

Ricerca della temperatura ottimale per l'allevamento di *Gonia cinerascens* Rond. (Diptera: Larvaevoridae).

(Ricerche eseguite con il contributo del C.N.R.)

INTRODUZIONE

Gonia cinerascens Rond. e *Galleria mellonella* L. hanno esigenze termiche diverse per il loro sviluppo. In precedenza Mellini et alii (1979) hanno affrontato il problema relativo alla ricerca di una temperatura idonea per entrambi i simbionti. I risultati ottenuti dagli AA. sopracitati vengono qui sostanzialmente confermati, prendendo in considerazione anche nuovi fattori allora non esaminati.

Uno dei fattori climatici che maggiormente influenzano lo sviluppo e l'attività degli Insetti è senza dubbio la temperatura. Per tale motivo essa rappresenta l'oggetto fondamentale di studio di numerosissime ricerche e, in modo particolare, di quelle rivolte a scoprire il livello termico ottimale per una migliore resa degli allevamenti. Al riguardo esiste una vasta letteratura sugli Imenotteri Terebranti anche perché, fra i parassitoidi, sono quelli che meglio si adattano alle condizioni di laboratorio. Non potendo, per ovvie ragioni, citare tutti i lavori scritti su questo argomento ci limiteremo ad indicarne solamente alcuni tra quelli più significativi pubblicati in questi ultimi anni, in aggiunta a quelli già citati da Mellini et alii (1979).

Morales e Hower (1981) hanno dimostrato che la soglia per lo sviluppo degli stadi larvali di *Microctonus aethiopoides* Loan. (Hym. Braconidae) è di +8,4 °C e che la relazione tra la temperatura e la durata dello sviluppo è lineare: con l'aumentare della temperatura diminuiscono i giorni impiegati nello sviluppo larvale e pupale.

Jackson e Patana (1980) osservano che *Bracon platynotae* (Cushman) (Hym. Braconidae), allevato su *Pectinophera gossypiella* (Saunders) (Lep. Gelechiidae) (che è il suo ospite naturale), a +20 °C impiegava 18 giorni per compiere tutto l'accrescimento larvale, mentre a +35 °C ne bastavano soltanto 6,8. Gli stessi AA., utilizzando un ospite non naturale, la *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lep. Noctuidae) trovarono valori molto simili: a +20 °C occorrevano 17,5 giorni, mentre a +35 °C erano sufficienti 6,8 giorni. Ciò è in pieno accordo con quanto

avviene in natura poiché tale Braconide vive nelle zone desertiche caratterizzate da alte temperature.

Butler et alii (1983), studiando lo sviluppo di *Cardiochiles nigripes* Viereck (Hym. Braconidae) in *Heliothis virescens* (F.) (Lep. Noctuidae), notarono che il tempo trascorso negli stadi uovo-larva variava da 45 giorni (a +17 °C) a 9,3 giorni (a +32,5 °C), mentre la durata degli stadi di prepupa-pupa scende da 23 giorni (a +22,5 °C) a 12,2 giorni (a +32,5 °C). La longevità degli adulti, pressoché uguale per ambedue i sessi, passava da 28 giorni (a +20 °C) a 7,4 giorni (a +35 °C). Le percentuali di parassitizzazione invece aumentavano col crescere della temperatura: il massimo si verificava a +30 °C.

La temperatura influisce anche sulla fecondità. Ciò fu constatato da Laraichi (1979) su tre parassiti oofagi: *Ooencyrtus fecundus* Ferr. e Voeg. *O. nigerrimus* Ferr. e Voeg. e *O. telenomicida* Vass. (Hym. Encyrtidae). Mentre la temperatura ottimale risultò compresa tra i +25 e +30 °C per *O. fecundus* e *nigerrimus*, per *O. telenomicida* il livello più alto si rivelò invece dannoso. Per questa ultima specie l'ottimo termico è situato sui +25 °C. Infine le femmine di *O. fecundus* Ferr. e Voeg., allevate ad una temperatura oscillante tra i +30-35 °C, hanno una fecondità più alta che se allevate a una temperatura costante.

