

**Prove di lotta con mezzi biologici e biotecnici
contro il *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) in serra***

INTRODUZIONE

La progressiva espansione delle colture orticole e floricole sotto serra ha esteso quei problemi fitosanitari comuni, ma limitati a quelle zone dove le colture protette rappresentano da tempo una delle principali fonti di reddito (in Italia ad es. Riviera Ligure, Campania, Sicilia).

Tra le avversità animali più frequenti il *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) (Rincote Omottero Aleiroidide) è senza dubbio il fitofago che in serra, per caratteristiche biologiche ed etologiche, risulta più ostico da combattere con i comuni mezzi chimici di difesa fitoiatrica.

Per interrompere la pericolosa spirale dei trattamenti insetticidi necessari al controllo, anche in virtù di considerazioni di ordine sanitario e tossicologico, si è orientati a diffondere nelle colture protette i principi della lotta integrata, che prevedono, nel caso specifico, l'impiego di mezzi biologici (es. insetti parassiti) e/o di mezzi tecnici (es. trappole cromotropiche).

L'*Encarsia formosa* Gahan e l'*Encarsia pergandiella* How. (Imenotteri Afelinidi), parassiti endofagi del *T. vaporariorum*, sono stati utilizzati in varie parti del mondo nel controllo biologico dell'aleiroidide (Gerling, 1966; Gould, 1971, 1977; Scopes e Biggerstaff, 1971; Parr et al., 1976; Onillon et al., 1976; Ekbohm, 1977; Eggenkamp-Rotteveel Mansveld et al., 1978; Foster e Kelly, 1978) e recentemente anche in Italia si sono approfonditi gli studi sulla possibilità di diffondere questi antagonisti naturali nelle colture da proteggere (Fiume e Mazzone, 1979; Viggiani e Mazzone, 1980).

Le tecniche di introduzione dei parassiti nella serra sono fondamentalmente tre:

1. *Dribble method*: le *Encarsia* vengono liberate subito dopo l'avvistamento dei primi adulti di aleiroidide; l'operazione viene ripetuta più volte a determinati intervalli di tempo (Gould, 1971; Onillon et al., 1976; Foster e Kelly, 1978a, 1978b).

Le prime liberazioni possono anche precedere la comparsa del fitofago

(*) Ricerche effettuate con il contributo dell'Ente per la ricerca, la sperimentazione, la divulgazione in ortofrutticoltura, floricoltura e sementi (ERSO).

per avere la certezza di instaurare precocemente l'equilibrio ospite-parassita (Gould et al., 1975; Parr et al., 1976; Scopes e Ledieu, 1979).

In questo caso si interviene subito dopo la messa a dimora delle piante.

2. *Pest in first*: questo metodo, messo a punto in Inghilterra, si basa sulla induzione di un'infestazione artificiale di *T. vaporariorum* a cui fa seguito, dopo un preciso intervallo di tempo, la liberazione dei parassiti: in questo modo si stabilisce, fin dall'inizio, un esatto rapporto tra le densità di popolazione dei due insetti (Gould, 1971; Ekbohm, 1977; Scopes e Ledieu, 1979).
3. *Banker plants*: nella serra vengono immerse numerose piante vive sulle quali Aleirodidi ed Encarsia hanno già raggiunto quell'equilibrio di popolazione che si desidera instaurare nella coltivazione (Stacey, 1977; Scopes e Ledieu, 1979).

Le trappole cromotropiche, invece, sfruttano la naturale attrazione dimostrata dagli adulti degli Aleirodidi verso la luce riflessa a lunghezze d'onda corrispondenti al colore giallo (tra i 520 e i 620 nm) (Macdowall, 1972; Berlinger, 1980).

Prove di lotta condotte con pannelli gialli invischianti, sospesi sopra le piante infestate, sono state effettuate, con modalità e tecniche differenti, in varie regioni italiane (Pinoggi et al., 1980; Bellini et al., 1981; Nucifora e Vacante, 1980, 1981).

La presente ricerca è stata condotta in due anni successivi (1981-1982) utilizzando metodologie diverse nello stesso ambiente.

Nel 1981 si è voluto sperimentare il controllo biologico operato dai parassiti associato all'azione adulticida svolta dai pannelli cromotropici in un caso di avvenuta infestazione di *T. vaporariorum* su pomodoro. Questa prima prova è stata condotta al fine di disporre di maggiori informazioni sulle possibili interazioni tra ospite-parassita-trappola nel quadro di un progetto di lotta integrata per la difesa delle colture protette.

Oltre all'*Encarsia formosa*, utilizzata come principale antagonista dell'aleirodide, è stato liberato anche un certo numero di esemplari di *Encarsia pergandiella* allo scopo di compiere osservazioni sulla capacità di adattamento di questo afelinide americano in particolari condizioni ambientali.

I parassiti sono stati introdotti secondo il metodo delle 'liberazioni multiple', considerando quali resistenze psicologiche possa ingenerare negli agricoltori la tecnica del 'pest in first' e valutando le oggettive difficoltà tecniche dell'immissione di 'banker plants' esattamente equilibrate.

Nel 1982, utilizzando la stessa serra coltivata ancora a pomodoro, si è voluto collaudare l'efficacia dei soli pannelli cromotropici nel contenere, senza impiegare altri mezzi ausiliari, il diffondersi delle infestazioni dell'aleirodide fin dalla messa a dimora delle piante provenienti dai semenzai.

MATERIALI E METODI

Anno 1981

Le prove sono state condotte presso l'Azienda sperimentale Marani di Ravenna, in una serra di 336 m² con copertura plastica, coltivata a pomodoro, disposta longitudinalmente, in direzione nord-sud.

Le piantine, in numero di 1248, trapiantate in 4 file binate di 48 m di lunghezza ciascuna, risultavano suddivise in 64 parcelle per concomitanti prove a carattere varietale.

Le piantine di pomodoro, giunte in campo già infestate dal *T. vaporariorum* in semenzaio, secondo quanto riferito dai tecnici dell'Azienda, erano già state sottoposte nei mesi di aprile e maggio a trattamenti insetticidi a base di dimetoato ed endosulfan (Posidor) che non avevano però debellato completamente il fitofago. Le prime osservazioni da noi compiute il 10.VI avevano difatti rilevato un nuovo inizio di infestazione circoscritto ad alcune parcelle situate nella zona centrale della serra, dove la densità del fitofago risultava di 2-3 adulti/pianta; nelle altre zone la presenza degli adulti appariva invece sporadica, determinando sulla coltivazione una densità media di infestazione di 1 adulto/pianta nella zona sud e assai meno di 1 adulto/pianta nella zona nord.

Per la distribuzione dell'*Encarsia formosa* e dell'*E. pergandiella* sono stati utilizzati pupari parassitizzati di *T. vaporariorum* provenienti dagli allevamenti dell'Istituto di Entomologia della Facoltà di Agraria di Piacenza, sigillati in sacchetti di rete di nylon (Serinyl 77 fili) tale da permettere la fuoruscita dei soli adulti dei parassiti. L'*E. formosa* è stata allevata da ceppi prelevati in serre in provincia di Piacenza mentre l'*E. pergandiella* è stata allevata da individui provenienti dall'Istituto di Entomologia di Portici.

In tre date successive (12.VI; 26.VI; 10.VII) sono stati sospesi sopra la vegetazione, utilizzando i fili di sostegno delle piante, 75 sacchetti contenenti ognuno 20 pupari di *T. vaporariorum* parassitizzati da *E. formosa*, per un totale complessivo di 4500 pupari. Ogni volta si è provveduto a liberare in media 1,2 parassiti per pianta (4,4 parassiti/m²) in accordo con le metodologie descritte da autori diversi (Parr et al., 1976; Ekbom, 1977; Foster e Kelly, 1978).

I pupari del parassita sono stati distribuiti uniformemente su tutta la superficie della serra, anche dove non era stata rilevata infestazione, in quanto è dimostrato che gli adulti di *E. formosa*, nel caso che l'ospite non sia presente nelle immediate vicinanze, volano per decine di metri, attratti dai composti volatili liberati nell'aria dagli stadi preimmaginali degli Alei-

rodidi e dalla melata che essi producono (Hussey e Scopes, 1977).

Contemporaneamente alle introduzioni dell'*E. formosa* sono state immesse nella serra circa 400 pupe di *E. pergandiella* per osservazioni di carattere biologico.

