

AMADOU K. COULIBALY, ALESSANDRO BRATTI, PAOLO FANTI
Istituto di Entomologia «Guido Grandi» dell'Università degli Studi di Bologna

Allevamento di *Archytas marmoratus* (Town.) (Dipt. Tachinidae)
su *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae): numero ottimale di
planidi per la parassitizzazione e ritmo di larvideposizione del
parassitoide(*)

(Ricerca eseguita con il contributo del M.U.R.S.T. 60%)

INTRODUZIONE

L'allevamento massale dei parassitoidi, da utilizzare in lanci inondativi in strategie di lotta biologica ed integrata, dipende dalla possibilità di riuscire ad ottenere grandi quantità di questi entomofagi a basso costo. Questo implica una conoscenza approfondita delle interazioni ospite-parassita che, in numerosi casi, si traduce in accorgimenti tecnici applicabili negli allevamenti.

Archytas marmoratus (Town.) grazie alla sua fecondità, all'ampia distribuzione geografica, ai numerosi Nottuidi attaccati (Arnaud, 1978), allo sviluppo di alcune tecniche per la sua produzione «in vivo» sugli ospiti naturali (Gross e Johnson, 1985) ed ai buoni risultati ottenuti in pieno campo (Gross, 1988 e 1990), è considerato un ottimo candidato per essere prodotto su larga scala.

Le femmine di questa specie depongono i planidi nell'ambiente frequentato dall'ospite. In natura la larvideposizione dipende da stimoli di ordine chimico e fisico (Nettles e Burks, 1975). In laboratorio le condizioni circostanti sono assai diverse e di cosanguinezza lo studio del ritmo della larvideposizione in cattività riveste un'importanza fondamentale ai fini della moltiplicazione dell'ausiliare.

Recentemente questo Tachinide è stato allevato con successo su *Galleria mellonella* L. (Bratti e Costantini, 1991; Gross, 1992)⁽¹⁾.

I planidi di *A. marmoratus* sono in grado di attaccare qualsiasi stadio larvale di *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *virescens* (F.) anche se l'ultimo pare essere il più idoneo (Hughes, 1975).

(*) Lavoro accettato il 15 giugno 1992.

(1) *G. mellonella* è un ospite di sostituzione idoneo per numerosi Ditteri Tachinidi oltre che per varie specie di Imenotteri Terebranti (Campadelli, 1987).

In *Helicoverpa zea* (Boddie) parassitizzando, in giorni successivi, l'ultima età larvale si assiste ad un decremento notevole, specialmente in prossimità dell'impupamento, della sopravvivenza del parassitoide (Bratti *et al.*, 1992). La non idoneità e/o accettabilità da parte dell'ospite per il parassitoide, durante le ultime fasi della vita larvale, rappresenta un fenomeno generale nei Ditteri Tachinidi (Mellini, 1986).

Il presente lavoro è stato diviso in tre parti. Nella prima abbiamo studiato l'effetto del numero di planidi per larva ospite su alcuni parametri biologici dei due simbionti. La sperimentazione è stata eseguita parallelamente su larve di ultima età neomutate e su larve mature. Nella seconda, poichè gli adulti di *A. marmoratus* emergono in natura da crisalidi di Nottuidi provviste di un bozzolo molto lasso, si è voluto accertare se la consistenza del bozzolo, di cui sono provviste le crisalidi di *Galleria*, costituisca un impedimento alla fuoriuscita del Tachinide. Infine abbiamo svolto alcune osservazioni sul ritmo di larvideposizione delle femmine del parassitoide.

MATERIALE E METODO

L'ospite *G. mellonella* è allevato con una dieta artificiale, ideata da Campadelli (1973), in condizioni di completa oscurità, ad una temperatura oscillante fra i 28 e 30 °C e U.r del 70%.

Il Dittero Tachinide *A. marmoratus* è mantenuto nei nostri laboratori secondo le condizioni descritte da Bratti e Costantini (1991).

Nella prima parte della sperimentazione si sono selezionate dall'allevamento circa un migliaio di larve di *G. mellonella* di penultima età, riconosciute mediante le dimensioni della capsula cefalica (Senhal, 1966). Una volta mutate, le larve sono state divise in due gruppi, di cui uno (LVII 1gg, larve neomutate) è stato sottoposto immediatamente a parassitizzazione mentre l'altro (LVII 5gg, larve mature), prima di essere parassitizzato, è stato mantenuto per 5 giorni in contenitori di dimensioni di 12x12x10 cm provvisti di abbondante dieta.

Nell'operazione di «infestazione» artificiale, per entrambi i gruppi, sono stati utilizzati planidi di *A. marmoratus* deposti, sopra un dischetto di carta bibula (dai 10 ai 20 cm di diametro), nelle 24 ore. Questi sono stati prelevati mediante un ago manicato, al quale il planidio sollecitato meccanicamente si ancora, e posti direttamente sul corpo delle larve ospiti. Dopo 5-6 ore dalla parassitizzazione, le LVII 1gg sono state fornite di abbondante cibo a differenza delle LVII 5gg le quali, in questa fase dell'ultima età, cessano di cibarsi per iniziare a formare il bozzolo e quindi incrisalidarsi (Senhal, 1966). In seguito il materiale biologico è stato posto in una cella climatizzata a 30°C e con U.r del 70% per poi essere trasferito, dopo la formazione delle crisalidi dell'ospite, in cella a 27°C e con un U.r. del 70% fino al rilevamento dello sfarfallamento degli adulti dell'entomofago⁽²⁾.

