

Effetti indiretti della densità dell'ospite (*Galleria mellonella* L.)  
sullo sviluppo del parassita (*Gonia cinerascens* Rond.)  
in condizioni sperimentali (1).

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

INTRODUZIONE

In base al programma di ricerche sperimentali intese ad illustrare i rapporti intercorrenti nella coppia ospite-parassita (Mellini, 1970), stiamo saggiando se, e in quale misura, varie caratteristiche intrinseche (cioè proprie della specie) ed estrinseche (cioè dipendenti da condizioni sperimentali) dell'ospite si ripercuotono sul suo parassita. La conoscenza di tali influenze, oltre a rivestire una notevole importanza teorica per la comprensione di quel particolare rapporto parassitario che lega gli insetti entomofagi alle loro vittime, assume anche un notevole rilievo in campo pratico al fine di migliorare la qualità del parassita e renderne più produttivo l'allevamento.

Nel corso del presente lavoro ci siamo preoccupati di stabilire se la densità di popolazione dell'ospite potesse in qualche modo influire sullo sviluppo, in senso lato, del parassita.

È noto che la densità di popolazione può condizionare in vario modo gli insetti, spesso accelerandone o rallentandone l'accrescimento e addirittura favorendone l'entrata in diapausa, ovvero modificandone sia in senso positivo che negativo, secondo le specie, le dimensioni finali, persino variandone caratteristiche cromatiche, morfologiche, fisiologiche, etologiche come si è potuto chiaramente dimostrare in riguardo al fenomeno delle fasi negli Ortotteri Celiferi nonché agli « effetti di gruppo » che si manifestano in certi Lepidotteri e in particolare tra i Nottuidi. La letteratura anche recente è ricchissima di lavori in questo campo, che peraltro, dato lo scopo della nostra ricerca, sarebbe qui superfluo citare.

---

(1) Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXVIII.

Sottolineiamo invece che l'analisi del fattore « affollamento », per quanto riguarda i suoi riflessi sul parassita, è particolarmente importante dal punto di vista applicativo, poiché è evidente che quanto maggiore sarà il numero di insetti che si possono allevare per unità di volume dell'ambiente, senza comprometterne o addirittura esaltandone i parametri vitali, tanto più economico sarà l'allevamento stesso.

Rileviamo infine che, per quanto ci consta, è questa la prima volta che la densità di popolazione dell'ospite viene esaminata con riferimento ai possibili riflessi che essa può avere sulle dimensioni raggiunte dai parassiti. Ricerche consimili, peraltro effettuate quasi esclusivamente sugli Imenotteri Terebranti, hanno riguardato altri aspetti del rapporto parassitario, in particolare quelli concernenti le fasi iniziali di tale rapporto e cioè le operazioni di contaminazione diretta operata dalle femmine prolificanti dell'entomofago.

#### MATERIALE E METODO

La ricerca è stata condotta sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond., che da oltre un biennio teniamo in allevamento continuato nel nostro Istituto.

*Galleria mellonella* L. è un lepidottero evolventesi negli alveari, assai noto non tanto per i guasti che causa quanto perché impiegato sempre più di frequente nei laboratori di fisiologia degli insetti, per cui la bibliografia che lo concerne è oramai monumentale. Esso è allevato da noi su un collaudato e perfezionato pabulum artificiale in precedenza descritto (vedi Campadelli, 1973).

*Gonia cinerascens* Rond. è un dittero larvevoride nemico di lepidotteri nottuidi, riproducentesi mediante uova microtipiche, divenuto oggetto di ricerca solo recentemente e la cui biologia è stata illustrata da Baronio e Campadelli (1978). Per esso *Galleria* rappresenta dunque un ospite di sostituzione, al quale peraltro si è bene adattato.

La contaminazione dell'ospite viene ottenuta in laboratorio trasferendo su pezzetti del suo pabulum, mediante un pennellino bagnato in acqua distillata, le uova che le femmine del parassita depongono facilmente su adatti « zimbelli » di materiale plastico a forma di foglia.