Come attrattivi cromotropici sono stati utilizzati i pannelli oggi reperibili in commercio per la specifica lotta agli Aleirodidi (cm 33 x 60). Nella disposizione ci si è voluti attenere alle indicazioni fornite dai produttori per verificare l'efficienza di tali condizioni d'uso, stabilendo così una densità di 1 pannello ogni 21 m². Come adesivo si è impiegato il collante spray prodotto dalla stessa ditta distributrice dei pannelli. Il collante è venduto in confezione spray senza precise indicazioni sulla sua composizione dalla Soc. Sovilo.

I 16 pannelli cromotropici (per una superficie attrattiva totale di 63.360 cm²), installati sopra la vegetazione, sono stati inseriti in sottili telai di legno appositamente apprestati. Ciò per evitare il loro accartoccia-mento dovuto alle alte temperature delle serre e per permettere una rapida sostituzione ai fini del campionamento.

Eliminata il 10.VIII la copertura plastica della serra a causa delle elevate temperature registrate nel corso della prima decade di agosto, si sono dovuti asportare in seguito (18.VIII) anche i pannelli deformati e resi inutilizzabili dalle piogge cadute a metà mese. Al centro della serra, in data 7.VI, era stato installato un termoigrografo per rilevare settimanalmente i dati relativi alla temperatura e all'umidità relativa.

Per stimare le popolazioni di *T. vaporariorum* e di *Encarsia* spp. sono state individuate inizialmente 9 parcelle (3 nella zona nord; 3 nella zona centrale; 3 nella zona sud) di circa 20 piante ciascuna. All'interno delle parcelle, settimanalmente, sono state scelte 4 piante (per un totale di 36 pari al 2,88% del numero totale) da cui si prelevavano 2 foglie ciascuna.

I campionamenti degli adulti e delle neanidi degli Aleirodidi sono stati effettuati asportando le foglie dell'ultima impalcatura dalla pianta. Per campionare le forme parassitizzate si sono invece prelevate le prime foglie che, dall'alto verso il basso, presentavano stadi pupali.

Per evitare manipolazioni del materiale vegetale e la perdita di forme alate, le foglie sono state asportate solo dopo essere state sigillate direttamente sulla pianta in scatole Petri.

La stima delle percentuali di parassitizzazione non si è basata esclusivamente sul conteggio dei pupari neri ma anche su quello degli adulti di *E. formosa* effettivamente sfarfallati, in quanto si è osservata la presenza di pupari parassitizzati interamente bianchi, o con striature brune più o meno marcate ma rilevabili solo osservando i pupari al microscopio stereoscopico: il fenomeno, già segnalato da Speyer (1927), è stato da noi riscontrato di entità considerevole.

I pannelli cromotropici sono stati sostituiti settimanalmente con altri nuovi per eseguire agevolmente in laboratorio i conteggi degli adulti di *T. vaporariorum* e di *Encarsia* spp.

Per classificare con sicurezza i parassiti catturati, i pannelli sono stati osservati al microscopio stereoscopico separando poi dalla colla del fondo con trielina gli insetti da identificare.

Anno 1982

Le prove sono state effettuate nella stessa serra dell'anno precedente dove è stato mantenuto lo stesso numero e ordinamento delle piante di pomodoro.

I controlli sono stati iniziati contemporaneamente al completamento della messa a dimora delle piantine provenienti dal semenzaio in modo da individuare precocemente eventuali infestazioni di *T. vaporariorum* e da accertarne esattamente la provenienza. Si è potuto così constatare l'assenza di qualsiasi stadio di aleirodide sulla coltura al momento del trapianto.

Alla stessa data (15.IV) sono stati collocati i pannelli cromotropici seguendo però criteri differenti in virtù delle indicazioni tratte dalla sperimentazione del 1981.

Sono state dimezzate le dimensioni dei singoli pannelli (cm 33 x 30) ed elevato a 46 il loro numero totale (1 ogni 7 m²) per una superficie attrattiva totale di 91.080 cm².

Ogni singolo pannello è stato sospeso al di sopra delle giovani piantine in modo che il suo bordo inferiore fosse distante pochi cm dall'apice fogliare; successivamente, con intervalli di circa 15 giorni, si è provveduto a regolare la distanza pannello/apice vegetativo in modo da assecondare lo sviluppo verticale delle piante e da assicurare in ogni momento il massimo dell'efficienza attrattiva del pannello.

Nel corso della stagione, date anche le caratteristiche dell'infestazione di *T. vaporariorum*, non è stato necessario sostituire settimanalmente i pannelli, risultando sufficiente controllare ed eventualmente rinnovare il loro strato adesivo o rimpiazzare quelli accidentalmente danneggiati dagli addetti alle operazioni colturali (soprattutto durante la fase di raccolta del prodotto) o da raffiche di vento penetrato attraverso le aperture laterali della serra.

In questa seconda prova sono state modificate le modalità di campionamento per valutare la presenza e la densità di popolazione del *T. vaporariorum* sulla coltura. Il controllo è stato limitato alle sole forme alate presenti sugli apici fogliari aumentando le dimensioni del campione statistico osservato.

La serra è stata complessivamente suddivisa in 24 parcelle (8 nella zona nord; 8 nella zona centrale; 8 nella zona sud); settimanalmente, in ogni parcella si sono scelte casualmente 8 piante e sono stati conteggiati gli adulti presenti sulla pagina inferiore di 2 foglie apicali. Il controllo è stato esteso al 15,38% del numero totale di piante. Con la stessa cadenza si è provveduto al controllo dei pannelli cromotropici; il conteggio e l'asportazione degli adulti catturati è stato effettuato direttamente in serra.

RISULTATI

Anno 1981

Andamento della popolazione di *T. vaporariorum*

Sin dal suo inizio, la densità di infestazione dell'aleirodide non ha presentato un andamento omogeneo all'interno della serra, pur non manifestandosi una preferenza varietale da parte del fitofago. Campionamenti di piante della stessa varietà, replicati in punti diversi, manifestavano densità di infestazioni differenti. Come già ricordato precedentemente, i campionamenti preliminari effettuati all'inizio della prova avevano evidenziato un'area centrale con una più alta densità di infestazione rispetto alla zona sud e a quella nord (tab. 1).

Tab. 1 – Numero medio per foglia di forme preimmaginali e immaginali di *T. vaporariorum* in 3 diverse zone della serra.

Data	SERRA								
	ZONA CENTRALE (alta densità di infestazione)			ZONA SUD (media densità di infestazione)			ZONA NORD (bassa densità di infestazione)		
	uova + neanidi	pupe*	adulti	uova + neanidi	pupe*	adulti	uova + neanidi	pupe*	adulti
12. VI	15,40	-	0,19	0,62	-	0,00	0,21	-	0,00
26. VI	42,37	-	1,94	6,87	-	0,13	0,33	-	0,08
10. VII	131,15	-	7,97	61,06	-	2,00	2,04	-	0,08
20. VII	-	16,47	-	-	5,06	-	-	0,67	-
27. VII	632,87	39,81	23,26	365,81	14,06	26,44	19,54	1,75	1,12
3. VIII	-	45,06	-	-	33,81	-	-	3,62	-
10. VIII	179,87	-	4,34	127,12	-	2,00	2,66	-	0,08
18. VIII	-	332,00	-	-	162,00	-	-	29,54	-
24. VIII	340,75	-	10,03	112,25	-	3,31	39,22	-	3,17
31. VIII	-	205,78	-	-	114,25	-	-	30,12	-
14. IX	710,22	329,50	19,31	756,06	170,06	18,50	163,54	23,37	7,83

* Il dato comprende le pupe parassitizzate.

Sia considerando il numero di uova non ancora schiuse e il numero di neonate per foglia, sia considerando il numero di pupari per foglia, nella zona centrale la presenza di forme preimmaginali di *T. vaporariorum* si è sempre mantenuta a livelli di popolazione sensibilmente più elevati rispetto alla zona sud (ad eccezione dell'ultima data); la stessa condizione si è verificata per la zona sud nei confronti della zona nord.

Utilizzando invece i dati riguardanti il numero di adulti per foglia, queste differenze appaiono meno evidenti in quanto il campionamento di forme mobili risulta maggiormente soggetto alla variabilità casuale.

Per ottenere un quadro più preciso dell'evoluzione dell'infestazione dell'aleirodide si è applicata l'analisi della varianza ai dati raccolti in ogni singolo campionamento in ognuna delle 9 parcelle, confrontando poi le 9 medie sia del numero di uova e neanidi sia del numero di pupari per foglia, attraverso il test di Duncan.