Pravisani (1981), esaminando l'influenza della temperatura sui rapporti che intercorrono fra ospite e parassita nella coppia *Trialeurodes vaporariorum* Westw. (Hom. Aleyrodidae) - *Encarsia formosa* Gahan. (Hym. Aphelinidae), notò che l'ospite completava il proprio ciclo pre-immaginale a temperature costanti comprese tra i +10 e +32,5 °C: mentre a +10 °C il ciclo dura 90,6 giorni, a +32,5 °C si svolge in soli 30 giorni; al di sopra di tale temperatura l'insetto non completa più il suo ciclo. Per *Encarsia formosa* Gahan il ciclo si compie, a +12 °C in 42,3 giorni. Al di sopra di tale temperatura la durata dello sviluppo pre-immaginale decresce, raggiungendo un minimo di 13 giorni a +32,5 °C, per poi risalire a 14 giorni con una temperatura di +35 °C.

Yeargan (1983), studiando lo sviluppo e lo sfarfallamento di *Trisolcus euschisti* (Ashmead) (Hym. Scelionidae), nelle uova di *Podius maculiventris* (Say) (Hym. Pentatomidae), notò che a una temperatura costante di +15 °C non si verificava lo sfarfallamento né di maschi né di femmine, mentre con temperature fluttuanti tra +14 e +22 °C, nonché fra +21 e +33 °C il ciclo dell'entomofago procedeva regolarmente. Con temperature inferiori ai +15 °C e superiori ai +33 °C si aveva invece una forte diminuzione, in percentuale, degli sfarfallamenti.

Sing e Anand (1982) notarono che, a +35 °C e U.R. 60%, lo sviluppo e la sopravvivenza del parassita *Apanteles flavipes* (Cameron) (Hym. Braconidae), evolventesi su *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lep. Pyralidae), risultavano in parte compromessi. Tuttavia combinando la temperatura di +30 °C con una U.R. del 75% non solo lo sviluppo e la

sopravvivenza di tale parassita erano garantite, ma si verificava anche un'elevata parassitizzazione dell'ospite.

Ables et alii (1976), sottoponendo a 8 diversi regimi termici pupae di mosca domestica parassitizzate, notarono che il parassita *Spalangia endius* Walker (Hym. Pteromalidae) non si sviluppava a +12 e a +15,6 °C; a +18 °C la durata dell'accrescimento era di 66 giorni, mentre a +35 °C si riduceva a 17 giorni soltanto. Relativamente a un altro parassita della mosca domestica, il *Muscidifurax raptor* Girault e Sanders (Hym. Pteromalidae), lo sviluppo era molto più rapido rispetto a

