

EGIDIO MELLINI, MARCO BORGATTI, ALESSANDRO BRATTI  
Istituto di Entomologia «Guido Grandi» dell'Università di Bologna

Sulla idoneità di *Galleria mellonella* L. nei confronti del parassitoide *Pseudogonia rufifrons* Wied., penetrato durante le ultime fasi della vita larvale dell'ospite. (\*)

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

INTRODUZIONE

L'età dell'ospite, al momento della contaminazione, riveste una enorme importanza per gli insetti entomofagi parassiti, non solo in riguardo a vari parametri biologici ma anche per la loro stessa sopravvivenza. In una recente sintesi su questo interessante aspetto dei fenomeni parassitari, Mellini (1985) ha preso in considerazione i vari stadi dell'ospite dall'uovo all'adulto, sia di specie eterometaboliche che olometaboliche, insidiate dai due più importanti gruppi di parassitoidi e cioè quello dei Terebranti, tra gli Imenotteri, e quello dei Larvevoridi tra i Ditteri.

È così emerso che l'età degli ospiti può influire sulla loro accettabilità e idoneità, nonché sulla durata dello sviluppo degli entomofagi, sulle loro dimensioni, sulla fecondità e, per le specie gregarie, sul livello del superparassitismo. Per gli Imenotteri inoltre, fra i quali è frequente la partenogenesi arrenotoca, l'età della vittima contaminata può influenzare profondamente anche i valori della sex ratio, spostandoli a favore di maschi in vittime piccole e a vantaggio delle femmine in quelle di maggiori dimensioni.

Limitando il discorso ai soli Larvevoridi, particolarmente critici appaiono per essi il primo e l'ultimo stadio dell'ospite, specialmente se nelle fasi finali. Le larve di I età, infatti, causa la loro piccola mole, spesso non sono in grado di sopportare la presenza e l'attività delle larvette endofaghe, per cui soccombono nei tempi brevi determinando nel contempo la morte dell'antagonista; inoltre, nei casi migliori, il parassita resta sottodimensionato se il suo sviluppo, come accade in numerose specie, non viene procrastinato al termine della vita larvale della

---

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

vittima. Dal canto loro anche le larve dell'ultima età presentano diversi inconvenienti per il parassita che le aggredisce, quali una maggiore resistenza nei loro tegumenti alla sua penetrazione, una più intensa reazione emocitaria di difesa, che porta alla formazione di capsule attorno alle minute larvette endofaghe causandone la morte ed inoltre, nei casi di contaminazione diretta, una più vigorosa opposizione contro le femmine prolificanti, attuata mediante bruschi ed energici movimenti del loro corpo.

Anche se vengono superati tutti questi ostacoli, le larve dell'ultima età, specie se in fasi avanzate, o addirittura già mature, sovente appaiono non adatte per lo sviluppo dei parassiti neopenetrati, pure risultando completamente idonee per quelli penetrati in precedenza. Il calo di idoneità, con l'approssimarsi delle metamorfosi, si manifesta, nelle forme meno gravi, con una progressiva nanizzazione dell'entomofago, come hanno constatato Mellini e Baronio (1971) nella coppia *Melasoma populi* L. - *Steiniella callida* Meig., o addirittura con la morte della giovanissima larvetta entomofaga, per cui l'ospite riesce ad impuparsi e a sfarfallare regolarmente.

Questo esito infausto per il parassita, nel caso di contaminazioni tardive, è stato osservato da vari Autori, tra cui si possono ricordare Brubaker (1968) per la coppia *Trichoplusia ni* (Hübner) - *Voria ruralis* (Fall.), Bennet (1969) per la coppia *Syngamia haemorrhoidalis* Guen. - *Pseudochaeta syngamiae* Thompson, King et alii (1976) per il sistema *Diatraea saccharalis* (F.) - *Lixophaga diatraeae* (Townsend) e Risco Briceno (1954) per quello *D. saccharalis* (F.) - *Paratheresia claripalpis* W.

Evidentemente, in simili casi, vi è incompatibilità tra le esigenze del giovanissimo parassita e lo stato fisiologico della vittima. In base all'ipotesi formulata da Mellini (1975, 1983), secondo la quale nelle prime fasi dello sviluppo il parassita è largamente condizionato dal bilancio ormonale dell'ospite, si può supporre che tale incompatibilità derivi dalla particolare situazione endocrina che si realizza nell'ospite giunto oramai verso la fine della vita larvale. Il suo bilancio ormonale lo orienta infatti a compiere la metamorfosi mentre la larvetta del parassita, al suo interno, deve ancora compiere lo sviluppo che ha appena iniziato.

Con la presente ricerca si sono voluti studiare gli effetti della contaminazione tardiva nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Pseudogonia rufifrons* Wied. <sup>(1)</sup>, considerate le favorevoli caratteristiche biologiche di tale entomofago per simili indagini. Esso presenta in-

---

(1) Nei numerosi lavori precedenti, da noi effettuati utilizzando questa coppia sperimentale, il parassita è stato indicato come *Gonia cinerascens* Rond., denominazione cui d'ora in poi rinunciamo essendo definitivamente caduta in sinonimia.

fatti uno sviluppo completamente dipendente da quello della vittima, poiché, qualunque sia lo stadio dell'ospite che ha subito la parassitizzazione, passa nella II età larvale solo quando questo è pervenuto allo stadio di eopupa; inoltre, dato che la contaminazione avviene mediante uova microtipiche, destinate ad essere ingerite dalle larve, risultano automaticamente superate le difficoltà rappresentate da possibili reazioni delle stesse contro le femmine prolificanti dell'entomofago, nonché quelle inerenti alla perforazione del tegumento che, come si è detto, concorrono a rendere precaria la contaminazione di stadi molto avanzati.

#### MATERIALE E METODO

I vari gruppi sperimentali di larve di *Galleria mellonella* L. sono stati sottoposti a parassitizzazione in fasi diverse del loro accrescimento e precisamente: a) nella penultima età; b) all'inizio dell'ultima età; c) nel penultimo giorno di attività trofica (6 gg); d) nell'ultimo giorno (7 gg) (2); e) nel corso dell'imbozzolamento. Per ognuna delle 5 tesi è stato tenuto un testimone non sottoposto a parassitizzazione, al fine di effettuare il confronto sui tempi di incrisalidamento e sui pesi delle crisalidi rispetto agli individui « parassitizzati ». Si è ritenuto necessario ricorrere a 5 testimoni, anziché ad uno soltanto, vista l'importanza della « manipolazione » sui vari parametri dell'ospite (Mellini e Bratti, 1983) e il variare degli effetti della medesima con l'avanzare della vita larvale.

Ogni tesi ha compreso 50 individui, ad esclusione della c) e della d) per le quali il numero è risultato in varia misura ridotto. Tale inconveniente è dipeso dal fatto che, allo scopo di disporre di materiale il più omogeneo possibile, si sono utilizzate, per ciascuna prova, larve della medesima provenienza, il cui numero è andato ovviamente decrescendo durante lo sviluppo, vuoi per il progressivo impiego nella sperimentazione vuoi per la mortalità naturale e i casi d'imbozzolamento anticipato; in tal modo sono rimaste svantaggiate le ultime tesi ad accrescimento più avanzato.

In tutte le tesi le larve sono state parassitizzate propinando loro, su foglioline di cera, 8 uova microtipiche pro capite di *Pseudogonia rufifrons* Wied., distribuite in ragione di 1 uovo/5,46 mm<sup>2</sup>. Ai testimoni non parassitizzati sono state somministrate, in pari quantitativo e per lo stesso tempo (24 ore), foglie di cera senza uova, al fine di eliminare

---

(2) Negli istogrammi le fasi c) e d) sono indicate rispettivamente con le sigle L<sub>VII</sub> 6 gg e L<sub>VII</sub> 7 gg, essendo l'attività trofica in ultima età durata mediamente, nel corso delle varie ripetizioni, 7 giorni.

le differenze conseguenti ad un diverso tipo di pabulum. Una dieta a base di cera può infatti, come si è verificato nel corso di altre esperienze, allungare i tempi di sviluppo nonché abbassare i pesi finali. Si è operato, dunque, in modo di mettere i testimoni in condizioni di perfetta uguaglianza rispetto alle tesi parassitizzate, sia in riguardo alla manipolazione sia in riguardo al pabulum, onde potere attribuire con certezza le eventuali differenze alla presenza del parassita.

La tesi a larve sbozzolate comprende individui estratti dal bozzolo durante la sua formazione. Tali larve si muovono liberamente e svolgono attività trofica ancora per un'altra giornata ed oltre, ingerendo così gli zimbelli di cera sopportanti le uova microtipiche del parassita. Nel giro di 2 giorni esse costruiscono un nuovo bozzolo per quanto a pareti più esili del precedente.

In ogni caso i vari gruppi di larve, dopo la loro distribuzione nelle diverse tesi, sono stati allevati in contenitori di plastica di 800 cc, opportunamente areati, posti in cella climatizzata a 30 °C, 60% U.R. e fotoperiodo 0:24.

Su materiale a parte si è effettuata la dissezione di larve contaminate dopo l'estrazione dal bozzolo, allo scopo di controllare il comportamento delle  $L_I$  del parassita. Si è così potuto constatare che, anche in condizioni di estrema accelerazione del loro ritmo di sviluppo, quale si verifica per penetrazione in larve mature, esse seguono il solito modello comportamentale, annidandosi all'interno dei muscoli somatici delle pareti addominali ove, nel giro di soli 4 giorni sono pronte per compiere la muta. Si è altresì stabilito che anche quando i margini di tempo sono ridotti al minimo, il trasferimento del parassita dalla larva alla relativa crisalide viene sempre attuato dalle  $L_{II}$  iniziali.