Da metà giugno a metà luglio la popolazione di *T. vaporariorum* nella zona centrale della serra risulta significativamente differente (livello di probabilità 0,05) da quella presente sul resto della coltura: il focolaio dell'infestazione è infatti localizzato in questo periodo nella zona mediana e si sposta progressivamente all'interno di questa fascia, da est verso ovest.

Successivamente l'infestazione, sempre elevata al centro, tende ad espandersi in direzione sud-ovest dove la densità di popolazione aumenta considerevolmente; nella zona nord l'incremento è assai meno percettibile e attesta la popolazione su livelli che si manterranno costanti sino alla fine della prova. Da metà luglio a fine luglio nella zona centrale, in quella sud e in quella nord si possono individuare tre densità di infestazione statisticamente diverse tra loro (livello di probabilità 0,05).

La situazione muta parzialmente a partire dagli ultimi giorni di agosto: in questo periodo infatti gli Aleirodidi hanno ormai colonizzato omogeneamente tutte le parcelle della parte sud raggiungendo la stessa densità di popolazione della zona centrale.

In base a queste considerazioni d'ordine statistico e per rappresentare un'immagine fedele alla realtà osservata, è parso quindi opportuno considerare i risultati dei campionamenti non solo come media generale di tutta la serra ma separandoli anche in medie distinte per zone a differente intensità d'infestazione.

Il grafico 1 illustra l'andamento medio della popolazione del *Trialeurode*.

Come si può notare, la curva delle densità di uova e neanidi per foglia e quella della densità di pupari per foglia seguono tracciati praticamente identici che risultano separati da uno sfasamento temporale corrispondente al periodo necessario (circa 20 giorni) perché le neanidi neonate si sviluppino in pupe.

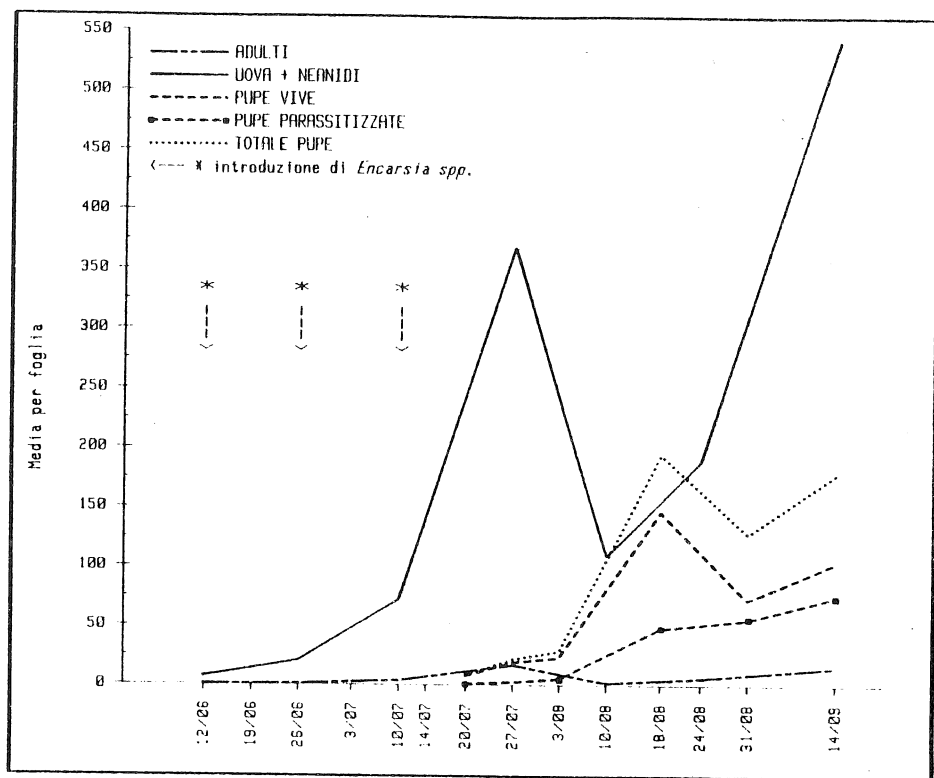


Grafico 1 – 1981 - Andamento della popolazione di *Trialeurodes vaporariorum*.

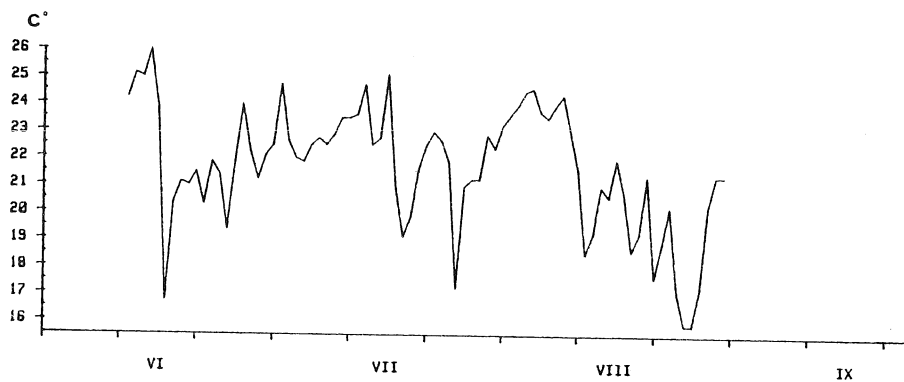


Grafico 1/bis – 1981 - Temperatura media giornaliera.

Confrontando i picchi delle due distinte curve (rispettivamente in data 27.VII e in data 18.VIII) emerge come, a prescindere dai mezzi biotecnici di controllo impiegati, la mortalità naturale concorra ad un tangibile contenimento della densità di popolazione.

Infatti, nel periodo compreso fra questi due giorni, è evidente come, considerando, oltre a quelle vive, anche le pupe parassitizzate dall'*Encarsia*, la densità di Aleiroididi per foglia si sia sensibilmente ridotta.

Viceversa il rapido aumento del numero di uova e di neonate dell'aleirodide che si registra in seguito è senz'altro da imputarsi all'eliminazione della copertura plastica della serra effettuata il 10.VIII. Piogge brevi ma ripetute, successive a questa data, hanno danneggiato i pannelli cromotropici riducendone prima il potere attrattivo e suggerendo poi, per motivi pratici, la loro definitiva asportazione: la mancata competizione pannello/foglia si è risolta così in una maggiore possibilità di ovideposizione da parte degli adulti con un conseguente incremento globale di popolazione.

Parassitizzazione

Osservando i grafici 2 e 3 si può ricavare l'andamento della popolazione di *Encarsia* spp. nelle 3 zone della serra a diversa densità di popolazione dell'aleirodide.

Inizialmente la percentuale di parassitizzazione risulta decisamente più bassa in corrispondenza della massima densità di attacco (zona centrale) mentre, viceversa, raggiunge i valori più alti laddove il *T. vaporariorum* si attesta su livelli di popolazione inferiori.

A questo riguardo non va sottovalutato il fatto che l'efficienza dell'entomofago si riduce con l'aumentare della densità del fitofago perché, quando la melata ricopre la superficie della pianta, l'imenottero impiega molto tempo nel ripulire zampe ed antenne dalla sostanza zuccherina (Hussey e Scopes, 1977).

Con il trascorrere del tempo queste differenze tendono ad appiattirsi: da metà agosto in avanti, infatti, la maggiore percentuale di parassitizzazione si riscontra nella zona sud, a media densità di infestazione.

La capacità riproduttiva dell'*Encarsia* spp. è apparsa in questa circostanza inferiore, in media, a quella dell'aleirodide, soprattutto considerando il fatto che, nella zona a più basso grado di infestazione, la percentuale di parassitizzazione si è a lungo mantenuta su livelli praticamente costanti.

La sensibile riduzione della percentuale di parassitizzazione che si registra nell'ultima data (in media circa dell'8%) sembra attribuibile al repentino aumento di densità dell'aleirodide in conseguenza dell'asportazione dei pannelli cromotropici: anche in questo caso l'aumento del rincote è stato più che proporzionale rispetto a quello del proprio antagonista.

I dati relativi alla parassitizzazione sono sempre intesi come risultato

globale dell'azione sincrona dell'*Encarsia formosa* e dell'*Encarsia pergandiella* anche se, come emerge chiaramente dal grafico 4, il controllo biologico è svolto al 99% dalla sola *E. formosa*.