⁽²⁾ Il trasferimento del materiale biologico in una cella a temperatura inferiore deriva dal fatto che, per un altro Tachinide, *Pseugodonia rufifrons* Wied., è stato notato che temperature attorno ai 33°C, durante tutto lo sviluppo postembrionale, ne riducono sia le percentuali di parassitizzazione che di sfarfallamento (Campadelli e Tosi, 1984; Bratti, 1985).

In base al numero di planidi, adoperati per «contaminare» ogni singola larva, si sono formate, all'interno di ambedue i gruppi, 4 tesi: 2, 4, 6, 8 planidi x larva ospite, costituite ciascuna da circa 20-30 individui di *Galleria*. Si sono eseguite tre repliche per un totale di circa 500 LVII e di 2500 planidi.

I parametri rilevati sono stati:

- le percentuali di incrisalidamento dell'ospite (parametro indiretto per rilevare la mortalità larvale dell'ospite);
- le percentuali di parassitizzazione (N° pupari del parassitoide/N° crisalidi dell'ospite);
- le rese in adulti (N° adulti del parassitoide/N° larve dell'ospite);
- i pesi delle crisalidi, distinte per sesso, formatesi nelle 24 ore;
- i pesi delle pupe del parassitoide, considerando separatamente quelle formatesi nelle crisalidi maschili e femminili.

Nella seconda parte del lavoro si sono utilizzate solo larve mature dell'ospite. Queste, una volta parassitizzate, con 4 planidi pro capite, sono state poste in contenitori di plastica all'interno della solita cella climatizzata. Al momento della formazione della crisalide (nelle 24 ore) gli individui sono stati prelevati dai contenitori e posti singolarmente in provette chiuse con cotone idrofilo fino allo sfarfallamento degli eventuali adulti del parassitoide: metà delle crisalidi è stata privata del bozzolo sericeo. In questo modo si sono costituite due tesi, di circa 15-20 individui ciascuna, una munita e l'altra priva del bozzolo. Sono state eseguite 12 ripetizioni per un totale circa di 450 larve di *G. mellonella*.

I parametri rilevati sono stati:

- le percentuali di parassitizzazione (N° pupari del parassitoide/N° crisalidi dell'ospite);
- le percentuali di sfarfallamento (N° adulti del parassitoide/N° crisalidi dell'ospite);

È stato inoltre osservato l'orientazione del pupario rispetto alla crisalide in cui esso si formava.

Per lo studio del ritmo di larvideposizione, le femmine sfarfallate da meno di 12 ore, sono state isolate, ciascuna insieme a due maschi, in contenitori cilindrici di plastica trasparente (dimensioni 20 cm di altezza x 20 cm di diametro).

Per consentire la larvideposizione, un disco di carta da filtro (diametro di 12 cm) è stato posto sul fondo del contenitore. Le pareti del contenitore sono state tappezzate con fogli di «cellophan» per ridurre al minimo la dispersione dei planidi. Nel corso delle prove gli adulti sono stati nutriti con una soluzione di miele, imbevuta in un batuffolo di cotone.

Inizialmente si è osservata la durata della larvideposizione valutando i possibili effetti del cloranfenicolo, un antibiotico abitualmente addizionato nella dieta di numerose specie di Tachinidi, alla dose di 50 mg/l, per prevenire contaminazioni batteriche. Le osservazioni sono state effettuate su 10 femmine, di cui 5 alimentate con una soluzione nutritiva contenente l'antibiotico. Sono state utilizzate femmine di uguali dimensioni (medesima apertura alare).

Quindi, si è seguito il ritmo di deposizione nel corso della fotofase di 12

femmine, durante il quarto ed il quinto giorno del periodo di larvideposizione, effettuando sei rilievi alle ore 7.00; 9.00; 12.00; 14.00; 18.00; 21.00⁽³⁾. Queste ultime osservazioni sono state condotte a 27°C, U.r. 70% e con una fotofase di 14 ore.

Per i dati riguardanti l'effetto del numero dei planidi sulle larve di ultima età dell'ospite e per quelli relativi al ritmo di larvideposizione sono stata eseguite, rispettivamente, un'analisi fattoriale 4x2 ed un'analisi della varianza ad una via. Il confronto fra le medie è stato svolto mediante il test della differenza minima significativa (L.S.D) (Steel e Torrie, 1960). Per l'analisi dei dati del confronto fra crisalidi dell'ospite sbazzolate e non si è applicato il test «t» di Student (Lison, 1961).

I valori in percentuale sono stati trasformati usando la trasformazione angolare e, per piccoli campioni (< di 50 individui), le tavole di Mosteller e Youtz (1961).

RISULTATI

A) EFFETTO DEL NUMERO DI PLANIDI DI *A. MARMORATUS*, UTILIZZATI NELLA PARASSITIZZAZIONE, SU LVII 1GG E LVII 5GG DI *G. MELLONELLA*.

