

L. PRAVISANI

EFFETTI DELLA TEMPERATURA SU ADULTI DI *TRIALEURODES*
VAPORARIORUM WESTW. ED *ENCARSIA FORMOSA* GAHAN
(HOM. ALEYRODIDAE - HYM. APHELINIDAE)

EFFECTS OF THE TEMPERATURE ON ADULTS OF TRIALEURODES
VAPORARIORUM WESTW. AND *ENCARSIA FORMOSA* GAHAN
(HOM. ALEYRODIDAE - HYM. APHELINIDAE)

Riassunto breve — Viene illustrata la capacità di sopravvivenza e la durata in vita degli adulti di *Trialeurodes vaporariorum* WESTW. e del suo parassita *Encarsia formosa* GAHAN, al variare di temperature costanti ed in presenza o assenza di substrati trofici (piante ospiti *Phaseolus* sp. per le prove sperimentali; *Phaseolus*, sp., *Lantana camara*, *Stellaria* sp., *Euphorbia* sp. per allevamenti massali). Le prove sono state condotte per un ampio spettro di temperature costanti (da -10 a +45°C), ad intervalli regolari di +2,5°C, con u.r. superiore al 55%, fotoperiodo 16 ore di luce.

Parole chiave: *Trialeurodes vaporariorum* WESTW., *Encarsia formosa* GAHAN, Temperatura, Longevità adulti, Lotta biologica.

Abstract — *The work illustrates surviving capacity and duration of life of adults of Trialeurodes vaporariorum* WESTW. and of its parasite *Encarsia formosa* GAHAN, under different constant temperatures, in presence or in absence of trophic substrates (host plants: *Phaseolus* sp. for trials; *Phaseolus* sp., *Lantana camara*, *Stellaria* sp., *Euphorbia* sp. for mass-rearings). The observations covered a wide range of temperatures (from -10 to +45°C) and the distance between the temperature steps has been very narrow: 2,5 °C, at a relative humidity of >55% and a photoperiod of LD 16/8.

Key words: *Trialeurodes vaporariorum* WESTW., *Encarsia formosa* GAHAN, Temperature, Adult's longevity, Biological pest control.

Introduzione

Nel quadro dei nuovi programmi di lotta per la difesa da *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD tendenti a preferenziare in ambienti protetti l'utilizzo di tecni-

che alternative all'esclusivo uso di fitofarmaci (ONILLON, 1976; PINOGGI et al., 1980; BELLINI et al., 1981; MAZZONE et al., 1982; CALABRETTA & LICITRA, 1982; VACANTE, 1982; CALABRETTA, 1982; KANAGARATNAM et al., 1982; EKBOM, 1982) risulta indispensabile la conoscenza dei fattori ambientali, data l'influenza che questi possono esercitare sulle attività trofiche e sui processi fisiologici del fitofago.

La temperatura nelle serre, ad esempio, appare determinante nel condizionare l'andamento delle infestazioni dell'Aleirodide e la possibilità di un suo controllo biologico mediante il parassitoide *Encarsia formosa* GAHAN (VET et al., 1980; VIGGIANI & MAZZONE, 1980; KAJITA, 1981; YANO, 1981; PRAVISANI, 1982).

In questa breve nota, si espongono i risultati di osservazioni sulla capacità di sopravvivenza e di adattamento di individui adulti di *T. vaporariorum* e del suo parassita *E. formosa*, sottoposti a stress termici in presenza o in assenza di substrato alimentare.

Materiali e metodi

Il materiale biologico per le osservazioni è stato attinto da allevamenti massali di *T. vaporariorum* e di *E. formosa* mantenuti su piante di fagiolo, di *Lantana camara* e su piante spontanee infestanti, tipiche di ambienti protetti (*Euphorbia* sp., *Stellaria* sp.) in celle condizionate a $+22,5 \pm 2^\circ\text{C}$ e $+12,5 \pm 2^\circ\text{C}$, con u.r. superiore al 55%.

Gli adulti di *T. vaporariorum* e di *E. formosa* venivano immessi, in relazione alle esperienze condotte, separatamente ed in numero noto (30 adulti), entro scatole Petri del diametro di cm 15 o in cilindri di plexiglass alti cm 20 e del diametro di cm 10 chiusi nella parte superiore con tulle a maglie di mm 0,1; queste costituivano le singole repliche per ogni tesi. Ogni tesi è stata replicata almeno 3 volte.

Per temperature sino a $+20^\circ\text{C}$, nelle prove che prevedevano l'alimentazione delle due specie, entro le scatole Petri contenenti gli Aleirodidi, venivano poste alcune foglie di fagiolo comprendenti, oltre al picciolo fogliare, anche un breve tratto di fusto principale; questo era posto all'interno di una provetta contenente una soluzione nutritiva, opportunamente occlusa con un tappo di cotone in corrispondenza dell'apertura. In tal modo dopo 15 giorni si otteneva il radicamento della talea, in corrispondenza del nodo, assicurando così per oltre due settimane il mantenimento della foglia in vita, una volta posta alle varie temperature.

Al di sopra dei $+20^\circ\text{C}$ si è preferito utilizzare piantine in vaso o con l'apparato radicale posto in beute da cc 100 e contenenti soluzioni nutritive, data la forte traspirazione e la facilità di perdita di turgore dell'apparato fogliare alle alte temperature.

Gli Aleirodidi e gli Afelinidi erano contenuti, anche in questi casi, in tubi di plexiglass chiusi nella parte superiore con tulle a maglie di mm 0,1.