L'intera esperienza consta di 3 prove effettuate in tempi diversi ma tutte condotte nel modo seguente.

Da grandi contenitori di plastica, ove sono poste in allevamento alcune migliaia di uova di *Galleria* emesse da varie femmine nel giro dei primi 2 giorni di vita immaginale, vengono prelevate 241 larve della VI età. Queste vengono subito sottoposte in massa a parassitizzazione per un periodo di 24 ore, dopo di che sono suddivise a caso in gruppi definiti mediante trasferimento in contenitori di plastica per alimenti come quelli sopra indicati ma più piccoli e di dimensioni standard. Essi misu-

rano cm 23x11 nella base e cm 8 in altezza e quindi hanno un volume pari a 2024 ml; il coperchio, nel quale è aperto un foro del diametro di cm 5,5 protetto da una reticella metallica a maglie molto fitte, per consentire l'aerazione, viene sigillato mediante carta gommata al fine di impedire l'esodo delle larve.

Il materiale durante tutto il corso dell'esperienza è stato mantenuto in cella climatizzata alla temperatura costante di  $27 \pm 1^\circ\text{C}$ , U. R.  $70 \pm 5\%$  e in condizioni di completa oscurità.

Sono state messe a confronto le seguenti densità di popolazione: 6, 12, 25, 50, 100 larve per contenitore. Allo scopo di disporre di un numero di dati sufficientemente omogeneo fra le varie tesi, la tesi a densità 6 è stata ripetuta, per ciascuna prova, 5 volte e quelle a densità 12 tre volte.

TABELLA I

Numero complessivo di pupe dell'ospite e del parassita ottenute nelle tre ripetizioni e sottoposte a pesatura.

Densità di popolazione	N. crisalidi Galleria				N. pupari Gonia	
	♂ ♂		♀ ♀		da crisalidi	da crisalidi
	indenni	parassit.	indenni	parassit.	♂ ♂	♀ ♀
6	8	13	9	17	13	17
12	10	20	16	25	20	25
25	6	11	14	20	11	20
50	13	16	33	38	16	37
100	27	45	93	86	44	86

I parametri presi in considerazione sono i seguenti:

a) peso delle crisalidi non parassitizzate, entro il primo giorno della loro formazione, distinte per sesso (in base alle caratteristiche degli uriti genitali) dato il notevole dimegetismo sessuale esistente nell'ambito di questa specie.

b) Peso delle crisalidi parassitizzate, facilmente riconoscibili per la presenza di piccole macchie nerastre a livello delle varie teche, in particolare di quelle alari, nonché sovente leggere malformazioni delle medesime, causate, le une e le altre, dalle larve di II età durante la costru-

zione dell'imbuto respiratorio. Anche in questo caso si è tenuto conto del sesso dell'ospite e si è avuto cura di effettuare la pesatura tempestivamente, dato che il decremento ponderale col trascorrere del tempo è per gli individui parassitizzati più rapido che per quelli indenni.

c) Peso dei « pupari » del parassita, con all'interno, naturalmente, la relativa pupa.

d) Percentuali di mortalità di *Galleria* calcolate in base al numero totale delle crisalidi ottenute, indipendentemente dalla loro condizione parassitaria, rispetto al numero delle larve inizialmente presenti nelle varie tesi.

Complessivamente l'esperienza, condotta su 723 larve, ha fornito alla fine i seguenti dati: 229 crisalidi indenni, 291 crisalidi parassitizzate, 289 pupari del parassita. I dati sono risultati distribuiti in modo abbastanza omogeneo tra le varie tesi e largamente sufficienti per essere sottoposti ad elaborazione statistica. Ad ogni modo abbiamo ritenuto opportuno indicare nella tabella I l'insieme dei dati ottenuti nelle 3 prove.

TABELLA II

Analisi della regressione e test di parallelismo relativi alle 4 variabili prese in esame.