Per nessuno dei parametri considerati l'interazione fra numero dei planidi ed «età» delle larve dell'ultimo stadio di *Galleria* è risultata significativa. Quindi l'effetto del numero dei planidi è identico sia che si parassitizzino LVII 1gg che LVII 5gg, così come le eventuali differenze fra LVII 1gg ed LVII 5gg sono indipendenti dal numero di planidi adoperati.

1 - Percentuali di incrisalidamento dell'ospite, percentuali di parassitizzazione e rese in adulti del parassitoide.

Il primo parametro indica indirettamente l'eventuale effetto delle larve del parassitoide sulla mortalità larvale dell'ospite. Dai dati emerge che il numero dei planidi non influenza le percentuali di incrisalidamento ($F = 0.544$, $gl = 3; 16$), le quali oscillano tra l'85% ed il 90% (Tab. 1). Confrontando i dati in base all'«età» dell'ospite attaccato, non emerge nessuna differenza significativa (87.4% per le LVII 1gg contro il 90.8% delle LVII 5gg) ($F = 1.236$, $gl = 1; 16$) (Tab. 2).

Le percentuali di parassitizzazione evidenziano un aumento progressivo con l'incremento del numero di planidi per larva: da 71.7% all'89% ($F = 3.942$,

⁽³⁾ Durante la scotofase, come abbiamo accertato preliminarmente, *A. marmoratus* non depone alcun planidio, di conseguenza il rilievo delle ore 7.00 non è stato considerato.

Tab. 1 - Percentuali di incrisalidamento dell'ospite, percentuali di parassitizzazione e rese in adulti del parassitoide *A.marmoratus* in base al numero di planidi utilizzati per la parassitizzazione delle larve di *G. mellonella* (Media \pm e.s)

N° planidi per larva	% di incris. di <i>G.mellonella</i>	% di parass.*	Rese adulti **
2	85.0 \pm 5.9 a	71.7 \pm 4.3 a	43.1 \pm 6.0 a
4	91.7 \pm 4.9 a	79.2 \pm 4.7 ab	55.6 \pm 8.1 a
6	89.8 \pm 5.3 a	86.3 \pm 2.7 b	54.5 \pm 5.9 a
8	90.0 \pm 2.2 a	89.0 \pm 3.8 b	52.5 \pm 5.9 a

Le medie nelle colonne seguite dalle medesime lettere non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

* N° pupari del parassitoide/ N° crisalidi dell'ospite

** N° adulti del parassitoide/ N° larve dell'ospite

gl=3;16). In particolare una netta differenza la si riscontra tra gli individui parassitizzati con 2 planidi e quelli con 6 ed 8 (Tab. 1). Le LVII 5gg presentano valori in percentuale leggermente superiori rispetto alle conspecifiche più giovani: le differenze comunque non sono significative ($F=3.388$, gl=1;16) (Tab. 2).

Le rese in adulti hanno un andamento simile al parametro precedente, con l'unica differenza che la media aumenta fino a 6 planidi per poi calare lievemente nella tesi con 8 (da 54.5% per la tesi con 6 a 52.5% per quella con 8) ($F=0.824$, gl=3;16) (Tab. 1). Nel confronto fra LVII 1gg ed LVII 5gg i dati presentano lo stesso andamento notato per le percentuali di parassitizzazione: 45.7% per le prime contro il 57.1% delle altre ($F=3.041$, gl=1;16) (Tab. 2).

Tab. 2 - Percentuali di incrisalidamento dell'ospite, percentuali di parassitizzazione e rese in adulti del parassitoide *A.marmoratus* in LVII 1gg e LVII 5gg di *G. mellonella* (Media \pm e.s).

	% di incris. di <i>G.mellonella</i>	% di parass.*	Rese adulti ** %
LVII 1gg	87.4 \pm 3.6 a	78.0 \pm 3.4 a	45.7 \pm 4.5 a
LVII 5gg	90.8 \pm 2.9 a	85.1 \pm 2.9 a	57.1 \pm 4.2 a

Le medie nelle colonne seguite dalle medesime lettere non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

* N° pupari del parassitoide/ N° crisalidi dell'ospite

** N° adulti del parassitoide/ N° larve dell'ospite

2 - Pesi medi delle crisalidi dell'ospite e dei pupari del parassitoide formatisi nel loro interno.

Per quanto riguarda i pesi medi delle crisalidi maschili e femminili si nota una certa differenza, anche se non significativa, fra la tesi parassitizzata con 2

planidi e le altre. Negli individui maschili i valori ponderali vanno da 134.8 mg per la prima contro una media oscillante attorno ai 125 mg per le altre ($F=0.295$, $gl=3;16$). Mentre per quelli femminili si va da circa 196 a 180 mg della tesi con 6 planidi per arrivare ai 170 delle due rimanenti ($F=0.932$, $gl=3;16$) (Tab. 3). Confrontando i pesi, in base al momento in cui le larve di *G. mellonella* sono state parassitizzate, non si riscontrano particolari differenze nè per i maschi ($F=0.120$, $gl=1;16$) nè per le femmine ($F=0.632$, $gl=1;16$) (Tab. 4).