Per quanto riguarda il rilievo dei tempi di incrisalidamento si è avuto cura di non lacerare le pareti del bozzolo ma di ispezionarne il contenuto attraverso la fessura naturale sita al polo cefalico, per impedire la fuoriuscita della eventuale larva; in tal caso, infatti, essa, prima di incrisalidarsi, tesse un nuovo bozzolo allungando di conseguenza i tempi per giungere all'impupamento e diminuendo leggermente di peso.

L'esperienza ha compreso 4 ripetizioni, per un totale di 1494 larve dalle quali si sono formate 1307 crisalidi. Da notare che esse sono risultate in maggioranza femmine (767 contro 540 maschi) ed in particolare nelle tesi con larve più « vecchie » perché, essendo la durata dello sviluppo delle femmine alquanto più lunga, esse finiscono col prevalere tra le larve più anziane. Va precisato inoltre che il numero delle crisalidi è risultato abbastanza uniforme, nelle prime 2 tesi e nell'ultima, mentre è apparso ridotto più o meno notevolmente, per i motivi già indicati, nelle tesi con larve nel penultimo e nell'ultimo giorno di attività trofica.

## RISULTATI

### 1. - Percentuali di parassitizzazione.

Sono state calcolate in base al rapporto numerico dei due simbionti allo stato pupale. L'istogramma di fig. I illustra l'andamento delle percentuali in funzione dell'età dell'ospite al momento della contaminazione.

Come si può osservare, il tasso di parassitizzazione cresce significativamente ( $p < 0,05$ ) passando dalla penultima (37%) all'ultima età iniziale (51%), confermando così un fenomeno già emerso e discusso nel corso di precedenti sperimentazioni (vedi ad esempio Mellini e Braga, 1982). Cade poi notevolmente, ed in modo progressivo, per le larve sottoposte a parassitizzazione nel penultimo e nell'ultimo giorno di attività trofica, ove si registrano valori pari, rispettivamente, a circa il 24% ( $p < 0,01$ ) e il 12% ( $p < 0,05$ ). In seguito risale bruscamente superando, di poco, il 34% per le larve estratte dai bozzoli. Tale fatto, piuttosto sorprendente, in quanto indice di una improvvisa ed inattesa inversione di tendenza, si è verificato puntualmente in tutte e 4 le ripetizioni, che, più in generale, presentano un andamento simile a riprova della atten-

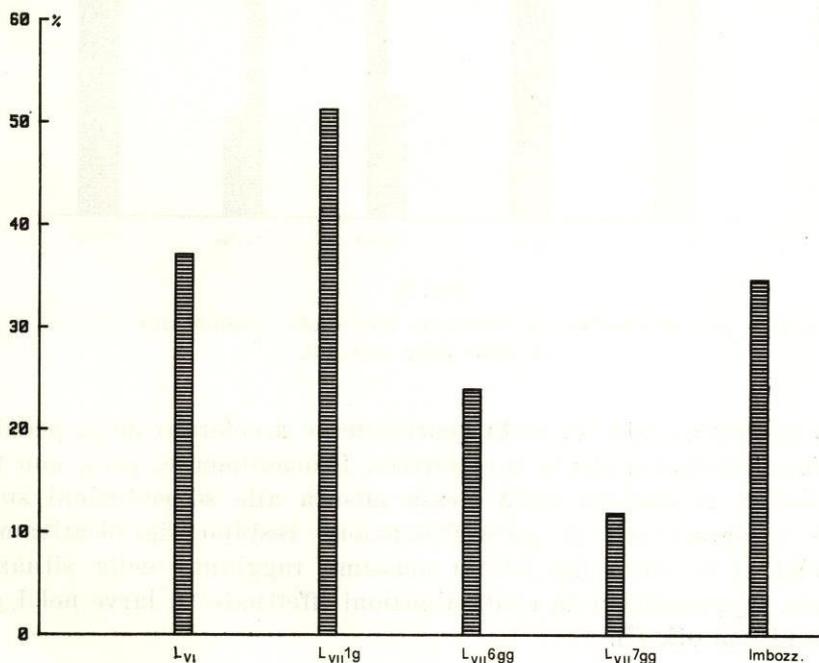


FIG. I

Andamento delle percentuali di parassitizzazione di *Galleria mellonella* L., ad opera di *Pseudogonia ruffrons* Wied., in funzione dello stadio sottoposto a contaminazione.

dibilità dei fenomeni sopra illustrati (3). Sembrava infatti logico aspettarsi, al contrario, una più accentuata caduta delle percentuali di parasitizzazione, considerata l'ulteriore riduzione nel tempo a disposizione della larveta parassita, prima dell'impupamento dell'ospite, per giungere alla II età iniziale cioè nello stadio incaricato del passaggio dalla larva della vittima alla relativa crisalide. Evidentemente l'accrescimento della  $L_I$  penetrata, sia pure grazie ad un artificio sperimentale, in

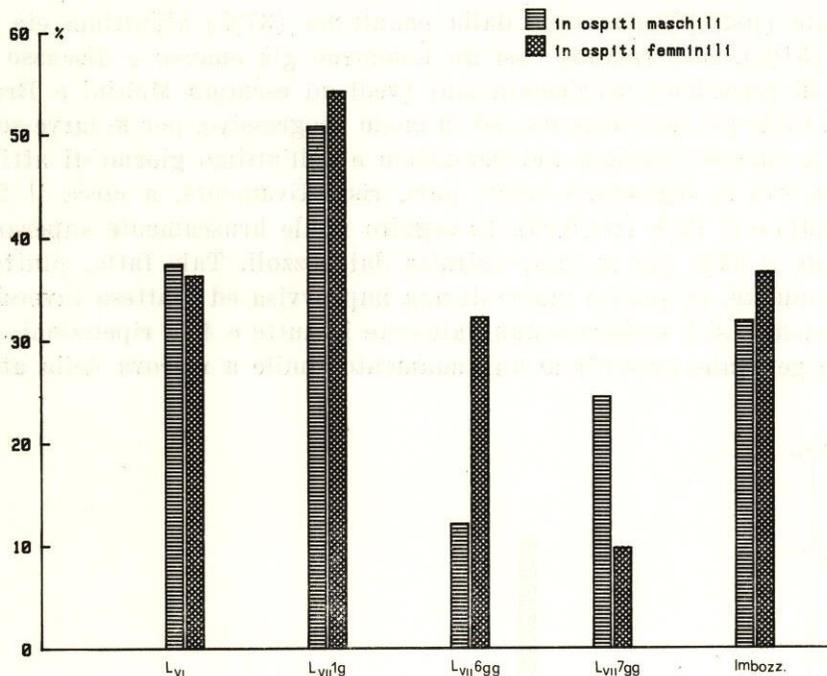


FIG. II

Percentuali di parasitizzazione, in relazione allo stadio contaminato, distinte in base al sesso delle crisalidi.

questo particolare stadio, resta enormemente accelerato dalla peculiare situazione fisiologica che lo caratterizza. Probabilmente, però, non tutti gli endofagi rispondono nella stessa misura alle sollecitazioni subite, poiché le percentuali di parasitizzazione restano significativamente ( $p < 0,05$ ) al di sotto del livello massimo raggiunto nella situazione ottimale, rappresentata da contaminazioni effettuate su larve nel I giorno dell'ultima età (3).

(3) In realtà tale caduta può essere spiegata anche postulando una minore propensione delle larve sbozzolate a nutrirsi delle foglioline di cera (inquinata), che del resto non sono molto appetite nemmeno dalle larve in accrescimento.

Se si considerano ora, separatamente, gli istogrammi delle percentuali di parassitizzazione nei due sessi dell'ospite (fig. II), si nota che essi sono fondamentalmente simili; tuttavia la caduta a carico degli ospiti maschili è anticipata di un giorno rispetto a quelli femminili. Ciò è da porre in relazione col fatto che i maschi si impupano mediamente con un giorno di anticipo rispetto alle femmine e quindi raggiungono prima lo stadio meno idoneo.

Altra constatazione che emerge, a conferma di precedenti ricerche (vedi, ad esempio, Mellini et alii, 1978) è che le percentuali di parassitizzazione delle crisalidi femminili sono nel complesso, e in vari punti, alquanto superiori a quelle del sesso opposto.

Nel corso di una recente indagine (Mellini e Beccari, 1983) si è veduto che esiste una certa correlazione tra pesi delle crisalidi e percentuali di parassitizzazione, nel senso che queste ultime tendono ad innalzarsi col crescere dei primi. Nella presente ricerca, come sarà rilevato più avanti, i valori ponderali delle crisalidi sia maschili che femminili, hanno un andamento tendenzialmente parabolico simile a quello delle percentuali di parassitizzazione, anche se molto meno accentuato, per cui non si può escludere che, in qualche misura, possa incidere sui risultati anche questo fattore, accanto a quello determinante dei tempi di contaminazione.