	F Regressione	F Regressione comune	F Scostamenti dal parallelismo	Equazione comune
Crisalidi indenni	49,37**	275,47**	4,15**	$Y=0,106+0,059x$
Crisalidi parass.	23,37**	127,56**	2,53NS	$Y=0,093+0,050x$
Pupari	44,91**	224,75**	8,95**	$Y=0,365+0,031x$
Mortalità	6,93**	20,19**	0,30NS	$Y=61,55-20,86x$

Su questi dati è stata eseguita l'analisi della regressione lineare, nonché i test di parallelismo relativamente ai parametri sopra elencati (tabella II).

#### RISULTATI

##### Peso delle crisalidi non parassitizzate.

Come si può osservare nel grafico di cui alla fig. I, il peso delle crisalidi cresce progressivamente, e abbastanza regolarmente in tutte e tre le prove, con l'aumento della densità dell'ospite. L'incremento avviene praticamente nella stessa misura tanto nella serie maschile quanto in quella femminile, visto che le due famiglie di curve, relative ai due sessi,

si mantengono ad un di presso parallele fra di loro (l'analisi non ha messo in luce deviazioni significative dal parallelismo). L'incremento è notevole, poiché si passa da una media di circa 111 mg per le crisalidi maschili, a densità 6, a mg 171 per quelle a densità 100; similmente le crisalidi femminili salgono da un livello ponderale medio di 189 mg, in condizioni di minore affollamento, a 265 mg in quelle di massimo.

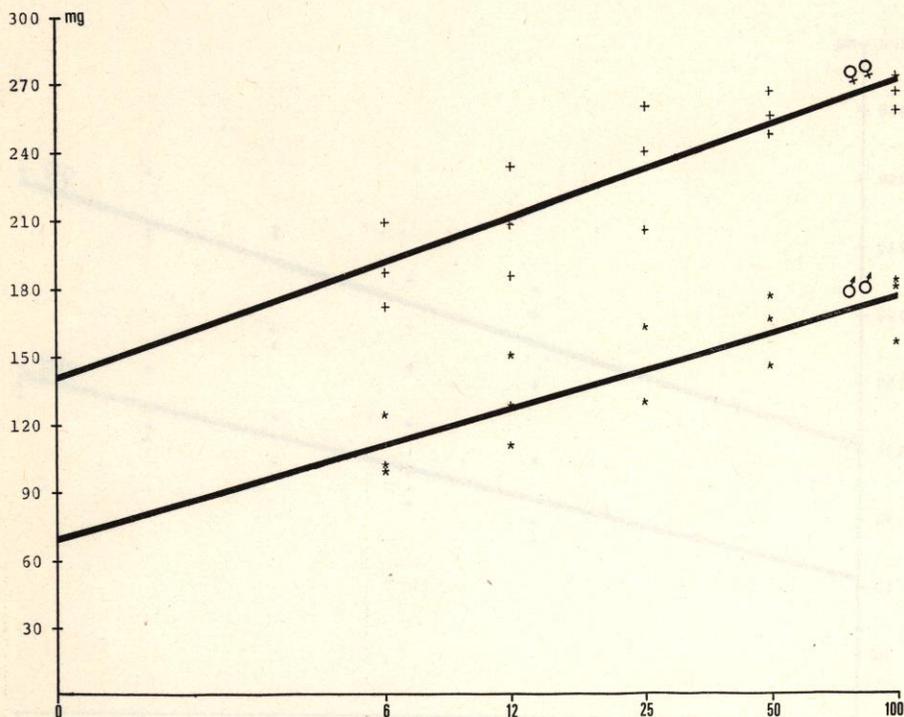


FIG. I

Relazione fra densità di popolazione (in ascisse) di *Galleria mellonella* L. e peso (in ordinate) delle crisalidi non parassitizzate.

L'« F » relativo alle singole prove, al pari di quello della regressione comune, è altamente significativo, come si può rilevare nella tabella II. Si conferma quindi che realmente esiste una relazione tra densità della popolazione e peso delle crisalidi nel senso qui sopra indicato, almeno per l'intervallo compreso tra il valore minimo e quello massimo di affollamento sottoposto a sperimentazione. Non altrettanto chiara è invece la relazione tra la durata dello sviluppo alla VII età larvale e l'affollamento; a quanto sembra essa tende leggermente ad allungarsi con l'aumentare della densità di popolazione.

