

CLAUDIO IORIATTI(*), EDISON PASQUALINI(**), ALFEO TONIOLLI(**).

(* Istituto Agrario S. Michele all'Adige, Trento.

(**) Istituto di Entomologia "G. Grandi", Università degli Studi di Bologna

Valutazione della selettività di quattro fungicidi su *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina, Phytoseiidae)⁽¹⁾

INTRODUZIONE

Dal dopoguerra in poi, come noto, si è assistito ad una sempre più intensa utilizzazione di prodotti chimici in agricoltura, soprattutto a livello della difesa delle piante, con l'introduzione dei primi fosfororganici, carbammati e clororganici, al fine di contenere a livelli non dannosi le avversità animali e vegetali delle piante coltivate. L'utilizzazione di tali prodotti di sintesi, però, non sempre è risultata risolutiva, anzi molto spesso gli inconvenienti da essi provocati sono stati maggiori dei vantaggi ottenuti. In frutticoltura, in particolare, si sono avute forti infestazioni di Acari Tetranychidi, principalmente relative a *Panonychus ulmi* Koch. (Acarina, Tetranychidae), che fino a quel momento era stato considerato fitofago di scarsa importanza.

Per una migliore comprensione dei meccanismi attraverso i quali determinati fitofarmaci favoriscono le pullulazioni degli Acari fitofagi numerosi ricercatori hanno svolto approfonditi studi, ottenendo però spesso risultati contrastanti.

Alcuni Autori (Herne e Putman, 1966; Van de Vrie, 1962; Lord, 1949; Collyer e Kirby, 1955 e 1959) ritenevano di essere in presenza di un'azione tossica degli insetticidi e di alcuni fungicidi nei confronti degli antagonisti naturali degli Acari fitofagi, con la conseguente rottura dell'equilibrio biologico presente in precedenza nel frutteto (teoria biologica).

Secondo Chaboussou (1965) ed altri studiosi del problema (Gunthart e Vogel, 1965; Rui e Mori, 1968) le motivazioni di queste infestazioni dovevano invece essere ricercate in un'alterazione del metabolismo delle piante, a seguito di trattamenti antiparassitari (teoria trofobiotica). Alcuni fitofarmaci, definiti "acarostimolanti", avrebbero infatti determinato un forte aumento delle sostanze nutritive (aminoacidi e carboidrati) all'interno delle piante trattate, inducendo un incremento della longevità e della fertilità di *P. ulmi*; a questi prodotti si contrapponevano gli "acarofrenanti" che non presentavano tali effetti e non davano dunque luogo ad infestazioni.

(1) Lavoro accettato il 18 marzo 1993.

Queste due teorie risultavano in alcuni casi incompatibili fra loro. I sali di rame e lo zolfo, ad esempio, venivano considerati "acarostimolanti" dai sostenitori della teoria trofica; garanzia di rispetto degli equilibri naturali e quindi garanzia di contenimento naturale degli Acari fitofagi, invece, per i sostenitori della teoria biologica.

Solo nel corso di sperimentazioni successive si riuscì ad evidenziare che la presunta attività "acarostimolante" ed "acarofrenante" di un principio attivo risultava in realtà anche legata alla tossicità esercitata nei confronti dei predatori, con conseguente loro eliminazione o rarefazione in presenza di popolazioni resistenti di Acari fitofagi (Duso *et Al.*, 1983; Girolami e Duso, 1984; Duso e Girolami, 1985). Da qui l'importanza della scelta da parte degli agricoltori di principi attivi meno tossici nei confronti degli antagonisti naturali.

Nell'agroecosistema del meleto, visto l'elevato numero di interventi con fungicidi richiesti da tale coltura, particolare interesse ha assunto lo studio sulla selettività di tali sostanze nei confronti degli entomofagi.

Scopo del lavoro è stato, pertanto, fornire ulteriori informazioni circa gli effetti collaterali, nei confronti degli Acari Fitoseidi predatori, in particolare per la specie *Amblyseius andersoni* Chant (Acarina, Phytoseiidae), di quattro fungicidi normalmente usati nella difesa dalle infezioni della Ticchiolatura del Melo (*Venturia inaequalis* Wint.). A questo proposito ricordiamo che due erano le ipotesi che godevano, al momento dell'inizio della prova, di maggior credito per ciò che riguarda l'azione degli anticrittogamici nei confronti dei Fitoseidi: un'azione letale nei confronti dei primi stadi di sviluppo, oppure un'azione a livello della fertilità delle femmine. Le prove portate a termine fino ad oggi indicano infatti uno scarso effetto dei fungicidi a livello della mortalità di queste ultime (Baynon e Penman, 1987).

MATERIALI E METODI

Il lavoro svolto comprende:

A: alcune prove di campo nel corso delle quali si è cercato di valutare l'influenza dei prodotti chimici sulla popolazione degli Acari predatori. In particolare si è cercato di valutare se ad una riduzione del numero di trattamenti con principi attivi del gruppo dei ditiocarbammati corrispondeva una popolazione di Fitoseidi più elevata.

B: alcune prove di laboratorio nel corso delle quali i prodotti chimici sono stati saggiati su popolazioni di Fitoseidi allevate in cella climatizzata, allo scopo di verificarne la tossicità sui diversi stadi di sviluppo e l'influenza sulla fecondità delle femmine.

Prove di campo

Le prove sono state realizzate in alcuni frutteti dell'azienda dell'Istituto Agrario di S. Michele all'Adige. L'indagine conoscitiva è stata condotta durante l'intero arco vegetativo nel frutteto indicato come A1, mentre in quello indicato come A2 è stata limitata ai soli trattamenti estivi.

