

MARIA LUISA DINDO

Istituto di Entomologia « Guido Grandi » dell'Università di Bologna

Effetti indotti da *Pseudogonia rufifrons* Wied. (Dipt. Tachinidae) sul cannibalismo e sulla mortalità di *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae) posta in condizioni di digiuno parziale.

(Ricerche eseguite col contributo del Ministero della Pubblica Istruzione)

INTRODUZIONE

Nel presente lavoro si è iniziato ad indagare sulle cause dell'incremento del tasso cannibalistico riscontrato in popolazioni di *Galleria mellonella* L. parassitizzate da *Pseudogonia rufifrons* Wied. (cfr. Dindo e Cesari, 1985). A tal fine si è pensato di porre l'ospite in condizioni di scarsa disponibilità di cibo.

È bene ricordare che il digiuno forzato può determinare a carico della fisiologia degli insetti molteplici effetti, parte dei quali già presi in esame da Fanti (1983); val comunque la pena di accennare qui ad alcuni aspetti principali.

Il digiuno esercita una influenza negativa su ovideposizione e fecondità (Fanti, 1983); in particolare, il numero delle uova deposte dalla femmina può essere fortemente ridotto come conseguenza del riassorbimento degli oociti (Kaur et alii, 1982).

L'effetto antigonadotropico, prodotto dall'affamamento nelle femmine adulte di diverse specie di insetti, appare in parte collegato al fatto che la mancanza di cibo blocca i corpi allati (Engelmann, 1970). Khan et alii (1982), per *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Col. Chrysomelidae), e Hodkova e Socha (1982), per *Dysdercus cingulatus* (F.) (Het. Pyrrhocoridae), hanno rilevato a tal proposito che l'attività dei corpi allati è peraltro possibile — pur in condizioni di digiuno — se vengono interrotte le connessioni nervose col cervello; anche in questo caso, comunque, in *L. decemlineata* non avviene l'ovideposizione, mentre in *D. cingulatus* essa si verifica, ma a ritmo ridotto rispetto alla norma. Il digiuno, dunque, almeno nelle femmine su viste, sembrerebbe interferire con l'attività riproduttiva anche per meccanismi diversi dall'azione inibente esercitata sui corpi allati.



Non solo negli adulti, ma anche negli insetti in stadi preimmaginali possono verificarsi — in stato di affamamento — squilibri ormonali: ad esempio, nelle larve di *Manduca sexta* L. (Lep. Sphingidae) della 5ª età iniziale, il digiuno induce una muta soprannumeraria, come conseguenza dell'aumento di ormone giovanile nell'emolinfa, dovuto alla diminuita attività dell'esterasi responsabile della degradazione dell'ormone stesso (Cymborowsky et alii, 1982).

Oltre a provocare squilibri nell'apparato endocrino, il digiuno può influenzare diversi altri settori: dalla composizione degli acidi grassi (Holland et alii, 1983) alla respirazione (Keister e Buck, 1979), al comportamento (Leir e Barlow, 1982), al bilancio idrico (Vannier, 1981), ai componenti dell'emolinfa (Woodring, 1984). Il digiuno può inoltre provocare un aumento di mortalità, specie a temperatura elevata piuttosto che bassa (Beckwith, 1983).

A volte gli insetti possono cercare di reagire allo stato di affamamento con vari meccanismi di difesa. Può ad esempio verificarsi, nel periodo di inter-muta, il riassorbimento dell'endocuticola, che assume quindi la funzione di riserva di sostanze trofiche (Locke, 1979). Inoltre Woodring (1979) osserva che, nelle neanidi di *Acheta domestica* (L.) (Orth. Gryllidae) poste in condizioni di affamamento, aumenta di molto il consumo idrico: l'Autore ipotizza che, in tal modo, le neanidi cerchino di compensare la perdita in peso secco conseguente al digiuno, riuscendo così a raggiungere ugualmente il peso critico necessario per iniziare la muta successiva.

Benché le cause che lo determinano possano essere diverse, anche il cannibalismo può in molti casi essere considerato una sorta di reazione alla più o meno scarsa disponibilità di cibo, essendo anzi questo uno dei fattori che maggiormente lo incentivano, tanto in insetti zoofagi, quanto in insetti abitualmente fitofagi <sup>(1)</sup>.