### Peso delle crisalidi parassitizzate.

Si assiste anche in questo caso ad un progressivo aumento ponderale col crescere della densità di popolazione, come è evidenziato nel grafico di fig. II.

Il peso medio delle crisalidi maschili si innalza infatti da circa 90 mg a 146 mg, e quello delle crisalidi femminili da 167 mg a 236 mg, passando dalla densità 6 alla densità 100. Valgono anche qui le stesse conclusioni di ordine statistico prospettate nel paragrafo precedente, come

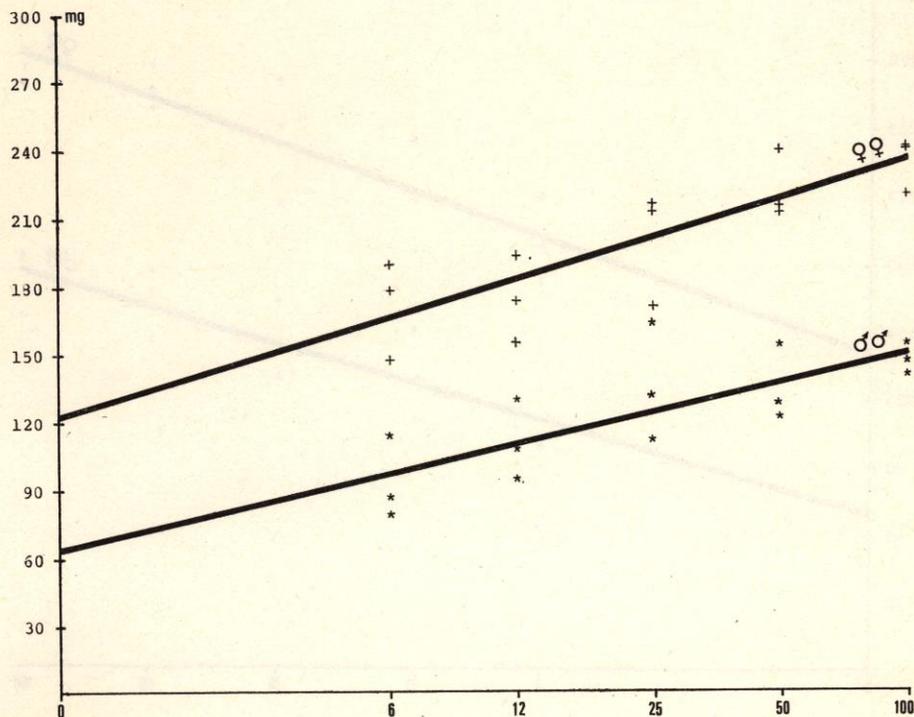


FIG. II

Relazione fra densità di popolazione di *G. mellonella* L. e peso delle crisalidi parassitizzate da *Gonia cinerascens* Rond.

testimonia la tabella II. Riteniamo opportuno aggiungere che il test di parallelismo tra l'incremento ponderale realizzato dalle crisalidi indenni e quello ottenuto dalle crisalidi parassitizzate indica che non vi sono differenze tra le due serie di individui, siano essi di sesso maschile o femminile. Ciò significa che il parassita non esercita nessuna influenza sull'andamento del fenomeno.