L'appezzamento A1, a giacitura pianeggiante, era stato impiantato nel 1978 e

si estendeva su una superficie di 2500 m² investita a Golden Delicious su portainnesto M9. Le piante erano sistemate in fila doppia (sesto d'impianto: m 4 x 1 x 1,2) ed allevate a fusetto e veniva adottata la tecnica dell'inerbimento totale con falcia-trinciatura dell'erba.

Nell'appezzamento, suddiviso in 16 parcelle con distribuzione a blocchi randomizzati, sono state messe a confronto quattro tesi:

- Tesi 1: mancozeb alla dose di 200 g/hl di prodotto commerciale per i primi 5 trattamenti, 150 g/hl per i successivi;
- Tesi 3: dithianon a 80 g/hl di prodotto commerciale;
- Tesi 2: mancozeb alternato a dithianon alle dosi sopraindicate;
- Tesi 4: penconazole a 40 cc/hl e chlorothalonil a 350 cc/hl in miscela.

Nella Tab.1 sono riportate le caratteristiche principali dei prodotti in prova.

La scelta dei fungicidi è stata effettuata secondo i seguenti criteri: mancozeb: è ritenuto fra i prodotti più deleteri per le popolazioni di Fitoseidi;

dithianon: dalle prove svolte fino ad oggi è risultato un prodotto inoffensivo nei confronti dei Fitoseidi; penconazole e chlorothalonil: penconazole è un prodotto nuovo, di recente introduzione in Italia. Al momento dell'inizio della prova era prevista una sua commercializzazione in miscela con chlorothalonil.

I trattamenti sono stati eseguiti settimanalmente, dal 2/4 al 26/5 nel primo anno, dal 30/3 al 24/5 nel secondo, per un totale di 9 trattamenti primaverili. A questi hanno fatto seguito tre trattamenti di pre-raccolta con cadenza quindicinale a partire dal 27 e 25 luglio rispettivamente. Tutti i trattamenti sono stati eseguiti con una quantità d'acqua pari a 16 hl/ha distribuiti con la lancia dell'atomizzatore.

Durante il periodo primaverile i rilevamenti, a cadenza settimanale, sono stati fatti su 400 foglie per tesi ogni tre settimane e 100 foglie per tesi nei rimanenti controlli. Nel periodo estivo i controlli, intervallati di tre settimane nel primo anno e di due settimane nel corso del secondo anno di prova, sono stati fatti su un campione di 200 foglie per tesi.

I controlli sono stati eseguiti con il binoculare ottico contando le forme mobili e le uova per foglia, sia per i Fitoseidi che per gli Acari fitofagi.

I dati così ottenuti sono stati normalizzati mediante trasformazione in radice quadrata e quindi sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA).

L'appezzamento A2, a giacitura pianeggiante, era stato impiantato nel 1980; si estendeva su una superficie di 2000 m² investiti a Granny Smith su portainnesto M9. Le piante erano sistemate a fila semplice (sesti d'impianto: m 4 x 1,6) e allevate a fusetto. Veniva adottata la tecnica dell'inerbimento totale con falcia-trinciatura dell'erba, che rimaneva così in campo.

L'appezzamento A2, sul quale nel corso del periodo primaverile era stata applicata la difesa anticchiolatura consigliata dall'E.S.A.T. (Ente per lo Sviluppo dell'Agricoltura Trentina), è stato diviso in quattro parcelle nelle quali tre tesi senza ripetizioni: mancozeb, dithianon e penconazole chlorothalonil, sono state comparate con un testimone non trattato. I trattamenti estivi, con intervalli di quindici giorni, sono stati tre per ogni tesi.

I campionamenti sono stati eseguiti il giorno prima, nonché il primo, il quarto, il settimo, il decimo e il quindicesimo giorno dopo ogni trattamento, contando le

forme mobili della specie utile e fitofaga per foglia. Per ogni controllo sono state esaminate 100 foglie per tesi.

Nel secondo anno di prova sono state trattate settimanalmente con mancozeb (dalla ripresa vegetativa fino alla sospensione dei trattamenti avvenuta il 29/8), venti piante innestate su M7, di dieci anni di età e allevate a palmetta. Nel corso dell'anno su tali piante non è stato eseguito nessun altro tipo di trattamento fungicida. Questa prova ha avuto lo scopo di verificare se il principio attivo mancozeb, da solo, era in grado di interferire sullo sviluppo della popolazione dei Fitoseidi anche nel periodo estivo.

Prove di laboratorio

I Fitoseidi utilizzati per l'indagine provenivano da un allevamento realizzato a partire da individui di *A. andersoni* raccolti nel frutteto dell'Istituto Agrario di S. Michele.

In tale esperienza sono stati condotti studi di tossicità diretta sulle femmine e sulle uova, ed inoltre di tossicità indiretta dovuta al contatto con il residuo dei diversi principi attivi.

La metodologia applicata è stata descritta da Ioriatti (Ioriatti *et Al.*, 1992). In tutte le prove si è fatto ricorso alla torre di Potter-Burgerjon (Burgerjon, 1956). Nel caso dello studio sulla tossicità diretta sono state poste due femmine della specie in oggetto su dischetti di foglia del diametro di 25 mm, precedentemente collocati su cotone idrofilo impregnato d'acqua, all'interno di una scatola Petri. Su ogni disco sono state inoltre messe alcune uova e adulti di *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) quale alimento. La preda è sempre stata rinnovata al primo e al quarto giorno di prova. Una serie di dieci dischi così composta è stata trattata con 8 ml di soluzione di ciascun principio attivo all'interno di una torre Potter-Burgerjon e quindi lasciata nella nube di trattamento per un minuto. Dopo il trattamento le serie di dischi sono state mantenute in camera climatizzata a 25 °C e 75% di umidità relativa per tutto il periodo delle osservazioni.