L'alimentazione degli adulti di *E. formosa* era garantita ponendo entro ogni contenitore un alimentatore. Questi (utilizzati anche da MASUTTI nel 1964 nell'allevamento di adulti di Calcidoidei) erano formati da una piccola provetta montata su di un supporto metallico e contenente liquidi zuccherini. L'apertura era occlusa da un tappo di sughero entro il quale veniva posto un tubicino recante all'interno del cotone. In tal modo l'Imenottero poteva appoggiarsi sul sughero senza restare invischiato e suggerire dal cotone inumidito il liquido che saliva per imbibizione progressiva.

Sono state saggiate temperature comprese tra i -10°C e i $+45^\circ\text{C}$, ad intervalli regolari di $+2,5^\circ\text{C}$, utilizzando celle termostatiche con illuminazione artificiale (escursione della temperatura $\pm 0,25^\circ\text{C}$ sino a $+30^\circ\text{C}$; $\pm 1^\circ\text{C}$ oltre i $+30^\circ\text{C}$; escursione della u.r. $\pm 10\%$; fotoperiodo LD 16/8) e congelatori per le temperature al di sotto di 0°C .

La sopravvivenza è stata valutata sulla base della durata in vita dell'ultimo adulto presente in ogni singola ripetizione ed i rilievi sono stati attuati ogni ora alle temperature critiche.

Per la verifica delle temperature e delle u.r. si sono utilizzati termoigrografi (Siap, Bologna) e termometri a bulbo di minima e massima; questi ultimi venivano inseriti entro provettoni di vetro, per valutare l'effettiva temperatura entro i contenitori, utilizzati anche per le prove inerenti alla longevità degli insetti.

I valori della u.r. venivano mantenuti automaticamente da dispositivi interni alle celle climatiche (Celle CAVALLO, Milano); per le temperature più elevate, inoltre, sono state poste all'interno delle celle alcune bacinelle riempite d'acqua, per evitare anche momentanei abbassamenti di u.r. inferiori al 55%, limite minimo per ciascuna temperatura testata.

Tutti i dati relativi alla sopravvivenza degli adulti delle due specie sono stati elaborati con un calcolatore H.P. 9835 A. Hewlett Packard ottenendo attraverso l'analisi delle regressioni le equazioni degli andamenti della sopravvivenza degli adulti e mediante l'analisi della varianza applicata alla regressione, la significatività dei risultati ottenuti.

Temperatura °C	-10	-7,5	-5	-2,5	0	+2,5	+5	+7,5	+10	+12,5
<i>T. vaporariorum</i>										
+12,5°C	0,86	1,67	2,33	3,67	7,33	14,67	16,33	22,00	23,67	32,33
+22,5°C	0,06	0,13	0,33	1,33	1,67	3,67	5,33	20,67	17,33	16,00
<i>E. formosa</i>										
+12,5°C	0,03	0,79	2,67	5,67	7,67	12,67	13,00	16,00	22,00	23,33
+22,5°C	0,09	0,42	1,33	2,33	3,67	4,67	5,00	14,67	19,67	20,33

Tab. I - Durata della vita (gg) di adulti di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN, prelevati da allevamenti massali posti a $+12,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e $+22,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ su piante di fagiolo (media delle longevità massime riscontrate in 90 adulti di ciascuna specie suddivisi in 3 repliche per tesi).
Duration on life (days) of adults of T. vaporariorum WESTW. and of E. formosa GAHAN, taken from mass-rearings kept at $+12,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ and $+22,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ on plants of Phaseolus sp. (average of the highest observed longevities in 90 adults of each species divided in 3 replicates for each thesis).

Risultati

Trialeurodes vaporariorum WESTWOOD

Alle basse temperature la mortalità degli adulti risulta inizialmente legata alla escursione termica cui sono sottoposti gli insetti nel passaggio alle temperature della prova. Superata questa prima fase, la capacità di sopravvivenza in ambiti termici limite risulta condizionata e diversificata in relazione alle temperature di allevamento delle popolazioni da cui sono state prelevate le forme immaginali per l'impiego nelle prove.

Aleirodidi mantenuti a $+12^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ costanti, se portati a temperature bassissime ($-7,5^\circ\text{C}$), riescono a sopportarle e a sopravvivere anche per un giorno, mentre tale sopravvivenza non si verifica per gli adulti prelevati da allevamenti posti a $+22,5^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$.

Anche a 0°C le differenze sono sostanziali, passando da 7 giorni di vita, in media, a circa 2 giorni per quelli raccolti a temperature maggiori; a $+12,5^\circ\text{C}$ la longevità risulta in media di 32 giorni contro i 16 giorni nell'altro caso (tab. I).

L'elevato numero di generazioni ed il loro accavallamento nell'ambito dello stesso ambiente, consentono a *T. vaporariorum* di mantenere consistenti quantità numeriche di forme perfette che, anche nel caso di progressivi abbassamenti termici, risultano singolarmente adattabili consentendo il prosieguo dell'infestazione.

Alle basse temperature non si assiste, viceversa, ad una accelerazione dei ritmi biologici, che vengono in tali condizioni dilatati come durata. La sopravvivenza individuale risulta quindi un fattore importante nell'incremento delle popolazioni del fitofago, in tali ambiti termici.

