

PAOLO FANTI - ROMANO BIONDI

Istituto di Entomologia «G. Grandi» dell'Università degli Studi di Bologna.

Variazioni dell'idoneità al rapporto parassitario nella coppia *Galleria mellonella* L. - *Pseudogonia rufifrons* Wied. in funzione del sesso e delle dimensioni dell'ospite.

(Ricerche eseguite con il contributo del Ministero per la Pubblica Istruzione - M.P.I. 40%)

INTRODUZIONE

Le influenze esercitate dalla vittima sull'entomofago rappresentano un aspetto della relazione fisiologica ospite-parassita assai complesso e ricco di implicazioni teoriche ed applicate.

L'argomento, affrontato nei suoi aspetti più generali da Salt (1941), è stato ripreso, con particolare riferimento ai Ditteri Tachinidi, da Mellini (1969).

Nel corso di una indagine volta ad esaminare, fra le varie caratteristiche della vittima in grado di influire sul simbiote, gli effetti esercitati dal sesso dell'ospite, Mellini *et al.* (1978) hanno riscontrato percentuali di parassitizzazione significativamente più elevate a carico delle crisalidi femminili di *Galleria mellonella* L., ad opera di *Pseudogonia rufifrons* Wied. (= *Gonia cinerascens* Rond.).

Riferimenti bibliografici relativi a casi di diversa idoneità in funzione del sesso dell'ospite sono poco frequenti e riguardano in genere Tachinidi che attaccano insetti allo stadio di immagine, generalmente Rincoti o Coleotteri (Dupuis, 1963; Illingworth, 1926). In questi casi, peraltro, le differenze riscontrate nelle percentuali di parassitizzazione possono essere ricondotte a differenze, vuoi morfologiche, fisiologiche o comportamentali, fra i due sessi dell'ospite, che possono facilitare o ostacolare l'ovideposizione dell'entomofago. Diverso è il caso menzionato di *P. rufifrons* che attacca le sue vittime durante lo stadio larvale, in cui non si manifestano comportamenti tali da giustificare le differenti percentuali di parassitizzazione osservate da Mellini *et al.* (1978) e che si accordano con le osservazioni di Burgess e Crossman (1929) su *Sturmia scutellata* R.D. parassita di *Lymantria dispar* L., e da Buck e Keister (1956) su altri Tachinidi.

Dato il dimezzamento sessuale presente in *G. mellonella* risultava plausibile attribuire ad una diversa disponibilità di substrato trofico per l'entomofago la differente idoneità della vittima. La presente ricerca riesamina il fenomeno confrontando i parametri della relazione ospite-parassitoide a parità di peso dei due

sessi dell'ospite, eliminando così questa variabile quantitativa.

MATERIALI E METODI

La coppia ospite-parassita *G. mellonella* - *P. rufifrons* viene allevata in laboratorio secondo le tecniche illustrate da Baronio e Campadelli (1978).

Le larve dell'ospite sono state sottoposte a parassitizzazione durante la fase finale della VI età, somministrando su zimbelli di cera un numero medio di 8 uova/individuo, in base alle indicazioni di Mellini e Braga (1982).

Sono state effettuate 5 ripetizioni, utilizzando complessivamente 1311 individui di *G. mellonella*.

Per eliminare eventuali influenze attribuibili al dimegetismo sessuale presente nell'ospite, le crisalidi sono state suddivise in 12 classi ponderali intervallate di 25 mg, ad eccezione della prima e dell'ultima che comprendevano gli individui di peso rispettivamente inferiore a 95 mg e superiore a 345 mg. I parametri presi in considerazione relativi ai due sessi del lepidottero, sono stati quindi confrontati all'interno di ciascuna classe.

Per avere la massima sovrapposizione possibile, si è inoltre allargato il campo megetico *G. mellonella*, affiancando agli individui mantenuti sulla dieta standard di allevamento, larve alimentate con sola cera, per ottenere crisalidi sottom dimensionate, ovvero con un pabulum trattato con triprene, alla dose dello 0,1%, per ottenere crisalidi giganti.