Scarsissime sono le ricerche svolte riguardo agli effetti del digiuno nell'ambito dei rapporti ospite-parassitoide. Fanti (1983), nella coppia *G. mellonella* - *P. rufifrons* (= *Gonia cinerascens*), ha rilevato che l'ospite, sottoposto a crescenti periodi di digiuno ed in seguito rialimentato, presenta una vita larvale più lunga, oltre che un aumento di mortalità ed una costante diminuzione dei pesi medi delle crisalidi; tali effetti negativi si ripercuotono sul parassita, che raggiunge pure pesi più bassi e risente dell'allungamento della vita larvale della vittima; inoltre la resa in adulti di *P. rufifrons* cala notevolmente, anche se, prolungandosi il digiuno dell'ospite, essa raggiunge un certo limite oltre il quale si mantiene costante.

---

(1) Chi fosse interessato ad approfondire il fenomeno del cannibalismo e delle sue cause può consultare le rassegne di Fox (1975) e di Polis (1981).



Nella presente ricerca — svolta sul medesimo sistema — si è mantenuto l'ospite in condizioni di affamamento parziale e non totale, a scopo di limitarne la mortalità larvale, consentendo così ad un buon numero di individui (contaminati in età più precoce rispetto alla ricerca di Fanti) di giungere all'incrisalidamento.

La sperimentazione è stata effettuata in due successive fasi. Nella prima si è indagato sugli effetti del digiuno parziale dell'ospite sul suo comportamento cannibalistico sia in concomitanza che in assenza di parassitizzazione (fase A); nella seconda, larve a digiuno parziale e non parassitizzate sono state messe a confronto con individui sottoposti a contaminazione, ma provvisti di abbondante pabulum, al fine di meglio evidenziare le differenze esistenti tra l'azione dei due fattori di stress — parassitoide e affamamento — riguardo ai su menzionati fenomeni di predazione intraspecifica (fase B).

#### MATERIALI E METODI

Larve di *Galleria mellonella* della penultima età, allevate su dieta semiartificiale (Campadelli, 1973), sono state suddivise in gruppi di 100 individui ciascuno, posti in contenitori di 2100 cc. Le larve sono state trattate come segue.

Fase A) Sono state poste a confronto 4 tesi:

- a) testimoni, alimentati con 3 g di dieta pro capite <sup>(2)</sup> e non sottoposti a parassitizzazione;
- b) larve alimentate con 0,5 g di dieta pro capite e non sottoposte a parassitizzazione;
- c) larve alimentate con 0,5 g di dieta pro capite e parassitizzate con la dose di 4 uova/larva;
- d) larve alimentate con 0,5 g di dieta pro capite e parassitizzate con 8 uova/larva.

Fase B) Sono state poste a confronto 3 tesi:

- I) testimoni, trattati come nella fase A);
- II) larve alimentate con 3 g di dieta pro capite e non sottoposte a parassitizzazione;
- III) larve alimentate con 3 g di dieta pro capite e parassitizzate con 8 uova/larva.

(2) Da un'indagine preliminare è emerso che, mediamente, a partire dalla penultima età fino all'incrisalidamento, una larva di *G. mellonella* consuma circa 1,5 g di pabulum.



La parassitizzazione è stata eseguita somministrando alle larve foglie di cera — su cui le femmine di *P. rufifrons* avevano deposto le proprie uova microtipiche nel corso delle precedenti 24 ore — nel numero di 8 per gruppo (Mellini e Braga, 1982). Le tesi mantenute indenni sono state trattate con egual numero di foglie, ovviamente prive di uova. Dopo 24 ore, durante le quali a tutti gli individui non è stato dato altro cibo, si è provveduto ad aggiungere la dieta, nelle quantità già indicate.

Le larve sono state tenute in cella a  $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , 70% U.R. e fotoperiodo 0:24.