Pur considerando il rapporto iniziale con cui sono stati liberati i due Afelinidi (circa 11 *Encarsia formosa* ogni *Encarsia pergandiella*) è evidente che il gradiente di sviluppo dell'*E. pergandiella*, in queste particolari condizioni sperimentali, risulta notevolmente minore di quello dell'*E. formosa*.

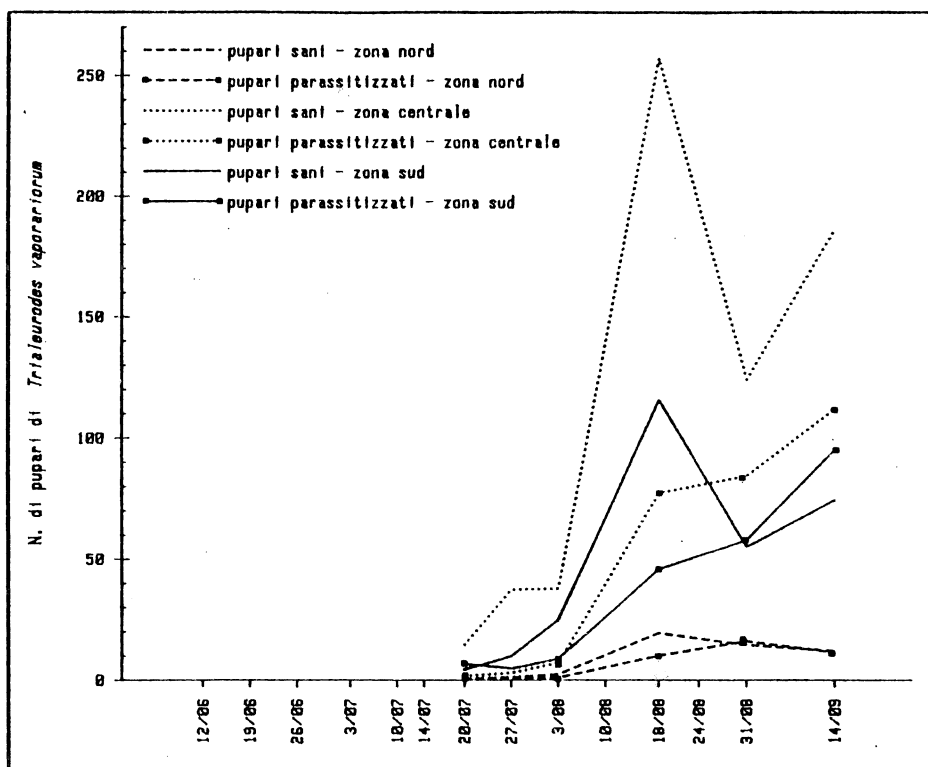


Grafico 2 —1981 - Andamento delle popolazioni di *T. vaporariorum* e di *Encarsia* spp. in tre diverse zone della serra.

A questo proposito va ricordato che, mentre la popolazione di *Encarsia formosa* è composta quasi esclusivamente da femmine partenogenetiche che nascono da uova non fecondate (la comparsa del maschio è un evento raro), nell'*Encarsia pergandiella* la popolazione è mista in quanto le femmine che si sono accoppiate possono dare origine a individui di ses-

so femminile derivanti da uova fecondate o a maschi iperparassiti derivanti da uova non fecondate e deposte all'interno di larve di altre *Encarsia* spp.. E' evidente che da femmine vergini possono nascere solo maschi (Gerling, 1966). La scarsa percentuale di parassitizzazione dovuta all'*E. pergandiella* può essere originata da un anomalo rapporto tra i sessi dovuto all'azione iperparassita svolta dai maschi. In 3 date successive (18. VIII; 31. VIII; 14. IX) si è rilevata, infatti, una percentuale di individui maschi sempre superiore al 75%.

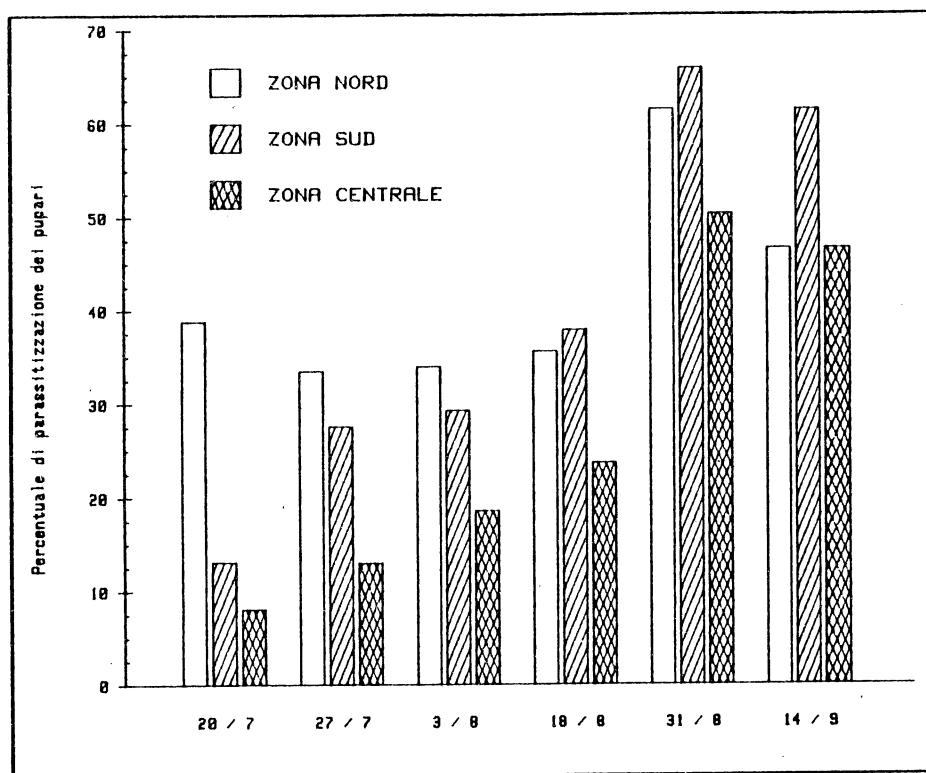


Grafico 3 - 1981 - Percentuali di parassitizzazione totale dei pupari in tre diverse zone della serra.

In condizioni di allevamento isolato (in assenza cioè di *E. formosa*) tale proliferazione di maschi non si verifica. Da osservazioni compiute in laboratorio su materiale prelevato in allevamenti misti di *E. formosa* ed *E. pergandiella* si è potuto constatare che maschi della seconda specie fuoruscivano dai pupari tipicamente parassitizzati dall'*E. formosa* dimostrando così la loro azione iperparassita ai danni di quest'ultima. Si ipotizza perciò

che, nella prova di campo in oggetto lo stimolo provocato dai numerosi pupari parassitizzati dall'*E. formosa* abbia indotto le femmine di *E. pergandiella* a deporvi uova destinate a produrre maschi.

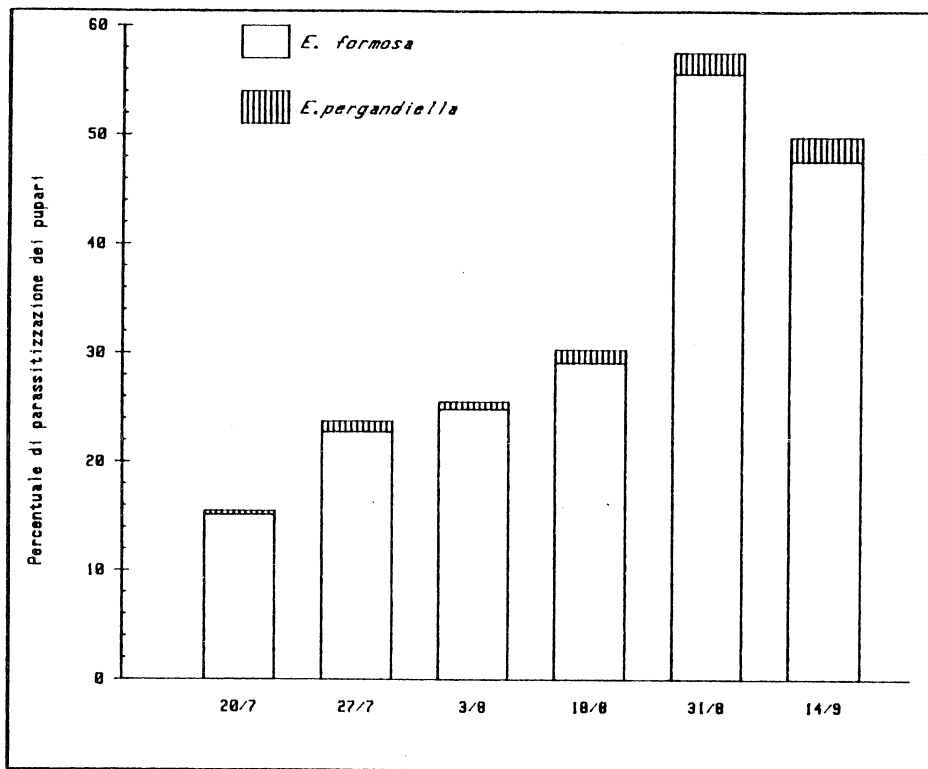


Grafico 4 — 1981 - Percentuali medie di parassitizzazione dei pupari ad opera di *E. formosa* e di *E. pergandiella*.