I controlli sono stati eseguiti un quarto d'ora, uno, quattro, sette e dieci giorni dopo il trattamento. Nel corso di ogni controllo sono state asportate le larve morte e le protoninfe vive o morte; al settimo giorno sono state tolte le femmine. Al decimo giorno sono state contate le protoninfe e le uova non schiuse.

I dati così ottenuti hanno permesso di valutare l'effetto del trattamento sulla mortalità delle femmine, sulla loro fecondità, sulla fertilità delle uova ovideposte e sulla mortalità degli stadi giovanili. L'insieme di tali parametri ha permesso di determinare l'effetto totale del prodotto (E), cioè la riduzione della popolazione che si verifica nella generazione successiva rispetto ad una popolazione di controllo:

$$E = 100 - (100 - M) \times R1 \times R2 \times R3 \text{ dove:}$$

E è l'effetto totale espresso in percentuale,

M è la percentuale di mortalità delle femmine corretta secondo Abbott,

R1 è il rapporto fra il numero medio di uova rilevate nelle tesi trattate e in quelle testimone,

R2 è la percentuale di uova schiuse ed

R3 è la percentuale di mortalità giovanile corretta.

Per ogni prodotto sono state fatte tre ripetizioni, mentre come testimone sono state usate quattro serie trattate con acqua.

Uova di diversa età sono state inoltre trattate con il solo mancozeb per valutarne l'influenza sulla schiusura nel caso di trattamenti diretti.

Nelle prove di tossicità indiretta è stato valutato se un prolungato contatto con il residuo avesse potuto avere un'influenza sulla fecondità delle femmine. Sono state così condotte alcune prove preliminari prelevando, al quarto giorno, le proninfe dalla prova di tossicità diretta e valutando la fecondità delle femmine da loro ottenute. Tali prove, condotte su un numero limitato di individui, avevano esclusivamente carattere indicativo. Per confermare le informazioni relative a mancozeb, fornite da questo primo saggio, si è provveduto a svolgere una prova specifica con un numero più elevato di individui. Su piastre di vetro trattate con mancozeb sono state quindi poste ad ovideporre, per tre giorni, alcune femmine coetanee; dopo tale periodo queste ultime sono state asportate lasciando sulle piastre le sole uova. E' stata così valutata la fecondità delle femmine sviluppatesi a contatto con il residuo e la si è messa a confronto con quella delle femmine sviluppatesi su piastre trattate con acqua.

RISULTATI

Prove di campo

Nelle Figg. I e II si può osservare, per l'appezzamento A1, l'andamento della popolazione espresso come forme mobili per foglia nei due anni di prova.

In entrambi gli anni, già dal mese di maggio, l'analisi della varianza dei dati dei controlli settimanali indicava differenze significative fra le tesi a confronto (1987: $P < 0,05$ dall'11/05 al 1/06 ; 1988: $P < 0,05$ dal 16/05 al 23/05). Le tesi trattate con mancozeb (1 e 2) risultavano avere, in questo periodo, una densità di popolazione significativamente inferiore (test di Duncan) alle altre tesi (3 e 4) a confronto.

Altro dato comune ai due anni di prova, e di particolare interesse, è il sensibile anticipo della ripresa, nel mese di giugno, della popolazione dei predatori nella tesi 2, dove cioè mancozeb è stato alternato a dithianon, rispetto alla tesi 1 trattata con solo mancozeb. L'analisi della varianza ha infatti messo in luce differenze significative (1987: $P < 0,05$ dall'8/06 al 29/06; 1988: $P < 0,05$ dal 30/05 al 28/06). La popolazione dei Fitoseidi rilevata nella tesi 1 è risultata, in tale periodo, significativamente diversa da quella della tesi 2 (test di Duncan). Verso la metà di luglio le popolazioni hanno raggiunto in tutte le tesi le densità massime, con valori simili fra loro.

Per quanto riguarda le uova (Figg. III e IV), l'andamento della popolazione, in entrambi gli anni, ricalca abbastanza fedelmente quello relativo alle forme mobili. Infine la popolazione di ragnetto rosso nel corso delle prove è risultata pressoché nulla.

Nell'appezzamento A2, come è possibile osservare nelle Figg. V e VI, la popolazione dei Fitoseidi trattata con mancozeb è diminuita notevolmente dopo il primo trattamento, mentre successivamente si è stabilizzata su livelli molto bassi

Tab. 1- Caratteristiche dei prodotti allo studio.

Principio attivo	Nome commerciale	Ditta
mancozeb	M70	Du Pont
dithianon	Delan	Shell
penconazole	Topas	Ciba-Geigy
chlorothalonil	Daconil	Ciba-Geigy

Tab. 2- Risultati delle prove di tossicità diretta in laboratorio.

parametri controllati		chlorotalonil	dithianon	mancozeb	penconazole
mortalità al 7° giorno	x σ	8,12 8,26	-5,67 3,54	-3,89 3,46	-7,12 6,31
riduzione fecondità(%)	x σ	9,00 0,06	3,00 0,07	31,00 0,07	14,00 0,02
riduzione fertilità (%)	x σ	-0,01 0,16	-0,05 0,53	6,88 3,53	-0,62 0
mortalità stadi giovanili(%)	x σ	-0,08 0	-0,08 0	6,96 2,47	0,04 0,23
Effetto totale	x σ	16,00 12,60	-3,18 8,27	37,89 8,40	7,51 2,41

Tab. 3- Ovideposizione media per femmina nella prova preliminare di tossicità.

Prodotto	Trattato	Testimone
chlorothalonil	7,9	5,7
dithianon	9,6	10,5
mancozeb	0,8	13,2
penconazole	8,8	8,9

Tab. 4- Ovideposizione media quotidiana nel corso delle prove di tossicità indiretta.