Il rilievo dei dati, eseguito quanto tutte le larve si erano incrisalidate, è stato volto ad accertare i seguenti indici:

$$C (= \% \text{ crisalidi erose}) = e/c \times 100$$

$$P (= \% \text{ parassitizzazione}) = p/l \times 100$$

$$M_p (= \% \text{ mortalità prematura dell'ospite}) = (e + m)/l \times 100$$

$$M_t (= \% \text{ mortalità totale dell'ospite}) = M_p + P$$

dove  $e$  = numero crisalidi erose;  $c$  = numero totale crisalidi ottenute;  $p$  = numero pupari del parassitoide;  $l$  = densità larvale iniziale (= 100);  $m$  = numero di larve e pupe dell'ospite morte prematuramente, per cause diverse dal cannibalismo e dalla parassitizzazione sensu stricto (con formazione del pupario).

L'elaborazione statistica è stata effettuata mediante analisi della varianza con test di Duncan sulle differenze tra le medie, previa trasformazione dei dati originali — tutti i valori percentuali — secondo la formula: dato =  $\text{ASN} \sqrt{\%/100}$ .

#### RISULTATI E CONCLUSIONI

Nella tabella 1) sono illustrati i risultati relativi al cannibalismo larva/crisalide e alla mortalità prematura dell'ospite.

Riguardo al cannibalismo, non si sono rilevate differenze significative tra le percentuali relative ai testimoni da un lato, e alle tesi sottoalimentate e non sottoposte a parassitizzazione dall'altro. Tuttavia, soprattutto nella fase A), si è riscontrato un certo incremento nel tasso di cannibalismo imputabile al solo affamamento, in quanto i valori medi di  $C$  relativi al testimone sono risultati leggermente inferiori rispetto a quelli relativi alla tesi sottoposta al solo digiuno parziale. Tale tendenza è apparsa assai meno accentuata nella fase B), in cui peraltro, relativamente ad alcune ripetizioni, i testimoni hanno manifestato tassi di cannibalismo lievemente superiori alla norma, a



TABELLA 1

Andamento di C (= % crisalidi erose) e Mp (= % mortalità prematura) in popolazioni di *Galleria mellonella* non parassitizzate e parassitizzate da *Pseudogonia rufifrons*, alle due diverse disponibilità di cibo saggiate (0,5 g e 3 g di dieta/larva); (0 u/l = non parassitizzato; 4 u/l = parassitizzato con 4 uova/larva; 8 u/l = parassitizzato con 8 uova/larva).

Nell'ambito della medesima colonna, i valori seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente diversi (test di Duncan). Lettere maiuscole =  $p < 0,01$ . Lettere minuscole =  $p < 0,05$ .

Cannibalism (C) and premature mortality (Mp) percentages in *Galleria mellonella* populations unparasitized and parasitized by *Pseudogonia rufifrons* and fed 0,5 g of diet/larva (= partially starved populations) or 3 g of diet/larva; (0 u/l = unparasitized populations; 4 u/l = populations parasitized with 4 eggs/larva; 8 u/l = populations parasitized with 8 eggs/larva).

Means in column followed by the same letter are not significantly different (Duncan's test). Capital letters =  $p < 0.01$ . Small letters =  $p < 0.05$ .

	C	Mp
	$\bar{x} \pm S.E.$	$\bar{x} \pm S.E.$
Fase A (n = 5)		
a) 3 g (0 u/l)	1,66 ± 0,23 Aa	6,40 ± 1,57 Aa
b) 0,5 g (0 u/l)	8,40 ± 1,47 Aa	18,60 ± 3,13 Bb
c) 0,5 g (4 u/l)	26,54 ± 3,01 Bb	48,60 ± 4,35 Cc
d) 0,5 g (8 u/l)	24,00 ± 3,13 Bb	63,60 ± 5,34 Cd
Fase B (n = 4)		
I) 3 g (0 u/l)	6,60 ± 2,23 Aa	16,50 ± 2,90 Aa
II) 0,5 g (0 u/l)	9,59 ± 5,52 Aa	44,25 ± 10,06 ABb
III) 3 g (8 u/l)	29,48 ± 2,41 Bb	67,00 ± 5,21 Bc

dimostrazione del fatto che il fenomeno può presentare una certa variabilità. La parassitizzazione ha incentivato il cannibalismo in modo altamente significativo, tanto in concomitanza (fase A) che in assenza di digiuno (fase B). Benché i rapporti ospite-parassita siano in realtà piuttosto complessi, tanto che la condizione di parziale affamamento non può riprodurre che in maniera alquanto approssimativa una eventuale situazione di carenze nutrizionali quali/quantitative della vittima dovute all'attività del parassitoide, in base ai risultati ottenuti si può affermare che è quanto meno improbabile che il cannibalismo sia incentivato dall'aumento di esigenze trofiche della vittima dovute alla presenza dell'entomofago. Se così fosse, infatti, si sarebbero verosimilmente riscontrati nelle popolazioni a digiuno parziale e non parassitizzate