Per confrontare l'idoneità dei due sessi dell'ospite si sono presi in esame i seguenti parametri:

- a) percentuale di parassitizzazione delle crisalidi, calcolata sia come n° pupe contenenti almeno una L_2 del tachinide $\times 100 / n^{\circ}$ pupe formate, che come n° pupari $\times 100 / n^{\circ}$ pupe dell'ospite;
- b) percentuale di sfarfallamento di *P. rufifrons*, come n° di adulti $\times 100 / n^{\circ}$ di pupari;
- c) percentuale di mortalità larvale del tachinide nella crisalide, espressa come n° tachinidi penetrati nella pupa ospite e morti prima di formare il pupario $\times 100 / n^{\circ}$ crisalidi parassitizzate;
- d) indice di trasferimento ponderale, inteso come peso del pupario / peso della crisalide dell'ospite;
- e) sex-ratio del parassitoide;
- f) tempo di sviluppo del dittero dopo la penetrazione nella crisalide, distinguendo il periodo fino alla formazione del pupario e quello successivo fino allo sfarfallamento dell'adulto.

Tutti i suddetti parametri sono stati calcolati sia sul totale degli individui sia distinguendo fra individui sottoposti o meno al trattamento con juvenoide⁽¹⁾.

Analisi statistica. Nell'esame dei parametri la significatività delle differenze riscontrate fra i due sessi dell'ospite è stata valutata con il test t di Student per dati a coppie.

(1) Lo juvenoide impiegato ci è stato fornito dal Dr. G. Staal, Zoecon Corp.

Per eliminare eventuali scostamenti della distribuzione normale ed eterogeneità delle varianze, i valori percentuali sono stati sottoposti a trasformazione angolare prima dell'analisi (Snedecor e Cochran, 1980); poiché tale trasformazione non elimina completamente l'eterogeneità delle varianze che derivano da differenti dimensioni del campione, per $n < 50$ sono stati utilizzati i valori tabulati da Mosteller e Youtz (1961).

RISULTATI

Il confronto fra le percentuali di parassitizzazione⁽²⁾ nei due sessi del lepidottero, calcolate all'interno di ciascuna classe di peso, indica valori più elevati a carico delle crisalidi femminili per tutto l'intervallo ponderale esaminato, ad eccezione delle due classi estreme. Sottoposta ad esame statistico, la differenza media risulta significativa ($p = 0.026$).

L'andamento delle due serie di valori risulta inoltre simile: a valori ponderali più elevati dell'ospite corrisponde una progressiva riduzione della percentuale di parassitizzazione (fig. I).

La mortalità del tachinide, nella sua fase predatrice all'interno della crisalide, non è invece risultata influenzata dal sesso del lepidottero ($p = 0.89$), né dalle sue dimensioni.

Di conseguenza, anche il rapporto percentuale fra i due simbionti, entrambi valutati allo stadio pupale (fig. II), presenta una differenza media significativa fra ospiti maschili e femminili ($p = 0.02$).

Poiché il calo nelle percentuali di parassitizzazione all'aumentare dei valori ponderali poteva essere imputato ad una azione negativa dello juvenoide, sono stati esaminati separatamente gli individui non alimentati con il triprene (fig. III). Anche limitatamente a questi ultimi si evidenzia il suddetto decremento, pur in presenza di una flessione altamente significativa della parassitizzazione ($X^2 = 79.84$, $p < 0.01$) in seguito all'applicazione dell'ormone (tab. 1).

La differente idoneità dei due sessi della vittima si manifesta nell'intervallo megetico degli individui mantenuti su cera o dieta standard ($p = .038$ e $p = .04$ considerando rispettivamente le L_2 presenti e i pupari formati), ma non è significativa quando *G. mellonella* è tratta *per os* con triprene.

Altri parametri come la percentuale di sfarfallamento di *P. rufifrons* e la sex ratio dell'entomofago non sono risultati influenzati né dal sesso dell'ospite né dalle sue dimensioni.

Anche l'indice di trasferimento non differisce statisticamente ($P = .66$) fra ospiti maschili e femminili. A parità di peso, dunque, non si manifestano variazioni nella capacità di sfruttare la massa trofica della vittima, mentre una lieve

⁽²⁾ Intesa come percentuale di crisalidi neoformate penetrate da almeno una larveta dell'entomofago.