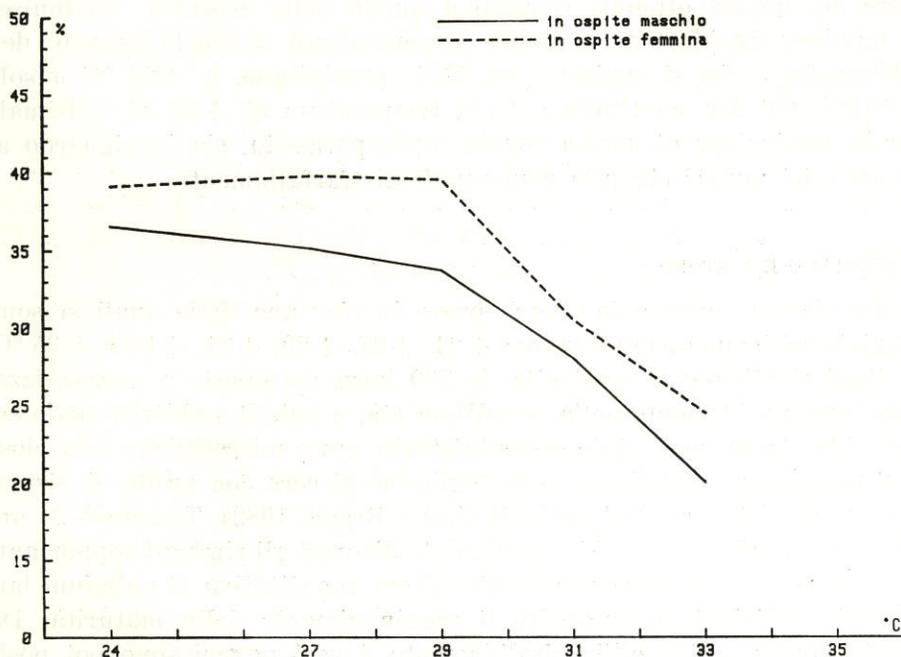


FIG. I

Percentuali di parassitizzazione (rapporto tra il numero di pupari e numero di crisalidi) riferite al sesso nell'ospite. Si mantengono costanti fino a +29 °C; con ulteriori aumenti di temperatura scendono rapidamente, fino a toccare lo zero a +35 °C. In ogni caso sono più elevate negli ospiti femminili.

quello di *Spalangia endius* Walker alle temperature di +18 e +35 °C.

Anche per i Ditteri Larvevoridi si è notato che lo sviluppo si accelera nei vari stadi con l'elevarsi della temperatura, come dimostrano i dati riportati da Mellini et alii (1979).

David et alii (1981) in *Sturmiopsis inferens* Townsend notarono che, alla temperatura di +27 °C il periodo larvale e quello pupale era pari, rispettivamente, a +13,5 e 11 giorni per i maschi, e a 12,8 e 11 per le femmine. Tali valori diminuivano con l'aumentare della temperatura,

mentre la sopravvivenza delle femmine, la loro fecondità e fertilità risultavano inversamente proporzionali al livello termico. La mortalità più alta fu osservata alla temperatura costante di +33 °C, mentre facendo oscillare quest'ultima tra +33 e +31 °C il tasso di mortalità diminuiva. In conclusione gli AA. dimostrarono che la temperatura ottimale per l'allevamento in massa di tale Dittero era compresa tra i +27 e +29 °C.

Mellini et alii (1979) studiando gli effetti della temperatura sulla coppia ospite-parassita *Gonia cinerascens* Rond. - *Galleria mellonella* L., trovarono che il livello termico ottimale per il parassita non coincide con quello dell'ospite. Infatti alla temperatura di +34 °C il numero dei pupari ottenuti rispetto a quello delle crisalidi, diminuisce in maniera significativa, e inoltre le percentuali di sfarfallamento dell'entomofago, che si aggirano sul 75%, precipitano, a +34 °C a solo il 31,8%. Gli AA. concludono che la temperatura di +27 °C è ottimale per la produzione di questa coppia ospite-parassita, sia in riguardo al numero dei pupari che alle percentuali di sfarfallamento.

MATERIALE E METODO

La ricerca comprende cinque prove in ciascuna delle quali si sono saggiate sei temperature diverse: +24, +27, +29, +31, +33 e +35 °C.

Ogni ripetizione, è costituita da 300 larve sottoposte a parassitizzazione cumulativamente nella penultima età, e quindi suddivise nelle sei tesi. Alle larve sono state somministrate uova microtipiche alla dose di 8 uova/larva, distribuite sulle foglioline di cera con grado di dispersione pari ad 1 uovo/3,64 mm² (Mellini e Braga, 1982). Trascorse 24 ore durante le quali sono stati integralmente divorati gli zimbelli sopportanti le uova, le larve stesse sono rifornite di un quantitativo di pabulum largamente sufficiente a garantire il raggiungimento della maturità. Da questo momento fino all'incrisalidamento, i vari gruppi sono poi posti nelle condizioni termiche sopra indicate. Ogni crisalide è stata pesata e sessata entro le 24 ore successive alla sua formazione e quindi reintrodotta nella cella termostata da cui proveniva fino allo sfarfallamento dell'adulto se indenne, o a quello del parassita. Giornalmente è stata controllata la formazione dei pupari del dittero che sono stati parimenti pesati nei tempi brevi. In ogni caso si è altresì accertata la durata della vita pupale dei due simbionti.

RISULTATI

Effetti sull'ospite *Galleria*.

Le percentuali d'incrisalidamento in pratica non variano in modo evidente ai vari livelli termici saggiati.

Il tempo impiegato per giungere all'incrisalidamento diminuisce note-

volmente passando da +24 a +27 °C, ma alle temperature superiori si mantiene quasi costante. Inoltre, mentre a +24 °C le differenze fra maschi e femmine, sia parassitizzate che indenni, sono sensibili, già a +27 °C risultano fortemente appiattite.