La possibilità di completamento del ciclo biologico risulta comunque, per temperature costanti, fissato intorno ai $+10^\circ\text{C}$; al di sotto di tale temperatura l'Aleirodide può ovideporre, ma le uova in genere non schiudono e nella maggior parte dei casi degenerano (PRAVISANI, 1982). Alle medie ed alte temperature la longevità degli adulti risulta così diversificata: sino ai $+17,5^\circ\text{C}$ è crescente e raggiunge, a tale valore ed in presenza di pianta ospite, i 32 giorni di vita media; al di sopra di tale limite decresce a mano a mano che la temperatura aumenta. Così con u.r. superiore al 55%, a $+25^\circ\text{C}$ la vita media è di 23 giorni; a $+30^\circ\text{C}$ risulta di 10 giorni in media; a $+35^\circ\text{C}$ è di 6 giorni ed a $+40^\circ\text{C}$ di 1 giorno (tab. II). A $+45^\circ\text{C}$ la mortalità risulta molto elevata e la longevità degli adulti è inferiore alle 4 ore con u.r. intorno al 40%.

In tali condizioni termiche estreme, la temperatura non pare essere l'esclusiva artefice dell'elevata mortalità, in quanto si è constatato che con u.r. diverse questa risulta più o meno accentuata.

In alcune prove separate, nelle quali la u.r. è risultata inferiore al 30% a $+40^\circ\text{C}$ costanti, la sopravvivenza è minore di 24 ore e la mortalità risulta elevatissima.

Si è pure constatato che in presenza di terriccio inumidito per risalita capillare ed utilizzato quale substrato per le piante ospiti, gli Aleiroidi per temperature costanti superiori ai $+40^\circ\text{C}$ e con u.r. intorno al 30%, abbandonano frequentemente le superfici fogliari per spostarsi sul terriccio anche se questo risulta debolmente inumidito. Riportando il campione a temperature più basse ($+27,5^\circ\text{C}$ ad esempio) gli adulti in breve tempo fanno ritorno sulle parti verdi della pianta. L'umidità può giocare in tali condizioni limite un ruolo importante nel contribuire e determinare la sopravvivenza e la longevità delle stesse forme immaginali.

In assenza di pianta ospite la capacità di sopravvivenza degli Aleiroidi è decisamente condizionata dall'andamento della temperatura. Si passa cioè da 53 ore di vita media a $+12,5^\circ\text{C}$ a 26 ore, in media, a $+17,5^\circ\text{C}$ ed a meno di 12 ore intorno ai $+30^\circ\text{C}$ (tab. III).

Encarsia formosa GAHAN

Alle basse e bassissime temperature l'andamento medio della sopravvivenza degli adulti dell'Afelinide non si discosta molto da quello di *T. vaporariorum*, ricalcando soprattutto al di sotto dei 0°C l'orientamento emerso nel corso delle prove con l'Alleirodide (tab. I).

Anche per *E. formosa* appare evidente che il salto termico risulta condizionante nel determinare una maggiore o minore sopravvivenza, come del resto la temperatura di allevamento da cui sono stati prelevati gli adulti posti in prova, favorisce una maggiore longevità a temperature più basse.

Tale diversità non risulta così marcata per temperature superiori ai +5°C, punto critico ove si passa dai 13 giorni di vita media per adulti prelevati a +12,5 ± 0,5°C, a 5 giorni in media per quelli sfarfallati a +22,5 ± 0,5°C. La sopravvivenza a +7,5°C, infatti, risulta simile: 16 giorni di vita in media per la temperatura di allevamento più bassa, 15 giorni in media per quella più alta. Intorno a 0°C la vita media risulta rispettivamente di 7,66 giorni e 3,66 giorni per la temperatura più bassa e per quella superiore.

Alle medie ed alte temperature la durata della vita degli Afelinidi pare meno condizionata dalla presenza o dall'assenza del substrato alimentare, rispetto a quanto precedentemente osservato per *T. vaporariorum*.

La sopravvivenza diminuisce all'aumentare delle temperature con una longevità media che risulta rispettivamente di 26 giorni a +17,5°C, di 7 giorni a +27,5°C, di 3 giorni a +37,5°C, per poi ridursi a poche ore per ambiti termici intorno ai +45°C (tab. II). Tali dati sono riferiti ad adulti che avevano comunque la possibilità di alimentarsi o attraverso gli alimentatori predisposti o attraverso gli stadi preimmaginali di *T. vaporariorum* presenti sulle foglie delle piante campione.

In assenza di tale possibilità la vita media degli Afelinidi è risultata in media di 176 ore a +12,5°C, di 105 ore a +17,5°C, di 50 ore a +27,5°C e per temperature superiori ai +30°C a meno di 24 ore. Al di sopra dei +40° la morte sopraggiunge, in tutti i casi, dopo poche ore (tab. III).

Conclusioni

Dalle prove condotte ed inerenti l'attività trofica e la sopravvivenza dello stato

Temperatura °C	+12,5	+15	+17,5	+20	+22,5	+25	+27,5	+30	+32,5	+35	+37,5	+40	+42,5	+45
<i>T. vaporariorum</i>	16,00	25,67	32,67	32,33	27,66	23,66	17,67	10,67	7,33	6,00	4,00	1,80	0,83	0,05
<i>E. formosa</i>	20,33	24,00	26,00	21,33	16,67	8,67	7,00	6,00	6,00	4,33	3,33	2,22	0,93	0,06

Tab. II - Sopravvivenza media degli adulti (gg) di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN con possibilità di alimentazione, al crescere di temperature costanti. Dati relativi a 90 adulti di ciascuna specie suddivisi in 3 repliche per tesi.