## 2. - Tempo intercorrente fra parassitizzazione dell'ospite e suo incrisalidamento.

Nel tentativo di spiegare le variazioni delle percentuali di parassitizzazione in base al tempo di cui dispongono le larvette del parassita per entrare in II età (che è lo stadio critico cui compete il trasferimento dalla larva nella rispettiva crisalide dell'ospite) sono stati calcolati i suddetti intervalli temporali medi nelle varie tesi. Nella presunzione, peraltro fondata, che il parassita possa interferire sulla durata della vita larvale dell'ospite (Dindo, 1983), nell'istogramma di fig. III sono stati riportati i valori relativi ai testimoni non sottoposti a parassitizzazione, agli individui in cui il parassita si è sviluppato fino a formare il pupario e, infine, ai così detti individui indenni, i quali, sebbene messi in presenza delle uova di *Pseudogonia*, non hanno dato il parassita. Ciò peraltro non significa che ne fossero immuni poiché, com'è noto, in numerosi casi, in occasione dell'incrisalidamento, l'ospite riesce a liberarsi delle L<sub>II</sub> iniziali dell'entomofago insinuatesi nello spazio esuviale. I tempi medi si riferiscono cumulativamente ad entrambi i sessi dell'ospite. Ovviamente i valori temporali sono tanto più brevi quanto più avanzato è lo stadio che ha subito la parassitizzazione. Tuttavia per le larve contaminate nell'ultimo giorno di attività trofica il fenomeno si inverte. Infatti i tempi si allungano sensibilmente rispetto alla tesi pre-

cedente sebbene questa sia stata parassitizzata con un giorno di anticipo e ciò accade in tutte le ripetizioni sia per la serie maschile che femminile, indicando pertanto l'attendibilità del fenomeno. Tale allungamento interessa gli individui parassitizzati nonché, sebbene in misura minore, i testimoni. Sembra pertanto azzardato imputare tale ritardo nell'impupamento ad un effetto iuvenilizzante del parassita e più lecito riferirlo invece agli effetti negativi della manipolazione che diverrebbero

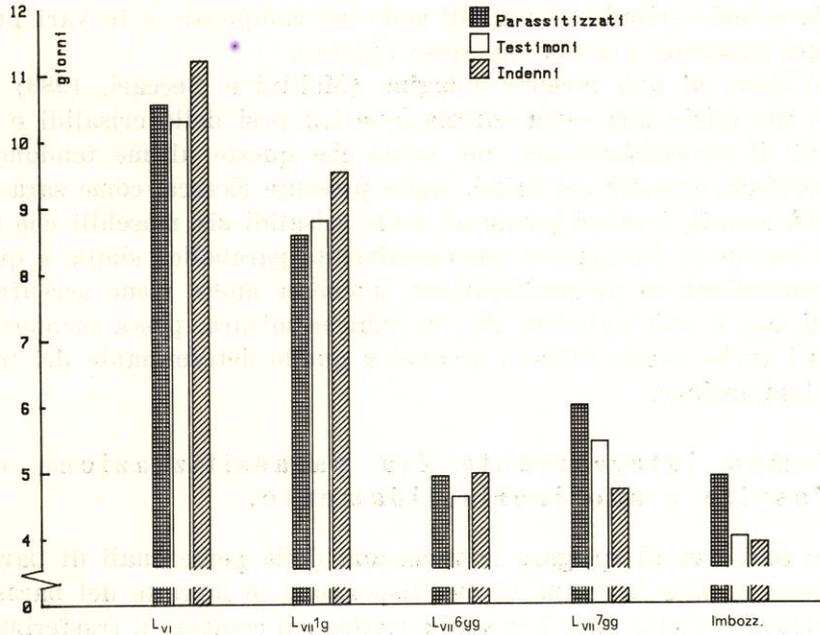


FIG. III

Tempi medi intercorrenti fra l'inizio della parassitizzazione e l'incrisalidamento degli ospiti.

più accentuati se intervenuta verso la fine dell'attività trofica. Va rilevato inoltre che nonostante il maggior tempo disponibile per lo sviluppo della L<sub>I</sub> del parassita, rispetto alla tesi precedente ed a quella successiva, le percentuali di parassitizzazione toccano qui i livelli più bassi, come si è visto nel paragrafo precedente.

Degno di nota, in questa stessa tesi, è il sensibile divario nei tempi di incrisalidamento tra individui parassitizzati e quelli rimasti indenni; contro i 6 giorni dei primi, che sono la minoranza, si pongono i 4,7 giorni dei secondi che costituiscono la stragrande maggioranza. Sembra pertanto che proprio in questo minor tempo a disposizione della L<sub>I</sub>,

prima dell'incrisalidamento dell'ospite, risieda la causa del fallimento del parassitismo (4).

A livello dell'ultima tesi, comprendente larve sbozzolate, i tempi si abbassano ai valori minimi e tuttavia le percentuali di parassitizzazione presentano un forte rialzo. Tutto ciò indica che la  $L_I$  del parassita, penetrata in questo stadio particolare, che giammai potrebbe essere attaccato in natura, viene indotta ad accelerare al massimo il proprio accrescimento. Essa comunque viene favorita anche dal fatto che i tempi di incrisalidamento dell'ospite, in seguito all'estrazione dal bozzolo, restano più che raddoppiati (4 giorni) rispetto a quelli normali.

Come nella tesi precedente, e in contrasto con le prime tre, si registrano tempi notevolmente più lunghi per il parassitizzato rispetto all'indenne; tale fenomeno può essere spiegato ritenendo semplicemente che il parassita riesca ad attecchire negli individui ad accrescimento più lento mentre soccombe in quelli a sviluppo più rapido, a conferma di quanto già prospettato.

In conclusione, accanto al fattore temporale, nel determinare il successo del parassitismo nei casi di contaminazione in stadi avanzati dell'ospite, si pone, in quelli che hanno già raggiunto la maturità larvale, l'eccezionale rapidità di accrescimento dimostrata dalla  $L_I$  del parassita in tale contingenza.

### 3. - Pesi medi delle crisalidi di *Galleria mellonella* L.

Dato il forte dimegetismo sessuale di *Galleria* è opportuno discutere separatamente i dati relativi ai due sessi.

Per i maschi i valori ponderali del testimone non parassitizzato e degli individui indenni, sebbene sottoposti a contaminazione, dapprima scendono progressivamente con l'avanzare dell'età in cui le larve sono state coinvolte nella sperimentazione, passando, nel primo, da pesi medi pari a circa 147 mg, per larve prelevate in penultima età, a soli 128 mg per quelle impiegate verso la fine dell'attività trofica, e nei secondi, rispettivamente da 152 a 126 mg. Salgono poi bruscamente, per gli individui estratti dai bozzoli, fino a raggiungere praticamente i valori di partenza (fig. IV).

Il particolare andamento dei valori ponderali può essere spiegato ricordando gli effetti negativi della manipolazione larvale sui pesi finali

---

(4) La questione è però estremamente complessa e difficile da chiarire anche perché si è avuto modo di constatare, nel corso delle numerose ricerche effettuate su questa coppia ospite-parassita, che aliquote piuttosto consistenti di larve evitano di nutrirsi, durante le 24 ore in cui vengono somministrate, delle foglie di cera sopportanti le uova del parassita.

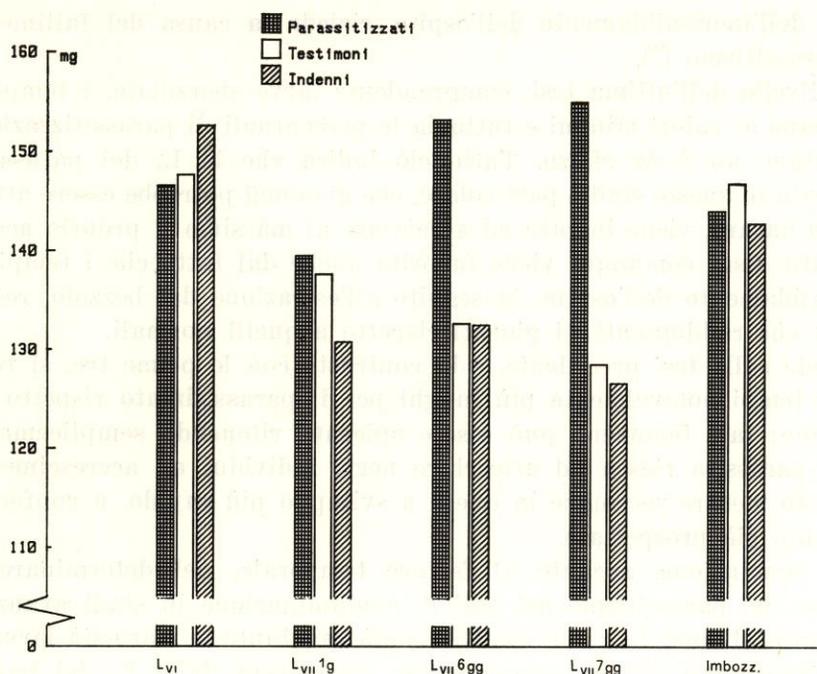


FIG. IV

Pesi medi delle crisalidi maschili nelle varie tesi.

delle crisalidi (Mellini e Bratti, 1983). Evidentemente, quanto più avanzato è lo stadio sottoposto a manipolazione tanto minori sono le possibilità della larva di riprendersi dallo stress che ha subito. Per le larve sbozzolate che, come tali, hanno terminato l'attività trofica, la manipolazione ovviamente non può avere effetto sui pesi, che infatti tendono a raggiungere quelli delle larve sottoposte a sperimentazione in penultima età, e ciò pur avendo tessuto un secondo bozzolo, con relativo, anche se modesto, calo ponderale. D'altro canto l'emissione di nuovo materiale sericeo non è compensata dalla debole ripresa dell'attività trofica, prima della filatura del nuovo bozzolo, esercitandosi questa su foglioline di cera, che, com'è noto, rappresentano un materiale nutritivo puramente dinamogeno. Va peraltro precisato che le differenze tra le varie tesi non sono significative.