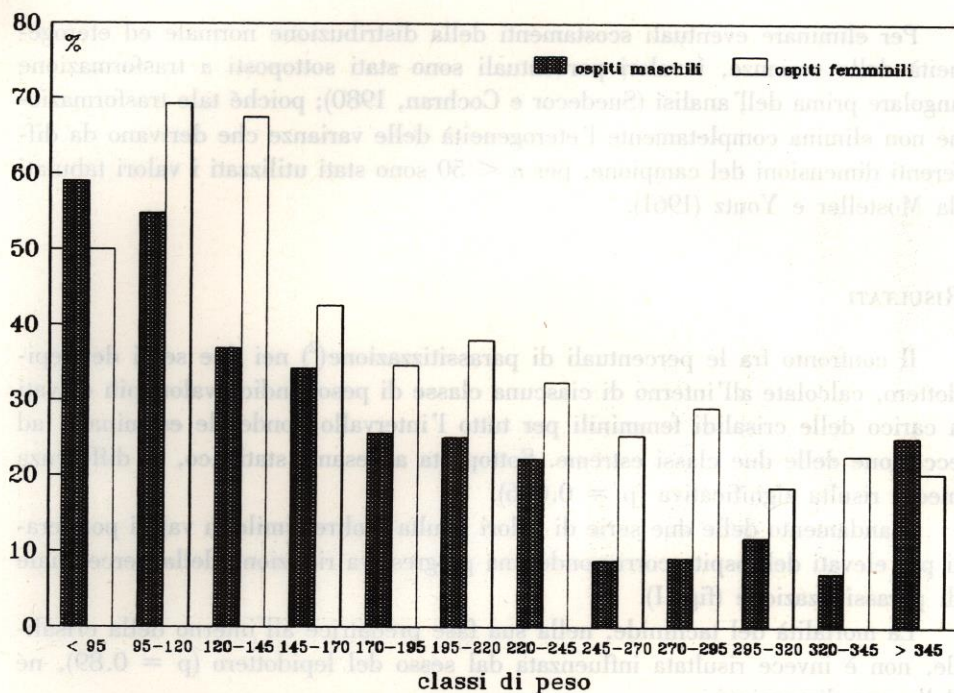


Fig. 1 - Percentuali di crisalidi parassitizzate (rilevate in base alla presenza di almeno un imbuto respiratorio) in relazione al sesso ed alle dimensioni dell'ospite (classi di peso in mg). Dati relativi al totale degli individui, trattati e non con il triprene.

flessione accompagna l'aumento dei valori ponderali. Questi dati risultano peraltro pienamente concordi con le osservazioni di Mellini e Campadelli (1982).

La durata dello sviluppo di *P. rufifrons* non sembra parimenti influenzata dalle caratteristiche dell'ospite, una volta che questo si è incrisalidato, sia nella fase precedente sia in quella seguente la formazione del pupario.

L'andamento delle percentuali di parassitizzazione è stato inoltre esaminato (fig. IV) in rapporto al tempo intercorrente fra l'ingestione delle uova microtipiche e l'incrisalidamento di *G. mellonella*: l'analisi statistica ha indicato una stretta correlazione fra i due parametri, ($r = -.91$) ed un calo lineare che accompagna l'allungamento della fase larvale del lepidottero (tab. 2).

DISCUSSIONE

I risultati emersi nel corso di questa sperimentazione indicano che la diversa idoneità, già riscontrata da Mellini *et al.* (1978), dei due sessi dell'ospite *G. mellonella* nei confronti di *P. rufifrons*, non è attribuibile al dimegetismo. La percentuale di parassitizzazione si mantiene infatti più elevata nelle femmine praticamente per tutto l'intervallo megetico considerato.

Minori dimensioni dell'ospite non si sono dimostrate nel corso di questa sperimentazione come pregiudiziali nei confronti dello sviluppo del tachinide, nono-