Giorno	mancozeb	testimone
1	0,28	0,94
2	0,84	1,97
3	0,87	2,25
4	0,71	2,03
5	0,79	2,34
6	0,63	2,38
7	0,81	2,58
Media	0,7	2,07

(0,1-0,2 f.m.f.). I trattamenti successivi invece ne hanno impedito la ripresa.

Nella Fig. VII viene riportato l'andamento della popolazione nella parcella "mancozeb"; viene messa in risalto la tossicità del fungicida che, da solo, limita a bassi livelli la popolazione dei predatori durante tutta la durata della prova. Il loro incremento numerico, osservato un mese dopo la sospensione dei trattamenti, può essere spiegato dalla migrazione di Fitoseidi dalle piante vicine sullo stesso filare e non interessate alla prova.

Prove di laboratorio

Tossicità diretta.

I risultati della prova di laboratorio, volta alla valutazione della tossicità diretta dei diversi principi attivi, sono riassunti in Tab. 2.

L'effetto totale di mancozeb (37,89%) è da attribuire quasi interamente ad una ridotta fecondità delle femmine esposte al trattamento; il numero di uova deposte è stato infatti inferiore del 31% rispetto a quelle osservate nel testimone. Minore è risultato l'effetto del principio attivo sulla schiusura delle uova e sulla mortalità giovanile; i valori espressi in termini di percentuale di uova non schiuse e percentuale di mortalità, entrambe corrette in rapporto ai valori dei medesimi parametri rilevati nel testimone, sono stati rispettivamente 6,88% e 6,96%.

Nulla è invece stata la mortalità delle femmine esposte direttamente al trattamento; i valori negativi indicano valori di mortalità inferiori a quella del testimone.

Tab. 5- Effetto di mancozeb sulla schiusura delle uova di diversa età.

Età delle uova	0-24 ore	24-48 ore	Media
Tesi			
mancozeb	23,6	46,0	34,8
testimone	76,9	93,9	85,4
Media	50,2	69,9	

Per quanto riguarda dithianon l'effetto totale così calcolato è risultato di -5,67%; ciò significa che il prodotto è inoffensivo per *A. andersoni*. Tutti i fattori che vengono considerati nel calcolo di questo parametro sono stati simili, se non migliori, di quelli osservati nel testimone.

Per penconazole l'effetto totale è di 7,51%. Un valore di per sé molto basso ed insignificante per una prova di laboratorio. E'interessante però sottolineare che è stata osservata una certa riduzione della fecondità (14%), compensata dal valore negativo di -7,12% della mortalità.

Infine per chlorothalonil è stato rilevato un effetto totale intorno al 16%, dovuto in parte ad un aumento della mortalità (8,12%), ed in parte ad una riduzione della fertilità (9%).

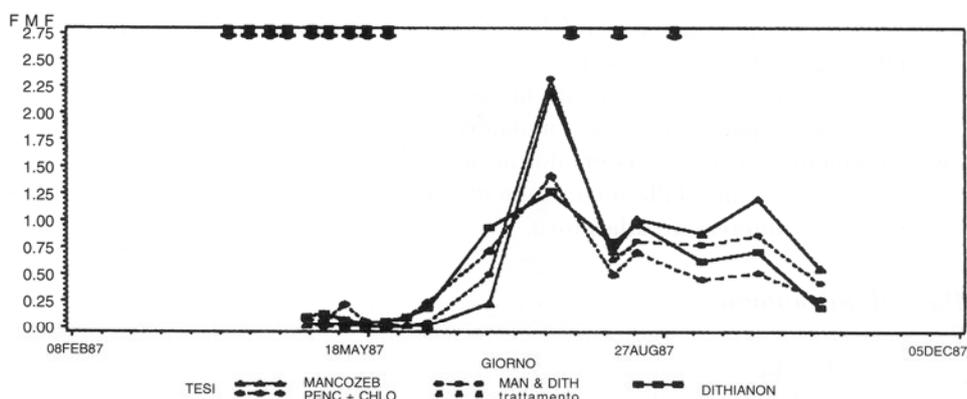


Fig. I- Andamento della popolazione di Fitoseidi (forme mobili/foglia) nelle tesi a confronto in A1 (1987).

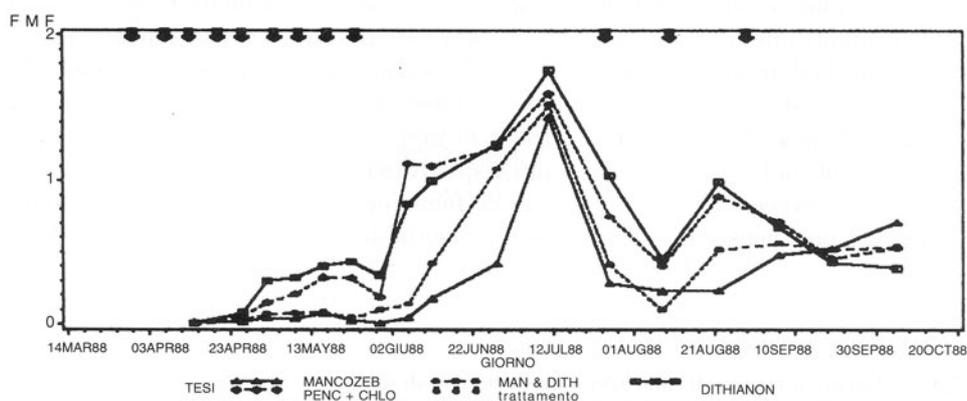


Fig. II- Andamento della popolazione di Fitoseidi (forme mobili/foglia) nelle tesi a confronto in A1 (1988).