Andamento completamente diverso presentano, invece, i pesi delle crisalidi parassitizzate con successo, e cioè quelle in cui si è formato il pupario di *Pseudogonia*. Essi infatti, escluse la prima e l'ultima tesi, sono nettamente superiori ai precedenti. Poiché la presenza del parassita tende a nanizzare leggermente l'ospite, anticipandone l'incrisalidamento (Dindo, 1983), il fatto che le crisalidi in cui si forma il pupario

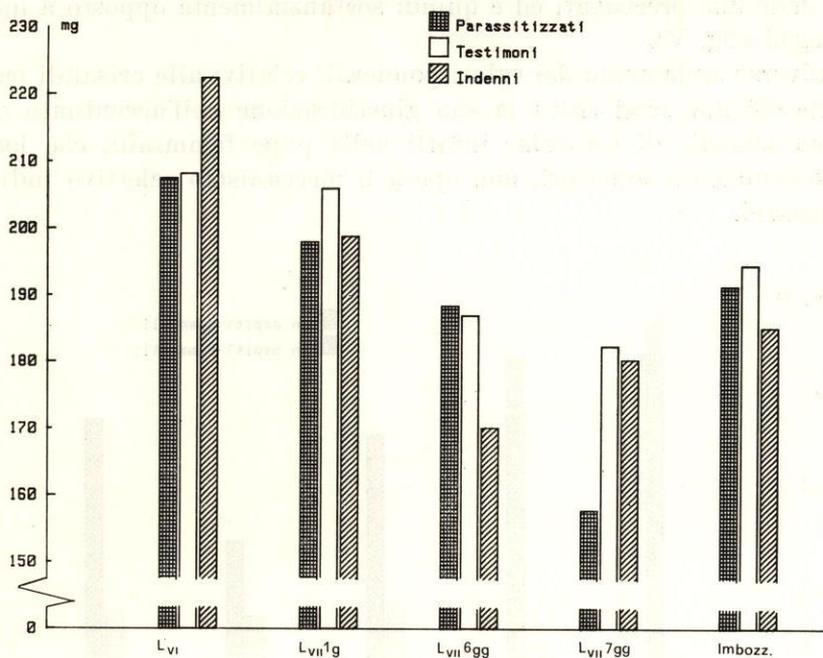


FIG. V  
Pesi medi delle crisalidi femminili.

del parassita siano più pesanti può essere spiegato ritenendo che quest'ultimo abbia maggiori possibilità di completare lo sviluppo negli individui di maggior mole, come hanno suggerito Mellini e Campadelli (1980). D'altro canto, sempre nella stessa coppia *Galleria-Pseudogonia* si è visto, a conferma di ciò, che le percentuali di parassitizzazione aumentano, entro certi limiti, col crescere delle dimensioni degli ospiti (Mellini e Beccari, 1983). Tuttavia le differenze tra il parassitizzato e l'indenne non sono risultate significative in base al t di Student.

Per le crisalidi femminili la situazione è molto simile a quella dei maschi relativamente al testimone ed agli individui indenni. I pesi infatti, in entrambi i casi, diminuiscono man mano con l'avanzare dell'età delle larve al momento del loro impiego, per risalire decisamente nella tesi con individui sbozzolati (5). L'andamento dei pesi delle crisalidi parassitizzate è invece completamente diverso da quello dei maschi parassitizzati. Esso infatti mostra, in pratica, le stesse caratteri-

(5) Contrariamente ai maschi, le differenze sono significative ( $p < 0,05$ ) per la I e la II tesi rispetto alla III e alla IV.

stiche delle due precedenti ed è quindi sostanzialmente opposto a quello dei maschi (fig. V).

Il diverso andamento dei valori ponderali relativi alle crisalidi parasitizzate dei due sessi trova la sua giustificazione nell'accentuato digemetismo sessuale di *Galleria*; infatti nelle pupe femminili, che hanno pesi notevolmente superiori, non opera il meccanismo selettivo indicato per i maschi.

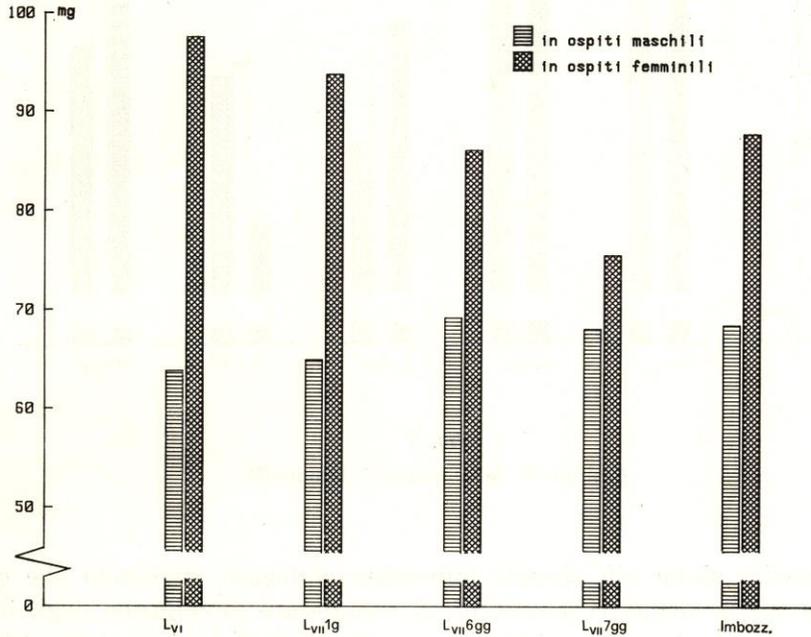


FIG. VI

Pesi medi dei « pupari » di *P. rufifrons* Wied.

#### 4. - Pesi medi dei pupari di *Pseudogonia rufifrons* Wied.

Poiché, entro certi limiti, il peso della pupa del parassita è proporzionale a quello della crisalide in cui si è formata, e poiché il peso dei maschi di *Galleria* è notevolmente inferiore a quello delle femmine, è giocoforza distinguere i parassiti in base al sesso della vittima in cui si sono evoluti.

L'istogramma relativo ai pesi dei « pupari » formatisi in crisalidi maschili, pure riproponendo a livelli più che dimezzati quello delle vittime, appare alquanto appiattito (fig. VI). Non si nota dunque una caduta dei pesi con l'avanzare dell'età di contaminazione, come notato

da Baronio et alii (1981). D'altronde pareva lecito attendersi un simile fenomeno, visto che i medesimi Autori avevano rilevato pesi minimi delle  $L_{II}$  iniziali di *Pseudogonia* per contaminazioni tardive, in relazione al minore tempo disponibile per il loro accrescimento, e ciò sembrava potesse compromettere il successivo sviluppo del parassita. Ma a quanto pare così non è, dato che, a parità di pesi medi delle crisalidi parassitizzate nelle condizioni sperimentali estreme (147,68 mg per quelle sottoposte a contaminazione in penultima età e 144 mg per quelle parassitizzate come larve sbozzolate), si formano pupari di peso medio addirittura leggermente superiore in queste ultime e cioè, rispettivamente, di mg 63,83 e 68,48 (6).

Evidentemente il peso finale raggiunto dall'entomofago dipende soprattutto dall'attività trofica svolta durante la III età, e questa è condizionata, in larga misura, dalle dimensioni dell'ospite in cui si evolve.

L'andamento ponderale dei pupari formati in crisalidi femminili è notevolmente diverso, dato che ripropone anch'esso, ed anzi in maniera più precisa, quello degli ospiti, diminuendo progressivamente con l'avanzare dell'età di contaminazione e risalendo bruscamente nell'ultima tesi, rappresentata da larve sbozzolate. Il peso medio dei pupari ottenuti per contaminazione in penultima età è sensibilmente più elevato (mg 97,54) di quello dei parassiti evolutisi partendo da larve sbozzolate (mg 87,75) ma, corrispondentemente, anche i pesi delle relative crisalidi sono alquanto superiori (207,51 mg contro 191,52), per cui appare confermato che l'età in cui avviene la contaminazione non influisce direttamente sui pesi dei pupari, che si mantengono sostanzialmente, in ogni caso, proporzionali a quelli delle crisalidi in cui si sono formati. Tale conclusione è in contrasto, come si è detto, con quanto affermato da Baronio et alii (1981), i quali peraltro non erano a conoscenza degli effetti negativi esercitati dalla manipolazione larvale sui pesi delle rispettive crisalidi, come hanno in seguito dimostrato Mellini e Bratti (1983). In conclusione l'età di contaminazione può avere importanza (e lo si è visto or ora per gli ospiti femminili, non per quelli maschili ove la situazione si complica causa il basso peso delle crisalidi che porta a fenomeni di selezione nell'attecchimento del parassita) nel determinare il peso dei pupari, ma solo in modo indiretto e cioè attraverso i minori pesi raggiunti dagli ospiti che vengono parassitizzati in fasi trofiche vieppiù avanzate dell'ultima età.

---

(6) Rispetto alla coppia *Melasoma populi* - *Steiniella callida*, ove invece si è rilevata una decisa nanizzazione del parassita per contaminazioni tardive (Mellini e Baronio, 1971), la principale differenza è rappresentata dal fatto che quel larvevoride, di norma, si evolve nelle larve mature mentre *Pseudogonia*, da  $L_{II}$  iniziale in poi, si sviluppa esclusivamente nelle crisalidi.

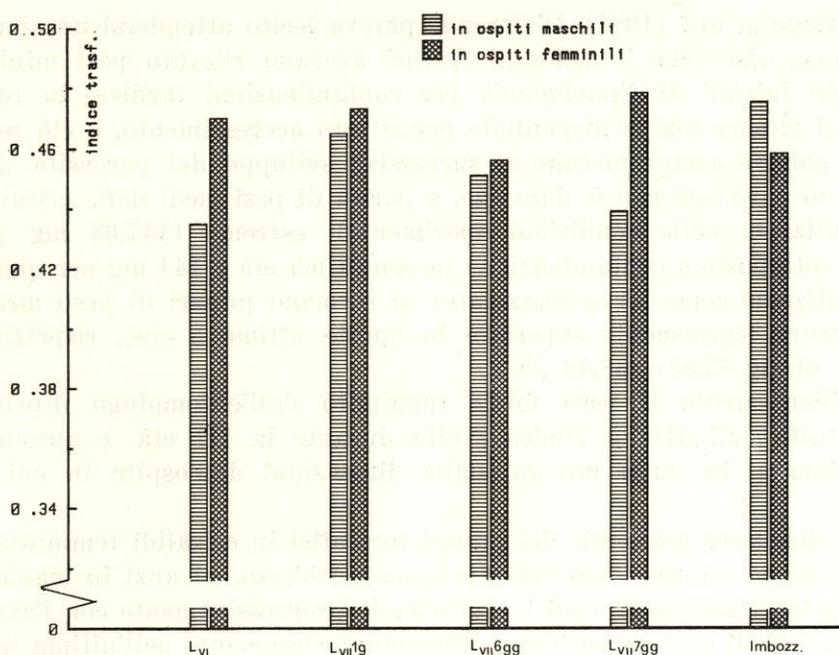


FIG. VII

Indici di trasferimento (rapporto ponderale tra «pupari» del parassita e crisalidi dell'ospite) in relazione allo stadio sottoposto a parassitizzazione.