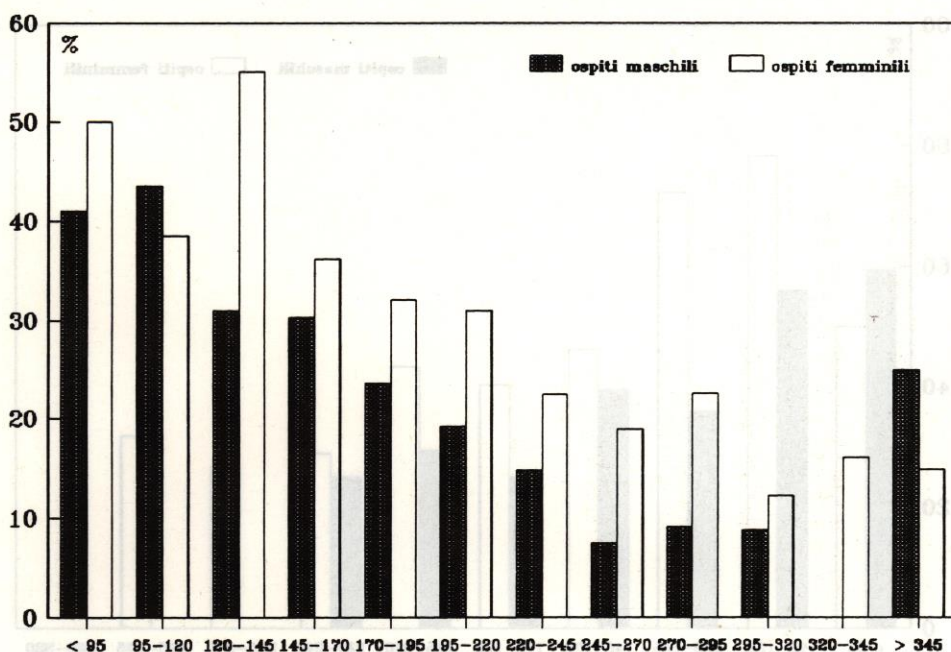


Fig. II - Percentuali di crisalidi parassitizzate (rilevate in base alla formazione del pupario del tachinide) in relazione al sesso ed alle dimensioni dell'ospite (classi di peso in mg). Dati relativi al totale degli individui, trattati e non con il triprene.

stante che in natura le vittime di *P. rufifrons* siano più corpulente del lepidottero da noi utilizzato.

Il calo delle percentuali di parassitizzazione al crescere delle dimensioni del lepidottero non va invece probabilmente interpretato come una relazione causale. Valori ponderali maggiori sono infatti associati a tempi più lunghi di sviluppo, che permettono una prolungata assunzione di cibo, e l'analisi della regressione tra la durata larvale e le percentuali di parassitizzazione ha indicato, come già menzionato, una forte correlazione negativa. La suddetta flessione potrebbe essere dovuta in parte al manifestarsi di mute precoci di parte delle larvette di *P. rufifrons*, in base a quanto osservato da Fanti *et al.* (1988), con conseguente incapacità a portare a termine lo sviluppo. Tale spiegazione trova confronto anche nella considerazione che il trattamento con triprene, che comporta il verificarsi di mute sovrannumerarie dell'ospite, ha avuto un'azione negativa sul parassitoide.

Occorre inoltre osservare che la differente idoneità allo sviluppo di *P. rufifrons*, sia in relazione al sesso che alle dimensioni di *G. mellonella*, va ricondotta alla fase larvale della vittima. Una volta avvenuto l'incrisalidamento, infatti, il simbionte non sembra più influenzare i parametri biologici dell'entomofago.

In base agli elementi in possesso, non è possibile in questa sede che formulare delle ipotesi sui meccanismi che determinano la differente idoneità dell'o-