Tab. 3 - Pesì medi delle crisalidi dell'ospite e dei pupari del parassitoide in base al numero di planidi di *A. marmoratus* utilizzati nella parassitizzazione delle larve di *G. mellonella* (Media \pm e.s) (Valori espressi in mg)

N° planidi per larva	Peso delle crisalidi maschili di <i>G. mellonella</i>	Peso dei pupari di <i>A. marmoratus</i> formati in crisalidi maschili	Peso delle crisalidi femminili di <i>G. mellonella</i>	Peso dei pupari di <i>A. marmoratus</i> formati in crisalidi femminili
2	134.8 \pm 10.8 a	71.4 \pm 5.6 a	196.1 \pm 10.7 a	96.3 \pm 4.1 a
4	125.7 \pm 6.9 a	63.9 \pm 3.2 a	169.4 \pm 8.4 a	80.2 \pm 2.5 b
6	125.9 \pm 10.6 a	60.6 \pm 4.5 a	181.1 \pm 16.8 a	87.7 \pm 8.9 ab
8	122.0 \pm 8.7 a	57.1 \pm 3.3 a	169.9 \pm 11.4 a	74.3 \pm 3.2 b

Le medie nelle colonne seguite dalle medesime lettere non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

La situazione cambia se si considerano i pesi medi dei pupari. Sia per quelli formati in ospiti maschili che femminili essi tendono a diminuire con l'aumentare del numero di planidi/ospite. Da 71.4 a 57.1 mg in quelli maschili ($F=1.859$, $gl=3;16$) e da 96.3 a 74.3 mg in quelli femminili ($F=3.419$, $gl=3;16$) (Tab. 3). Il confronto fra LVII 1gg ed LVII 5gg non mette in evidenza alcuna differenza significativa ($F=0.946$, $gl=1;16$ per i pupari dalle crisalidi maschili e $F=0.133$, $gl=1;16$ per quelli da crisalidi femminili) (Tab. 4).

Tab. 4 - Pesì medi delle crisalidi dell'ospite e dei pupari del parassitoide in LVII 1gg e LVII 5gg di *G. mellonella* (Media \pm e.s)(Valori espressi in mg)

	Peso delle crisalidi maschili di <i>G. mellonella</i>	Peso dei pupari di <i>A. marmoratus</i> formati in crisalidi maschili	Peso delle crisalidi femminili di <i>G. mellonella</i>	Peso dei pupari di <i>A. marmoratus</i> formati in crisalidi femminili
LVII 1gg	125.4 \pm 7.9 a	61.1 \pm 3.6 a	184.3 \pm 10.2 a	85.6 \pm 4.6 a
LVII 5gg	128.8 \pm 4.5 a	65.9 \pm 4.4 a	174.0 \pm 6.9 a	83.7 \pm 4.1 a

Le medie nelle colonne seguite dalla medesima lettera non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

B) PERCENTUALI DI PARASSITIZZAZIONE E RESA IN ADULTI DI
A. MARMORATUS IN CRISALIDI CON E SENZA BOZZOLO.

Il primo parametro è stato rilevato unicamente per accertare che in entrambe le tesi i valori fossero simili. In effetti le percentuali di parassitizzazione oscillano entrambe attorno all'84%.

Le percentuali di sfarfallamento indicano chiaramente che il bozzolo della crisalide non impedisce la fuoriuscita delle immagini (60.7% nella tesi con i bozzoli contro il 67.3% per quella in cui le crisalidi ne sono stati privati). La leggera differenza non è significativa ed il $t=0.698$ ne è una prova evidente (Tab. 5).

Tab. 5 - Percentuali di parassitizzazione e di sfarfallamento relativi ad *A. marmoratus* in crisalidi di *G.mellonella* con e senza bozzolo (Media \pm e.s)

Crisalidi	% di parass.*	% di sfarfall. **
Con bozz.	84.2 \pm 2.7 a	60.7 \pm 8.4 a
Senza bozz.	83.6 \pm 2.6 a	67.3 \pm 4.4 a
$P \leq 0.05$	$t = 0.163$	$t = 0.698$

* N° pupari del parassitoide/ N° crisalidi dell'ospite

** N° adulti del parassitoide/ N° crisalidi dell'ospite

Tab. 6 - Numero totale di planidi deposti e durata del periodo di larvideposizione di *A. marmoratus* (medie \pm e.s.) con addizione o meno nella dieta di cloranfenicolo (50 mg/l).

Tesi	n. planidi	durata (gg)
Con antibiotico	3745.8 \pm 472.7 a	44.0 \pm 4.8 a
Senza antibiotico	4246.0 \pm 440.3 a	26.0 \pm 7.4 a

Le medie nelle colonne seguite dalle medesime lettere non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

Tab. 7 - Ritmo di larvideposizione di *A. marmoratus* nel corso della fotofase espresso come numero di planidi deposti, % di planidi sul totale giornaliero e come percentuale media oraria sul totale giornaliero (medie \pm e.s.)

Orario	n. planidi	% dep. giorn.	% media oraria
7- 9	33.3 \pm 14.7	6.66 \pm 2.6 a	3.33 \pm 1.3 a
9-12	50.8 \pm 14.2	9.77 \pm 2.1 a	3.26 \pm 0.7 a
12-14	124.6 \pm 21.7	31.16 \pm 4.2 b	15.58 \pm 2.1 b
14-18	216.9 \pm 41.2	44.45 \pm 4.8 b	11.11 \pm 1.2 b
18-21	35.0 \pm 11.6	7.95 \pm 2.1 a	2.65 \pm 0.7 a

Le medie nelle colonne seguite dalle medesime lettere non differiscono significativamente; $P \leq 0.05$.