L'*Encarsia formosa* ha inoltre mostrato una notevole capacità di diffusione. A questo proposito significative si sono rivelate le osservazioni compiute in una serra coltivata a pomodoro e posta a 4 m di distanza da quella oggetto di sperimentazione. Nella serra suddetta il *T. vaporariorum*, probabilmente proveniente dall'esterno, si era uniformemente diffuso sulla coltivazione raggiungendo una densità media di popolazione (campionata il 31.VIII) pari a circa 20 pupe/foglia. Nella stessa data, su circa 1500 pupe prelevate in più punti della serra, si è riscontrata una percentuale di parassitizzazione del 42%: gli individui sfarfallati dalle pupe parassitizzate, tenute sotto osservazione in laboratorio, sono stati identificati tutti come *Encarsia formosa*.

Pannelli cromotropici

L'andamento della popolazione di *T. vaporariorum* nel tempo è ricavabile non solo in base alla densità media per foglia delle forme preimmaginali (grafico 1) ma anche dal numero medio di adulti catturato dai pannelli cromotropici (grafico 5): le due curve, infatti, hanno un tracciato del tutto simile, il che dimostra anche l'affidabilità dei dati emersi dai campionamenti descritti.

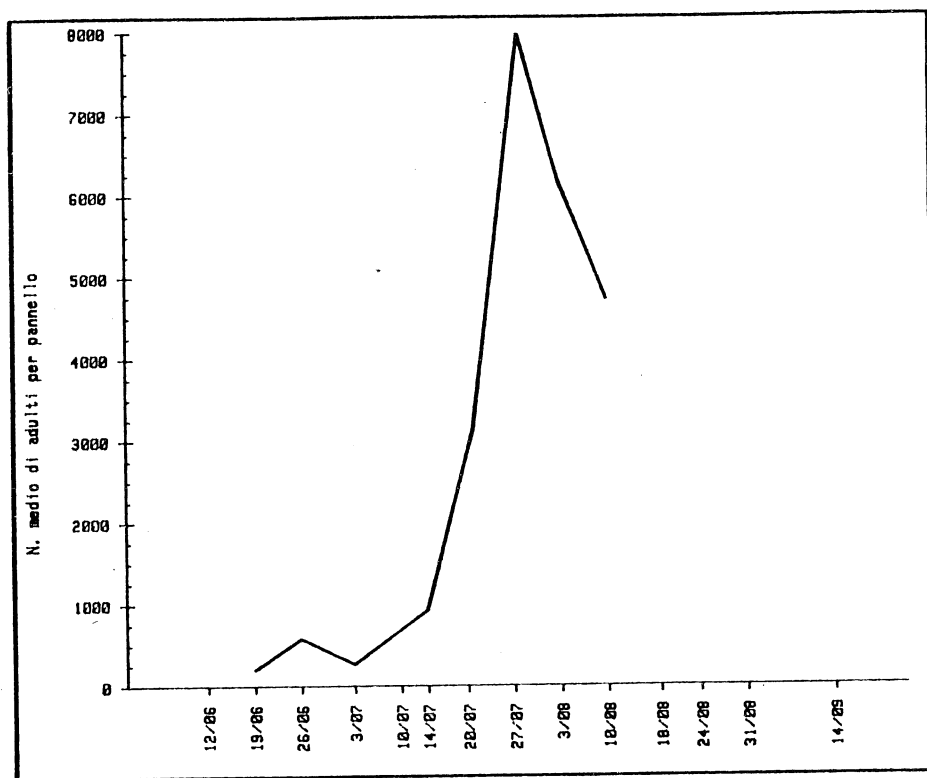


Grafico 5 — 1981 - Numero medio di adulti di *T. vaporariorum* catturati per pannello.

I dati delle catture dei 16 pannelli sono stati sottoposti all'analisi della varianza (a due criteri di classificazione) e al test di Duncan per verificare l'eventuale esistenza di variabilità significative nel tempo imputabili alle diverse posizioni dei pannelli all'interno della serra o alle differenti densità di popolazione dell'aleirodide nelle diverse zone. Tale controllo statistico ha dato esito negativo.

Dalla tabella 2 sono comunque rilevabili le differenze esistenti tra le

medie delle catture verificatesi nelle 3 zone a differente grado di infestazione.

Tab. 2 – Numero medio di adulti di *Trialeurodes vaporariorum* e di *Encarsia* spp. catturati per pannello.

Data	SERRA					
	Zona centrale		Zona Sud		Zona Nord	
	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	<i>Encarsia</i> spp.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	<i>Encarsia</i> spp.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	<i>Encarsia</i> spp.
19.VI	432,66	0,17	118,25	0,00	23,66	0,00
26.VI	1194,66	0,67	439,00	0,25	67,33	0,00
3.VII	523,16	0,00	229,00	0,00	33,83	0,17
14.VII	2035,16	0,33	516,75	0,00	91,66	0,00
20.VII	5598,00	1,83	3295,00	0,50	611,16	0,33
27.VII	15743,00	24,67	7035,75	5,00	841,00	6,33
3.VIII	11450,00	2,17	6375,75	4,25	710,33	0,17
10.VIII	9392,67	49,50	3995,25	139,25	500,67	6,67

L'attività cromotropica dei pannelli, efficace nei confronti degli Aleirodidi, non sembra invece influenzare il comportamento dei suoi parassiti. Come si può constatare, osservando i dati riportati nelle tabelle 2 e 3, il ridotto numero e la distribuzione casuale degli individui di *Encarsia formosa* e di *Encarsia pergandiella* catturati in media da ogni pannello, sembra escludere l'ipotesi di un'azione attrattiva diretta mentre è probabile che tali catture siano del tutto accidentali.

Da notare infine, nella tabella 3, come i pochi individui di *E. pergandiella* catturati siano in maggioranza di sesso maschile, il che, pur se riferito a un campione numericamente ristretto, conferma quanto già detto in merito ai rapporti quantitativi tra i due sessi.

D a n n i

La comparsa della melata sulle foglie e sui frutti con il conseguente attacco di fumaggine è stata registrata nella zona centrale dall'inizio del mese di agosto, mentre nella zona sud il fenomeno si è verificato circa 15-20 giorni più tardi.

Nella zona a più alto livello di infestazione, nel periodo citato, le piante

più colpite presentavano circa il 50% di frutti con tracce di fumaggine: nessun danno è stato mai rilevato nella zona nord né in quella sud prima della metà di agosto.

Tab. 3 – *Encarsia* spp. catturate dai pannelli.

Data	<u><i>Encarsia formosa</i></u>		<u><i>Encarsia pergandiella</i></u>		Totale
	femmine	maschi	femmine	maschi	
19.VI	1	-	-	-	1
26.VI	4	-	-	1	5
3.VII	-	-	-	1	1
14.VII	1	-	-	1	2
20.VII	13	1	-	1	15
27.VII	202	4	-	-	206
3.VIII	31	-	-	-	31
10.VIII	883	2	3	6	894

Anno 1982

Andamento della popolazione di *T. vaporariorum*

Nel secondo anno di sperimentazione le caratteristiche con cui si è manifestata l'infestazione di *T. vaporariorum* sono state del tutto differenti rispetto alla prova precedente.