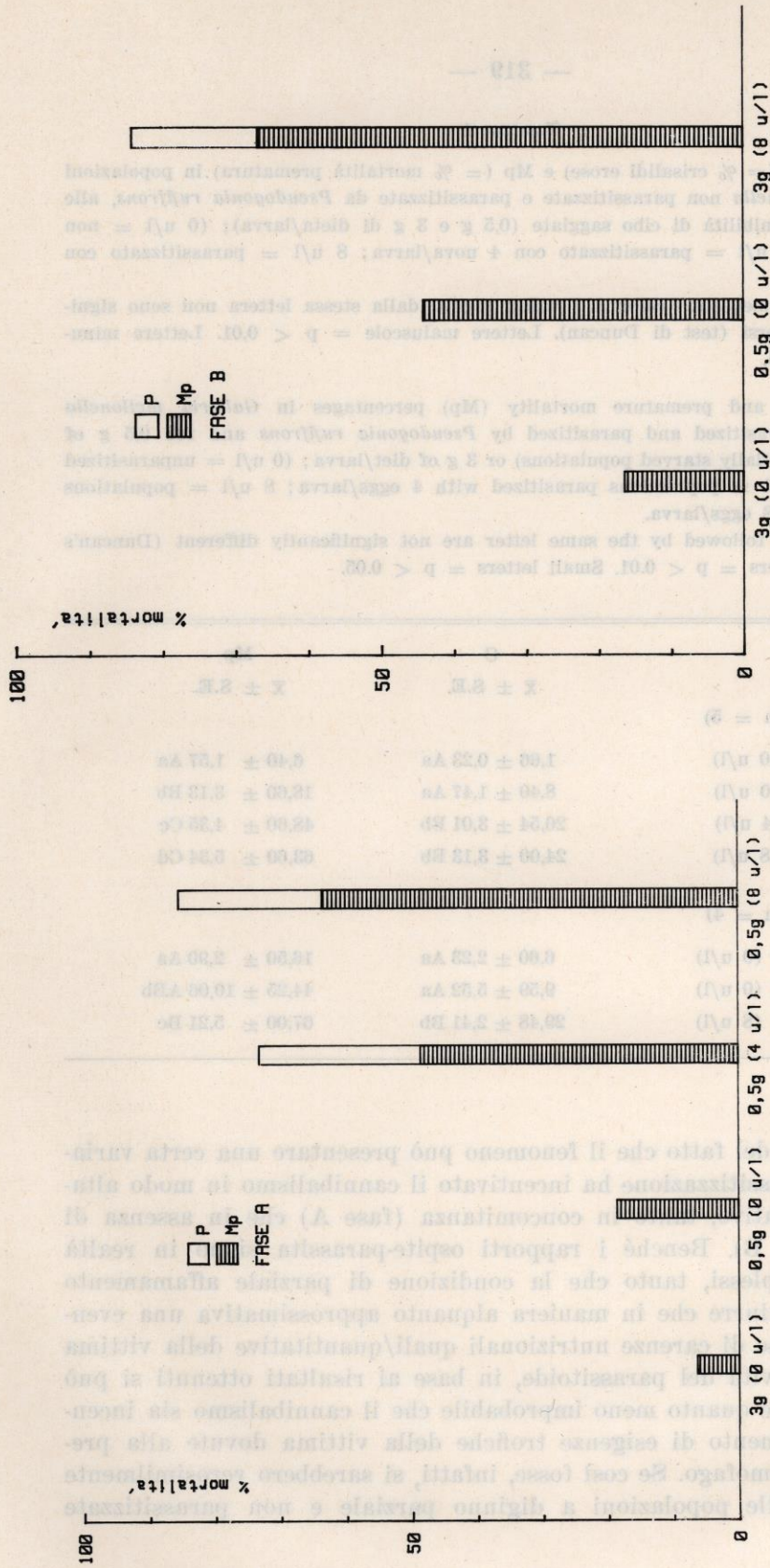


Fig. I-II

Andamento dei tassi di mortalità nell'ambito di popolazioni di *G. melonella* non parasitizzate e parasitizzate da *P. rufifrons* alle due diverse condizioni di disponibilità di cibo saggiate (0,5 e 3 g/larva); (simboli: vedi Tab. I; Mp = % mortalità prematura; P = % parasitizzazione). (Fig. I a sinistra, Fig. II a destra).