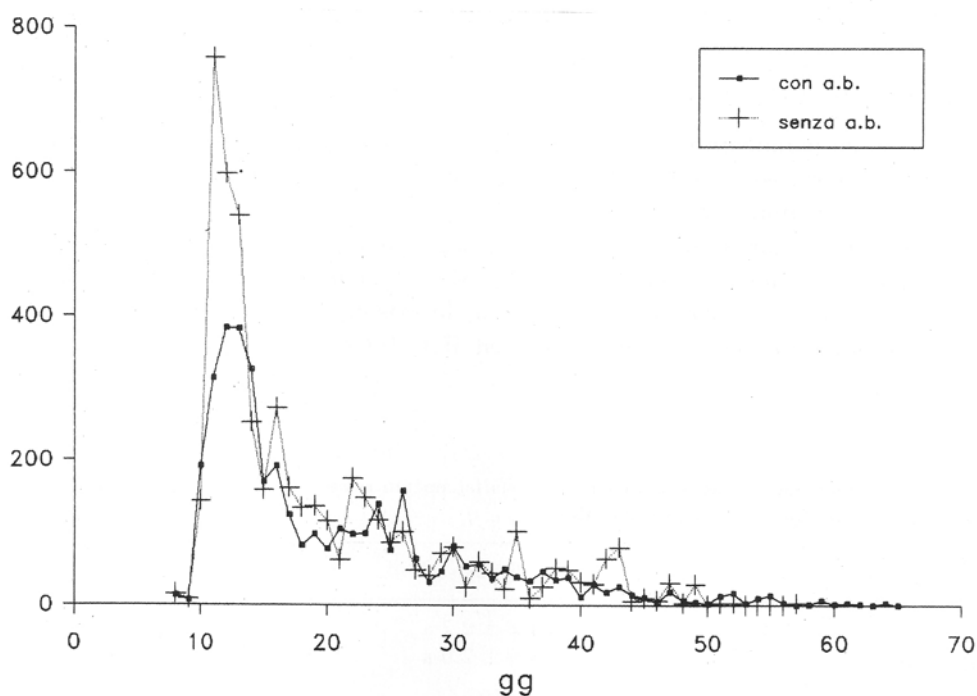


Fig. I - Curve di larvideposizione di *A. marmoratus*, alimentata o meno con la soluzione contenente l'antibiotico (a.b.), espresse come numero di planidi deposti per femmina (ogni curva è la media di cinque femmine).

C) RITMO DI LARVIDEPOSIZIONE DI *A. MARMORATUS*.

Nella Fig. I è rappresentato l'andamento delle curve di larvideposizione delle femmine. Il periodo di prelarvideposizione è risultato di circa 10 giorni. Il 75% dei planidi è stato deposto entro il tredicesimo-quindicesimo giorno dal momento dello sfarfallamento, sia per le femmine nutrite con la soluzione di miele che per quelle in cui, nella soluzione nutritizia, è stato addizionato l'antibiotico.

Il cloranfenicolo non ha prodotto effetti particolari sulla larvideposizione complessiva e le differenze osservate non risultano significative nè riguardo al numero dei planidi ($F=0.7$; $gl=1,8$) nè alla durata di larvideposizione ($F=2.88$; $gl=1,8$). Il numero medio di planidi si aggira intorno ai 4000 per femmina (Tab. 6). Il valore medio più basso osservato nelle femmine non trattate con cloranfenicolo è in realtà dovuto ad un unico individuo morto dopo 17 giorni dall'inizio della deposizione, quando peraltro più dell'80% dei planidi viene deposto.

Nelle osservazioni svolte durante il corso della fotofase si è manifestato un'andamento ciclico della larvideposizione che è piuttosto scarsa nelle prime ore di luce ed è risultata prevalentemente concentrata fra la sesta e l'undicesima ora (circa il 75% di planidi deposti), per poi decrescere nuovamente (Tab. 7).

CONCLUSIONI

Rispetto al numero dei planidi utilizzati per la parassitizzazione dell'ospite, le tesi con 6 ed 8 planidi per larva sono quelle che hanno fornito una percentuale di parassitizzazione più elevata. Questo fenomeno può essere spiegato con il fatto che, più il numero di planidi per larva è elevato, più probabilità vi sono che almeno un parassitoide riesca ad installarsi e ad evolversi nella crisalide. Anche Hughes (1975), descrivendo la biologia di *A. marmoratus* su *H. virescens*, afferma che alcuni planidi, oltre a non penetrare, spesso muoiono nello spessore del tegumento delle larve ospiti. Nel presente lavoro la situazione non è così chiara se si considerano le rese in adulti dove le differenze non sono apparse significative. Soprattutto riguardo alla tesi con 8 planidi i valori in percentuale subiscono un calo notevole. Pur non avendo svolto delle osservazioni mirate, si potrebbe ipotizzare che a maggior densità vi siano più larve dei parassitoidi in grado di raggiungere la crisalide dove, per un'insufficiente disponibilità di cibo o di spazio non riescano a svilupparsi. Questo fenomeno era già stato notato sempre da Hughes (1975) che ha rilevato come le rese in adulti tendano a calare quando il numero di larve del parassitoide all'interno della crisalide del Nottuide, che presenta dimensioni di poco superiori a quelle di *Galleria*, supera il numero di 3⁽⁴⁾.