Il peso medio delle crisalidi, nei maschi indenni, cresce progressivamente con l'aumentare della temperatura fino a +31 °C, mentre quelli delle femmine si mantiene quasi costante. Alquanto irregolare appare, di contro, l'andamento delle curve relative agli individui parassitizzati, anche se si nota una certa tendenza ad abbassarsi col crescere della tem-

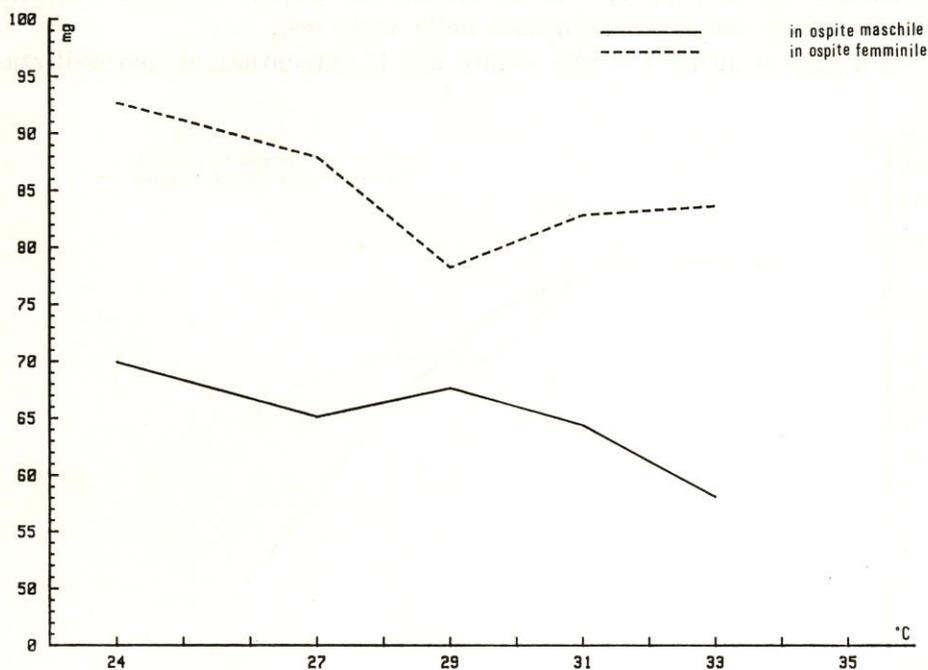


FIG. II

Peso dei pupari di *Gonia cinerascens* Rond., distinti in base al sesso dell'ospite: diminuisce sensibilmente col crescere della temperatura, sia negli ospiti maschili che femminili.

peratura. Certe discrepanze tra queste conclusioni e quelle riportate da Mellini et alii (1979) sono forse attribuibili alle forti differenze nei pesi medi delle crisalidi registrati nelle due ricerche. Nella presente essi risultano infatti, costantemente, molto più alti in seguito ai miglioramenti apportati nelle tecniche di allevamento. A +24 °C, ad esempio, esse sono pari, per le crisalidi maschili indenni, a 121 mg contro 87 mg, e per quelle femminili a 175 mg contro i 130.

La durata della vita pupale diminuisce con l'aumentare della temperatura, notevolmente fino a +29 °C, leggermente alle temperature supe-

riori. Il tempo impiegato per giungere allo sfarfallamento è alquanto inferiore per i maschi a quasi tutte le temperature.

Le percentuali di sfarfallamento come quelle d'incrisalidamento, non sembrano variare, per quanto oscillanti, in funzione della temperatura.

Effetti sul parassita *Gonia*.

a) Percentuali di parassitizzazione. - Sono state calcolate in base al rapporto tra il numero dei pupari ottenuti e quello delle crisalidi che si sono formate nelle varie tesi.