Mortality percentages in *G. melonella* populations unparasitized and parasitized by *P. rufifrons* and fed 0.5 g of diet/larva (= partially starved populations) or 3 g of diet/larva; (for symbols: see Table I; Mp = % premature mortality; P = % parasitization).



tassi di cannibalismo assimilabili a quelli delle testi sottoposte a parassitizzazione, e non ad essi decisamente inferiori, come si è invece rilevato.

Riguardo all'interazione digiuno/parassitizzazione nell'incrementare i fenomeni cannibalistici, essa non può essere, a tutt'oggi, né affermata, né esclusa. Tuttavia, i risultati relativi alla fase B), il cui fine era proprio quello di quantificare l'incidenza dell'uno e dell'altro dei due fattori di stress, indicano una fortissima predominanza del fattore parassitizzazione sul digiuno.

Per quel che concerne la mortalità dell'ospite, è importante evidenziare che tanto nella fase A) (fig. I) che nella B) (fig. II), le percentuali di parassitizzazione non raggiungono mai un valore superiore al 20-33% della mortalità totale relativa ai gruppi parassitizzati. Tali percentuali, — pari, per la fase A) a 24,6 (4 uova/larva) e 21,8 (8 uova/larva) e, per la B), a 17,25 — sono in realtà puramente indicative, visto che un elevato numero di larve ospiti soccombe prima dell'incrisalidamento, e cioè prima che sia possibile stabilire quali fossero parassitizzate e quali no <sup>(3)</sup>. In definitiva, per meglio valutare l'effetto dell'entomofago nell'ambito di una popolazione di insetti, è bene tener conto anche delle molteplici cause di mortalità prematura dell'ospite, che sono correlate con l'attività del parassitoide pur indipendenti dalla parassitizzazione *sensu stricto* (e il cannibalismo ne rappresenta un valido esempio).

Nel presente studio, la mortalità prematura (che ovviamente, per i gruppi non parassitizzati, si identifica con la mortalità totale) è risultata notevolmente influenzata anche dal solo stato di affamamento, e tanto nella fase A) che nella B) (Tab. 1). Nelle tesi a digiuno parziale e parassitizzate, le percentuali di mortalità prematura sono apparse elevate in modo assai sensibile, specie alla dose maggiore di uova. Anche in base alle osservazioni compiute da Fanti (1983), il quale aveva riscontrato un aumento di mortalità larvale e crisalidale (quest'ultima indipendentemente dalle percentuali di parassitizzazione) in popolazioni di *G. mellonella* poste in condizioni di digiuno per periodi crescenti, si può concludere che lo stato di affamamento, sia esso totale e limitato nel tempo (Fanti, 1983), o parziale e prolungato (come nella presente ricerca) è comunque negativo ai fini della sopravvivenza dell'ospite. Peraltro (fase B) l'influenza del solo digiuno sulla mortalità è apparsa inferiore a quella esercitata dalla sola parassitizzazione, mentre una possibile interazione tra i due fattori non può essere al momento attuale né affermata, né esclusa.

<sup>(3)</sup> Per questo motivo, nel valutare i risultati, è opportuno far riferimento alle dosi di uova somministrate piuttosto che alle percentuali di parassitizzazione rilevate, almeno in studi come questo in cui interessa l'attività del parassitoide quando si trova allo stadio di larva di 1<sup>a</sup> età (e l'ospite, di conseguenza, si trova ancora allo stadio di larva, cfr. Baronio e Campadelli, 1978).



RIASSUNTO

Sono stati studiati gli effetti indotti dal parassitoide *Pseudogonia rufifrons* sul cannibalismo e sulla mortalità dell'ospite *Galleria mellonella* posto, nel corso della penultima età larvale, in condizioni di scarsa disponibilità di cibo (circa 1/3 del normale fabbisogno).