Per quanto riguarda i pesi delle crisalidi sia maschili che femminili, pare vi sia un leggero effetto in relazione al numero di planidi adoperati. In particolare la tesi con 2 planidi è quella in cui l'ospite è danneggiato in minor misura. Se si considerano i pesi dei pupari, l'andamento precedente è ancor più accentuato⁽⁵⁾. Un maggior numero di planidi, con la loro attività, potrebbe provocare un effetto traumatico nell'ospite che in seguito si ripercuoterebbe sul parassitoide determinando pesi inferiori dei pupari. Tale intervento, da parte delle L1 dei Ditteri Tachinidi, secondo Mellini e Campadelli (1980) può essere sia di tipo chimico (dato dai liquidi digestivi emessi dalle larvette) che meccanico (dovuto alle migrazioni ed ai movimenti delle larve durante alcune fasi ontogenetiche dell'ospite). Un analogo comportamento, nella coppia oggetto della presente sperimentazione, era già stato evidenziato da Bratti e Costantini (1991) dove però, diversamente da quanto osservato in questo lavoro, le L1 sembrano causare una certa mortalità larvale dell'ospite.

In ogni caso poichè le rese in adulti non variano variando il numero di planidi per larva ospite, almeno nei limiti delle densità saggiate, viene indirettamente confermata la validità della tecnica di parassitizzazione utilizzata da Bratti e Costantini (1991). Tale tecnica consiste nel porre dei dischetti di carta bibula

⁽⁴⁾ Da varie osservazioni, effettuate dissezionando crisalidi parassitizzate, non si sono mai rinvenute più di 3 larve di *Archytas* per crisalide.

⁽⁵⁾ Come succede per la coppia *P. rufifrons* - *G. mellonella* (Mellini e Campadelli, 1982), i pesi dei pupari sono, nell'ambito di certi intervalli ponderali, direttamente dipendenti dai pesi delle crisalidi in cui essi si formano.

del diametro di circa 12 cm, sulla superficie dei quali si trovano i planidi depositi nelle 24 ore dalle femmine, all'interno di contenitori chiusi, di dimensioni pari a 12x12x10 cm, nei quali vengono riposte le larve ospiti in un numero pari ad un quarto di quello dei planidi. In questo modo si ottengono rese in adulti molto simili (65-68%) a quelle ottenute procedendo alla parassitizzazione individuale con un numero di planidi variabile da 2 a 8 per larva ospite.

Dal confronto fra LVII Igg ed LVII 5gg non emergono, diversamente da quanto ci si aspettava, differenze rilevanti. Questo dato riveste una notevole importanza pratica poichè permette di semplificare le operazioni di parassitizzazione, nella gestione dell'allevamento, utilizzando larve mature che, dopo essere state «contaminate», non devono necessariamente essere nutrite.

La presenza del bozzolo nelle crisalidi di *G. mellonella* non costituisce un ostacolo per l'emergenza degli adulti di *A. marmoratus*. Dalle osservazioni eseguite i pupari dell'endofago risultano, in gran parte, localizzati nella parte cefalica delle crisalidi ed inoltre regolarmente isorientati con le loro spoglie.

L'andamento della larvideposizione è molto simile a quello rilevato da Hughes (1975) in *A. marmoratus* allevata su *Helicoverpa* spp. L'unica differenza è che l'Autore riporta che ogni femmina presenta un periodo di inattività variabile da 1 a 9 giorni, mentre nella presente sperimentazione non abbiamo notato questo comportamento.

L'impiego del cloranfenicolo è utile come misura di precauzione igienica nell'allevamento e non altera la fecondità del Dittero.

Per quanto riguarda il ritmo di deposizione, al pari di quanto da noi osservato, anche altri Ditteri Tachinidi manifestano una fluttuazione della ovideposizione nel corso della giornata, come riportato da Danks (1975) per *Winthemia rufopicta* (Big.) e da Fanti (1984) per *Pseudogonia rufifrons*. Tutti questi casi non possono essere definiti come ritmi circadiani (Brady, 1974) poichè il carattere endogeno del fenomeno pare non sussistere. Dato che stimoli esterni, quali l'illuminazione, influenzano direttamente la deposizione è più appropriata la definizione di ritmo giornaliero.

In base ai risultati conseguiti in questa sperimentazione, si può affermare che *G. mellonella* è un ottimo ospite di sostituzione per *A. marmoratus*. Le buone rese in adulti ottenute dalle larve mature, la possibilità di poter adoperare un numero variabile da 2 a 8 di planidi/larva e la conoscenza del momento in cui il maggior numero di planidi viene deposto rendono più efficienti le tecniche di allevamento di questo Dittero Tachinide.

RIASSUNTO

Archytas marmoratus (Town.) (Dipt. Tachinidae) è un parassitoide solitario, a sviluppo larva-pupale, che attacca numerose specie di Nottuidi nel sud degli Stati Uniti. Il presente lavoro è stato svolto sulla coppia *A. marmoratus* - *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleriidae).

Abbiamo considerato alcuni aspetti riguardanti la simbiosi parassitaria al fine di migliorare le tecniche di allevamento per produrre il parassitoide su larga scala.