Il trapianto di piantine sicuramente sane ha innanzi tutto impedito una diffusione del fitofago dall'interno della serra. A parte qualche sporadica cattura di adulti registrata in maggio su alcuni pannelli posti in prossimità delle aperture laterali, fino a metà luglio si è potuto constatare con certezza l'assenza di qualsiasi stadio di aleiroidide sulla vegetazione.

La penetrazione del fitofago in serra si è avuta dopo il 15.VII ed è stata rilevata per la prima volta dai campionamenti del 22.VII. L'infestazione,

penetrata dall'esterno, si è diffusa seguendo principalmente la direttrice nord-sud: il più consistente focolaio di partenza è stato infatti localizzato in una macchia di piante erbacee spontanee situate a circa 20-30 m a nord dell'ingresso della serra sempre aperto per ovvi motivi di ventilazione; penetrazioni quantitativamente minori si sono avute dalle aperture laterali, cioè dalle direzioni est ed ovest.

Lo confermano i risultati dell'analisi statistica dei dati relativi ai campionamenti delle singole parcelle; tali risultati mettono in evidenza la presenza di una densità di popolazione di aleirodide significativamente maggiore (livello di probabilità 0,05) nell'area nord della serra rispetto ad altre zone.

Lo sviluppo della popolazione di *T. vaporariorum*, pur incrementandosi nel tempo, non ha dato origine a livelli di infestazione preoccupanti; per meglio rappresentare graficamente questo andamento sono stati riportati i dati riferiti al campionamento di 100 foglie (grafici 6 e 7).

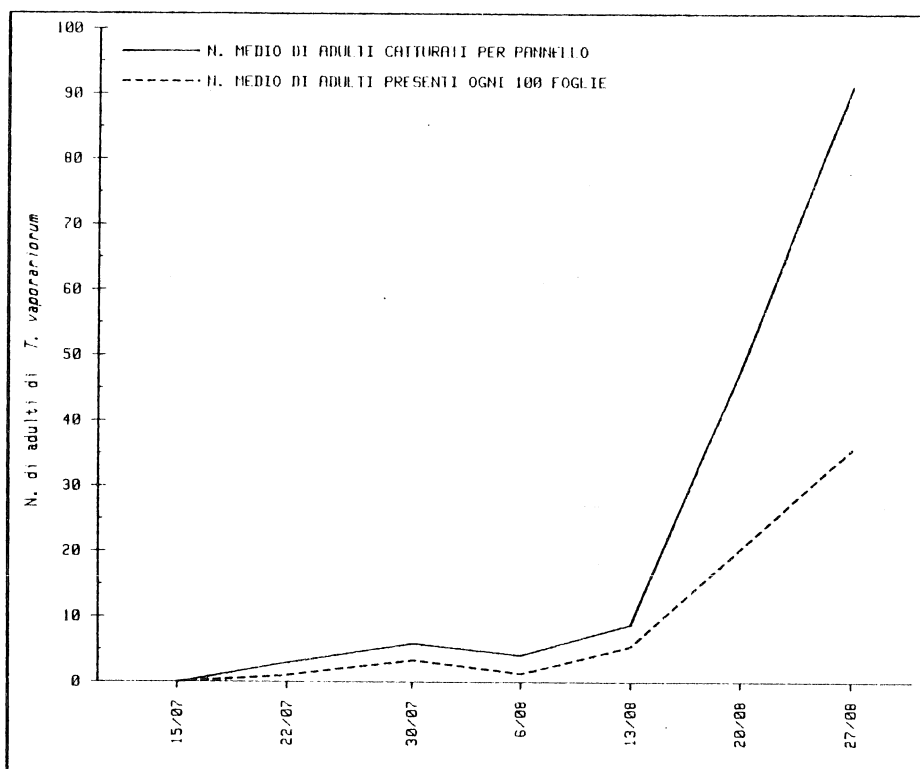


Grafico 6 – 1982 - Andamento medio della popolazione di *T. vaporariorum*.

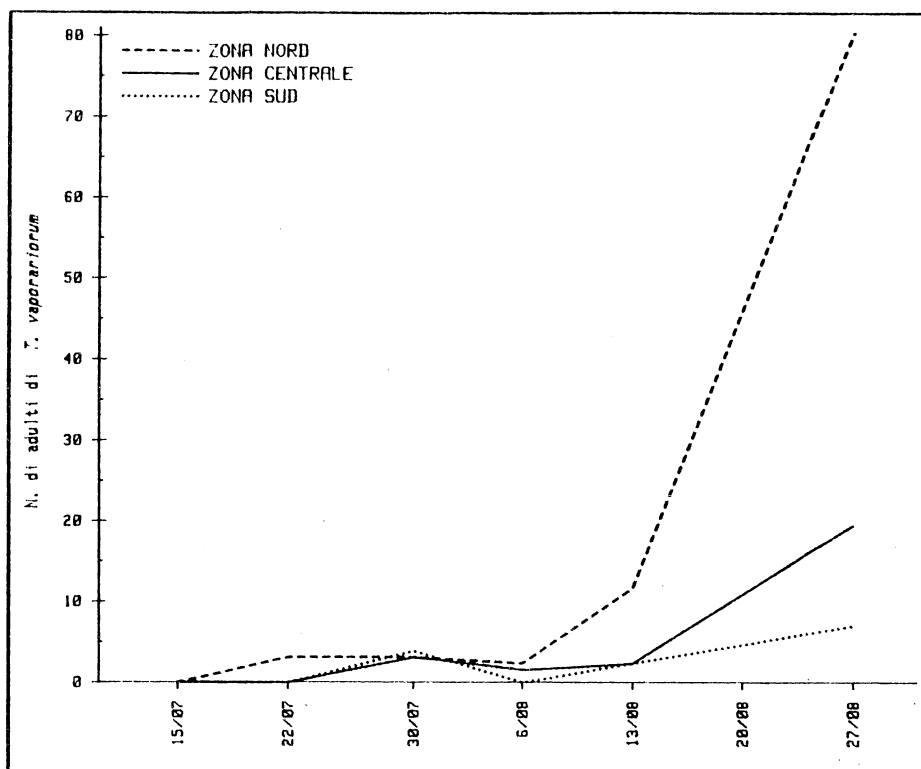


Grafico 7 — 1982 - Numero di adulti di *T. vaporariorum* presenti ogni 100 foglie campionate; andamento in tre diverse zone della serra.

Pannelli cromotropici

Esiste una differenza statisticamente significativa (livello di probabilità 0.05) tra il numero di adulti catturato settimanalmente dai pannelli sospesi sui filari laterali (più vicini alle aperture) e quello catturato dai pannelli situati sui filari centrali mentre non emergono differenze degne di nota tra le catture registrate nella zona nord e quelle osservate nelle altre aree (vedi grafico 8).

Danni

Nel corso della prova non è mai stata rilevata traccia di fumaggine né sulle foglie né sui frutti.