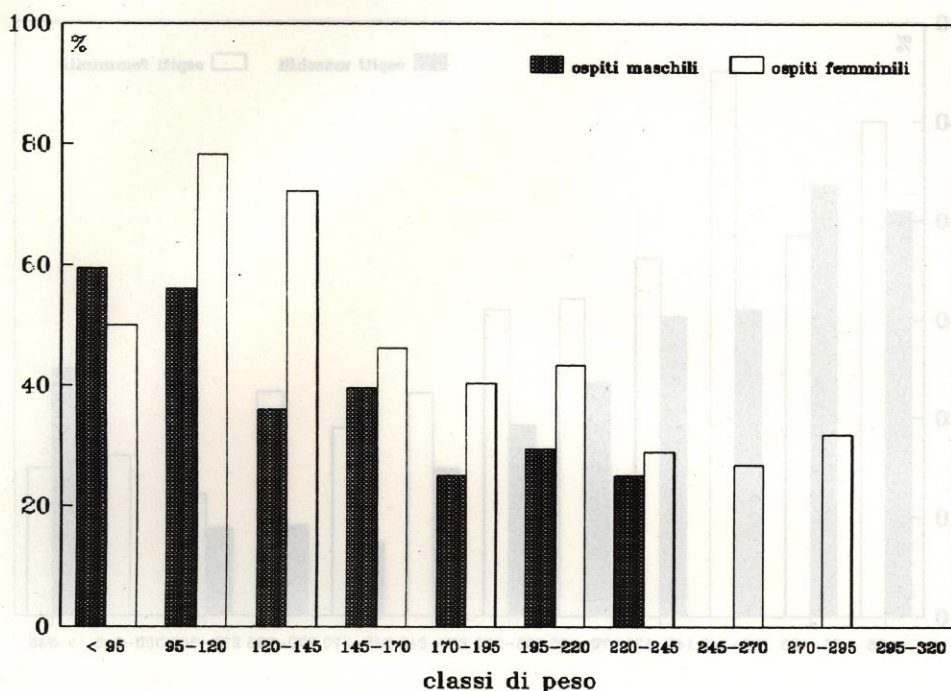


Fig. III - Percentuali di crisalidi parassitizzate (rilevate in base alla presenza di almeno un imbuto respiratorio) in relazione al sesso ed alle dimensioni dell'ospite (classi di peso in mg). Dati relativi al totale degli individui non trattati con il triprene.

spite nei confronti del tachinide. È improbabile che la spiegazione vada ricercata in una maggiore ingestione delle uova da parte delle femmine di *G. mellonella*, caratterizzate da un periodo di attività trofica maggiore, perché l'esposizione alle uova microtipiche durava per un periodo di tempo molto ridotto, insufficiente per fare emergere differenze in tale senso. Altri meccanismi che potrebbero essere coinvolti sono legati a variazioni a livello degli enzimi digestivi che causano la schiusa delle uova del tachinide (Mellini e Campadelli, 1978), o in un diverso grado di reazione emocitaria dei due sessi nei confronti del parassitoide. Tali fattori non sono stati esaminati nel corso della sperimentazione, ma va comunque ricordato che le reazioni di difesa ai parassitoidi sono, in *G. mellonella*, poco vistose (Grenier, 1986).

Tab. 1 - Effetto del trattamento *per os* dell'ospite sulla parassitizzazione di *P. rufifrons* (sul totale di crisalidi formate nelle 5 ripetizioni).

	parassitizzati	non parassitizzati
trattam. <i>per os</i> con triprene	141	563
non trattati	260	347

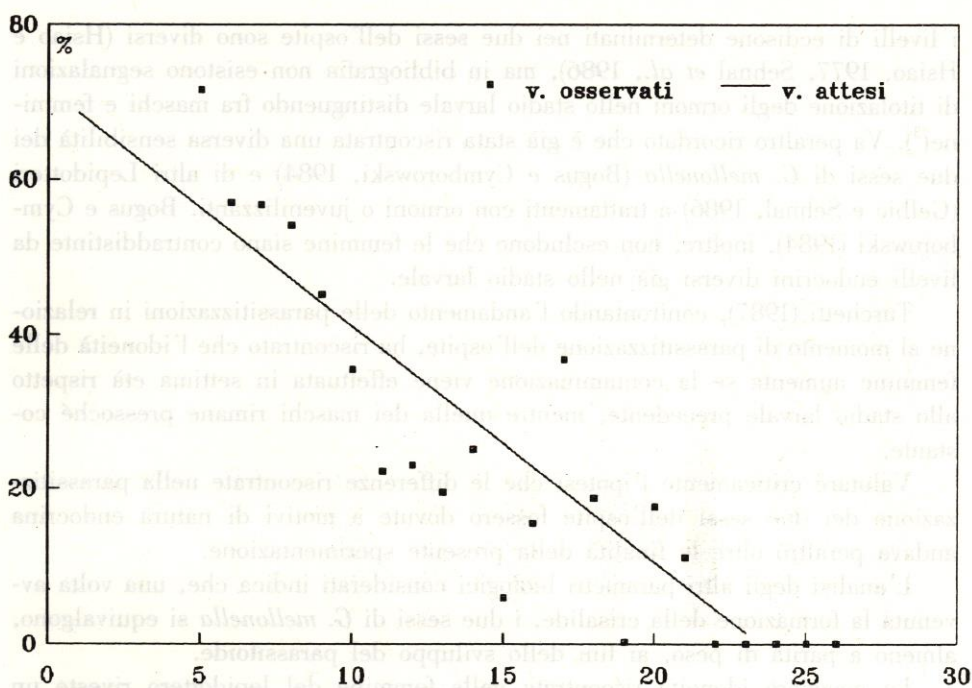


Fig. IV - Relazione fra la durata del periodo larvale dell'ospite dopo la contaminazione (giorni) e percentuali di parassitizzazione delle crisalidi (rilevate in base alla presenza di almeno un imbutto respiratorio). Dati relativi al totale degli individui, trattati e non con il triprene.