Nel grafico di fig. I si può notare che le percentuali di parassitizza-

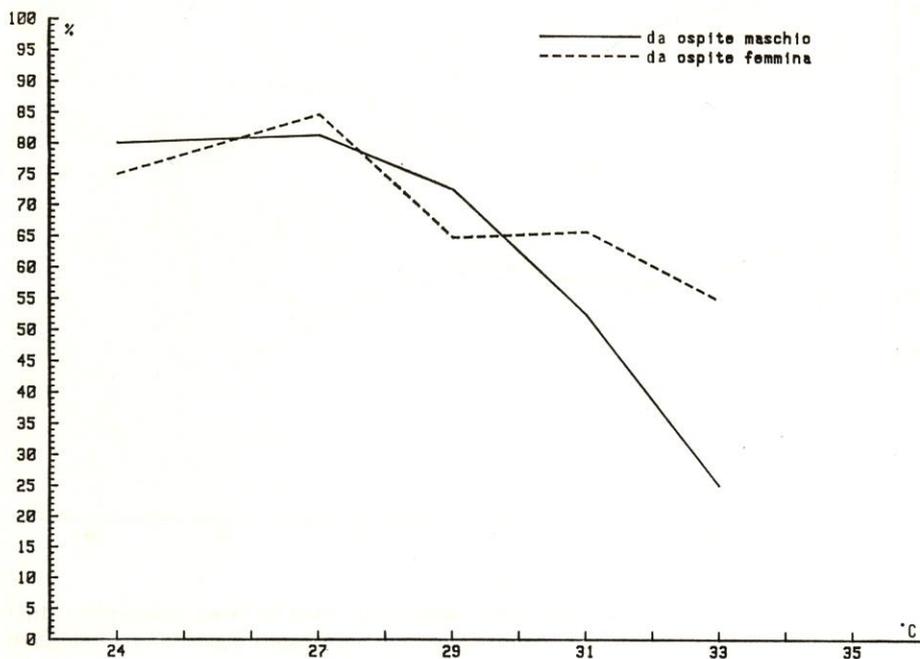


FIG. III

Percentuali di sfarfallamento di *Gonia cinerascens* Rond.: sono costanti ed elevate fino a +27 °C, poi calano decisamente ai livelli termici successivi. Si osserva che la caduta negli ospiti femminili è assai meno forte, indicando con ciò una maggiore vitalità dei pupari che in essi si sono formati.

zione, riferite ad ospiti di sesso maschile, raggiungono il massimo valore a +24 °C (36,5%), per poi decrescere progressivamente con l'aumentare della temperatura, ed in particolare dai +31 °C in poi, fino a scendere al 20% a +33 °C e addirittura ad azzerarsi a +35 °C.

Negli ospiti femminili le percentuali di parassitizzazione si mantengono pressoché costanti, su un valore pari al 39%, nell'intervallo termico tra i +24 e +29 °C. Successivamente col crescere della temperatura, i valori decrescono rapidamente fino al 24,44% a +33 °C e a zero a +35 °C, con un ritmo quasi identico a quello registrato nelle crisalidi maschili. L'influenza della temperatura è dunque ben evidente: crescendo essa determina un progressivo aumento della mortalità delle larve di *Gonia*. Si fa da ultimo notare che la curva relativa agli ospiti femminili, sovrasta costantemente quella degli ospiti maschili, confermando i risultati di precedenti ricerche, che hanno indicato l'ospite femminile come più idoneo allo sviluppo del nostro parassita.

b) **Peso dei pupari.** - I pupari di *Gonia* formatisi all'interno delle crisalidi di ambo i sessi dell'ospite, raggiungono un peso il cui valore medio è più alto per gli individui evolutisi a spese di ospiti femminili (fig. II). Infatti negli ospiti di sesso maschile, a +24 °C, il peso

