



**Alma Mater Studiorum
Università di Bologna**



**Università degli Studi
di Catania**

Atti del Convegno
Strategie di difesa biologica

A cura di:
DIA - Sezione Meccanica - Catania

ISBN: 978-88-903151-0-7

Stampa:

Elle Due srl

Via Ecce Homo, 153 - 97100 Ragusa

Tel. 0932.621 091

e-mail: ld@tipografiaelledue.com

INDICE

Premessa	pag.	7
<i>Giorgio Celli</i> La difesa biologica oggi	“	9
<i>Giuseppe Manzaroli</i> Le biofabbriche	“	13
<i>Claudio Caprara, Gualtiero Baraldi, Roberta Martelli, Fabio Pezzi</i> Distribuzione meccanica di artropodi nella lotta biologica in colture protette	“	19
<i>Alberto Lanzoni, Giovanni Burgio, Stefano Maini</i> Prove di lancio meccanico di <i>Phytoseiulus persimilis</i> e <i>Orius laevigatus</i> in colture protette	“	29
<i>Giacomo Blandini, Giuseppe Emma, Sabina Failla, Giuseppe Manetto</i> Valutazione della distribuzione meccanizzata di antagonisti naturali nelle serre siciliane	“	39
<i>Giovanna Tropea Garzia, Lucia Zappalà, Gaetano Siscaro</i> Valutazioni degli effetti sugli ausiliari di un distributore meccanico	“	61
<i>Biagio Pecorino, Marcella Bucca</i> Risultati economici della distribuzione meccanica di artropodi in coltura protetta	“	77
<i>Gualtiero Baraldi</i> Conclusioni	“	93



Premessa

A conclusione di un progetto di ricerca biennale finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca sul tema “Distribuzione meccanica di artropodi in coltura protetta” le Unità Operative delle Università di Bologna e di Catania hanno organizzato una giornata di studio sulle strategie di difesa biologica. Il convegno si è articolato in due sessioni: la prima, di carattere generale, ha esaminato lo stato dell'arte, considerando la produzione e la commercializzazione dei prodotti biologici, la seconda ha illustrato i risultati finali ottenuti nell'ambito del progetto.

La giornata di studio si è proposta di rispondere al crescente interesse per l'agricoltura biologica che si avvale, come noto, di strategie di difesa alternative a quella chimica. In questo ambito si è collocata l'attività del progetto che ha come obiettivo principale la meccanizzazione della distribuzione di organismi utili in coltura protetta e la divulgazione degli aspetti di carattere tecnico ed economico che ne derivano.