### 5. - Indice di trasferimento.

È dato dal rapporto tra il peso dei pupari e quello delle crisalidi in cui si sono formati. Innanzi tutto si nota che in tutte le tesi, esclusa l'ultima (quella a contaminazione più avanzata), esso è leggermente più elevato nella serie femminile (fig. VII). Ciò indica che tali crisalidi vengono sfruttate più a fondo di quelle maschili pur essendo notevolmente più pesanti. È da tenere presente, infatti, che l'indice di trasferimento tende, oltre un certo peso dell'ospite, a declinare progressivamente (Mellini e Campadelli, 1980). Tuttavia nel caso attuale detto limite, che si colloca intorno ai 220 mg, non è stato raggiunto; così il maggiore indice registrato per gli ospiti femminili può essere imputato al fatto che questi hanno proporzionalmente meno materiali di scarto rispetto agli ospiti maschili; infatti, con riferimento alla cuticola, c'è da osservare che essa cresce secondo il quadrato delle dimensioni lineari mentre il peso corrispondente aumenta secondo il cubo delle medesime.

L'indice di trasferimento nelle varie tesi, sia nell'ambito della serie maschile che in quella femminile, tende, sia pure con lievi oscillazioni, a mantenersi su livelli abbastanza costanti, per cui sembra si possa concludere che non vi sono evidenti variazioni nel livello di sfruttamento degli ospiti in relazione con lo stadio di contaminazione.

L'andamento degli indici di trasferimento costituisce pertanto una ulteriore riprova che l'età di contaminazione dell'ospite non influisce direttamente sul peso dell'entomofago, nel senso di abbassarlo con l'avanzare dello stadio che subisce la parassitizzazione. Se si considerano infatti le tesi estreme, i valori dell'indice, nei maschi, sono pari a 0,435 per parassitizzazione in penultima età e addirittura a 0,475 su larve sbozzolate; negli ospiti femminili essi sono rispettivamente 0,470 e 0,458 (0,478 nella penultima tesi).

#### 6. - Percentuali di incrisalidamento di *Galleria*.

Sono state calcolate al fine di valutare la possibile incidenza negativa del parassita in questa fase cruciale della vita di entrambi i simbionti. Va ricordato che l'entomofago, al momento della formazione della crisalide, si trova allo stato di  $L_{III}$  iniziale e che quindi presenta dimensioni assai modeste rispetto alla mole della sua vittima. Peraltro, date le modalità di contaminazione, sono sempre possibili fenomeni di superparassitizzazione anche di grado piuttosto elevato, che possono compromettere l'impupamento.

Poiché non è possibile riconoscere il sesso delle larve in base alle caratteristiche morfologiche esterne, il tasso d'impupamento è stato calcolato cumulativamente per entrambi i sessi.

Come si può notare nell'istogramma di fig. VIII, le percentuali di

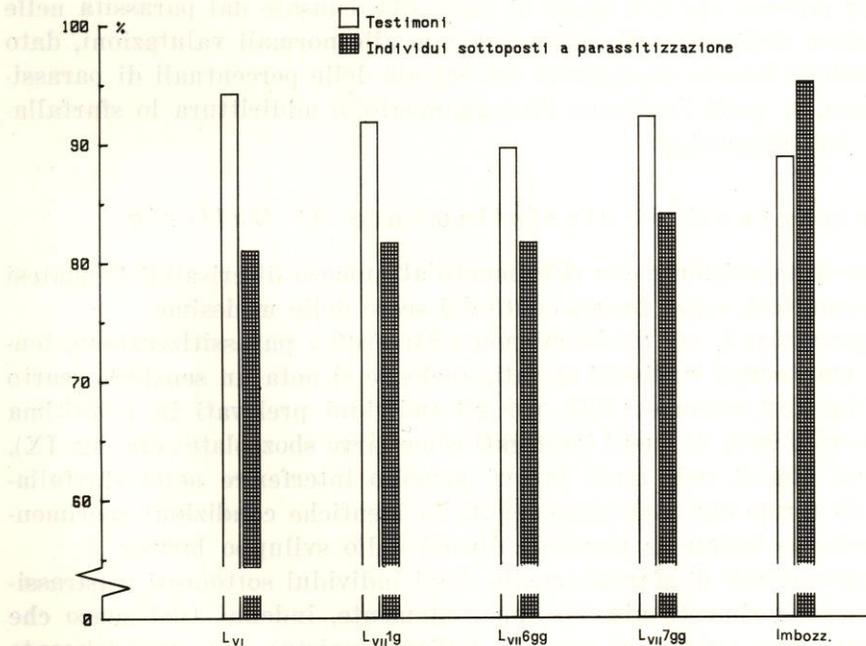


FIG. VIII

Percentuali di incrisalidamento di *G. mellonella* L.

incrisalidamento nei testimoni non parassitizzati si mantengono a livelli alti, e precisamente attorno al 90% in tutte le tesi (max 94,25%, min. 88,83%). Nelle tesi sottoposte a parassitizzazione tali percentuali sono mediamente inferiori alle precedenti di circa una decina di punti (max 84,09%, min. 81%), quando se ne escluda la tesi a larve sbozzolate dove sono addirittura leggermente superiori a quelle del testimone (95,16% contro l'88,83%). A parte questo caso piuttosto strano, che peraltro si è verificato in 3 ripetizioni su 4, la presenza del parassita, sebbene minutissimo, può dunque compromettere, in un certo numero di casi, l'impupamento della sua vittima. Come ciò sia possibile non sappiamo. Probabilmente gli individui soccombenti sono quelli che hanno ingerito un eccessivo numero di uova microtipiche dell'antagonista. La dose impiegata è stata di 8 uova pro capite con un buon livello di dispersione sugli zimbelli di cera, tale da facilitarne la distribuzione tra le larve coinquiline; tuttavia, come è noto, una parte delle larve rifuggono dal nutrirsi di siffatte foglioline per cui il quantitativo di uova ingerito dalle consorelle aumenta. Comunque, a parte il determinismo, resta il fatto importante che una aliquota non trascurabile di ospiti finisce col perire in seguito all'attività di larvette endofaghe, in fasi iniziali dell'accrescimento, destinate esse pure a soccombere nei tempi brevi, visto che l'impupamento dell'ospite rappresenta una condizione indispensabile per la prosecuzione del loro sviluppo.

Si fa rilevare che tali quote di mortalità, causate dal parassita nelle popolazioni dell'ospite, di solito sfuggono alle normali valutazioni, dato che queste si basano soprattutto sul calcolo delle percentuali di parassitizzazione, le quali implicano l'impupamento, o addirittura lo sfarfallamento, dell'entomofago.

#### 7. - Percentuali di sfarfallamento di *Galleria*.

Sono state calcolate con riferimento al numero di crisalidi formatesi in ciascuna tesi, senza tenere conto del sesso delle medesime.

Le percentuali, nei testimoni non sottoposti a parassitizzazione, tendono a mantenersi su livelli elevati, anche se si nota un sensibile scarto fra le due tesi estreme (80% per gli individui prelevati in penultima età, contro il 90% di quelli impiegati come larve sbozzolate; cfr. fig. IX). Del resto non si vede quali fattori possano interferire nello sfarfallamento da forme che sono state tenute in identiche condizioni sperimentali, anche se isolate in momenti diversi dello sviluppo larvale.

Le percentuali di sfarfallamento degli individui sottoposti a parassitizzazione ma rimasti, almeno apparentemente, indenni (nel senso che non hanno dato origine al pupario dell'antagonista), sono notevolmente inferiori a quelli dei testimoni, quando se ne escluda la tesi comprendente le larve sbozzolate. Occorre ricordare che i cosiddetti « indenni »

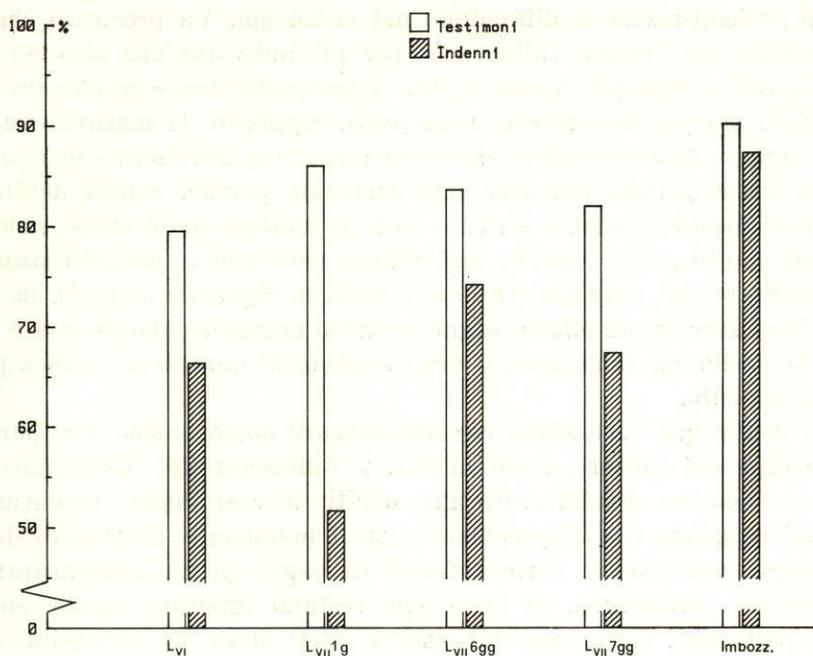


FIG. IX

Percentuali di sfarfallamento di *G. mellonella* L. nei testimoni e dagli individui che, pure sottoposti a parassitizzazione, non hanno dato il pupario del parassita (« indenni »).

sono rappresentati in parte da individui che non hanno ingerito le uova del parassita, ed in parte da individui, contaminati sì, ma che si sono liberati dalle larvette endofaghe in occasione della muta pupale, nonché da crisalidi in cui l'entomofago è morto in stadi più o meno avanzati dell'accrescimento larvale.