### Peso dei «pupari» del parassita.

Cresce anch'esso con l'aumentare della densità dell'ospite (vedasi fig. III). Per i pupari formati in crisalidi maschili si registra infatti

una media (al solito riferita a tutte e tre le prove cumulativamente) di 43 mg, con densità dell'ospite pari a 6, contro una media di mg 73 con ospiti a densità 100. Analogamente per i pupari derivati da crisalidi femminili si parte da 72 mg per giungere a 122. Grosso modo le famiglie di curve relative ai pesi dei « pupari » (con, ovviamente, all'interno la relativa pupa) tendono ad essere parallele a quelle delle crisalidi in cui gli entomofagi si sono sviluppati. In sostanza, dunque, l'incremento ponderale realizzato dagli ospiti col crescere dell'affollamento tende a tradursi in un quasi proporzionale aumento nel peso dei parassiti. L'affollamento dell'ospite di per sé non sembra dunque avere effetti evidenti sul parassita, il quale semplicemente lucra il maggior peso raggiunto dall'ospite indipendentemente dal fatto che sia stato realizzato in un modo o in un altro, come del resto era già apparso in altre occasioni (2).

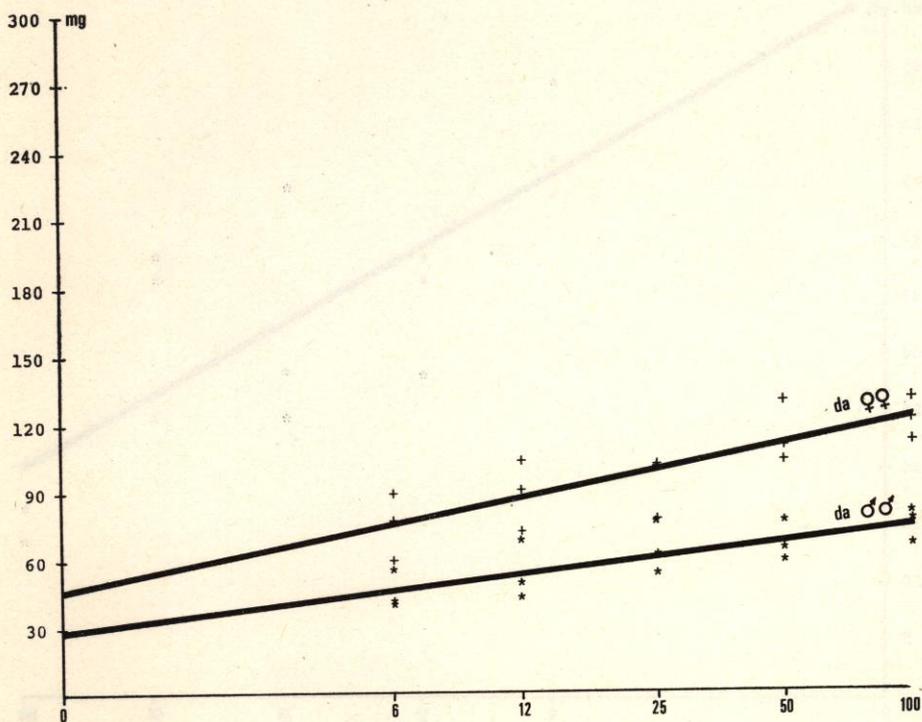


FIG. III

Relazione fra densità di popolazione dell'ospite *G. mellonella* L. e peso dei « pupari » del parassita *Gonia cinerascens* Rond.

(2) Così Mellini et alii (1978) hanno dimostrato che il maggior peso realizzato da *Gonia* nelle crisalidi femminili di *Galleria* dipende esclusivamente dal fatto che queste raggiungono un livello ponderale superiore a quello dei maschi.

Tuttavia i test di parallelismo indicano che il peso dei pupari non aumenta in misura strettamente proporzionale agli incrementi subiti dall'ospite, pure mantenendosi, in particolare nel caso di quelli derivati da crisalidi femminili, ai limiti della significatività. Parimenti non si riscontra parallelismo tra gli incrementi ponderali dei pupari derivati da crisalidi maschili e quelli dei pupari provenienti da crisalidi femminili; questi ultimi infatti crescono di peso, con l'aumentare dell'affollamento dell'ospite, in misura significativamente superiore rispetto ai primi. Siffatte relazioni emergono dall'esame della tabella II.