Nella prima parte della sperimentazione abbiamo studiato l'effetto del numero di planidi per

larve di ultima età dell'ospite (iniziali e mature) su alcuni dei parametri biologici dei due simbrionti.

Quindi abbiamo voluto accertare se la struttura del bozzolo di cui sono provviste le crisalidi di *Galleria*, che è più consistente rispetto a quello degli ospiti naturali, costituisca un impedimento alla fuoriuscita dei Tachinidi.

Infine è stato osservato il ritmo di larvideposizione del parassitoide sia nel corso della sua vita che durante il giorno.

I risultati indicano che, almeno per il numero di planidi (2,4,6,8) saggiati per larva ospite, le differenze fra le rese di adulti non sono significative sia che si parassitizzino LVII neomutate che LVII mature. Una leggera differenza si nota nei pesi dei pupari che risultano maggiori, per entrambi i sessi delle crisalidi dell'ospite in cui si sono formati, nelle tesi in cui abbiamo adoperato 2 planidi per larva.

Il bozzolo della crisalide non impedisce la fuoriuscita dell'adulto, il cui pupario è dislocato, nella stragrande maggioranza dei casi, nella parte cefalica della crisalide regolarmente isorientato con la sua spoglia.

Il 75% dei planidi viene deposto tra il tredicesimo e quattordicesimo giorno dall'emergenza degli adulti, mentre, durante il giorno, la gran parte è deposta tra la sesta e l'undicesima ora dall'inizio della fotofase.

In base ai risultati conseguiti in questa sperimentazione, si può affermare che *G. mellonella* è un ottimo ospite di sostituzione per *A. marmoratus*. Le buone rese in adulti (57%) ottenute dalle larve mature, la possibilità di poter adoperare un numero variabile da 2 a 8 di planidi/larva e la conoscenza del momento in cui il maggior numero di planidi viene deposto rendono più efficienti le tecniche di allevamento di questo Dittero Tachinide.

Rearing of *Archytas marmoratus* (Town.) (Diptera: Tachinidae) on *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Galleriidae): Parasitoid Larviposition Rhythm and Optimum Planidia Number for Parasitization

SUMMARY

Archytas marmoratus (Town.) is a solitary larval-pupal parasitoid that attacks numerous Noctuid species in the southern of the United States. The present study was carried out on the artificial system *Galleria mellonella* - *Archytas marmoratus*.

The effect of the number of planidia (2,4,6 and 8) per host larval instar (24 hrs after last larval molt and full-grown larva), on selected biological parameters of the host-parasitoid pair is reported.

We observed if the compactness of the host pupa cocoon might affect the adult parasitoid emergence. The larviposition rhythm of *A. marmoratus* both throughout its life and per day was also monitored.

Adult parasitoid yields based on the number of planidia used per host larva were not significantly different, either for the last larval instars or for the full-grown larvae.

The average weight of the puparia, which develop both in male and female host pupae, were slightly greater when we parasitized each host larva with 2 planidia.

The cocoon did not prevent adult emergence of the parasitoid and each puparium, which is regularly iso-oriented to the host carcass, is located in the cephalic part of the host pupa.

About 75% of the planidia are laid on the day 13-14 after adult emergence. During the day, the females lay most of the planidia between the 6th and 11th hr from the beginning of the photophase (27 C°, 14 h photophase, R.H. 70%).

The findings of this study show that *G. mellonella* is a suitable factitious host for *A. marmoratus*. The high adult yields of the parasitoid (57%) obtained from parasitizing the full-grown larvae, the rather high range in the number of planidia (from 2 to 8) per host larva to use in the artificial

parasitization and a knowledge of the larviposition rhythm result in more efficient parasitoid rearing techniques.

Elevage de *Archytas Marmoratus* (Townsend) (Diptera: tachinidae) sur *Galleria Mellonella* L. (Lepidoptera: Galleridae): nombre optimal de planidia pour le parasitisme et rythme de la ponte des larves.

RÉSUMÉ

Cette expérience est effectuée sur le couple *Archytas marmoratus* (Town.) (Dipt. Tachinidae) - *Galleria mellonella* L. (Lep. Galleridae).

Afin d'améliorer les techniques d'élevage, pour une production du parasitoïde à grande échelle, nous avons étudié le nombre optimale de planidia par larve hôte, indispensable à l'obtention d'un grand nombre d'adultes de l'entomophage. L'expérimentation porte sur les larves du dernier stade, moitié néométamorphosées (LVII 1j.) et moitié adultes (LVII 5j.).

En outre, nous avons voulu vérifier si la structure du cocon de la chrysalide de *Galleria*, plus consistant que celui de l'hôte naturel, constituait un obstacle à l'émergence des diptères.

En fin on a suivi le rythme de la ponte des larves par la femelle non seulement au cours de la journée mais aussi pour toute la durée de sa vie.

Les résultats indiquent, tout au moins pour le nombre de planidia expérimenté, soit: 2,4,6 e 8/ larve hôte, que la différence entre le nombre des adultes obtenus, n'est pas plus significative pour les jeunes larves (LVII 1j.) que pour celles adultes (LVII 5j.). Une légère différence s'observe dans le poids des pupaires, plus grand chez les deux sexes de la chrysalide hôte dans le cas des essais avec 2 planidia par hôte.