La difesa biologica oggi

La lotta biologica è un metodo di difesa delle colture dagli organismi che le infestano, insetti soprattutto, che è stato praticato per la prima volta in modo non empirico negli agrumeti della California a cominciare dagli ultimi due decenni dell'Ottocento. L'ipotesi operativa era quella suggerita dalla nozione di lotta per la vita, formulata da Charles Darwin: ogni specie in natura ha dei nemici che ne contrastano l'incremento demografico, perché, se non fosse così, occuperebbe in breve tempo tutte le nicchie ecologiche, diventando esclusiva ed ubiquitaria. Il metodo, che consiste nell'opporre agli insetti vegetariani, che si nutrono delle piante coltivate, degli insetti carnivori, che in varia guisa li divorano, ha avuto, fin dai primordi, la necessità di poter disporre di un numero più o meno ingente di questi ausiliari, per cui si è subito posta la necessità di allevarli e di moltiplicarli, dapprima in insettari e in seguito in vere e proprie biofabbriche, di cui quella di Martorano a Cesena, resta fino ad oggi la sola in Italia, anche se, a quanto si dice, delle altre sono in corso di progettazione. La nostra biofabbrica, un tempo Biolab e ora Bioplanet, ha aperto i battenti attorno agli anni Novanta del secolo scorso, nata per ispirazione dell'Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna, con il concorso dell'Assessorato all'agricoltura regionale e dell'Enea. La lotta biologica, nel secondo dopoguerra, all'avvento degli insetticidi di sintesi, aveva conosciuto una progressiva eclissi, ed è stato quando i danni ecologici e sanitari di questi composti, sparsi con dovizia e spesso al di là del necessario, nei campi, sono emersi in tutta la loro pregnanza, che il metodo ha conosciuto una ripresa di interesse. Tuttavia, anche se l'impiego di insetti al posto delle molecole di sintesi ha conosciuto una certa diffusione, soprattutto, a quanto sembra, nelle colture protette, il fantasma dell'uso e dell'abuso dei pesticidi non è stato affatto esorcizzato, e molto resta ancora da fare per ricondurre il campo coltivato, e l'agricoltura in genere, a una gestione più soffice dal punto di vista chimico. A riprova, una recente relazione presentata al Parlamento europeo, ha sottolineato il fatto che dal 1996, le vendite delle molecole di sintesi hanno subito un netto incremento, e che il 40% dei prodotti ortofrutticoli prelevati nei mercati della UE, risulta contaminato da residui tossici, e nel 15% dei casi si tratta di più di un residuo, con il pericolo di perniciose sinergie. Per fare qualche esempio particolareggiato, in campioni di uva da tavola provenienti dall'Italia, dalla Grecia e dalla Francia, la contaminazione

Giorgio Celli

*Dipartimento di
Scienze e Tecnologie
Agro-ambientali
Università di Bologna*

complessiva si è attestata sull'80%, e un po' meno della metà era al di sopra dei limiti di legge. In altri campioni di carote, italiane e francesi, tale contaminazione globale è risultata del 100%, e, anche in questo caso, circa la metà era fuori legge. Dal punto di vista più generale dell'ecologia, e della tutela della biodiversità, alcune nuove molecole come l'imidacloprid hanno dimostrato di avere effetti disastrosi sulle api e sugli impollinatori selvatici, contaminando, per via sistemica, il nettare di numerose piante coltivate entomofile, e ponendo in forse la sopravvivenza stessa dell'apicoltura europea.

La lotta biologica con il metodo di lancio di organismi utili prodotti in biofabbriche ha permesso di compiere un primo passo per la concreta realizzazione di una lotta integrata che impiega, solo al superamento di determinate soglie di dannosità degli artropodi nocivi, dei sistemi di difesa mirati e il più possibile a basso impatto. Dalla lotta integrata si è quindi passati alla produzione integrata. Con i disciplinari di “Produzione integrata”, si attua, oltre al controllo degli insetti dannosi, una corretta gestione delle concimazioni, di altre pratiche agronomiche, diserbo, lotta alle malattie, rispettando al massimo la selettività dei pesticidi e impiegando quelli maggiormente compatibili con l'ambiente. Ulteriore sviluppo verso una agricoltura ecocompatibile o per dir così “ecoproduttiva” si è avuto in questi anni recenti. L'evoluzione verso una “ecoproduttività” può essere rappresentata anche con l'impiego di macchine per trattamenti di tipo biologico, quale il lancio di artropodi utili che favorisce un minore impiego di tempo con gli stessi effetti nella riduzione dell'impiego di pesticidi e il mantenimento del reddito degli agricoltori. Riassumo in dieci punti quanto sarebbe auspicabile per portare la nostra agricoltura a eliminare quel termine “industriale” e renderla più attuale e moderna con “biologica”. Questo piccolo decalogo di “agricoltura biologica” è qui, di seguito, esposto:

- L'azienda biologica produce non solo derrate agricole, ma ambiente: il suo impiego della concimazione organica e della lotta biologica, garantisce non solo una produzione esente da residui, ma che non ha permesso la contaminazione ambientale, né del campo coltivato, né dei suoi immediati dintorni, né del territorio circostante, né, perché no?, della biosfera nel suo insieme. In parole povere, l'agricoltura biologica promuove la salute dell'ambiente e del consumatore.
- L'agricoltura biologica si prende a cuore la conservazione e l'accrescimento della biodiversità. Insedia siepi e alberi come rifugio di organismi utili, entomofagi e impollinatori, e di altre

specie a rischio d'estinzione, non pratica il diserbo chimico, punta sull'insediamento di antiche cultivar scomparse, o marginali nell'ambito dell'agricoltura industriale, sfruttandone la frequente resistenza alle avversità, destinandone i prodotti a un mercato in rapida crescita.

- L'agricoltura biologica presuppone che l'agricoltore si riappropri del proprio campo e del proprio lavoro. Produrre insieme derrate e ambiente, presuppone l'avvento di una nuova professionalità, che faccia dell'agricoltore il tecnico di sé stesso, e che, qualora debba ricorrere alla scienza altrui, ne attinga attraverso il dialogo e non assumendo la funzione passiva dell'ascoltatore.
- L'agricoltore biologico è un uomo aperto al mondo, consapevole che milioni di uomini soffrono la fame, e che l'etica ci impone di far qualcosa per aiutarli. Partecipa così attivamente alle organizzazioni che si occupano del problema, appoggia il commercio equo e solidale, si pone in dialettica con quegli aspetti della globalizzazione che operano per l'egemonia del Nord sul Sud del mondo.
- L'acqua, nei prossimi decenni, diventerà più preziosa dei combustibili fossili, perché l'acqua è vita e più di un miliardo di uomini soffrono la sete o bevono delle acque non potabili. L'agricoltore biologico, praticherà il risparmio dell'acqua, e opererà nel senso di difendere le falde e i corpi idrici in superficie, non ultimo perché i suoi prodotti, che sono di qualità, esigono una irrigazione di qualità.
- Produrre biologico significa produrre secondo il ritmo delle stagioni, coltivando gli ortaggi e la frutta all'epoca *giusta*. In tal modo si evitano forzature colturali, spesso onerose e sostenute chimicamente, e che incentivano il ricorso ai conservanti, sempre e comunque pericolosi per la salute del consumatore. Ogni cosa ha il suo tempo, ogni frutto la sua stagione.
- Spesso si pensa, tra i non informati e i detrattori, che l'agricoltura biologica guardi al passato e non si curi del futuro. Non è affatto così, anche se le tradizioni, se valide, sono conservate, o recuperate: la rotazione, come ripristino della fertilità del suolo e come pratica sanitaria, il sovescio, come fertilizzazione organica, la consociazione, come modo per ottimizzare l'utilizzo di diverse rizosfere, facciamo solo qualche esempio, sono delle pratiche tradizionali da rimettere in opera. Nel contempo tutte le nuove tecnologie a valenza ecologica, dall'impiego dei feromoni alla lotta microbiologica, sono prese in carica dall'agricoltore biologico, che dimostra così di guardare il futuro senza dimenticare il passato.