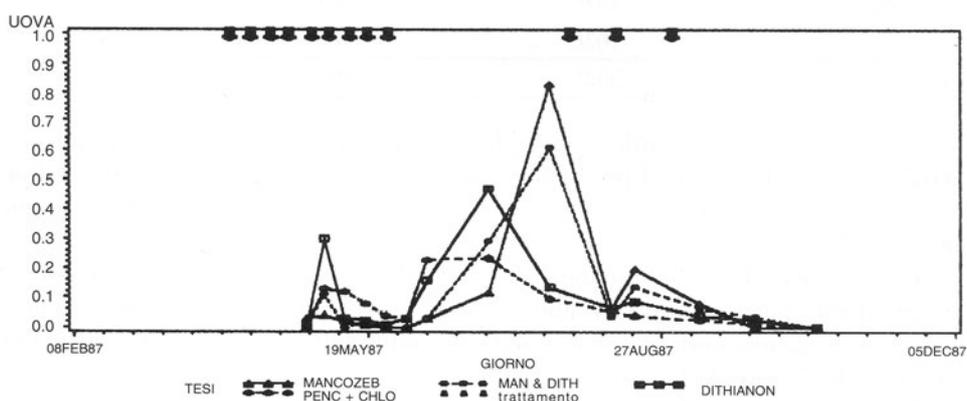


Fig. III- Andamento della popolazione di Fitoseidi (forme uova/foglia) nelle tesi a confronto in A1 (1987).

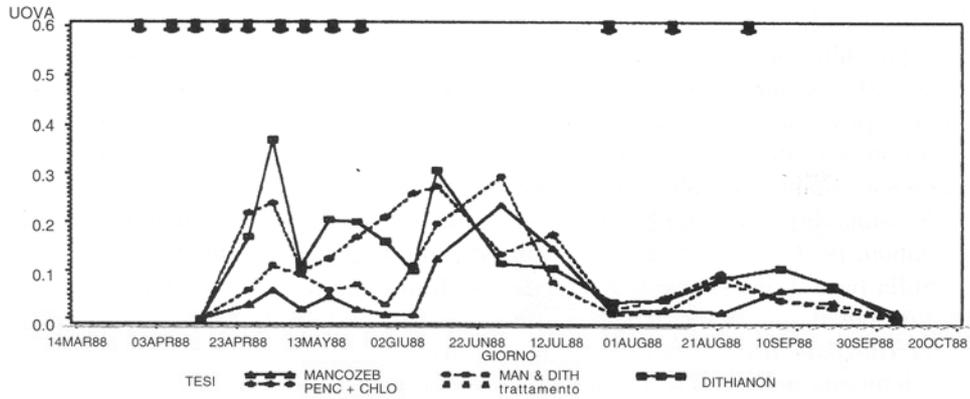


Fig. IV- Andamento della popolazione di Fitoseidi (forme uova/foglia) nelle tesi a confronto in A1 (1988).

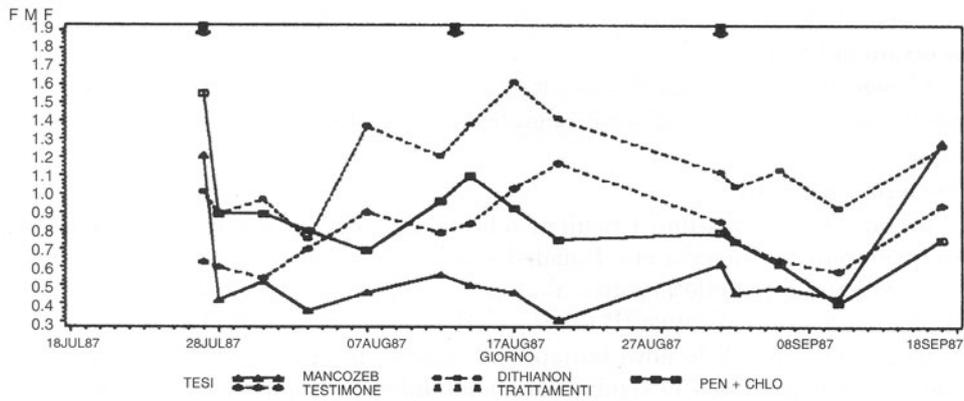


Fig. V- Andamento della popolazione di Fitoseidi (f.m.f./foglia) nelle tesi a confronto in A2 (1987).

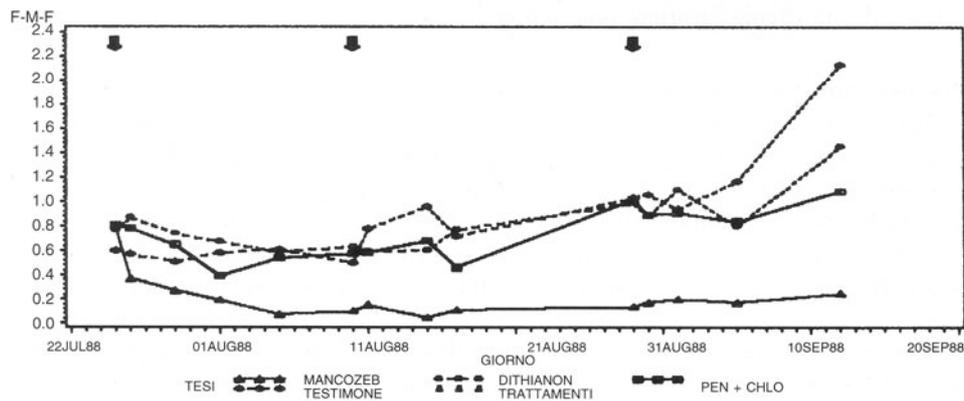


Fig. VI- Andamento della popolazione di Fitoseidi (f.m.f./foglia) nelle tesi a confronto in A2 (1988).