Le cocon n'empêche pas l'émergence des diptères qui profitent de la fissure présente dans sa partie antérieure et dont les pupaires sont isorientés dans la dépouille de la chrysalide.

Les 75% des planidia sont pondus entre le 13^e et le 14^e jour de l'émergence des adultes par contre dans la journée la ponte est maximale entre la 6^e et la 11^e heure de la photophase.

Les résultats de cette expérience permettent d'affirmer que *G. mellonella* est un hôte de substitution parfait pour *A. marmoratus*. Le rendement (57% des diptères à partir des larves adultes), la possibilité d'adopter un nombre variable de planidia (2 à 8 planidia par larve) et la connaissance du rythme de la ponte des planidia rendent plus rationnelles les techniques d'élevage de ce Diptère Tachinaire

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Harry Gross, USDA-ARS-IBPMRL in Tifton, Georgia and Dr. W.C. Nettles, Biological Control of Pests Research Unit in Weslaco, Texas for supplying us with the insects used to establish the colony of *A. marmoratus*.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ARNAUD P.H. JR., 1978. - A host-parasite catalog of North American Tachinidae (Diptera). - *USDA Misc. Publ.* N° 1319, 860 pp.
- BRADY J., 1974. - The physiology of insect Circadian Rhythms. - *Adv. Insect Physiol.*, 10: 1-115.
- BRATTI A., 1985. - Relazioni tra densità di popolazione dell'ospite e percentuali di parassitizzazione nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 39: 127-139.
- BRATTI A., COSTANTINI W., 1991. - Effetti di nuove diete artificiali dell'ospite sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* (Lep. Galleriidae) - *Archytas marmoratus* (Town.) (Dipt. Tachinidae). - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 46: 49-62.

- BRATTI A., NETTLES W.C. JR., FANTI P., 1992. - Influence of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) Age During the Last Instar on Rates of Parasitization by the Larval-pupal Parasitoid, *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae). - *Env. Entomol.*, 21: 1196-1201.
- CAMPADELLI G., 1973. - Allevamento di *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera Galleriidae) con dieta semiartificiale. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 32: 11-25.
- CAMPADELLI G., 1987. - *Galleria mellonella* L. quale ospite di sostituzione per i parassitoidi. - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 42: 47-65.
- CAMPADELLI G., TOSI C., 1984. - Ricerca della temperatura ottimale per l'allevamento di *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 39: 101-111.
- DANKS H.V., 1975. - Factors determining levels of parasitism by *Winthemia rufopicta* (Diptera:Tachinidae), with particular reference to *Heliothis* spp. (Lepidoptera:Noctuidae) as hosts. - *Can Entomol.*, 107: 655-685.
- FANTI P., 1984. - Ovideposizione di *Gonia cinerascens* Rond (Diptera: Tachinidae) in condizioni sperimentali: variazioni nel tempo e ritmi giornalieri. - *Boll. Ist. Ent. «G. Grandi» Univ. Bologna*, 38: 167-179.
- GROSS H.R., 1988. - *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae): Field survival and performance of mechanically extracted maggots. - *Env. Entomol.*, Vol. 17, n° 2, pp. 233-237.
- GROSS H.R., 1990. - Field release and evaluation of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) against larvae of *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in whorl stage corn. - *Env. Entomol.*, 19 (4): 1122-1129.
- GROSS H.R., 1992. - Advances in Mass Propagation of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae), A Primary Parasitoid of *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). - *Env. Entomol.* (in press).
- GROSS H.R., JOHNSON R., 1985. - *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae): advances in rearing and associated biological studies. - *J. Econ. Entomol.*, 78: 1350-53.
- HUGHES P.S., 1975. - The biology of *Archytas marmoratus* (Townsend). - *Ann. Entomol. Soc. Am.*, vol. 68 n° 4: 759-767.
- LISON L., 1961. - Statistica applicata alla Biologia sperimentale. - Casa Editrice Ambrosiana, 381 pp.
- MELLINI E., 1986. - Importanza dello stadio dell'ospite, al momento della parassitizzazione, per la biologia dei Ditteri Larvevoridi. - *Frustula Ent., Nuova Serie*, 7-8: 395-419.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1980. - Confronto ponderale tra individui parassitizzati e indenni nella coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 109-125.
- MELLINI E., CAMPADELLI G., 1982. - Potenziale megetico del parassitoide *Gonia cinerascens* Rond. misurato sull'ospite di sostituzione *Galleria mellonella* L. - *Mem. Soc. Ent. Ital.*, 60: 239-252.
- MOSTELLER F.M., YOUTZ C., 1961. - Tables of Freeman-Tukey transformations for the binomial and Poisson distributions. - *Biometrika*, 48: 433-440.
- NETTLES W.C., BURKS M.L., 1975. - A substance from *Heliothis virescens* larvae stimulating larviposition by females of the tachinid, *Archytas marmoratus*. - *J. Insect Physiol.*, 21: 965-978.
- SEHNAL F., 1966. - Kritisches Studium der Bionomie und Biometrik der verschiedenen Lebensbedingungen gezüchteten Wachsmotte, *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera). - *Z. Wiss. Zool.*, 174: 53-82.
- STEEL R.G.D., TORRIE H.J., 1960. - Principles and procedures of Statistics. - Ed. McGraw-Hill, 481 pp.