- Come abbiamo già accennato, l'agricoltura biologica punta sulla qualità, ma non basta: intende legare la qualità al territorio, e alla sua storicità. Difatti, recupera antiche cultivar, e si propone di rilanciare la tipicità di certe produzioni locali di eccellenza, come, con tre esempi di minima, il durone di Vignola, la fragola di Cesena o il parmigiano reggiano. Per questo motivo, le piante transgeniche, gli OGM, non hanno accesso ai campi dell'agricoltore biologico. In primo luogo, perché queste piante, spiazzando le vecchie cultivar, tendono a porre in forse la biodiversità, e puntano a prodotti standard, non espressione di un certo territorio e di una certa tradizione, ma eguali per tutto il pianeta. Le piante transgeniche sono irriducibili a qualsiasi tipicità e storicità delle produzioni agricole, e perfino alle gastronomie che ne derivano
- L'agricoltura biologica presuppone l'avvento di una nuova dimensione della ricerca scientifica, che ponga come prioritaria la coesistenza tra gli organismi e non il dominio degli uni sugli altri, che favorisca la trasformazione dei parassitismi in simbiosi, degli antagonismi in compromessi ecologici. La sua epistemologia si fonda sulla nozione di equilibrio o di quasi - equilibrio biologico- o più estesamente ecologico, per il quale l'uomo non è lo sfruttatore sordo e cieco della biosfera, ma il suo illuminato giardiniere.
- L'agricoltura biologica è la punta più avanzata dell'agricoltura sostenibile. E' sostenibile nel senso che assicura la conservazione della fertilità del suolo, che non inquina l'ambiente con abusi chimici e tecnologici, che produce secondo il ritmo delle stagioni, che conserva e semmai accresce la biodiversità, che promuove la sicurezza alimentare. In più, l'agricoltura biologica si presenta come l'attività di un uomo aperto al mondo, eticamente coinvolto, e padrone del proprio lavoro.

Le Biofabbriche

In Europa ci sono circa 25 aziende che si dedicano alla produzione di insetti ed acari utili di cui solo alcune di dimensioni industriali. Queste aziende leader operano oramai su molti paesi ed hanno una serie di stabilimenti in grado di coprire le richieste del mercato nell'arco di tutto l'anno.

Vi sono comunque anche una serie di piccole imprese composte da poche persone che spesso sono frutto dell'iniziativa di giovani entomologi specializzati in una o poche specie.

Per quanto riguarda l'Italia, Bioplanet di Cesena è tuttora l'unica struttura produttiva privata che opera a livello europeo ed è presente su più mercati con un catalogo diversificato di vari insetti ed acari utili.

La vendita o l'applicazione di quelli che vengono anche definiti ausiliari o IBCAs (Invertebrate Biological Control Agents) mostra in generale una crescita costante del numero di individui utilizzati nel mondo e della loro importanza economica. Alcune valutazioni recenti parlano di un valore vicino ai 280 milioni di dollari a livello mondiale, di cui una buona parte è realizzato in Europa, prevalentemente in usi riferiti alle colture protette.

Sempre secondo delle stime della OILB-IOBC del 2006, i lanci di insetti allevati coprono circa 16 milioni di ettari nel mondo di cui circa 35.000 in serra. Si considerano circa 150 specie di organismi utili (patogeni inclusi) disponibili a livello mondiale ma occorre considerare che è in Europa dove si fanno le applicazioni più specifiche e con più alto valore aggiunto, dato che l'utilizzo prevalente è in serre specializzate. Il giro d'affari dei soli ausiliari è, infatti, stimato attorno ai 130 milioni di euro (inclusi i Bombi impollinatori).

La produzione industriale degli insetti si è sempre più qualificata ed il miglioramento delle tecniche di allevamento ha portato negli ultimi anni ad aumentare quantità e qualità degli organismi più utilizzati.

Questi sono commercializzati secondo due modalità principali:

1 - forme mobili (ad esempio gli adulti di *Orius*

Giuseppe Manzaroli

BIOPLANET
Strategie di
Controllo Biologico

Orius laevigatus



laevigatus) in materiale disperdente racchiuso in contenitori di materiale plastico, che non temono gli urti;
2 - forme immobili (ad esempio le pupe di *Encarsia formosa*) incollate su appositi cartellini.

In entrambi i casi, il materiale è facilmente maneggiabile ed altrettanto semplice è la distribuzione; nel primo caso si tratta di distribuire, sulla coltura o in punti di lancio stabiliti, il materiale disperdente, mentre i cartellini devono essere appesi alle piante in attesa che fuoriescano gli organismi utili.