Data la stretta dipendenza di *P. rufifrons*, così come numerosi altri parassitoidi (Mellini, 1983; Beckage, 1985; Lawrence, 1986), dagli ormoni del suo ospite, in particolare per quanto riguarda il passaggio dalla prima alla seconda età larvale, è possibile che anche fattori di natura endocrina entrino in gioco nel determinare la differente idoneità dei due sessi dell'ospite. Nello stadio pupale,

Tab. 2 - Relazione fra durata del periodo larvale dell'ospite e percentuali di parassitizzazione (relative al n° di crisalidi con almeno una L₂ dell'entomofago).

Analisi della Regressione - Modello Lineare $Y = a + bX$

Parametro	Stima	Err. Standard	t	liv. prob.
a	71.61	5.21	13.74	p < 0.01
b	-3.05	0.32	-9.55	p < 0.01

Analisi della Varianza

	Devianze	g.d.L.	Varianze	F	liv. prob.
Modello	7532.1	1	7532.1	91.2	p < 0.01
Errore	1568.5	19	82.5		

Coeff. correlazione = -0.9098

i livelli di ecdisione determinati nei due sessi dell'ospite sono diversi (Hsiao e Hsiao, 1977, Sehnal *et al.*, 1986), ma in bibliografia non esistono segnalazioni di titolazione degli ormoni nello stadio larvale distinguendo fra maschi e femmine⁽³⁾. Va peraltro ricordato che è già stata riscontrata una diversa sensibilità dei due sessi di *G. mellonella* (Bogus e Cymborowski, 1984) e di altri Lepidotteri (Gelbic e Sehnal, 1986) a trattamenti con ormoni o juvenalizzanti. Bogus e Cymborowski (1984), inoltre, non escludono che le femmine siano contraddistinte da livelli endocrini diversi già nello stadio larvale.

Turchetti (1987), confrontando l'andamento delle parassitizzazioni in relazione al momento di parassitizzazione dell'ospite, ha riscontrato che l'idoneità delle femmine aumenta se la contaminazione viene effettuata in settima età rispetto allo stadio larvale precedente, mentre quella dei maschi rimane pressoché costante.

Valutare criticamente l'ipotesi che le differenze riscontrate nella parassitizzazione dei due sessi dell'ospite fossero dovute a motivi di natura endocrina andava peraltro oltre le finalità della presente sperimentazione.

L'analisi degli altri parametri biologici considerati indica che, una volta avvenuta la formazione della crisalide, i due sessi di *G. mellonella* si equivalgono, almeno a parità di peso, ai fini dello sviluppo del parassitoide.

La maggiore idoneità riscontrata nelle femmine del lepidottero riveste un interesse limitato ai fini di una immediata utilizzazione pratica, perché la differenza fra le percentuali di parassitizzazione non è così elevata da poter essere sfruttata con pratiche di allevamento che spostino la sex-ratio a favore delle femmine del lepidottero. Le osservazioni effettuate permettono però di porre le basi per una ricerca più approfondita sui meccanismi che regolano l'idoneità dell'ospite e lo sviluppo del parassitoide e una simile conoscenza è una condizione indispensabile per il miglioramento della tecnica di allevamento di massa degli entomofagi, in particolare per la messa a punto di substrati artificiali.

RIASSUNTO

È stata esaminata la variazione dell'idoneità parassitaria all'interno della coppia *Galleria mellonella* L. - *Pseudogonia rufifrons* Wied., in relazione a caratteristiche dell'ospite come il sesso e le dimensioni ponderali.

Dato il dimezzamento sessuale presente in *G. mellonella* le percentuali di parassitizzazione sono state valutate suddividendo le crisalidi dell'ospite in classi ponderali. Si è inoltre allargato il campo magnetico trattando parte degli individui con triprene somministrato *per os*.

Le percentuali di parassitizzazione sono risultate statisticamente più elevate negli ospiti fem-

⁽³⁾ Va ricordato, a questo proposito, che operare tale distinzione nello stadio larvale risulta difficoltoso per la mancanza di un dimorfismo sessuale in *G. mellonella* prima dell'incrisalidamento.

minili. Il trattamento con triprene ha comportato un calo delle percentuali di parassitizzazione e nessuna differenza dell'idoneità fra i due sessi dell'ospite.

Vengono discusse alcune ipotesi sulla natura dei fenomeni osservati.