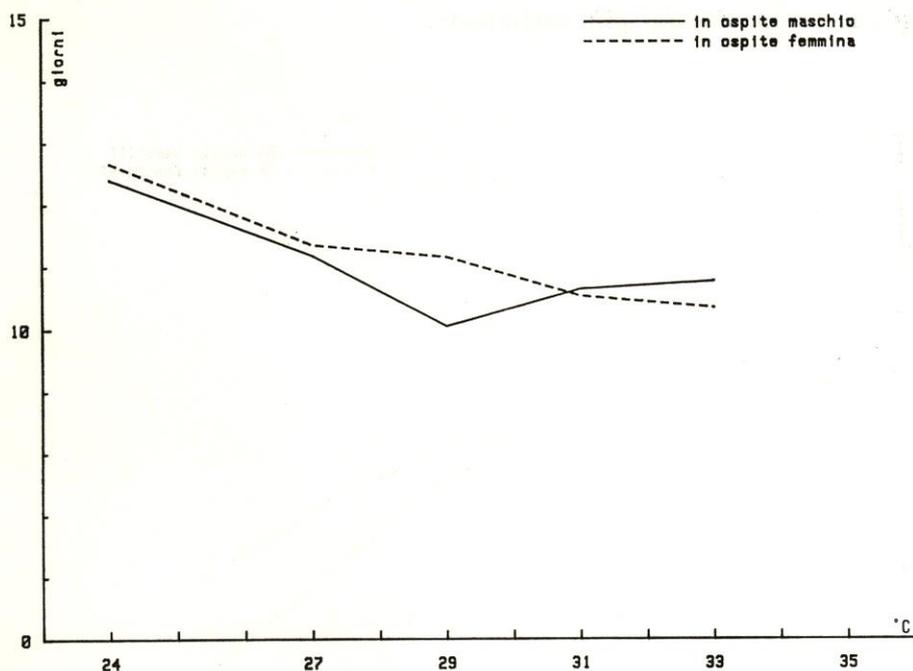


FIG. IV

Durata vita pupale di *Gonia cinerascens* Rond.: scende progressivamente con l'aumentare della temperatura. Il fenomeno è più accentuato ai livelli termici inferiori.

medio dei pupari è di 69,92 mg, mentre in quelli femminili è di 92,66 mg. Tale peso scende ad un valore minimo pari a 58,06 mg, nelle forme che si sviluppano all'interno delle crisalidi maschili, a +33 °C, e a 78,22

mg a +29 °C, negli ospiti femminili. Pur con la loro irregolarità le curve denunciano un progressivo abbassamento dei pesi pupali con l'innalzarsi della temperatura in concomitanza con l'analogo fenomeno registrati a livello delle crisalidi ospiti.

c) Percentuali di sfarfallamento. - Come si può notare nel grafico III, le percentuali di sfarfallamento si mantengono elevate, sia per i parassiti evoluti in ospiti maschili che femminili, soltanto alle temperature di +24 e +27 °C. Già a +29 °C comincia a verificarsi una sensibile flessione che si accentua verso le temperature più elevate. Infatti, mentre a +24 °C il 75-80% dei pupari lascia sfarfallare gli adulti, a +33 °C il tasso scende a solo il 25% negli ospiti maschili e al 54,54% in quelli femminili. A questo riguardo si segnala come gli effetti deleteri delle alte temperature si manifestino in modo assai più accentuato per i parassiti che si sono sviluppati nei maschi dell'ospite. La maggiore resistenza degli individui evoluti nelle femmine è forse da porre in relazione con le dimensioni più cospicue che hanno potuto raggiungere in vittime più corpulente.