Riguardo al cannibalismo larva/crisalide, non si sono registrate differenze significative tra i testimoni (a) da un lato e la tesi sottoposta a digiuno parziale e non parassitizzata (b) dall'altro. Viceversa, le tesi in cui il parziale affamamento era associato alla parassitizzazione — eseguita somministrando sia 4 (c) che 8 (d) uova/larva — hanno manifestato tassi cannibalistici superiori in modo altamente significativo tanto alla tesi a) che alla b) (vedi Tab. 1).

Benché a tutt'oggi non possa essere esclusa una interazione tra i due fattori, l'influenza della parassitizzazione appare fortemente prevalente rispetto a quella esercitata dal digiuno parziale, così come è stato dimostrato nella seconda parte della sperimentazione, in cui si sono posti a confronto un testimone, una tesi a digiuno parziale e non parassitizzata, e una tesi alimentata in modo più che sufficiente e non sottoposta a parassitizzazione: il tasso cannibalistico relativo a quest'ultima è risultato superiore per  $p < 0,01$  rispetto agli altri due (non significativamente diversi tra loro) (Tab. 1).

Essendo il solo digiuno parziale, di per sé, pressoché ininfluenza, è assai probabile che l'incremento del fenomeno cannibalistico nell'ospite parassitizzato non sia causato da un aumento nelle sue esigenze trofiche dovuto alla presenza dell'entomofago.

Viceversa, appare evidente che, riguardo alla mortalità, il solo digiuno parziale esercita una notevole influenza, dato che le percentuali relative alle tesi a digiuno parziale e non parassitizzate sono risultate significativamente superiori rispetto ai testimoni, tanto nella prima parte della sperimentazione ( $p < 0,01$ ) che nella seconda ( $p < 0,05$ ) (Tab. 1). Tuttavia, i risultati hanno dimostrato che l'effetto della parassitizzazione nel provocare la morte dell'ospite (anche indipendentemente dalla formazione del pupario del parassitoide) è palesemente preminente, tanto in assenza che in concomitanza di digiuno parziale.

Comparison of effect of partial starvation and parasitization by *Pseudogonia rufifrons* (Wied.) on the cannibalistic behavior and mortality of *Galleria mellonella* L. (Dipt. Tachinidae - Lep. Galleriidae)

SUMMARY

The effects induced by partial food deprivation versus parasitization by *Pseudogonia rufifrons* on the cannibalistic behavior and mortality of *Galleria mellonella* were studied.

Two experiments (A, B) were carried out.

In experiment A, 4 groups of 100 larvae of the penultimate instar were tested. Two groups (a, b) were let unparasitized, and two groups (c, d) were parasitized with different amounts of *P. rufifrons* microtype eggs: 4 eggs/larva (group c) and 8 eggs/larva (group d). Group a, was overfed 3 grams artificial diet per larva, whereas groups b, c) and d) were underfed 0.5 grams diet per larva. From the penultimate larval instar up to pupation, *G. mellonella* larvae need about 1.5 grams artificial diet each.

Partially starved unparasitized larvae (= group b) did not cannibalize pupae significantly more than overfed unparasitized larvae (= group a) did. Both groups



of partially starved parasitized larvae (= groups c and d) displayed cannibalistic rates significantly higher ( $p < 0.01$ ) than group a) and b) (Table 1).

In experiment B), 3 groups of 100 larvae of the penultimate instar were tested. Group I) and group II) were let unparasitized whereas group III) was parasitized with 8 microtype eggs per larva. In this experiment, parasitized larvae (= group III) were overfed 3 grams diet/larva as well as controls (= group I). Group II) was underfed 0.5 diet/larva.

Partially starved unparasitized larvae (= group II) did not cannibalize pupae significantly more than overfed unparasitized larvae (= group I) did. Parasitized larvae, though overfed (group I), cannibalized pupae significantly more than unparasitized larvae, both overfed and underfed (Table 1).

We can conclude that partial starvation did not enhance cannibalistic behavior within *G. mellonella* populations, whereas parasitization did. A possible interaction between these two factors was not demonstrated in this study.