- Average surviving of adults (days) of *T. vaporariorum* WESTW. and *E. formosa* GAHAN with available food at different temperatures. Data concerning 90 adults of each species divided in 3 replicates for each thesis.

Temperatura °C	+12,5	+15	+17,5	+20	+22,5	+25	+27,5	+30	+32,5	+35	+37,5	+40	+42,5	+45
<i>T. vaporariorum</i>	53,33	38,00	26,67	20,67	19,67	19,67	16,00	11,67	9,67	9,33	5,00	1,00	0,83	0,5
<i>E. formosa</i>	176,00	152,00	105,00	98,00	94,66	92,00	50,00	23,33	18,00	18,67	6,33	1,00	1,00	0,5

Tab. III - Media delle sopravvivenze massime di adulti (ore) di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN senza possibilità di alimentazione al crescere di temperature costanti. Dati relativi a 90 individui per specie suddivisi in 3 repliche per tesi.

- Average of the highest longevities of adults (hours) of *T. vaporariorum* WESTW. and *E. formosa* GAHAN without available food at different temperatures. Data concerning 90 adults of each species divided in 3 replicates for each thesis.

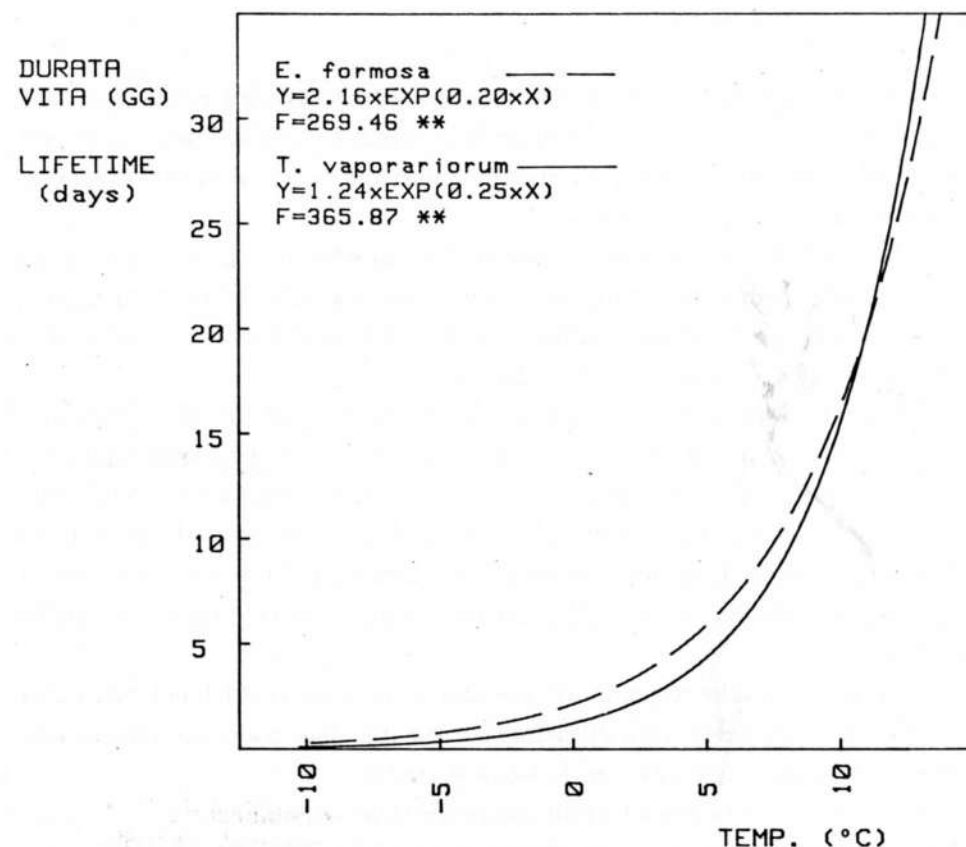


Fig. 1 - Andamento della longevità di adulti di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN prelevati da allevamenti posti a $+22,5 \pm 0,5$ °C (**: significatività al livello di probabilità $P = 0.01$).

- Trend of lifetime for adults of *T. vaporariorum* WESTW. and of *E. formosa* GAHAN taken from rearing kept at $+22.5 \pm 0.5$ °C (**: significant at probability level $P = 0.01$).

immaginale delle due specie, sono emerse queste nuove indicazioni:

- a. Alle basse e bassissime temperature l'andamento della sopravvivenza e la longevità degli adulti dei due insetti viene condizionata principalmente dallo sbalzo termico che questi riescono a sopportare passando dalle temperature di allevamento a quelle in prova. Per adulti prelevati a $+22,5 \pm 0,5$ °C si è constatata, al diminuire della temperatura, per entrambe le specie, una longevità via via decrescente con curve che presentano andamenti di tipo logaritmico (*E. formosa*: $F =$