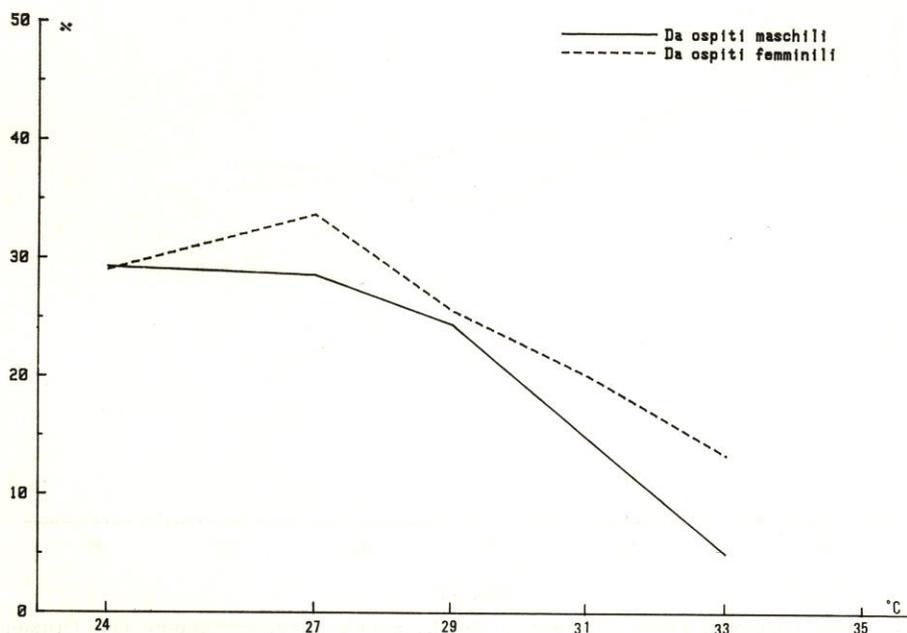


FIG. V

Produzione di adulti di *Gonia cinerascens* Rond. nei due sessi dell'ospite (in ordinata percentuali di adulti del parassita ottenute dal rapporto fra il numero di adulti di *Gonia* e le crisalidi maschili e femminili di *Galleria*).

d) *Durata vita pupale*. Dal grafico di fig. IV si può dedurre che la temperatura influisce in misura relativamente modesta sulla durata della vita pupale. Infatti a +24 °C il tempo è di 12,4 e 12,6 giorni rispettivamente negli ospiti maschili e femminili: a +33 °C esso scende a 10,75 giorni nei primi e a 10,33 nei secondi.

e) *Produzione di adulti nei due sessi dell'ospite*. - Il grafico V indica, comparativamente, la produzione di adulti del parassita nei due sessi dell'ospite. Come si può osservare, le percentuali di adulti sfarfallati da vittime maschili è quasi sempre più bassa di quella registrata per le femmine. Mentre lo scarto è relativamente modesto fino alla temperatura di +29 °C, il seguito, con l'aumentare del livello termico, lo scarto si accentua progressivamente ed in misura notevole. Così mentre a +24 °C le percentuali di adulti ottenute dai maschi e dalle femmine son pari, rispettivamente, al 29,06% e 29,03%, a +33 °C esse scendono al 5,06% e al 13,33%. Viene così evidenziata, in modo globale, la notevole differenza di produttività negli ospiti maschili e femminili alle temperature limite per la sopravvivenza del parassitoide. Non soltanto gli ospiti femminili producono più pupari, ma questi hanno anche probabilità ben maggiori di lasciare sfarfallare adulti e specialmente in condizioni di stress.

RIASSUNTO

Sono stati saggiati gli effetti di 6 livelli termici costanti (+24, +27, +29, +31, +33 e +35 °C) su entrambi i simbionti, dal momento della parassitizzazione (larve della penultima età di *Galleria mellonella* L.) fino allo sfarfallamento degli adulti.

Mentre l'ospite tende generalmente a subire effetti positivi con l'innalzarsi della temperatura, per quanto riguarda il parassita *Gonia cinerascens* Rond. si è invece notato quanto segue.

Le percentuali di parassitizzazione (calcolate in base al rapporto numerico pupari/crisalidi) si mantengono costanti fino a +29 °C; con ulteriori aumenti di temperatura scendono rapidamente, fino a toccare lo zero a +35 °C. In ogni caso sono più elevate negli ospiti femminili.

Il peso dei pupari diminuisce sensibilmente col crescere della temperatura, sia negli ospiti maschili che femminili. Si nota peraltro un certo parallelismo con le curve delle rispettive crisalidi ospiti.

Le percentuali di sfarfallamento sono costanti ed elevate fino a +27 °C, poi calano decisamente ai livelli termici successivi. Peraltro la caduta negli ospiti femminili è assai meno forte, indicando con ciò una maggior vitalità dei pupari che in essi si sono formati.

La durata della vita pupale scende progressivamente con l'aumentare della temperatura. Tuttavia il fenomeno è più accentuato ai livelli termici inferiori.

Le percentuali di adulti del parassita sfarfallati dai due sessi dell'ospite sono, a tutte le temperature, superiori nelle crisalidi femminili. Inoltre mentre fino a +29 °C lo scarto si mantiene modesto, con l'ulteriore innalzarsi della temperatura esso diviene

enorme. Pertanto gli ospiti di sesso femminili risultano inequivocabilmente i più idonei per la produzione del parassita in condizioni di stress termico.