Il prodotto

In genere si tratta di “prodotti” che hanno un'azione molto specifica per cui sono molto legati alle variazioni delle superfici di alcune colture e dei metodi di coltivazione. L'introduzione degli insetti determina molti cambiamenti in un contesto produttivo e l'adozione della lotta biologica modifica le abitudini dell'agricoltore contribuendo, ad esempio, alla diminuzione consistente degli interventi chimici che in più vengono selezionati in maniera più oculata dal momento che si introduce un parametro in più nella valutazione costi-benefici per un determinato trattamento.

A livello europeo ci sono dei comprensori in cui alcuni insetti si sono affermati e sono entrati stabilmente nell'uso comune mentre in altre zone, sebbene vi siano tecnici ed agricoltori che tenacemente applicano una difesa soft di questo tipo, siamo ancora lontani dai grandi numeri. Un uso generalizzato è comune in particolare su alcune coltivazioni (Pomodoro, Peperone) ed in alcuni paesi (Olanda, Danimarca, Regno Unito, Spagna) ed è comunque nelle realtà mediterranee in cui ci sono le più grosse potenzialità ed i margini di miglioramento sono enormi. Le spiegazioni di un certo ritardo nella diffusione di alcune tecniche sono molteplici, di ordine tecnico ed economico: ad esempio, le alternative chimiche disponibili sono ancora tantissime ed a basso costo. Quando come ora la competizione sui mercati è fortissima si opta su scelte più conservative. Molti agricoltori preferiscono puntare a prodotti che hanno un effetto visibile ed immediato cercando di economizzare al massimo sulle tecniche di difesa.

L'attività delle biofabbriche e l'uso degli insetti utili su scala commerciale sono stati supportati negli ultimi decenni da numerosi contributi della ricerca pubblica che hanno perfezionato la conoscenza del comportamento delle specie utili in condizioni di campo e laboratorio.

Tutte le aziende che allevano insetti hanno tratto grandi benefici da questo lavoro scientifico che ha reso possibile ampi

miglioramenti delle tecniche di allevamento e di uso. Una parte della ricerca è stata condotta in proprio dalle varie aziende su aspetti prettamente produttivi e tecnologici che costituiscono il know-how delle singole aziende, legato spesso ad aspetti circoscritti ma rilevanti nel contesto di un allevamento massale che a livello scientifico è spesso descritto da lavori pubblicati in letteratura.



Ambienti produttivi con controllo climatico

Il ruolo della ricerca pubblica in questo settore continua ad avere un valore irrinunciabile, soprattutto per quanto riguarda gli studi di base, l'individuazione di nuovi potenziali candidati ad essere impiegati in campo e il ruolo di indirizzo verso tecnici ed agricoltori.

Un sistema produttivo dove l'applicazione degli insetti utili può giocare un ruolo importante è quello delle strutture organizzate che pianificano in stretto rapporto con le biofabbriche gli interventi sulle colture in base a programmi definiti con largo anticipo.

Si ottengono i risultati migliori quando si imposta una vera strategia di difesa ed i produttori di insetti sono in stretto contatto con gli utilizzatori finali per realizzare i programmi di lancio.

In una prima fase pionieristica tutte le aziende europee allevavano quantitativi annuali molto modesti e con produzioni limitate a pochi periodi.

Attualmente ci sono invece produzioni che sfornano ogni settimana milioni di individui le cui dimensioni prevedono spazi, investimenti e tempi che non rendono possibile nessuna improvvisazione.

Anche laddove si sono ottenuti buoni risultati con una specie, se anno dopo anno non si migliora l'aspetto organizzativo, non si registreranno miglioramenti.

Un aspetto decisivo per stimolare e far crescere l'uso d'insetti è sempre l'atteggiamento delle istituzioni che possono indirizzare la produzione, ad esempio mettendo limiti molto rigidi sui prodotti chimici com'è avvenuto in alcuni paesi europei in cui le autorità nazionali, pur senza mettere al bando nessun sistema, ha fissato dei confini molto rigorosi.