È interessante notare, poi, che le percentuali di sfarfallamento nell'indenne aumentano notevolmente passando dalla tesi parassitizzata in penultima età (66,38%) a quella contaminata a livello di larva matura estratta dal bozzolo (87,37%). L'andamento ascendente, anche se irregolare, può essere spiegato, almeno in parte, considerando che quanto più avanzato è lo stadio che ha subito la contaminazione, tanto più breve, ovviamente, è stata la permanenza della giovane larveta endofaga e quindi, presumibilmente, tanto minori i danni che essa ha provocato nella larva dell'ospite, la quale, pertanto, darà origine ad una crisalide maggiormente vitale. È vero che in ogni caso il parassita non supera la II età iniziale, finché l'ospite non si è incrisalidato, e vive confinato all'interno di un muscolo somatico, ma è anche vero che esso emette liquidi stomodeali che istolizzano il muscolo in cui abita e che

molto probabilmente si diffondono nel lacunoma. Va precisato che tale spiegazione può essere valida solo per gli individui che si sono auto-disinfestati e non per quelli in cui il parassita riesce a passare nella crisalide, per poi soccombere senza avere raggiunto la maturità larvale.

È comunque da escludere che le differenze tra testimoni e tesi parassitizzate siano attribuibili alla manipolazione perché, consci dell'importanza di questo fattore, si è avuto cura di trattare nello stesso modo sia gli uni che le altre; inoltre, per quanto concerne il parassitizzato, c'è da osservare che, caso mai (e lo si è visto in riguardo ai pesi), la manipolazione avrebbe un effetto negativo tanto maggiore quanto più è avanzato lo stadio che la subisce, e cioè l'opposto di quanto si verifica per lo sfarfallamento.

Si coglie qui l'occasione per sottolineare come, anche per parassiti dell'ordine dei Ditteri, i cui adulti, a differenza dei Terebranti, non possono nuocere direttamente agli ospiti, le così dette percentuali di parassitizzazione non rispecchino tutto il potenziale distruttivo dell'entomofago, potendo un certo numero di ospiti perire prematuramente all'attività parassitaria di larve che restano ignorate perché soccombenti pure esse. Così l'azione negativa delle larve del parassita, anche se destinate a perire, non solo opera in occasione dell'incrisalidamento, che ne resta impedito, ma prosegue negli ospiti sopravvissuti, allo stato di crisalide, precludendo lo sfarfallamento degli adulti.

#### 8. - Valutazione della mortalità globale dell'ospite indotta dal parassita.

Come si è visto nei due paragrafi precedenti, le percentuali di incrisalidamento, prima, e quelle di sfarfallamento, dopo, sono, nel testimonio non parassitizzato, sensibilmente superiori a quelle registrate per gli individui così detti indenni, cioè quelli che non hanno originato il pupario dell'entomofago nelle tesi sottoposte a contaminazione. Poiché tutti i gruppi sperimentali sono stati mantenuti in identiche condizioni, la maggiore mortalità nell'indenne va evidentemente attribuita alla presenza ed alla attività delle larvette entomofaghe, anche se poi non sono riuscite a svilupparsi fino all'impupamento.

Come si è già rilevato, tale quota di mortalità dell'ospite di solito sfugge nelle normali valutazioni, le quali generalmente tengono conto soltanto del parassitismo che ha avuto successo, portando alla formazione delle pupe e degli adulti dell'entomofago.

Ora, visto che i dati in nostro possesso ce lo consentono, crediamo opportuno fornire una stima dell'incidenza di questa mortalità aggiuntiva nella nostra coppia ospite-parassita, sottolineando che quest'ultimo appartiene all'ordine dei Ditteri e che quindi, come tale, è inoffensivo, allo stato adulto, per le sue vittime.

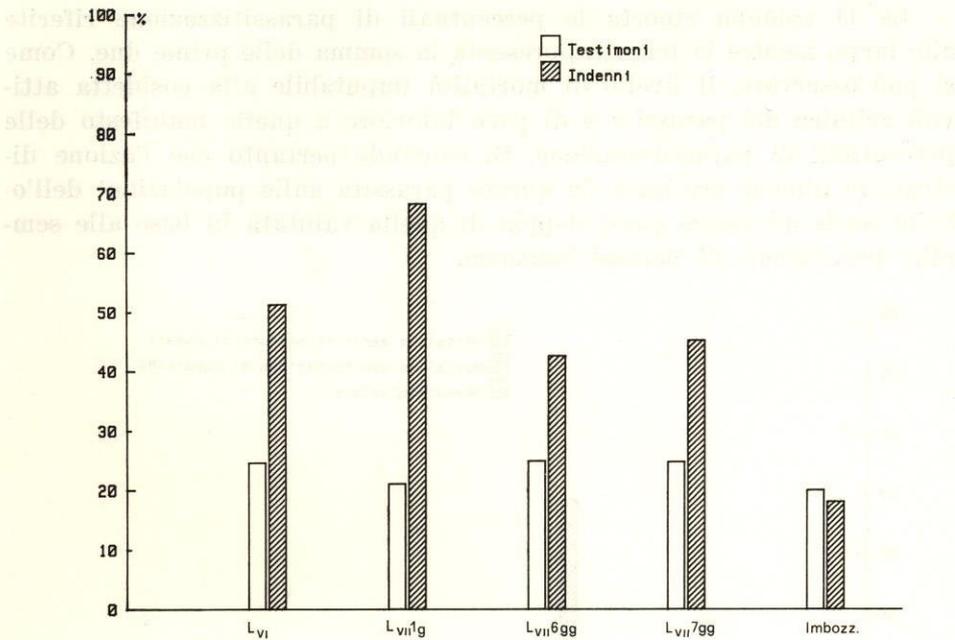


FIG. X

Percentuali di mortalità (larvale + pupale) di *G. mellonella* L. nei testimoni e tra gli individui « indenni ».

Allo scopo è stata messa a confronto la mortalità globale (larvale + pupale) verificatasi nei testimoni con quella della frazione indenne presente nelle tesi parassitizzate. Come si può osservare nell'istogramma di fig. X, le percentuali di mortalità nei testimoni sono notevolmente più basse di quelle degli indenni, quando se ne escluda la tesi a larve sbozzolate dove in pratica i valori si equivalgono. Inoltre mentre nei primi si mantengono su livelli quasi costanti, nei secondi diminuiscono, a partire dalla II tesi, con l'avanzare dell'età di contaminazione. Così le differenze di mortalità tra indenni e relativi testimoni scendono dal 47% nella II tesi fino ad annullarsi nell'ultima. Pertanto questa criptica attività letale del parassita raggiunge livelli tutt'altro che trascurabili.

L'istogramma di fig. XI riassume i dati della mortalità dell'ospite riferibile all'azione del parassita. Le percentuali sono calcolate sul numero complessivo di larve sottoposte a parassitizzazione. Per ogni tesi la I colonna a sinistra indica la mortalità attribuibile all'azione dei parassiti che non si sono impupati. Essa è stata calcolata sottraendo dalla percentuale di mortalità riscontrata nella frazione « indenne » quella naturale rilevata nei testimoni e rapportandola al numero di larve presenti inizialmente in ciascuna tesi.

La II colonna riporta le percentuali di parassitizzazione riferite alle larve, mentre la terza rappresenta la somma delle prime due. Come si può osservare, il livello di mortalità imputabile alla cosiddetta attività criptica del parassita è di poco inferiore a quello manifesto delle percentuali di parassitizzazione. Si conclude pertanto che l'azione distruttiva globale esplicata da questo parassita sulle popolazioni dell'ospite tende ad essere quasi doppia di quella valutata in base alle semplici percentuali di parassitizzazione.

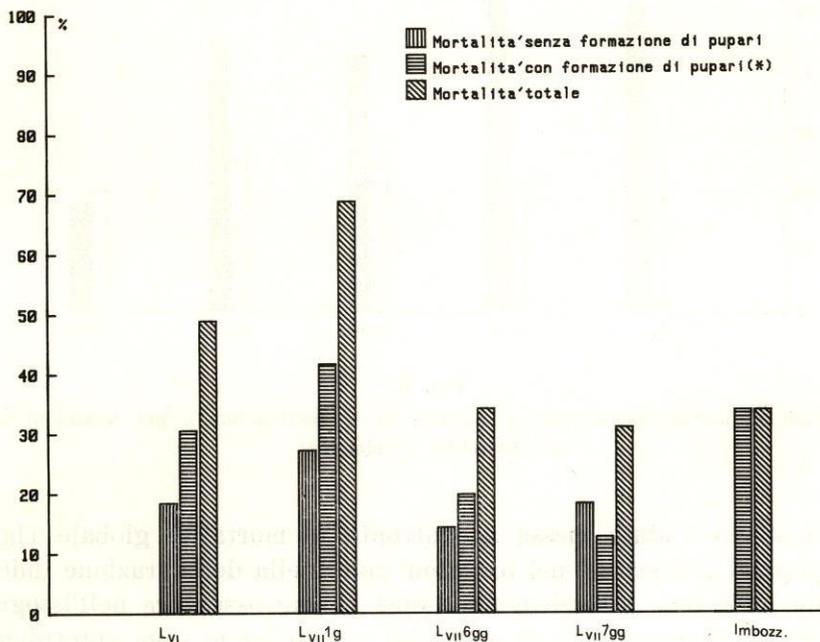


FIG. XI

Mortalità di *Galleria* indotta da *Pseudogonia* con e senza formazione di pupari del parassita.