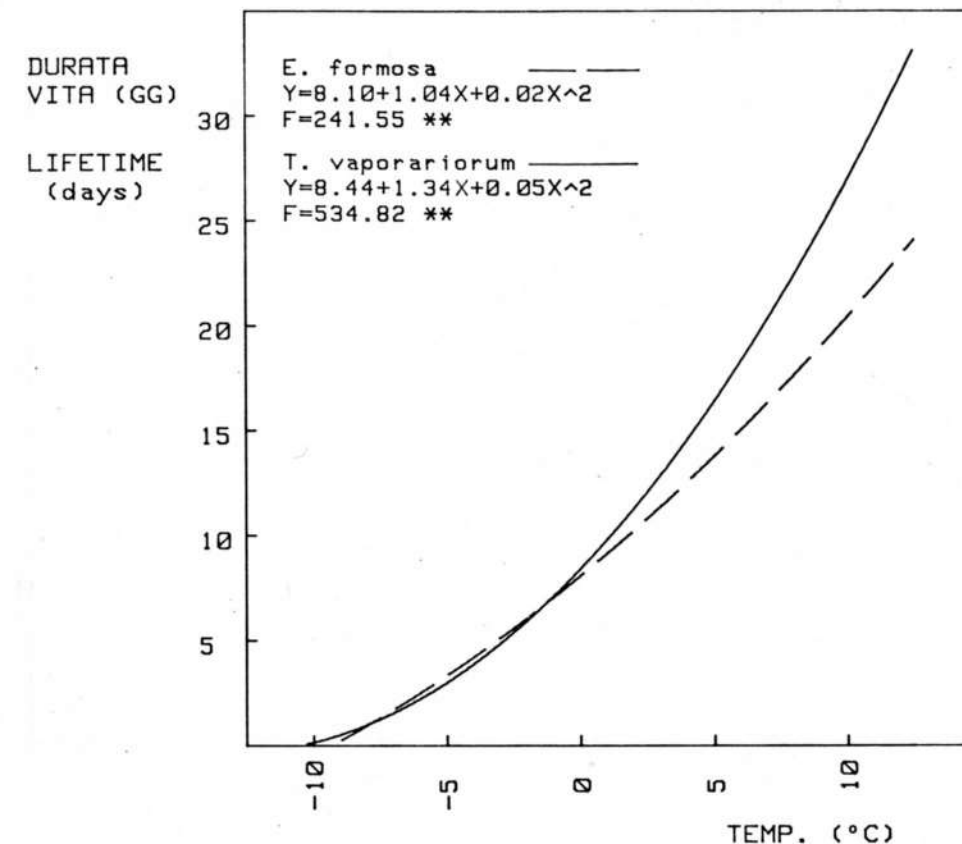


Fig. 2 - Andamento della longevità di adulti di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN prelevati da allevamenti posti a $+12,5 \pm 0,5$ °C (**: significatività al livello di probabilità $P = 0.01$).

- Trend of lifetime for adults of *T. vaporariorum* WESTW. and of *E. formosa* GAHAN taken from rearing kept at $+12.5 \pm 0.5$ °C (**: significant at probability level $P = 0.01$).

269,46**; *T. vaporariorum*: $F = 365,87$ ** (fig. 1). Tali indicazioni confermano che gli adulti di *T. vaporariorum* e di *E. formosa* sono in eguale misura sensibili a bruschi sbalzi termici.

Per allevamenti massali posti a $+12,5 \pm 0,5$ °C, la longevità risulta differenziata per temperature superiori a 0°C. Al di sopra di tale valore, infatti, *T. vaporariorum* si è dimostrato più adattabile, con sopravvivenze più lunghe rispetto all'Afe-
linide (*E. formosa*: $F = 241,55$ **;
T. vaporariorum: $F = 534,82$ ** (fig. 2).

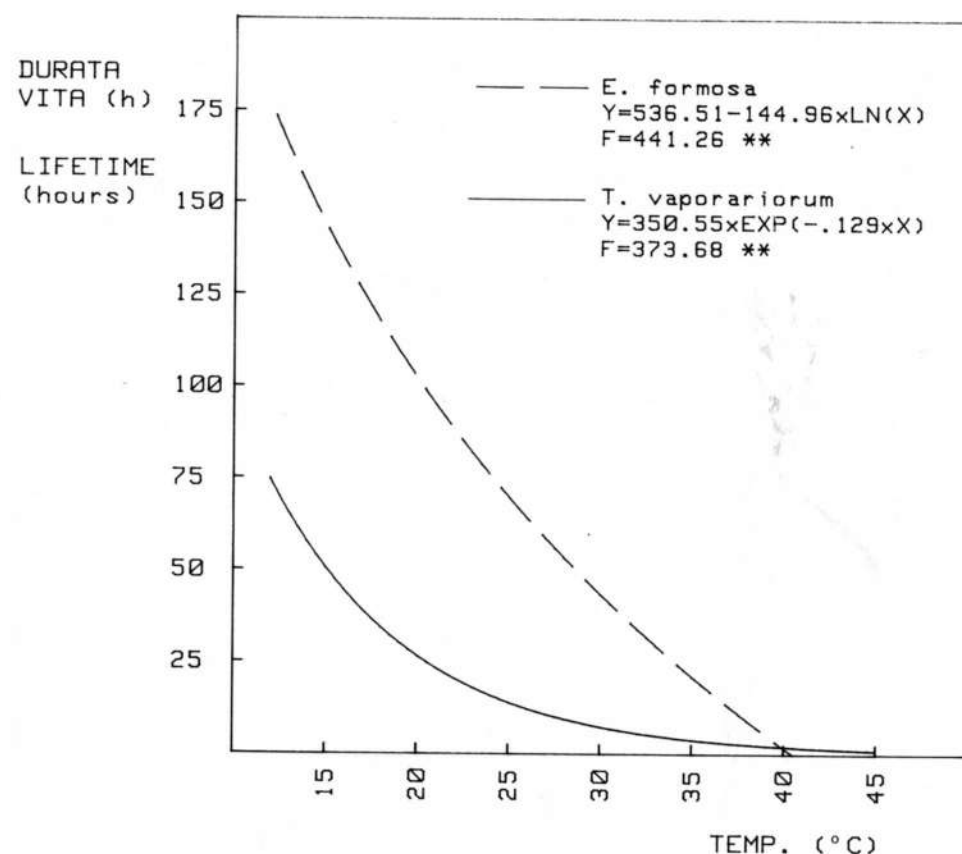


Fig. 3 - Andamento della longevità degli adulti di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN in assenza di substrati trofici (**: significatività al livello di probabilità $P = 0.01$).

