo stadio, il peso dei pupari tende leggermente a flettersi.

## Effects of superparasitism in the host-parasite couple *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond.

### SUMMARY

In the substitute host *Galleria mellonella* L., the larvae of *Gonia cinerascens* Rond. (Diptera, Larvaevoridae) behave as solitary parasites. Anyhow, owing to the type of « contamination », that takes place by microtypical eggs deposited on the host pabulum, the initial superparasitism is a general rule. The supernumerary parasite larvae perish at the beginning of the second stage, when the host is transformed into chrysalis.

The scope of this study is that of evaluating the effects of superparasitism on both protagonists of this symbiosis. Two test series have been carried out (repeated 3 times each), applying the following parasitizing incidences: 4, 8, 16, 32, 64, 200 eggs per host.

During the 1st test, with 1050 larvae in the penultimate stage, the eggs have been spread collectively within each of the test groups. During the 2nd test, that has been performed on 770 larvae in the last stage, the various quantities of eggs have been applied individually. In any case the quantities of eggs are merely of statistic value, because, owing to various reasons, the single larvae never swallow the preset « dose ».

In the host the progressive increase of the superparasitism level causes:

1) A substantial increase of the premature death rate; such increase is gradual for those individuals that are parasitized during the second-last larval stage, while it is notable in the case of those contaminated during the last larval stage only with the higher « doses » of eggs.

2) A gradual increase of the formation of pharate chrysalides, where the parasite only very seldom succeeds in completing its development.

3) A slight weight loss of chrysalides: during the 1st test the same is clearly noticeable only with the highest parasitizing incidence, while in the second test it has turned out to be progressive.

In the same time, with respect to the parasite, the following can be observed:

a) The highest number of puparia has been obtained at the quote of 16 eggs/larva in both test series. With further increase of egg quantity the number of puparia decreases (both with respect to the host larvae and to the chrysalides number) thus confirming indirectly that very often (from 30 through 50% approx. of the cases) the host is able to self-disinfest during the last larval ecdysis.

b) The weight of the puparia decreases progressively with increase of the parasite load during the 2nd test, while with the first one the decrease becomes evident only with max. quantity of eggs, concordantly with what occurs to the host.

c) The transfer index (weight ratio between « puparium » and chrysalis) tends to decrease with the superparasitism level only during the first test.

As far as the technical aspects of breeding of this host-parasite couple under standard conditions are concerned, the authors conclude by stating that the higher puparia output is obtained with collective spreading of the dose (among those that have been tested) consisting of 16 eggs per host to larvae at the initial phase of the last stage, even though, with such dose and at this stage, the weight of the puparia tends to decrease slightly.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARONIO P., CAMPADELLI G., 1978. — Ciclo biologico di *Gonia cinerascens* Rond. (Dipt. Tachinidae) allevata in ambiente condizionato sull'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 34: 35-54.
- BOULETREAU M., 1978. — Nutrition larvaire et exploitation de l'hôte chez un hyménoptère endoparasite grégaire, *Pteromalus puparum* L. Influence de la densité de population préimaginale et conséquences sur les adultes. - *Bull. Ecol.*, 9: 62-65.
- BESS H. A., 1936. — The biology of *Leschenaultia exul* Townsend, a tachinid parasite of *Malacosoma americana* Fabricius and *Malacosoma disstria* Hubner. - *Ann. Ent. Soc. America*, 29: 593-613.
- CLOUTIER C., MACKAUER M., 1980. — The effect of superparasitism by *Aphidius smithi* (Hymenoptera: Aphididae) on the food budget of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae). - *Can. J. Zool.*, 58: 241-244.
- JØRGENSEN O. F., 1975. — Competition among larvae of *Pimpla dubius* Hgn. (Hymenoptera: Ichneumonidae), a parasitoid of *Epinotia tedella* Cl. (Lepidoptera: Tortricidae). - *Z. ang. Ent.*, 79: 301-309.
- MELLINI E., 1954. — Studi sui Ditteri Larvevoridi. II. *Meigenia mutabilis* Fall. su *Agelastica alni* L. (Coleoptera Chrysomelidae). - *Riv. Parassit.*, 15: 489-512.

- MELLINI E., BARONIO P., 1971. — Superparassitismo sperimentale e competizioni larvali del parassitoide solitario *Macquartia chalconota* Meig. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 30: 133-152.
- MELLINI E., RAPISARDA V., BRIOLINI G., 1979. — Effetti indiretti della densità dell'ospite (*Galleria mellonella* L.) sullo sviluppo del parassita (*Gonia cinerascens* Rond.) in condizioni sperimentali. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 1-12.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1980. — Confronto ponderale tra individui parassitizzati e indenni nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 109-125.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1982. — Potenziale megetico del parassitoide *Gonia cinerascens* Rond. misurato sull'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. - *Mem. Soc. Ent. Ital.*, 61 (Suppl.) (in corso di stampa).
- STRICKLAND E. H., 1923. — Biological notes on parasites of prairie cutworms. - *Dominion of Canada, Department of Agriculture, Bull.* No. 26 n.s. (technical), 40 pp.
- SALT G., 1934. — Experimental studies in Insect parasitism. II. Superparasitism. - *Proc. Royal Soc.*, B, 114: 455-476.
- SALT G., 1936. — Experimental studies in insect parasitism. IV. The effect of superparasitism on populations of *Trichogramma evanescens*. - *J. Exper. Biol.*, 13: 363-375.