\* Corrisponde alle percentuali di parassitizzazione che, a differenza della fig. I, sono qui calcolate in rapporto alle larve anziché alle crisalidi.

#### DISCUSSIONE DEI RISULTATI

La parassitizzazione di *Galleria* ad opera di *Pseudogonia*, in momenti diversi dell'ultimo periodo di vita larvale, ha consentito il rilievo di interessanti dati sui rapporti tra i due simbionti.

Innanzitutto si è notato che le percentuali di parassitizzazione presentano un curioso andamento parabolico: dapprima scendono notevolmente, con l'avanzare dell'età delle larve al momento della contaminazione, poi, contro ogni previsione, risalgono bruscamente per le larve

oramai mature estratte dai bozzoli. Il fenomeno, nel suo complesso, può essere spiegato in base al tempo di cui la  $L_I$  di *Pseudogonia* dispone per giungere alla muta, visto che in ogni caso il passaggio dell'entomofago dalla larva alla crisalide dell'ospite è sostenuto dalle  $L_{II}$ , nonché in base alla sua velocità di accrescimento. Tale velocità risulta massima per penetrazioni in larve sbazzolate, per cui, pure disponendo di soli 4 giorni (contro i 9 circa delle larve all'inizio dell'ultima età) prima che la vittima si incrisalidi, le larvette parassite riescono a compiere la I muta, come dimostrato dalle numerose dissezioni effettuate su crisalidi neoformate (7).

Si ritiene che l'accelerazione dello sviluppo del parassita, nel suo I stadio larvale, sia determinata dal bilancio endocrino dell'ospite in quella particolare fase. Infatti, in base alla così detta ipotesi ormonale, formulata da Mellini (1975 e 1983), l'ormone giovanile della vittima eserciterebbe un'azione ritardante, mentre, all'opposto, l'ecdisione avrebbe un ruolo attivante l'accrescimento del parassita. Ora, recenti lavori sulle variazioni dei livelli dei due ormoni, nei vari stadi di *Galleria*, ci permettono di verificare, nel presente caso, tale ipotesi. Secondo Bollenbacher et alii (1978) il titolo di ecdisione, durante l'ultima età larvale, si mantiene assai basso fino al momento in cui cessa l'attività trofica; presenta poi un primo notevole picco in corrispondenza della fase migrante ed un secondo, altrettanto forte rialzo, durante l'imbozzolamento, che prosegue raggiungendo il culmine nel corso dell'apolisi pupale. Tale situazione viene in pratica confermata da Sehnal et alii (1981). Per quanto riguarda l'ormone giovanile, esso si mantiene a livelli alti fino alla penultima età per scendere a valori minimi nell'ultima; praticamente scompare nei primi 2 giorni, poi presenta un modesto ma ben evidente picco in corrispondenza del 6° giorno e cioè 2 giorni prima dell'incrisalidamento (Peferoen e De Loof, 1979). Hsiao e Hsiao (1977), infine, determinano contemporaneamente i titoli dei due ormoni a partire dall'inizio dell'ultima età fino allo sfarfallamento degli adulti. Essi trovano che l'ormone giovanile scende a livelli molto bassi nelle larve di ultima età dopo il II giorno, per risalire in quello che precede l'incrisalidamento e quindi rapidamente scendere di nuovo in occasione della muta pupale. La curva dell'ecdisione, che si mantiene a livelli estremamente bassi fin dall'inizio dell'ultima età, comincia a salire il giorno precedente la filatura del bozzolo per mantenersi a livelli elevati durante lo stadio pupale.

---

(7) In nessun caso lo sviluppo dell'entomofago si è completato negli adulti. Esso infatti riesce sempre, per quanto breve sia il tempo disponibile, a passare in  $L_{II}$  ed inoltre, da questo stadio in poi, la sua attività porta rapidamente alla distruzione della crisalide.

Ora questi dati ci consentono di correlare il ritmo di accrescimento della L<sub>1</sub> del parassita col bilancio ormonale dell'ospite e di constatare come uno sviluppo lento nelle larve di ultima età, non in fase finale, sia accompagnato da titoli di ecdisione molto bassi, mentre un accrescimento rapido nelle larve imbozzolate va di conserva con il forte innalzamento nel livello di tale ormone <sup>(8)</sup>.

Per quanto concerne il tempo intercorrente tra il momento in cui viene effettuata la parassitizzazione e l'incrisalidamento dell'ospite, si nota un progressivo declino, salvo che per le larve parassitizzate nell'ultimo giorno di attività trofica, quando si verifica un netto innalzamento. Parrebbe quindi che il parassita, se penetrato durante questa fase, induca un rallentamento nello sviluppo dell'ospite; tuttavia tale ritardo non porta sensibili vantaggi all'entomofago, perché è proprio a questo livello che si toccano le percentuali di parassitizzazione più basse, pari a circa 1/3 di quelle registrate nella fase successiva di larva imbozzolata. Un effetto iuvenilizzante da parte del parassita sull'ospite è stato riscontrato in altre coppie. Citiamo, come esempio, il caso illustrato recentemente da Beckage e Riddiford (1982) in riguardo a *Manduca sexta* (Joh.) aggredita da *Apanteles congregatus* Say; il braconide infatti altera la normale fisiologia dell'apparato endocrino, causando un innalzamento del titolo di ormone giovanile nelle larve di V età del lepidottero. Peraltro, proprio nella coppia *Galleria-Pseudogonia* è stato osservato che se la contaminazione cade su larve di penultima età, o all'inizio dell'ultima, il parassita tende ad accelerare lo sviluppo dell'ospite (Dindo, 1983). Nella presente ricerca tale fenomeno sembra verificarsi nei confronti dell'« indenne », ma non rispetto al testimone. Se simile accelerazione esiste realmente ne consegue che l'entomofago agirebbe in due opposte direzioni a seconda dello stadio in cui penetra. Si sarebbe tuttavia più propensi a ritenere che esso agisca, in ogni caso, allo stesso modo e cioè provocando all'inizio un rallentamento ed in seguito una accelerazione nello sviluppo dell'ospite, solo che, per contaminazioni verso la fine dell'attività trofica, finirebbe col prevalere il I fenomeno, dato che il poco tempo ancora disponibile non consentirebbe il recupero di quello perduto.

In riguardo ai valori ponderali delle crisalidi si nota, in entrambi i sessi, un curioso andamento parabolico. Per quelle maschili, i pesi del testimone non parassitizzato e dell'« indenne » decrescono progressi-

---

(8) Va ricordato che per altri entomofagi, siano essi Ditteri o Imenotteri che, a differenza di *Pseudogonia*, si sviluppano esclusivamente nelle larve, tale bilancio non è adatto. Smilowitz (1974), per la coppia *Trichoplusia ni* (Hb.) - *Hyposoter exiguae* (Vier.), ha trovato sperimentalmente che, per il parassita neopenetrato, l'idoneità dell'ospite ha termine quando vengono attivate le ghiandole protoraciche, fenomeno che prelude al suo impupamento.

vamente con l'avanzare dell'età di contaminazione, per risalire poi, decisamente, nell'ultima tesi, cioè quella comprendente larve imbozzolate. Le crisalidi parassitizzate con successo mostrano invece, nelle tesi intermedie, valori assai più elevati. Il calo ponderale, nei testimoni e nell'indenne viene attribuito agli effetti della manipolazione, che diventano tanto più negativi quanto più l'ospite si avvicina all'incrisalidamento, mentre i relativamente alti pesi nel parassitizzato vengono spiegati col fatto che l'entomofago ha maggiori possibilità di attecchire in vittime più corpulente.

Per le crisalidi femminili anche i valori ponderali degli individui parassitizzati mostrano lo stesso andamento parabolico dei testimoni e dell'indenne; ciò si spiega considerando che i pesi delle pupe femminili superano il livello critico oltre il quale non è più operante il meccanismo selettivo indicato nei confronti dei minuti ospiti maschili.

Per quanto concerne il peso dei pupari del parassita essi conservano, in tutte le tesi, e in entrambi i sessi dell'ospite, all'incirca lo stesso rapporto ponderale con le crisalidi in cui si sono formati, com'è dimostrato dall'analisi degli indici di trasferimento. Si escludono pertanto processi di nanizzazione a carico del parassita col procedere dell'età di contaminazione. Anche se le dimensioni raggiunte dalle  $L_{II}$  iniziali, al momento dell'incrisalidamento dell'ospite, sono minori, per contaminazioni effettuate in fasi molto avanzate dell'ultima età, l'ulteriore accrescimento dell'entomofago non ne risulta compromesso. Del resto non va dimenticato che quasi tutto il suo sviluppo avviene, in ogni caso, a spese della crisalide.

Le percentuali di impupamento e di sfarfallamento di *Galleria* si mantengono su livelli elevati, ed abbastanza costanti, nei testimoni delle varie tesi; sono invece notevolmente più basse, e con un deciso andamento ascendente, nel caso degli individui considerati indenni, cioè quelli che, pure essendo stati sottoposti a contaminazione, non hanno poi originato il pupario del parassita. Evidentemente, pur non avendo portato a termine il proprio accrescimento, le larvette endofaghe sono, in larga misura, responsabili della morte dei loro ospiti, oramai giunti verso la fine dello sviluppo <sup>(9)</sup>.