Tossicità indiretta.

I dati della prova preliminare, riassunti in Tab. 3, evidenziano un effetto rilevante sulla fecondità delle femmine che si sono sviluppate a contatto con il residuo del principio attivo mancozeb. Infatti nel testimone, per il periodo di prova, sono state rilevate in media 13,2 uova/femmina, mentre nella tesi trattata con mancozeb sono state osservate solo 0,8 uova/femmina.

Nessuna differenza significativa è stata invece riscontrata fra le tesi trattate con dithianon, penconazole e chlorothalonil ed i loro rispettivi testimoni.

Sulla base di questi risultati si è deciso di proseguire lo studio dell'effetto del residuo per il solo mancozeb. I risultati, riportati in Tab. 4, mostrano una differenza rilevante fra il testimone e le tesi trattate con mancozeb. Il numero di uova/femmina per giorno rilevato nella tesi mancozeb è stato 0,7, mentre nel testimone è stato 2,068; la differenza è risultata altamente significativa ($P < 0,001$).

Dall'esame dei dati relativi all'ovideposizione giornaliera nelle due tesi a confronto appare evidente che l'inibizione della fertilità è permanente: infatti l'ovideposizione giornaliera osservata nella tesi mancozeb non varia in modo consistente nel corso della settimana di prova, rimanendo costantemente inferiore a quanto osservato nel testimone.

E' però da rilevare che l'ovideposizione sui singoli dischetti trattati con mancozeb variava da 0 a valori simili alla media del testimone.

Tossicità sulle uova.

In Tab. 5 sono riassunti i risultati relativi all'effetto di mancozeb sulla schiusura delle uova di diversa età. L'analisi statistica condotta su questi dati ha messo in evidenza un effetto negativo altamente significativo del prodotto ($P < 0,001$) ed un'influenza significativa ($P < 0,03$) dell'età delle uova sulla loro schiusura.

In generale quindi le uova trattate con mancozeb hanno mostrato una percentuale di schiusura (34,8%) significativamente inferiore a quelle trattate con acqua (85%). La riduzione della schiusura è stata significativamente maggiore trattando uova appena deposte (23,6%), rispetto a quella di uova di 24-48 ore (46%). Non è stata rilevata invece differenza significativa fra la percentuale di schiusura delle uova di età diversa trattate con acqua.

Discussione dei risultati

Mancozeb: i dati di laboratorio ne hanno evidenziato la relativa innocuità nei confronti di *A. andersoni* quando si faccia riferimento alla sola mortalità delle femmine esposte sia direttamente che indirettamente al prodotto. Ciò era già stato rilevato da Baynon e Penman (1987) su *Typhlodromus pyri* Scheuten. Anche la mortalità giovanile è relativamente contenuta (6,96%), così come l'effetto sulla schiusura delle uova (6,88%). Le femmine trattate direttamente con il prodotto presentano però una riduzione della fertilità del 31%. Un tale valore significa che le femmine esposte al trattamento vedono notevolmente ridotta la propria potenzialità riproduttiva nel breve periodo (stessa generazione). L'effetto totale è pari a 37,89% e ciò significa che nella generazione successiva la popolazione sottoposta a trattamento viene ridotta di circa un terzo rispetto ad una popolazione di controllo.

Questa è però una sottovalutazione del reale impatto del prodotto. Infatti è stato dimostrato che viene notevolmente ridotta anche la percentuale di schiusura delle uova esposte direttamente al prodotto. Inoltre viene ridotta di circa il 70% la fertilità delle femmine qualora, come avviene in campo, esse si siano sviluppate a contatto con il residuo. L'effetto è in tal modo notevolmente amplificato, ripercuotendosi anche sulla potenzialità riproduttiva delle generazioni successive. Questo effetto potrebbe essere dovuto, come ipotizzato da Baynon e Penman (1987), ai prodotti di degradazione del mancozeb quali l'etilentiourea (ETU), di cui è già stata dimostrata l'attività d'inibizione dello sviluppo degli ovari nella Mosca domestica (Mitlin e Baroody, 1958).

L'effetto negativo di mancozeb è confermato dai risultati delle prove di campo. I trattamenti primaverili (Figg. I e II) impediscono infatti l'affermarsi di una efficace popolazione di predatori; tale azione, qualora non vengano sospesi i trattamenti, si protrae anche durante il periodo estivo (Fig. VII). Tutto ciò si ripercuote sull'efficacia di contenimento degli Acari fitofagi da parte di *A. andersoni*. Una possibile soluzione per limitare i danni potrebbe essere la riduzione del numero dei trattamenti con principi attivi di tale gruppo chimico. Queste considerazioni trovano conferma nelle prove di campo svolte in A1, e precisamente dal confronto fra le tesi 1 e 2 (Figg. I e II), cioè fra la tesi trattata settimanalmente con mancozeb e quella in cui si alternavano gli interventi con mancozeb e dithianon. In entrambi gli anni di indagine è stata infatti notata una maggiore velocità di crescita della popolazione del predatore al momento della sospensione dei trattamenti primaverili; questo corrisponde ad un minor tempo necessario per portare le popolazioni del predatore ad un livello di densità in grado di contenere eventuali attacchi precoci di *P. ulmi*.