#### Percentuali di mortalità dell'ospite<sup>(3)</sup>.

A differenza dei rilievi precedenti non si è potuto tenere conto, in questo caso, del sesso dell'ospite. Questo infatti soccombe, nella grande maggioranza dei casi, come larva o eopupa, cioè in stadi in cui il ricono-

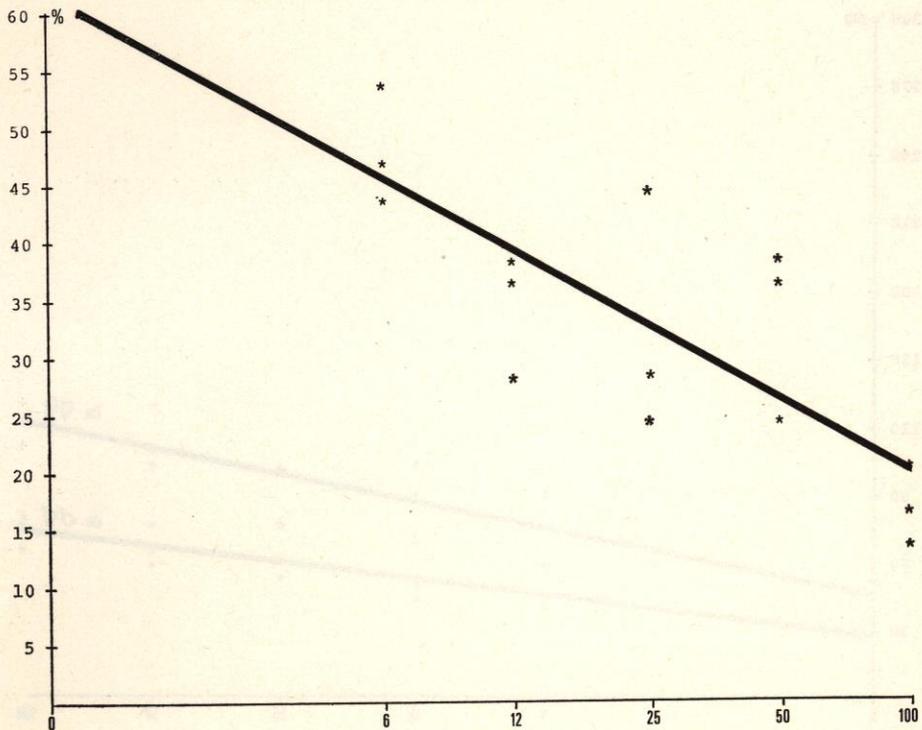


FIG. IV

Relazione fra densità di popolazione di *G. mellonella* L. e percentuali di mortalità non dipendenti dal parassita.

(3) Si tenga presente che si tratta della mortalità che non dipende dai parassiti che si sono regolarmente impupati, come del resto si può desumere da quanto detto nel capitolo che precede.

scimento del sesso è estremamente difficoltoso. D'altro canto tale distinzione non è poi, in fondo, molto importante; quello che più interessa, specialmente ai fini pratici, è invece il tasso globale di mortalità.

Come appare dal grafico in fig. IV, tale valore decresce con l'aumentare della densità di popolazione. Da percentuali di mortalità pari al 47%, per la densità minore, si scende infatti ad una percentuale media, fra le 3 prove, del 16% nelle condizioni di maggiore affollamento. In altri termini, la « resa » dell'allevamento passa dal 53 all'84% con un incremento relativo, quindi, di circa il 60%. Al solito le differenze risultano, in sede statistica, altamente significative (tabella II).

La morte precoce dell'ospite comporta nella generalità dei casi (solo nelle crisalidi vi è possibilità di scampo) quella del parassita, per cui al tasso normale di mortalità di quest'ultimo deve essere sommato quello del primo. Si comprende così agevolmente a quali gravi conseguenze vada incontro l'entomofago che si trovi a compiere il proprio sviluppo a spese di popolazioni rarefatte della vittima.