Influence of Host Sex and Size on Host Suitability of *Galleria mellonella* L. parasitized by *Pseudogonia rufifrons* Wied.

SUMMARY

In the present work the host suitability in the host-parasitoid system *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae) - *Pseudogonia rufifrons* Wied. (Dipt. Tachinidae) is examined in relation to host sex and size.

Given the fact that the host size is greater in *G. mellonella* females, the percentages of parasitization in both sexes were compared by grouping the hosts into weight classes. To obtain a larger weight range, some hosts were treated with triprene *per os*.

The percentages of parasitization were significantly higher in female hosts. In hosts treated with the juvenoid the percentage of parasitization decreased and no difference in the host suitability of the two sexes of *G. mellonella* was observed. The significance of the observed phenomena is discussed.

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.
- BECKAGE N.E., 1985 - Endocrine interactions between endoparasitic insects and their hosts. - *Ann. Rev. Entomol.*, 30:371-413.
- BOGUS M.I., CYMBOROWSKI B., 1984 - Daily changes in the cold sensitivity of *Galleria mellonella* larvae. - *J. interdiscipl. Cycle Res.*, 15:33-43.
- BUCK J., KEISTER M., 1956 - Host-parasite relations in *Agapema* pupae (Lepidoptera, Saturniidae). - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 40:94-97.
- BURGESS A.F., CROSSMAN S.S., 1929 - Imported insect enemies of the gipsy moth and the brown-tail moth. - *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 86:1-174.
- DUPUIS C., 1963 - Essai monographique sur les Phasiinae (Diptères Tachinaires) parasites d'Hétéroptères. - *Thèse doctorat. Paris*.
- FANTI P., BRATTI A., MELLINI E., 1988 - Precocious activation of the larval-pupal parasitoid *Pseudogonia rufifrons* Wied. (Diptera Tachinidae) during the larval stage of its substitute host *Galleria mellonella* L. - Parasitoid Insects European Workshop, Lyon, September 7-10, 1987, ed. INRA, Paris, *Les Colloques de l'INRA*, n. 48: 85-86.
- GELBIC I., SEHNAL F., 1986 - Failure of some individuals of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera) to produce superlarvae. *Acta ent. bohemoslov.*, 83:161-170.
- GRENIER S., 1986 - Biologie et physiologie des relations hôtes-parasitoïdes chez 3 tachinaires (Diptera, Tachinidae) d'intérêt agronomique, développement en milieux artificiels, lutte biologique. - *Thèse doctorat. Lyon*.
- HSIAO T.H., HSIAO C., 1977 - Simultaneous determination of molting and juvenile hormone titres of the greater wax moth. - *J. Insect Physiol.*, 23:89-93.
- ILLINGWORTH J.F., 1926 - The genus *Popillia* with its natural enemies in the Orient (Col.) - *Proc. Haw. Ent. Soc.*, 6:256-259.
- LAWRENCE P.O., 1986 - Host-parasite hormonal interactions: an overview. - *J. Insect Physiol.*, 32:295-298.

- MELLINI E., 1969 - Studi sui Ditteri Larvevoridi. XX. Influenze esercitate dalla vittima sul parassita - *Mem. Soc. ent. ital.*, 48:324-350.
- 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. Univ. Bologna*, 38:135-166.
- 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., CAMPADELLI G., 1978 - Sulla schiusura delle uova microtipiche di *Gonia cinerascens* Rond. in condizioni sperimentali - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 34: 153-189.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1982 - Potenziale megetico del parassitoide *Gonia cinerascens* Rond. misurato sull'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. - *Mem. Soc. ent. ital.*, 60:239-252.
- MELLINI E., 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.
- MOSTELLER F.M., YOUTZ C., 1961 - Tables of the Freeman-Tukey transformations for the binomial and Poisson distributions - *Biometrika*, 48:433-440.
- SALT G., 1941 - The effects of hosts upon their insect parasites - *Biol. Rev.*, 16:239-264.
- SEHNAL F., DELBECQUE J.P., MAROY P., MALA J., 1986 - Ecdysteroid titres during larval life and metamorphosis of *Galleria mellonella* - *Insect Biochem.*, 16:157-162.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1980 - *Statistical Methods* - Iowa State University Press, Ames.
- TURCHETTI M., 1987 - Importanza dell'età dell'ospite al momento della contaminazione nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Pseudogonia ruffifrons* Wied. - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 42: 231-240.