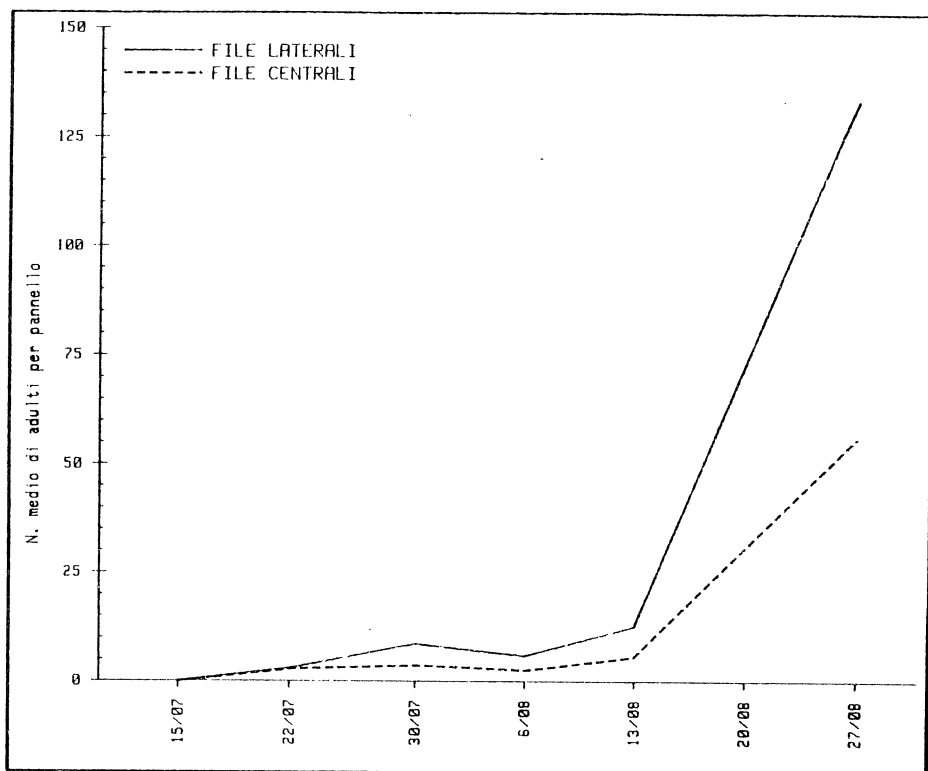
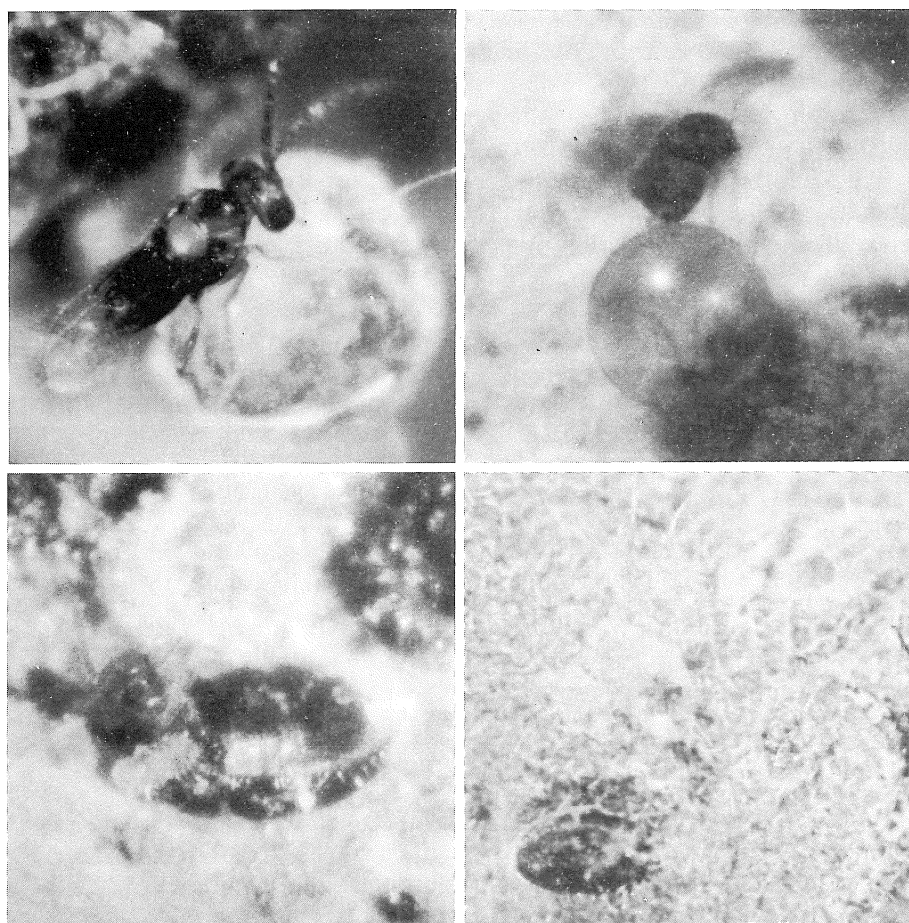


Grafico 8 — 1982 - Numero medio di adulti di *T. vaporariorum* catturati per pannello.

CONCLUSIONI

L'impiego contemporaneo dei pannelli cromotropici e dei parassiti (*Encarsia* spp.) del *T. vaporariorum* è tecnicamente possibile. Gli Afelinidi che casualmente restano invischiati dallo strato adesivo delle trappole rappresentano una percentuale irrilevante della popolazione imenotterologica, per cui si può escludere che possa venire compromessa l'efficacia del controllo biologico svolto da questi entomofagi.

L'effetto combinato dei due diversi mezzi di controllo è superiore a quello che si potrebbe ottenere impiegandoli singolarmente. Questa affermazione non è solo teorica ma si basa anche sulle osservazioni tratte dalla prova del 1981 quando, successivamente all'asportazione dei pannelli, si è assistito ad una recrudescenza di infestazione da parte dell'aleirodide a cui non corrisponde un incremento altrettanto notevole di popolazione dei suoi parassiti.



Figg. 1-4 — 1 (in alto, a sinistra) *Encarsia pergandiella*, maschio. — 2 (in alto, a destra) *Encarsia formosa*, femmina mentre si abbevera ad una goccia di melata. — 3 (in basso, a sinistra) *Encarsia formosa* in atto di sfarfallare dal pupario di *Trialeurodes vaporariorum*. — 4 (in basso, a destra) Pupari di *Trialeurodes vaporariorum* parassitizzati da *Encarsia formosa*; si osserva come tre di questi presentino il foro di uscita del parassita nonostante abbiano mantenuto il colore bianco-trasparente.

(Si ringrazia il Sig. Iginio Rossi per la realizzazione delle fotografie al microscopio stereoscopico).

I risultati non totalmente favorevoli conseguiti nella prova del 1981, e cioè i danni nell'area a più alta densità di infestazione, sono da addebitarsi a cause diverse. La principale di queste è consistita in una collocazione di trappole numericamente inadeguata sebbene rispondente alle indicazioni suggerite dall'industria produttrice dei pannelli cromotropici.

Il maggior numero delle superfici attrattive più che l'estensione delle superfici stesse realizza una migliore efficacia. La densità necessaria risulta di almeno 1 pannello ogni 7 m² (condizioni da noi attuate nel 1982).

Triplicare le operazioni di collocazione, innalzamento (indispensabile con lo sviluppo delle piante) e sostituzione, comporta un impegno diverso da quello necessario con un più ridotto numero di pannelli.

A questo proposito si è notato come, in caso di debole infestazione, lo strato adesivo potesse comunque essere rinnovato ad intervalli di 30-40 giorni senza che si rendesse necessaria la sostituzione dei pannelli; al contrario con densità maggiori del fitofago (pari ad esempio alle soglie citate) tali intervalli vanno prudenzialmente abbreviati per non compromettere l'efficienza attrattiva.

Va sottolineato, osservando i risultati ottenuti nella prova del 1982, che l'effetto competitivo dei pannelli nei confronti della superficie fogliare sembra raggiungere valori ottimali quando il fitofago penetra in serra provenendo dall'esterno. In questo caso i filari di pannelli più vicini alle aperture creano punti di attrazione alternativa in aree prossime alle traiettorie dei voli di colonizzazione e svolgono un ruolo di barriera fisica.

Queste osservazioni rivelano l'utilità dei pannelli anche nel caso che si intenda effettuare una lotta eminentemente chimica. I trattamenti potrebbero infatti essere limitati ai filari perimetrali non appena si verifichi la penetrazione dall'esterno degli Aleirodidi.

Per ciò che riguarda i parassiti si sconsiglia il loro impiego come unico mezzo di lotta in quanto che è difficile intervenire in modo sufficientemente tempestivo.

Generalmente, quando viene rilevata la presenza di Aleirodidi, la percentuale di parassitizzazione nella serra è già troppo alta per consentire il controllo del fitofago.

Le 'liberazioni multiple' di *Encarsia formosa* garantiscono, infatti, buoni risultati solo se effettuate quando la densità del fitofago non supera la soglia massima di 1 individuo/pianta in tutta la serra.

Ciò ha trovato conferma nel nostro caso. Le metodologie di lotta impiegata hanno, infatti, garantito il controllo del fitofago soprattutto nelle zone a minore densità iniziale di infestazione mentre nelle restanti non si è riusciti a limitarne lo sviluppo.

Le possibili interazioni di carattere biologico tra le 2 specie di *Encarsia* sembrano sconsigliarne un simultaneo impiego nello stesso ambiente.

L'*E. pergandiella*, date le sue minori esigenze termiche di sviluppo, potrebbe essere utilizzata agli inizi di stagione, in caso di attacchi precoci di *T. vaporariorum*. In seguito potrebbe effettuarsi la liberazione di *E. formosa*.