- Trend of lifetime for adults of *T. vaporariorum* WESTW. and of *E. formosa* GAHAN in absence of trophic substrates (**: significant at probability level $P = 0.01$).

Bruschi sbalzi termici ed il mantenimento di temperature relativamente basse possono costituire un sicuro freno non solo per lo sviluppo preimmaginale del parassita, ma anche per la vitalità della forma adulta. Una indiretta conferma di quanto osservato viene fornita dalle considerazioni ed indicazioni di alcuni Autori che fissano per valori termici ben più alti gli ambiti termici minimi per l'utilizzo dell'Afelinide per un'efficace lotta all'Aleirodide (+15°C: VIGGIANI & MAZZONE, 1980; +18°C: MAZZONE et al., 1982; +12,5°C: limite minimo per il completa-

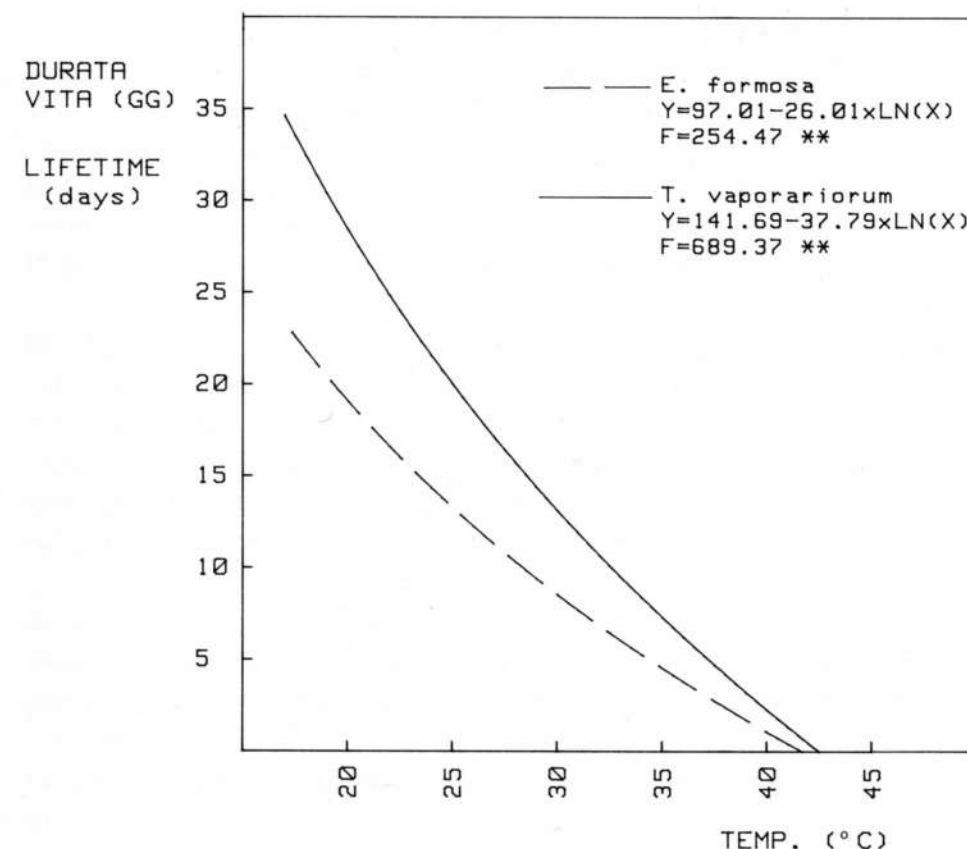


Fig. 4 - Andamento della longevità di adulti di *T. vaporariorum* WESTW. e di *E. formosa* GAHAN in presenza di substrati trofici (**: significatività al livello di probabilità $P = 0.01$).

- Trend of lifetime for adults of *T. vaporariorum* WESTW. and of *E. formosa* GAHAN in presence of trophic substrates (**: significant at probability level $P = 0.01$).

mento del ciclo biologico su fagiolo, PRAVISANI, 1982).

La constatata sopravvivenza alle bassissime temperature delle forme immaginali del parassita, comparabile a quella del fitofago, non consente per temperature costanti inferiori ai +12,5°C il contenimento di *T. vaporariorum* dato che già a +10°C questo si dimostra, nella forma perfetta, nettamente più longevo, riuscendo inoltre a portare a termine il suo ciclo biologico.

b. Alle medie ed alte temperature la sopravvivenza degli adulti dei due insetti risulta

opposta in presenza o in assenza di substrato trofico. In assenza di alimento *E. formosa* riesce a sopravvivere, pure in modo decrescente all'aumentare delle temperature, per un tempo superiore rispetto a *T. vaporariorum*.