As partial starvation did not affect cannibalism in *G. mellonella*, probably the high intraspecific predation observed within parasitized populations was not due to increased food requirements related to the parasite larval activity in the host body.

Partial starvation affected *G. mellonella* mortality. In both experiments A) and B), premature mortality percentages were significantly higher within partially starved unparasitized populations than in controls (Table 1). Anyway, the effect of *P. rufifrons* on host premature mortality (i.e. independent of successful parasitization) prevailed over the effect of food shortage (Table 1).

#### 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.
- BECKWITH R. C., 1983. — The effect of temperature and food deprivation on survival of first-instar Douglas-fir tussock moths (*Orgyia pseudotsugata*) (Lepidoptera: Lymantriidae). - *Can Ent.*, 115: 663-666.
- CAMPADELLI G., 1973. — Allevamento di *Galleria mellonella* L. con dieta semiartificiale. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 11-25.
- CYMBOROWSKY B., BOGUS M., BECKAGE N. E., WILLIAMS C. N., RIDDIFORD L. M., 1982. — Juvenile hormones titres and metabolism during starvation-induced supernumerary moulting of the tobacco hornworm *Manduca sexta* L. - *J. Insect Physiol.*, 28: 129-135.
- DINDO M. L., CESARI R., 1985. — Effetti del parassitoide sul cannibalismo dell'ospite nella coppia *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae) - *Pseudogonia rufifrons* Wied. (Dipt. Tachinidae). - *Atti XIV Congr. Naz. Ital. Entomologia, Palermo-Erice-Bagheria*, 401-407.
- ENGELMANN F., 1970. — The physiology of insect reproduction. - *Pergamon press Oxford*, 307 pp.
- FANTI P., 1983. — Effetti del digiuno dell'ospite sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 38: 37-50.
- FOX L. R., 1975. — Cannibalism in natural populations. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 6: 87-106.
- HODKOVA M., SOCHA R., 1982. — Comparison of effect of starvation and precocene II on the function of denervated corpus allatum in *Dysdercus cingulatus* females. - *Acta entom. bohemoslov.*, 79: 108-109.
- HOLLAND D. L., CRISP D. J., EAST J., 1983. — Changes in the fatty acid composition of the ocean-strider *Halobates fijiensis* (Het. Gerridae) after starvation. - *Mar. Biol. Lett.*, 4: 259-265.



- KAUR A., RAO K., THAKUR S. S., NEGASESHALAH I., AKALA S., 1982. — Effect of starvation on the ovaries of the bug *Leptocoris coimbatorensis* (Gross.) (Coreidae: Hemiptera). - *J. Anim. Morph. Physiol.*, 29: 118-125.
- KEISTER M., BUCK J., 1979. — Respiration: some exogenous and endogenous effects on rate of respiration. - *The physiology of insecta*, M. Rockstein Academic press, New York, 6: 469-509.
- KHAN M. A., KOOPMANSCHAP A. B., PRIVEE H., DE KORT C. A. D., 1982. — The mode of regulation of corpus allatum activity during starvation in adult females of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). - *J. Insect Physiol.*, 28: 791-796.
- LEIR V., BARLOW C. A., 1982. — Effects of starvation and age on foraging efficiency and speed of consumption by larvae of a flower fly, *Metasyrphus corollae* (Syrphidae). - *Can. Ent.*, 114: 877-900.
- LOCKE M., 1979. — The structure and formation of the integument in insects. - *The physiology of insecta*, M. Rockstein, Academic press, New York, 6: 123-213.
- MELLINI E., BRAGA C., 1982. — Importanza del livello di dispersione delle uova microtipiche per la moltiplicazione del parassita *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 37: 75-90.
- MELLINI E., BRATTI A., 1983. — Effetti delle deiezioni e della manipolazione sullo sviluppo di *Galleria mellonella* L. e ripercussioni sul parassita *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 38: 51-69.
- POLIS G. A., 1981. — The evolution and dynamics of intraspecific predation. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 12: 225-251.
- VANNIER G., 1981. — Deséquilibre de la balance hydrique corporelle chez quatre especes d'insects collemboles apres un jeune de courte duree. - *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 18: 29-38.
- WOODRING J. P., 1984. — The effects of starving versus fasting on blood composition in larval house crickets. - *J. Insect Physiol.*, 30: 251-255.