Per concludere, un programma di lotta integrata per la difesa delle colture protette potrebbe prevedere le seguenti operazioni:

a) al momento del trapianto:

- installazione dei pannelli cromotropici;
- controllo delle foglie per evidenziare la presenza di stadi di Aleirodidi.

b) durante lo sviluppo vegetativo:

- regolazione, ad intervalli di 10-15 gg., della distanza pannello-apice fogliare della pianta (qualche cm);
- liberazioni multiple di *Encarsia formosa*, ad intervalli di 10-15 gg., immediatamente dopo aver avvistato i primi Aleirodidi sulla vegetazione;
- controllo periodico dell'efficienza dello strato adesivo dei pannelli.

RIASSUNTO

Si riferiscono i risultati di sperimentazioni effettuate negli anni 1981 e 1982 in Emilia-Romagna per valutare l'uso contemporaneo di parassiti endofagi (*Encarsia formosa* Gahan ed *Encarsia pergandiella* Howard) e di trappole cromotropiche contro il *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) su pomodoro coltivato in serra.

I risultati ottenuti nel primo anno di ricerche hanno consentito di accertare l'efficacia attrattiva dei pannelli verso l'aleirodide e la mancanza di tale attività nei confronti delle *Encarsia* spp.

Nelle condizioni descritte, l'impiego combinato di un pannello cromotropico (cm 33 x 60) ogni 21 m² e dei parassiti, si è rivelato insufficiente ai fini del controllo dell'infestante, sebbene la parassitizzazione abbia raggiunto valori importanti.

L'effetto dei pannelli cromotropici da soli ha consentito buoni risultati nel secondo anno applicando un pannello (cm 33 x 30) ogni 7 m².

SUMMARY

Pest control trials using biological and biotechnical methods against Trialeurodes vaporariorum (Westw.) in greenhouse.

Experiments were carried out in Emilia-Romagna in the years 1981 and 1982 in order to evaluate contemporaneous use of endophagous parasites (*Encarsia formosa*

Gahan and *Encarsia pergandiella* Howard) and of chromotropic traps against *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) on greenhouse tomatoes.

The results obtained in the first year of research allowed us to establish the efficacy of the attraction exercised on the whitefly by the panels, and the lack of such attraction on the *Encarsia* species.

Under the condition described, combined use of one chromotropic panel (33 x 60 cm) every 21 m² and parasites proved insufficient to control the infestant, although parasitising reached significant levels.

In the second year, good results were obtained using chromotropic panels alone, placing one panel (33 x 30 cm) every 7 m².

BIBLIOGRAFIA

- Bellini G., Schiliro' E., Vacante V., 1981 — Si può attuare la "lotta guidata" anche sul pomodoro coltivato sotto serra. — Inf. tore agr., 24:16107-16114.
- Berlinger M.J., 1980 — A yellow sticky trap for whiteflies: 'Trialeurodes vaporariorum' and 'Bemisia tabaci' (Aleyrodidae). — Entomologia exp. appl., 27: 98-102.
- Eggenkamp-Rotteveel Mansveld M.H., Ellenbroek F.J.M., van Lenteren J.C., Woets J., 1978 — The parasite-host relationship between 'Encarsia formosa' Gah. (Hym., Aphelinidae) and 'Trialeurodes vaporariorum' (Westw.) (Homoptera, Aleyrodidae). VIII. Comparison and evaluation of an absolute count and a stratified random sampling programme. — Z. ang. Ent., 85: 133-140.
- Ekbom B.S., 1977 — Development of a biological control program for greenhouse whiteflies ('Trialeurodes vaporariorum' Westwood) using its parasite 'Encarsia formosa' (Gahan) in Sweden. — Z. ang. Ent., 84: 145-154.
- Fiume F., Mazzone P., 1979 — Risultati preliminari sull'uso di 'Encarsia formosa' Gahan (Hym. Aphelinidae) per il controllo di 'Trialeurodes vaporariorum' (Westw.) (Hom. Aleyrodidae) su fragola. — Boll. Lab. Ent. agr. Portici, 36: 150-159.
- Foster G.N., Kelly A., 1978a — Initial density of glasshouse whitefly ('Trialeurodes vaporariorum' (Westwood), Hemiptera) in relation to the success of suppression by 'Encarsia formosa' Gahan (Hymenoptera) on glasshouse tomatoes. — Hort. Res., 18: 55-62.
- Foster G.N., Kelly A., 1978b — Survey of Pest of Glasshouse Tomato Crops in Lanarkshire, 1974-77, with Special Reference to the Biological Control of Glasshouse Whitefly. — Pl. Path., 27: 86-91.
- Gerling D., 1966 — Studies with whitefly parasites of Southern California. I. 'Encarsia pergandiella' Howard (Hymenoptera Aphelinidae). — Can. Ent., 98: 707-724.
- Gould H.J., 1971 — Large scale trials of integrated control programme for cucumber pests on commercial nurseries. — Pl. Path., 20: 149-156.
- Gould H.J., 1977 — Biological control of glasshouse whitefly and red spider mite on tomatoes and cucumbers in England and Wales, 1975-76. — Pl. Path., 26: 57-60.

- Gould H.J., Parr W.J., Woodville H.C., Simmonds S.P., 1975 — Biological control of glasshouse whitefly (*'Trialeurodes vaporariorum'* Westw.) on cucumbers. — *Entomophaga*, 20: 285-292.
- Hussey N.W., Scopes N.E.A., 1977 — The Introduction of Natural Enemies for Pest Control in Glasshouses: Ecological Considerations (in: Ridgway R. L., Vinson S.B., *Biological Control by Augmentation of Natural Enemies*), Plenum Press, New York-London.
- Macdonald F.D.H., 1972 — Phototactic Action Spectrum for Whitefly and the Question of Colour Vision. — *Can. Ent.*, 104: 299-307.
- Mazzone P., Viggiani G., Errico A., Monti L., 1982 — Nuove prospettive di lotta integrata al *'Trialeurodes vaporariorum'* Westw. — *Atti Giornate fitopatol.* 1982, Sanremo, 3: 317-325.
- Nucifora A., Vacante V., 1980 — Primi risultati di un progetto di protezione integrata in colture in serra mediante trappole cromotropiche gialle. — *Convegno sulla protezione integrata delle colture*, Valence, giugno 1980.
- Nucifora A., Vacante V., 1981 — Lotta integrata su gerbera contro *'Trialeurodes vaporariorum'* (Westw.). — *Culture Protette*, 3: 33-36.
- Onillon J.C., Onillon J., Di Pietro J.P., 1976 — Resultats préliminaires du contrôle biologique de l'Aleurode des serres, *'T. vaporariorum'* West. (Homopt., Aleurodidae) par *'E. formosa'* G. (Hymenopt., Aphelinidae) en serres d'aubergine. — *Bull. OILB/SROP*, 4: 136-150.
- Parr W.J., Gould H.J., Jessop N.H., Ludlam F.A.B., 1976 — Progress towards a biological control programme for whitefly (*'Trialeurodes vaporariorum'*) on tomatoes. — *Ann. appl. Biol.*, 83: 349-363.
- Pinoggi G., Brussino G., Scaramozzino P.L., 1980 — Lotta all'aleurode delle serre con trappole cromotropiche. — *Inf. tore agr.*, 23: 10951-10953.
- Scopes N.E.A., Biggerstaff S.M., 1971 — The Production, Handling and Distribution of the Whitefly *'Trialeurodes vaporariorum'* and its Parasite *'Encarsia formosa'* for use in Biological Control Programmes in Glasshouses. — *Pl. Path.*, 20: 111-116.
- Scopes N.E.A., Ledieu M., 1979 — Integrated control of tomato pests. — *Growers' Bulletin No. 3*. Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton.
- Speyer E.R., 1927 — An important parasite of the greenhouse whitefly. — *Bull. ent. Res.*, 17: 301-308.
- Stacey D.L., 1977 — 'Banker' Plant Production of *'Encarsia formosa'* Gahan and its Use in the Control of Glasshouse Whitefly on Tomatoes. — *Pl. Path.*, 26: 63-66.
- Viggiani G., Mazzone P., 1980 — Non usiamo solo e male gli insetticidi per la lotta alla mosca bianca delle serre. — *Inf. tore agr.*, 5: 8947-8952.

Dr Marco Platé, Dr Elisabetta Chiappini — Istituto di Entomologia dell'Università Cattolica del S. Cuore, 29100 Piacenza

Ricevuto il 9 luglio 1983; pubblicato il 5 dicembre 1983.