Considerando l'insieme dei dati e osservando le curve più significative che descrivono gli andamenti delle esperienze, si osserva una netta diversità tra quella del fitofago e quella del parassita. Per l'Afelinide l'andamento è di tipo logaritmico ($F = 441,26^{**}$), mentre per l'Aleiroidide è di tipo esponenziale ($F = 373,68^{**}$) (fig. 3).

In assenza di alimento e per temperature costanti, la mortalità del fitofago risulta più accelerata rispetto a quella dell'entomofago evidenziando una minore sensibilità da parte di *E. formosa* a periodi di assenza di alimento anche per ambiti termici relativamente elevati. Tale maggiore capacità di sopravvivenza può risultare determinata dagli adattamenti stessi propri di un entomofago in relazione alla maggiore probabilità che questo ha di trovarsi in momentanei periodi di carenza di ospiti e dalla possibilità di poterli superare indenne.

L'elevato metabolismo del fitofago, viceversa, risulta letale per l'insetto in assenza di piante ospiti. Tale condizionamento alimentare, registrato anche per temperature relativamente basse ($+25^{\circ}\text{C}$), può essere una delle cause che ne hanno influenzato il regime dietetico, conducendo la specie ad una spiccata polifagia.

L'adattabilità e lo stretto legame di *T. vaporariorum* all'ospite risulta del resto nota; molti autori hanno segnalato la capacità di tale insetto di colonizzare, anche con successo, un gran numero di specie vegetali: 150 generi (ONILLON, 1976), 249 specie di 84 famiglie (RUSSEL, 1977), 101 generi di 82 famiglie (MOUND & HAESLEY, 1978).

- c. In presenza di piante ospiti o di substrati trofici, la forma perfetta di *T. vaporariorum* si dimostra più longeva di quella di *E. formosa*; tuttavia le curve più significative che descrivono i rispettivi andamenti al crescere della temperatura risultano per entrambe le specie di tipo logaritmico (*E. formosa*: $F = 254,47^{**}$; *T. vaporariorum*: $F = 689,37^{**}$) (fig. 4). Si osserva cioè un identico comportamento nel decremento della sopravvivenza per entrambi gli insetti.

Per ambiti termici limite, intorno ai $+42^{\circ}\text{C}$ costanti, la temperatura non appare comunque il fattore letale determinante una morte istantanea se a questo non viene associato un valore di umidità piuttosto basso. Tale considerazione deriva dall'osservazione del comportamento degli adulti delle due specie che, anche per temperature inferiori a tali valori, ricercano costantemente siti con alti valori di umi-

dità o microambienti che risentano anche termicamente di tali gradienti, ad esempio a livello del terriccio dei campioni, e dal diversificarsi della longevità al variare di tale fattore per temperature costanti.

Assume quindi un ruolo di primo piano anche tale variabile fisica il cui condizionamento, pur se considerato per ambiti termici più bassi, non risulta a tali temperature così determinante e limitante (BURNETT, 1948, 1949; KAZITA, 1980).

La possibile spiegazione risiede nel fatto che gli insetti considerati sono di ridotte dimensioni e vivono a contatto con le superfici fogliari ove grazie alla traspirazione sussiste già un microambiente fondamentalmente umido e termicamente diversificato. Le alte temperature possono quindi limitare efficacemente la longevità del fitofago, come osservato da CALABRETTA & LICITRA (1982), a condizione però, se si desidera ottenere un effetto letale, che sussista una u.r. molto bassa (inferiore al 30%); in caso contrario si verificherebbe solo uno spostamento degli adulti del fitofago sul terreno, che in ogni caso deve risultare almeno debolmente inumidito.

Va considerato tuttavia che la sensibilità evidenziata negli adulti dell'Aleiroidide risulta in media, ed a valori termici elevati, di poco inferiore a quella del parassita; quindi l'applicazione di un possibile «trattamento termico» in ambiti protetti, salva la tolleranza da parte della coltura interessata, produrrebbe degli effetti letali anche su adulti di *E. formosa* eventualmente presenti. Tale pratica quindi, potrebbe trovare applicazione solo in presenza di massicce infestazioni di Aleiroidi e con possibilità di reintegrare in seguito, la popolazione del parassita nell'ambiente considerato («trattato»). In tal modo si otterrebbe una drastica diminuzione della popolazione dell'Aleiroidide, con conseguenti vantaggi nel contenimento, anche con l'introduzione di piccole popolazioni del parassita. Tale argomento sarà comunque oggetto di nuove e più approfondite ricerche.

Manoscritto pervenuto l'11.IV.1984.

SUMMARY — The present work illustrates the surviving capacity and life duration of adults of the whitefly *T. vaporariorum* WESTW. and of its parasite the Aphelinidae *E. formosa* GAHAN under different conditions of constant temperature, in presence or in absence of trophic substrates (host plants: *Phaseolus* sp. for trials; *Phaseolus* sp., *Lantana camara*, *Stellaria* sp. and *Euphorbia* sp. for mass-rearings).

The observations covered a wide range of temperatures (from -10°C to $+45^{\circ}\text{C}$) and

the interval between two successive relieves was very close and regular ($+2.5^{\circ}\text{C}$). The relative humidity and the photoperiod were, respectively, $>55\%$ and LD 16/8. At low or very low temperatures adults of both species, taken from rearings kept at $+22.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, showed the same sensibility to the sudden changes of temperatures with decrements of longevity of logarithmic type (fig. 1). Testing to adults kept at $+12.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, at temperatures over 0°C the Aleyrodid survives for a longer time than the Aphelinid, while at lower temperatures the two species behave in the same way (fig. 2).