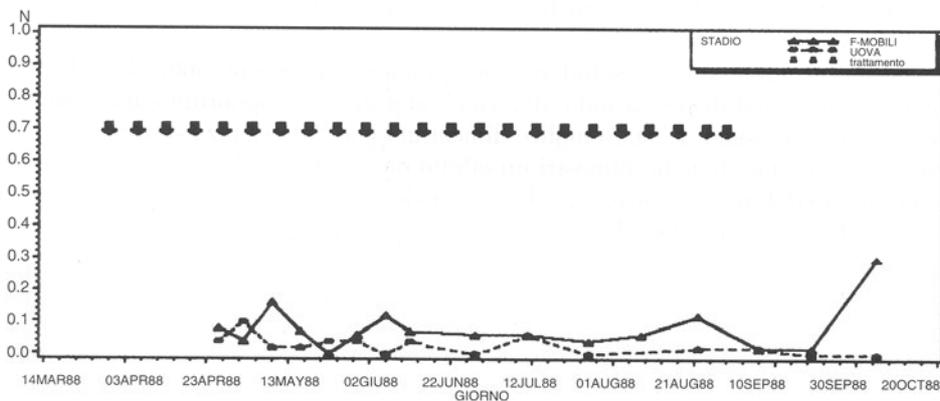


Fig. VII- Andamento della popolazione di Fitoseidi nell'appezzamento mancozeb.

L'effetto di mancozeb su popolazioni di Fitoseidi già affermate è stato meno drastico (Figg. V e VI). Questo a conferma di quanto visto nelle prove di laboratorio (Tab. II), in cui è stato determinato che l'effetto prevalente del prodotto interessa il potenziale riproduttivo e non impedisce che una consistente percentuale degli adulti trattati sopravvivano.

Dithianon: contrariamente a quanto riscontrato per mancozeb non è stato messo in evidenza alcun effetto sugli stadi di sviluppo e su alcuni aspetti del comportamento presi in considerazione nel corso delle prove di laboratorio. Ciò conferma quanto rilevato in campo sia nel corso delle nostre prove sia da diversi Autori, i quali hanno classificato il prodotto come di effetto nullo o limitato sui Fitoseidi.

Per quanto riguarda chlorothalonil nelle prove di laboratorio è stato rilevato un effetto totale (16%) diviso fra riduzione della fecondità (9%) e mortalità (8,12%), mentre per penconazole l'effetto totale (7,51%) è dovuto esclusivamente ad una riduzione della fertilità. Variazioni di tale portata non dovrebbero avere ripercussioni sulla popolazione di Fitoseidi; ed infatti, nelle prove di campo, le tesi trattate con questi prodotti hanno avuto un andamento simile alla tesi dithianon, tranne che durante il primo anno di prove in A2, dove si sono avute sensibili differenze.

CONCLUSIONI

I Fitoseidi sono importanti regolatori naturali degli Acari fitofagi quando questi ultimi sono presenti a densità di popolazione relativamente basse, mentre riescono con difficoltà e in un intervallo di tempo più lungo a contenere l'infestazione già in atto. Ne consegue che il destino dell'equilibrio Acari fitofagi-Fitoseidi, e cioè *P. ulmi* e *A. andersoni*, è deciso nella fase iniziale della stagione vegetativa, nel momento in cui le popolazioni dei Fitoseidi si stanno costituendo.

Visto l'effetto di mancozeb sul potenziale riproduttivo dei predatori, solo una riduzione degli interventi con tale principio attivo nella fase primaverile consentirà loro di affermarsi e contenere efficacemente gli Acari fitofagi. I saltuari trattamenti estivi con mancozeb, su popolazioni di Fitoseidi già sviluppate, risultano invece meno nocivi.

Se non si vuole quindi escludere completamente questo prodotto dalle liste dei prodotti consigliabili per la lotta alla Ticchiolatura, sarà opportuno alternarlo con prodotti meno tossici. E' stato inoltre dimostrato che l'alternanza settimanale mancozeb - dithianon, benché dimostri un effetto depressivo sulla costituenda popolazione di predatori, ne consente, alla sospensione dei trattamenti, una più rapida ripresa della popolazione. E' ragionevole pensare che ciò possa essere ottenuto anche alternando mancozeb agli altri due principi attivi e che tali risultati possano essere esaltati allargando l'intervallo di tempo fra due successivi trattamenti con mancozeb. Ed è del resto in quest'ottica che si muovono le direttive europee per la produzione frutticola integrata, volte a limitare il numero di trattamenti annui con tale principio attivo.

RIASSUNTO

Nel presente lavoro è stata valutata, con prove di campo e di laboratorio, la selettività, nei confronti dell'Acaro Fitoseide *A. andersoni*, di quattro anticrittogamici (mancozeb, dithianon, penconazole e chlorothalonil) comunemente impiegati nella lotta alla Ticchiolatura del Melo (*Venturia inaequalis* Wint.).

Le prove di campo hanno interessato:

- valutazione dell'influenza dei prodotti sulla popolazione di Fitoseidi durante l'intero periodo

vegetativo; nel corso di tale prova si è inoltre osservato l'andamento di una popolazione sottoposta alternativamente a due prodotti (mancozeb e dithianon);

- valutazione della selettività dei prodotti in fase di pre-raccolta
- valutazione dell'influenza dei trattamenti settimanali con mancozeb ripetuti per tutta la stagione.

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che le popolazioni di *A. andersoni* nelle tesi trattate con dithianon e con la miscela penconazole e chlorothalonil hanno avuto un andamento simile, ma con valori sensibilmente superiori rispetto alle tesi trattate con mancozeb. Contemporaneamente è stato rilevato che l'alternanza nell'impiego di mancozeb con dithianon favorisce una più rapida ripresa (con un anticipo di circa quindici giorni) della popolazione dei Fitoseidi dopo la sospensione dei trattamenti, rispetto al solo mancozeb.