Si fa rilevare, quindi, come le solite percentuali di parassitizzazione, calcolate in base alla formazione delle pupe o addirittura, più frequentemente, in base allo sfarfallamento degli adulti del parassita, non esprimano tutto il potenziale distruttivo dell'entomofago. Ciò è stato notato specialmente in riguardo agli Imenotteri Terebranti dove, peraltro, la mortalità al di fuori delle percentuali di parassitizzazione è, in gran

---

(9) Va osservato che la morte di entrambi i simbionti viene comunemente segnalata solo per contaminazioni molto precoci.

parte, attribuita alle femmine che praticano le cosiddette punture di nutrizione. Nel presente caso in cui le femmine, in quanto prive di ovopositore perforante, sono del tutto innocue, tale mortalità aggiuntiva, che, come si è veduto, è abbastanza rilevante, è causata in larga misura dalle larve dell'entomofago che, soccombendo esse pure, finiscono con lo sfuggire alle normali valutazioni.

#### RIASSUNTO

Sono state sottoposte a parassitizzazione, somministrando uova microtipiche di *Pseudogonia rufifrons* Wied., larve di *Galleria mellonella* L. in varie fasi dello sviluppo, dal penultimo stadio fino alla costruzione del bozzolo.

Le percentuali di parassitizzazione (calcolate in base al rapporto n° dei pupari/n° delle crisalidi) diminuiscono fortemente contaminando larve dell'ultima età a sviluppo viepiù avanzato, ma risalgono ad alti livelli quando la contaminazione coinvolge larve mature estratte da bozzoli appena formati. In esse le L<sub>I</sub> dell'entomofago mostrano una eccezionale rapidità di accrescimento, che consente loro di raggiungere in tempo utile lo stadio di L<sub>III</sub>, incaricato del trasferimento dalla larva dell'ospite alla relativa crisalide neoformata.

I pesi delle crisalidi maschili risultano minori, con l'avanzare dello stadio di contaminazione, nell'« indenne » (individui sottoposti a contaminazione ma in cui non si è formato il pupario del parassita) nonché nei rispettivi testimoni, mentre risalgono ai livelli di partenza nella tesi comprendente larve estratte dai bozzoli; conservano invece valori elevati negli individui parassitizzati. Per le crisalidi femminili anche i valori ponderali (del parassitizzato) mostrano un andamento tendenzialmente parabolico. Si ritiene che il fenomeno sia riferibile, in generale, agli effetti negativi della manipolazione larvale e, per le crisalidi maschili parassitizzate, a una più alta mortalità del parassita negli ospiti di minore mole.

L'indice di trasferimento (rapporto ponderale tra « pupario » e crisalide) non denuncia flessioni con l'avanzare dello stadio di contaminazione; ciò significa che il grado di sfruttamento delle risorse trofiche, offerte dalla vittima, si mantiene costante indipendentemente dallo stadio che ha subito la parassitizzazione.

Le percentuali di incrisalidamento dell'ospite nelle tesi parassitizzate sono, eccettuata quella a larve sbozzolate, sensibilmente più basse rispetto ai valori registrati nei rispettivi testimoni. Anche le percentuali di sfarfallamento dalle crisalidi « indenni », pure se tendenzialmente crescenti con l'avanzare dello stadio contaminato, si mantengono a livelli decisamente inferiori rispetto ai testimoni non parassitizzati. Tutto ciò indica che le larve del parassita, anche se soccombono precocemente, determinano una mortalità aggiuntiva, tra le popolazioni dell'ospite al termine dell'accrescimento, oltre quella indicata dalle solite percentuali di parassitizzazione.

On the suitability of *Galleria mellonella* L. as host when parasitized during its final larval stages by *Pseudogonia rufifrons* Wied.

#### SUMMARY

Larvae of *Galleria mellonella* L. were parasitized with microtype eggs of *Pseudogonia rufifrons* Wied. during different developmental stages, from the penultimate instar up to the spinning of the cocoon.

Percentages of parasitization (calculated on the ratios of the number of puparia to the number of chrysalids) are greatly reduced when larvae are parasitized during the advanced final instar; on the other hand, such percentages rise again to high values when parasitization occurs in mature larvae removed from newly-spun cocoons. In these larvae the parasitoid  $L_1$  grow very quickly, and so they can reach the  $L_{11}$  stage, which has to pass from the larval to the pupal host stage, just in time.

The later the stage at which parasitization occurs, the less the male chrysalids weigh. This is true both for the parasitized hosts, inside which the puparium of the parasitoid don't form, and for their respective unparasitized controls; whereas the pupal weights rise again to the initial values in the group of larvae removed from the cocoon. The pupal weights remain high in parasitized hosts where the puparia of the parasitoids are formed.

On the other hand, with the female chrysalids, even the weight values of the parasitized pupae have a parabolic trend. We think that this may generally be due to the negative effects of larval manipulation, and, in the case of the parasitized male pupae, to a higher mortality of the parasitoid inside smaller hosts.

The transfer index (such as the ponderal rate between the puparium and the chrysalid) doesn't seem to fall as parasitization occurs in more and more advanced stages; this means that the level of utilization of the trophic reserves of the victim remain constant, independent of the stage at which parasitization occurred.

In all groups, except that of larvae removed from the cocoon, parasitized host pupation percentages are much more lower than respective control values. Moreover, the emergence percentages are lower than those of controls for the pupae that had been parasitized, but inside which the puparium of the parasitoid didn't form. Anyway such percentages tend to rise as parasitization occurs in more and more advanced stages. These results indicate that the parasitoid larvae, even though they die very soon, cause further mortality in the population of the fully grown host, in addition to that shown by the parasitization percentages.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- BARONIO P., VANCINI D., CAMPADELLI G., CAVICCHI S., 1981. — Variabilità megetica intraspecifica di *Gonia cinerascens* Rond. (Diptera Tachinidae) in relazione allo stadio di contaminazione dell'ospite *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae). - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 36: 27-35.
- BECKAGE N. E., RIDDIFORD L. M., 1982. — Effects of parasitism by *Apanteles congregatus* on the endocrine physiology of the tobacco hornworm *Manduca sexta*. - *Gen. & Comp. Endocrinol.*, 47: 308-322.
- BOLLENBACHER W. E., ZVENKO H., KUMARAN A. K., GILBERT L. I., 1978. - Changes in ecdysone content during postembryonic development of the wax moth, *Galleria mellonella*: the role of the ovary. - *Gen. & Comp. Endocrinol.*, 34: 169-179.
- BENNETT F. D., 1969. — Observations on the life-history and mode of parasitism of the tachinid *Pseudochaeta syngamiae* Thompson. - *Tech. Bull. Comm. Inst. Biol. Contr.*, 12: 37-41.
- BRUBAKER R. W., 1968. — Seasonal occurrence of *Voria ruralis*, a parasite of the cabbage looper, in Arizona, and its behavior and development in laboratory culture. - *J. Econ. Ent.*, 61: 306-309.
- DINDO M. L., 1983. — Effetti indotti dai Ditteri Tachinidi nei loro ospiti. Il caso della coppia *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 37: 137-155.

- HSIAO T. H., HSIAO C., 1977. — Simultaneous determination of molting and juvenile hormone titers of the greater wax moth. - *J. Insect Physiol.*, 23: 89-93.
- KING E. G., MILES L. R., MARTIN D. F., 1976. — Some effects of superparasitism by *Lixophaga diatraeae* of sugarcane borer larvae in the laboratory. - *Ent. exp. appl.*, 20: 261-269.
- MELLINI E., 1975. — Studi sui Ditteri Larvevoridi. XXV. Sul determinismo ormonale delle influenze esercitate dagli ospiti sui loro parassiti. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 31: 165-203.
- MELLINI E., 1983. — L'ipotesi della dominazione ormonale, esercitata dagli ospiti sui parassitoidi, alla luce delle recenti scoperte nella endocrinologia degli insetti. - *Boll. Ist. Ent. « G. Grandi » Univ. Bologna*, 38: 135-166.
- MELLINI E., 1985. — Importanza dello stadio dell'ospite, al momento della contaminazione, sullo sviluppo del parassita. - *Boll. Ist. Ent. « G. Grandi » Univ. Bologna*, 39 (in corso di stampa).
- MELLINI E., BARONIO P., 1971. — Ricerche sulla variabilità megetica del parassita in relazione allo stadio in cui l'ospite viene contaminato. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 30: 89-102.
- MELLINI E., BECCARI G., 1983. — Relazioni tra dimensioni degli ospiti e percentuali di parassitizzazione nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. « G. Grandi » Univ. Bologna*, 38: 71-88.
- 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. « G. Grandi » Univ. Bologna*, 38: 51-69.
- 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.
- PEFEROEN M., DE LOOF A., 1979. — The juvenile hormone titer in *Galleria mellonella*. - *Ann. Soc. r. Zool. Belg.*, 109: 87-90.
- RISCO BRICEÑO S. H., 1954. — La mosca indigena *Paratheresia claripalpis* W. en el control biológico de *Diatraea saccharalis* Fabr. en el Perú. - *Com. Prod. Azucar Perú*, 32 pp.
- SEHNAL F., MAROY P., MALA J., 1981. — Regulation and significance of ecdysteroid titre fluctuations in lepidopterous larvae and pupae. - *J. Insect Physiol.*, 27: 535-544.
- SMILOWITZ Z., 1974. — Relationships between the parasitoid *Hyposoter exiguae* (Viereck) and cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Hübner): evidence for endocrine involvement in successful parasitism. - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 67: 317-320.