#### DISCUSSIONE

Dai risultati dell'esperienza emerge, in modo inequivocabile, che le condizioni di maggiore affollamento favoriscono sotto vari aspetti l'ospite e che di conseguenza anche il suo parassita ne resta avvantaggiato. Giova sottolineare che tali fenomeni non solo si sono ripetuti in tutte e 3 le repliche di cui si compone l'esperimento, ma altresì che si sono verificati nella stessa misura. Ciò almeno fino alla densità massima provata, che è di 100 individui in un contenitore di capienza di poco superiore ai 2 litri. In concreto i principali benefici di cui l'ospite gode in condizioni di maggiore gregarietà sono un peso notevolmente più alto nello stato di crisalide e minori percentuali di mortalità durante l'ontogenesi. Tutto ciò si ripercuote favorevolmente sul parassita che spunta anch'esso pesi superiori accompagnati da un tasso di sopravvivenza maggiore. Questi sono i dati di fatto. Attraverso, poi, quale meccanismo i suddetti fenomeni siano indotti nell'ospite è oggetto di supposizione. Certo è che le larve di *Galleria*, almeno nelle condizioni sperimentali cui sono state sottoposte, mostrano nette tendenze gregarie; esse infatti in ciascun contenitore tendono di norma a stare riunite in un unico gruppo anche durante la fase trofica, realizzando sensibili incrementi di temperatura nell'ammasso larve-pabulum (come è risultato da accurate misurazioni effettuate mediante sonde termo-elettriche), superiori di alcuni gradi al livello termico della cella di allevamento che, ripetiamo, è regolata sui 27 °C. Tali incrementi sono tanto più forti quanto maggiore è la densità dei gregari. Perciò nelle condizioni di più denso affollamento, oltre a trovare sod-

disfatte queste loro esigenze gregarie <sup>(4)</sup>, provocano anche un aumento di temperatura del microambiente, che è portato a valori prossimi a quelli riscontrabili nelle loro condizioni naturali di vita, cioè negli alveari, nei quali la temperatura si mantiene costantemente prossima ai 35 °C durante tutta la buona stagione.

Più in generale le suddette variazioni potrebbero rientrare fra i cosiddetti « effetti di gruppo » che, come è noto, si manifestano con minore o maggiore intensità in vari Lepidotteri.

Facciamo ancora notare che a così sorprendenti risultati si è giunti manipolando la densità di popolazione soltanto nell'ultima età larvale. È quindi probabile che effetti ancora più vistosi si possano registrare qualora le suddette condizioni sperimentali siano estese a tutto l'arco della vita larvale dell'« ospite *Galleria* ».

Dal punto di vista operativo si può pertanto concludere che è assai conveniente allevare la suddetta coppia ospite-parassita in condizioni di forte affollamento. Ciò, infatti, oltre a potenziare la produttività dell'allevamento (maggior numero di individui per unità di volume e minore tasso di mortalità), migliora anche le qualità del parassita, giacché è noto che in generale, tra gli Insetti, individui di maggior peso presentano caratteristiche biologiche superiori, quali maggiore vitalità, fecondità, ecc.

#### RIASSUNTO

Sono state messe a confronto le seguenti densità di popolazione di *Galleria mellonella* L.: 6, 12, 25, 50 e 100 larve per contenitore della capacità di 2024 ml. Per ottenere un numero di dati sufficientemente omogeneo la tesi a densità 6 è stata ripetuta 5 volte e quella a densità 12 tre volte. L'intera esperienza consta di 3 repliche effettuate in tempi diversi ed ha interessato un totale di 723 individui. La parassitizzazione, mediante aggiunta di uova microtipiche di *Gonia cinerascens* Rond. al pabulum, è stata effettuata cumulativamente durante la VI età larvale, mentre la suddivisione nei vari gruppi è avvenuta all'inizio della VII età.

L'elaborazione statistica dei dati ottenuti ha indicato quanto segue:

1) Il peso dell'ospite, misurato allo stadio di crisalide, cresce linearmente, e nella stessa misura, in tutte e tre le ripetizioni, con l'aumentare della densità di popolazione; ciò vale tanto per le crisalidi maschili che per quelle femminili, e tanto per le indenni che per le parassitizzate.