In laboratorio sono state condotte:

- prove di determinazione della tossicità diretta su femmine adulte di *A. andersoni*;
- prove di determinazione della tossicità indiretta, per valutare la fecondità delle femmine sviluppatesi a contatto col prodotto;
- prove di tossicità diretta su uova di diversa età.

Oltre a confermare la tossicità di mancozeb è stato messo in evidenza che tale azione si manifesta soprattutto in una riduzione della fecondità sia sulle femmine che hanno subito direttamente il trattamento (31% in meno rispetto al testimone), sia su quelle sviluppatesi a contatto col prodotto (69% in meno rispetto al testimone).

Di lieve entità è risultato l'effetto totale di chlorothalonil (16%) e penconazole (7,5%), mentre è stato nullo quello relativo a dithianon (-3,2%).

RINGRAZIAMENTI

A conclusione del lavoro si vuole esprimere un vivo ringraziamento al prof. Diego Forti per la preziosa revisione critica, ai p.a. Romano Maines e Marco Delaiti per la loro costante assistenza.

Field and laboratory tests on selectivity of four fungicides on *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina, Phytoseiidae)

SUMMARY

Field and laboratory tests were conducted to determine the selectivity against the predatory mite *Amblyseius andersoni* (Chant) of the fungicides mancozeb, dithianon, penconazole and chlorothalonil, which are commonly employed in the control of apple scab (*Venturia inaequalis* Wint.). The field trials investigated the effects of the fungicides on the mite population throughout the crop cycle, the trend of a single population alternately subjected to mancozeb and dithianon applications, product selectivity in pre-harvest and the effects of weekly mancozeb treatments applied throughout the season. *A. andersoni* populations treated with dithianon and an *ad hoc* blend of penconazole and chlorothalonil had a trend similar, but with values considerably higher than those treated with mancozeb. The treatment alternating mancozeb and dithianon induced a more rapid resumption (about fifteen days earlier) of the predacious mite population after treatment suspension than the mancozeb-only treatment.

The laboratory tests investigated direct and indirect toxicity in *A. andersoni* females, so as to determine the fertility of females that developed in contact with the product and direct toxicity in eggs of varying age. The results confirmed the toxicity of mancozeb and showed that it acts mainly to reduce the fertility both of females that received direct treatment (31% less than control) and that developed in contact with the product (69% less than control). The overall effect of chlorothalonil (16%) and penconazole (7.5%) was slight and that of dithianon nil (-3.2%).

BIBLIOGRAFIA

- BAYNON G. T., PENMAN D. R., 1987.- The effects of mancozeb and metiram on the predatory mite, *Typhlodromus pyri*.- *Proceedings of the New Zeland Weed and Pest Control Conference*: 104-107.

- BURGERJON A., 1956.- Pulvérisation et poudrage au laboratoire par des préparations pathogènes insecticides.- *Annales des Epiphyties*, 4: 675-684.
- CHABOSSOU F., 1965.- La multiplication par voie trophique des tétraniques à la suite des traitements pesticides. Relation avec les phénomènes de résistance acquise.- *Boll. Zool. agr. Bachic.*, 7: 144-184.
- COLLYER E., KIRBY A. H. M., 1955.- Some factors affecting the balance of phytophagous and predacious mites on apple in South-east England.- *Journal Hort. Sci.*, 30: 97-108.
- COLLYER E., KIRBY A. H. M., 1959.- Further studies on the influence of fungicide sprays on the balance of phytophagous and predacious mites on apple in South-east England.- *Journal Hort. Sci.*, 34: 39-50.
- DABROWSKY Z. T., 1970.- Density of spider mites (Tetranychidae) and predatory mites (Phytoseiidae) in apple orchard treated with pesticides.- *Ekol. pol.*, 18: 111-136.
- DUSO C., GIROLAMI V., BORGO M., EGGER F., 1983.- Influenza di anticrittogamici diversi sulla sopravvivenza di predatori fitoseidi introdotti su vite.- *Redia*, 66: 469-483.
- DUSO C., GIROLAMI V., 1984.- Ricerche sugli Acari della vite nel Veneto: aspetti faunistici ed incidenza degli interventi fitosanitari sulle popolazioni di Acari fitofagi e predatori.- *Redia* 67: 337-353.
- DUSO C., GIROLAMI V., 1985.- Controllo biologico degli Acari nei vigneti.- *Inf.tore Agr.*, LXI,18: 83-89.
- GUNTHART E., VOGEL W., 1965.- L'influence des produits antiparasitaires sur les araignées rouges.- *Boll. Zool. agr. Bachic.*, 2: 131-141.
- HERNE D. H. C., PUTMAN W. L., 1966.- Toxicity of some pesticides to predacious Arthropods in Ontario peach archards.- *Can. Ent.*, 98: 936-942.
- IORIATTI C., PASQUALINI E., TONIOLI A., 1992.- Effects of the fungicides mancozeb and dithianon on mortality and reproduction of the predatory mite *Amblyseius andersoni*.- *Experimental & Applied Acarology*, 15: 109-116.
- LORD F. T., 1949.- The influence of Spray Programs on the Fauna of Apple Orchards in Nova Scotia. III. Mites and their Predators.- *Can. Ent.*, 81, 9: 217-230.
- MITLIN N., BAROODY A. M., 1958.- The effect of some biologically active compounds on growth of house fly ovaries.- *J. Econ. Entomol.*, 51: 384-385.
- RUI D. MORI P., 1968.- Interferenze fra le applicazioni terapeutiche e le nuove infestazioni di Acari fitofagi sulla vite.- *Atti Accad. ital. vino, Siena*, 20: 3-19.
- VAN DE VRIE M., 1962.- The influence of spray chemicals on predatory and phytophagous mites on apple trees in laboratory and field trials in the Netherlands.- *Entomophaga*, 3: 243-250.