At room temperatures or more the duration of adult life was tested either in absence either in presence of trophic substrates. In the first case *E. formosa* was able to survive for a longer time than *T. vaporariorum*. The adult lifetime trends were logarithmic for the Aphelinid and exponential for the Aleyrodid (fig. 3). In presence of host plants or sugar solutions, the adults of *T. vaporariorum* resulted to be more long-lived than those of its parasite although both the insects showed logarithmic trends in the surviving decrease (fig. 4).

At high temperatures low air humidity ($<30\%$) highly influences mortality. Thus high temperatures well limit longevity of *T. vaporariorum* only if dry air is associated.

The applications of a thermal treatment in sheltered environments, if the crop type does allow it, could be therefore effective to reduce the population of the phytophagous insect to such and extent, that even a relative little number of re-introduced *E. formosa* could be sufficient to control in a biological way the remaining Aleyrodid population.

Bibliografia

- BELLINI G., SCHILIRÒ E. & VACANTE V., 1981 - Si può attuare la «lotta guidata» anche su pomodoro coltivato sotto serra. *L'Inf.tore agr.*, 37: 16107-16114.
- BURNETT T., 1948 - Modal temperatures for the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and its parasite *Encarsia formosa*. *Ecology*, 29: 181-189.
- BURNETT T., 1949 - The effect of temperature on an insect host-parasite population. *Ecology*, 30: 113-134.
- CALABRETTA C., 1982 - Lotta con trattamenti insetticidi e trappole cromotropiche gialle contro *Trialeurodes vaporariorum* (WESTW.) su pomodoro in coltura protetta primaverile-estiva. *Atti giornate fitopatologiche*: 301-307.
- CALABRETTA C. & LICITRA G., 1982 - Risultati di prove di lotta con trappole gialle invischiate, chinometionato e alta temperatura su melanzana, in coltura protetta contro *Trialeurodes vaporariorum* (WESTW.) in Sicilia. *Atti giornate fitopatologiche*: 311-316.
- EKBOM B.S., 1982 - Use of traps for detection of whitefly attack and a note on the colour preference of *Encarsia formosa*. *Vaxtskyddsotiser*, 44: 115-120 (in R.A.E. 70, n. 5846).
- KAJITA H., 1981 - Effects of temperature and humidity on fecundity and longevity of *Encarsia formosa* GAHAN, on introduced parasite of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD). *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu*, 25: 112-113 (in R.A.E. 70, n. 161).

- KANAGARATNAM P., HALL R.A. & BURGESS H.D., 1982 - Control of glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, by an «aphid» strain of the fungus *Verticillium lecanii*. *Ann. appl. Biol.*, 100: 213-219.
- MASUTTI L., 1964 - Ricerche sui parassiti oofagi della *Thaumtopoea pityocampa* Schiff. *Ann. Centro Econ. mont. Ven.*, 4: 205-271.
- MAZZONE P., VIGGIANI G., ERRICO A. & MONTI L., 1982 - Nuove prospettive di lotta integrata al *Trialeurodes vaporariorum* WESTW. *Atti giornate fitopatologiche*: 317-325.
- MOUND L.A. & HALSEY H., 1978 - Whitefly of the world. A systematic catalogue of the *Aleyrodidae* (Homoptera) with host plant and natural enemy data (in: VIGGIANI P. & MAZZONE P., 1980).
- ONILLON J.C., 1976 - Les Aleurodes: biologie et méthodes de lutte. *Defense des Végétaux*, 180: 1-10.
- PINOCCI G., BRUSSINO G. & SCARAMOZZINO P.L., 1980 - Lotta all'Aleurode delle serre con trappole cromotropiche. *L'Inf.tore agr.*, 23: 10951-10953.
- PRAVISANI L., 1982 - Influenza delle temperature sui rapporti ospite-parassita in *Trialeurodes vaporariorum* WESTW. e in *Encarsia formosa* GAHAN (Hom. Aleyrodidae - Hym. Aphelinidae). *Mem. Soc. ent. ital.*, Genova, 60: 299-303.
- RUSSEL L.M., 1977 - Hosts and distribution of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (WESTWOOD) (Hemiptera: Homoptera: Aleyrodidae). *USDA Coop. plant. pest. rep.*, 2: 449-458 (in R.A.E. 66, n. 1243).
- VACANTE V., 1982 - Effetto comparato di trappole cromotropiche e chinometionato a raffronto con insetticidi di sintesi, nella lotta contro *Trialeurodes vaporariorum* (WESTW.). *Atti giornate fitopatologiche*: 295-300.
- VET L.E.M., LENTEREN J.C. VAN & WOETS J., 1980 - The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). IX A review of the biological control of the greenhouse whitefly with suggestion for future research. *Z. ang. Ent.*, 90: 26-51.
- VIGGIANI G. & MAZZONE P., 1980 - Non usiamo solo e male insetticidi per la lotta alla mosca bianca delle serre. *L'Inf.tore agr.*, 5: 8947-8951.
- YANO E., 1981 - Greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* (WESTW.) (Hom., Aleyrodidae) in Japan and possibilities for its control by *Encarsia formosa* GAHAN (Hym. Aphelinidae). *Z. ang. Ent.*, 92: 364-370.

Indirizzo dell'Autore - Author's address:

— Dr. Luigi PRAVISANI
Istituto di Difesa delle Piante
Università degli Studi
P.le Kolbe 4, I-33100 UDINE