2) Le pupe dei parassiti (con relativi pupari) presentano un incremento ponderale nello stesso senso di quello degli ospiti, ma non esattamente proporzionale ad esso; l'analisi infatti indica uno scostamento significativo dal parallelismo. L'ento-

---

(4) In varie occasioni abbiamo notato che l'allevamento di larve isolate è pressoché impossibile. Avendo tentato questa strada allo scopo di verificare il numero di mute compiute durante lo sviluppo larvale, i tempi dell'accrescimento si sono smisuratamente dilatati, di rado si è giunti ad ottenere lo stadio pupale ed in ogni caso sono sfarfallati individui sostanzialmente nani.

mofago sembra dunque adeguare la propria massa corporea a quella della vittima indipendentemente dalla natura del fattore che ha agito sulla medesima; il fattore qui implicato probabilmente rientra nei cosiddetti « effetti di gruppo ».

3) La percentuale di mortalità naturale dell'ospite (cioè quella non legata in modo palese all'attività dell'antagonista) decresce nelle condizioni di più denso affollamento.

Questi risultati sono stati ottenuti operando solo sull'ultimo stadio larvale dell'ospite, per cui allargando la sperimentazione a tutto l'arco della vita larvale è probabile che i fenomeni restino ulteriormente esaltati.

Sul piano pratico si conclude che è assai conveniente allevare questa coppia ospite-parassita in condizioni di forte densità di popolazione, perché, oltre ad una più elevata produttività dell'allevamento, si ottengono anche parassiti di taglia più grande e quindi presumibilmente con caratteristiche biologiche superiori.

Indirect effects of the host (*Galleria mellonella* L.) density on the development of the parasite (*Gonia cinerascens* Rond.) under experimental conditions.

#### SUMMARY

The following population densities of *Galleria mellonella* L. have been compared: 6, 12, 25, 50 and 100 larvae per container having a 2024 ml capacity. To obtain a number of data that is adequately homogeneous, the test at density 6 has been repeated 5 times and that with density 12 three times.

The whole experiment consists of three repetitions made in different periods and covering a total of 723 larvae. The parasitization, by means of pabulum enriched with microtypical eggs of *Gonia cinerascens* Rond., has been obtained cumulatively during the 6th larval stadium, while the subdivision into the various groups has taken place at the beginning of the 7th stadium.

The statistical processing of the data has shown the following:

1) The weight of the host, measured at the pupal stage, increases in a linear way, and to the same extent in each of the three repetitions of the test, when the population density increases; this applies both the male chrysalids and to the female ones, either undamaged and parasitized.

2) The pupae of the parasites (with their puparia) tend in any case to a weight increase in the same direction, but not exactly proportional, to that of their hosts; in fact the analysis shows a significant departure from parallelism. The parasite therefore seems to adapt its body weight to that of its victim, independently from the nature of the factor that was acting on same; the here concerned factor very likely is one of the so-called « group effects ».

3) The death rate due to natural causes (that is not clearly connected to the antagonist's activity) decreases with increase of population density.

These results have been obtained by operating only on the last instar of the host larvae; therefore it is quite likely that by extending the experiment to the whole period of larval life, these phenomena are furtherly stressed.

As far as the practical aspects are concerned, we can conclude that it is quite convenient to rear this host-parasite couple under high population density conditions, because, besides higher yield of the rearing, the parasites are bigger in size and, very likely, of superior biological characteristics.

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.
- CAMPADELLI G., 1973. — Allevamento di *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera Galleriidae) con dieta semiartificiale. - *Ibidem*, 32:11-25.
- MELLINI E., 1970. — Studi sui Ditteri Larvevoridi. XX. Influenze esercitate dalla vittima sul parassita. - *Mem. Soc. Ent. It.*, 48:324-350.
- MELLINI E., TESTA I., CAMPADELLI G., CAVICCHI S., 1978. — Influenze del sesso dell'ospite sullo sviluppo del parassita nella coppia *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 34:111-123.