In conclusione la temperatura ottimale per l'allevamento di *Gonia cinerascens* Rond. è risultata quella attorno ai +27 °C, anche se i tempi di sviluppo sono alquanto superiori a quelli registrati alle temperature più elevate.

A study on the best temperature for the rearing of *Gonia cinerascens* Rond.

SUMMARY

We tested the effects of 6 constant thermic levels (+24, +27, +29, +31, +33, +35 °C) on both partners, from the parasitization of *Galleria mellonella* L. larvae of the penultimate instar until the emergence of the adults.

When temperature increases the host tends to undergo positive effects, whereas for the parasite, *Gonia cinerascens* Rond., we noted the following. The percentages of parasitization (calculated on the basis of the ratio puparia/pupae) remains constant up to +29 °C; when the temperature rises beyond this limit they rapidly decrease, and at +35 °C they reach 0.

In any case they are higher in female hosts.

In both male and female hosts, the weight of puparia considerably decreases when temperature increases. Anyway we noted a certain correspondence with the weight curves of the respective host pupae.

The percentages of emergence are constant and high up to +27 °C, but beyond this

The percentages of emergence are constant and high up to +27 °C, but beyond this limit there is a notable decrease.

However in female hosts the decrease is not so strong: this indicates greater vitality of the puparia that formed in them.

The duration of larval life progressively decreases as temperature increases, especially at the lower thermic levels.

The percentages of parasite adults to emerge from the hosts of both sexes are, at all temperatures, higher in female pupae. Moreover, up to +29 °C the difference remains small, but as temperature increases it becomes very great.

So female hosts are clearly the best for the production of the parasite in bad thermic conditions.

In conclusion the best temperature for the rearing of *Gonia cinerascens* Rond. is around +27 °C, even though the developing times are quite longer than the ones kept at higher temperatures.

BIBLIOGRAFIA CITATA

- ABLES J. R., SHEPARD M., HOLMAN J. R., 1976. — Development of the parasitoids *Spalangia endius* and *Muscidifurax raptor* in relation to constant and variable temperature: simulation and validation. - *Env. Entomol.*, 5: 329-332.
- BUTLER G. D. JR., HAMILTON A. G., LOPEZ J. D., 1983. — *Cardiochiles nigripes* (Hymenoptera: Braconidae): development time and fecundity in relation to temperature. - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 76: 536-538.
- DAVID H., EASWARAMOORTHY V., NANDAGOPAL N. K., KURUP M., SHANMUGASUNDARAM M., SANTHALAKSMI G., 1981. — Influence of different temperatures on the tachinid parasite, *Sturmiopsis inferens* (Dip.). - *Entomophaga*, 26: 333-338.
- JACKSON C. G., PATANA R., 1980. — Effect of temperature on the development and survival of the immature stages of *Bracon platynotae*, a native parasite of the *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). - *Southw. Entomol.*, 5: 65-68.
- LARAICHI M., 1979. — Etude de quelques facteurs de la decondite chez *Ooencyrtus* (Hym. Encyrtidae) parasites oophages des punaises des bles. I. Influence de la temperature. - *Al-Awamia*, 57: 121-148.
- MELLINI E., GALASSI L., BRIOLINI G., 1979. — Effetti della temperatura sulla coppia ospite-parassita *Galleria mellonella* L. - *Gonia cinerascens* Rond. - *Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna*, 35: 13-28.
- MELLINI E. 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.
- MORALES J., HOWER A. A., 1981. — Thermal requirements for development of the parasite *Microctonus aethioides*. - *Env. Entomol.*, 10: 279-284.
- PRAVISANI L., 1981. — Influenza della temperatura sui rapporti ospite parassita in *Trialeurodes vaporariorum* Westw. e in *Encarsia formosa* Gahan. - *Mem. Soc. Ent. Ital.*, 60: 299-303.
- SING B., ANAND P. K., 1982. — Influence of high temperature on *Apanteles flavipes* (Cameron) in parasitising the maize borer, *Chilo partellus* (Swinhoe). - *Indian J. Ecol.*, 9: 118-124.
- YEARGAN K. V., 1983. — Effects of temperature on developmental rate of *Trissolcus euschisti* (Hymenoptera: Scelionidae), a parasite of stink bug eggs. - *Ann. Ent. Soc. Am.*, 76: 757-760.