Il caso più recente riguarda la regione dell'Andalusia nel Sud della Spagna in cui il forte impulso dato alle organizzazioni di produttori per utilizzare tecniche di difesa biologica sta aumentando vertiginosamente le richieste d'insetti utili.

Strutture

Una biofabbrica a livello industriale è un allevamento su grande scala che comporta quindi tutte le problematiche che si possono verificare lavorando con organismi vivi.

In genere comprende attrezzature ed ambienti dedicati alle varie fasi della produzione che schematicamente si possono ricondurre a:

- Serre
- Celle climatizzate
- Centrali termiche
- Centrali frigorifere
- Centrale elettrica
- Laboratori
- Uffici
- Zona spedizioni



Serre

Sono necessarie previsioni produttive accurate che spesso sono difficili da realizzare ed anche la stagionalità della produzione e la variabilità della domanda rendono complessa sia l'organizzazione degli spazi produttivi che del lavoro. In più i requisiti di sicurezza richiesti sono elevati e talvolta penalizzanti. In estrema sintesi le fasi di una produzione comprendono:

- Coltivazione della pianta ospite
- Allevamento della specie preda od ospite
- Allevamento del predatore o parassitoide

Questo schema di base è stato dove possibile modificato o reso meno rigido introducendo delle varianti che permettono l'accorciamento dei cicli di lavorazione:

- Substrato alternativo: laddove la ricerca ha permesso di individuare una possibilità di alimentare l'ausiliare senza essere vincolati alla specie di pianta e di fitofago originari, questo ha permesso di semplificare e rendere meno costosa la produzione.

- Preda alternativa: se è disponibile rispetto a quella naturale ed è una specie più agevole da allevare che renda possibile una migliore standardizzazione del processo, ecco che ci possono essere dei miglioramenti di efficienza notevoli.
- Ospite alternativo: la possibilità di utilizzare un pabulum vivente di più facile manipolazione, o addirittura di una dieta artificiale, semplifica e migliora l'efficienza ed anche la qualità delle produzioni.

Distribuzione

Oltre agli aspetti produttivi, giocano un ruolo decisivo le modalità con cui il materiale biologico arriva all'utilizzatore finale. E' un prodotto fresco che non si può conservare a lungo e deve essere mantenuto durante il trasporto a temperature controllate. Per questo la struttura logistica e la pianificazione sono condizioni indispensabili.

Solo con una buona programmazione degli ordini e delle reti di trasporto rapido con temperature garantite durante il trasporto è possibile alimentare il mercato in maniera efficace.

Il cliente è spesso un distributore o una cooperativa di produttori che a sua volta deve con molta attenzione organizzare la redistribuzione all'utilizzatore finale.

In Europa, come si diceva, l'applicazione prevalente è quella che riguarda gli ortaggi in serra anche se negli ultimi anni la concorrenza e la necessità competitiva stanno spingendo tutte le aziende a trovare nuovi campi di applicazione, tra cui le colture ornamentali che sono in costante crescita ma anche colture in pieno campo, frutticole e vivaismo.



Phytoseiulus persimilis

E' importante sottolineare come i lanci di ausiliari si devono spesso accompagnare con l'utilizzo di altre tecniche, che diventano mezzi complementari per l'ottenimento di migliori risultati. A volte anche il ricorso a trattamenti mirati con principi attivi compatibili consente di ridurre, nel breve periodo, l'elevata densità della popolazione di un fitofago, su cui agirà poi, nel medio e lungo periodo, l'organismo utile utilizzato.

Le Biofabbriche attualmente operative sono tutto sommato molto poche rispetto alle potenzialità di applicazione della lotta biologica. Lo sviluppo che c'è stato negli ultimi 10-15 anni è notevole ma con un maggiore impulso e con un'azione decisa delle istituzioni può essere molto più consistente, se l'obiettivo di ridurre l'uso della chimica sarà perseguito con decisione, a cominciare proprio dallo sviluppo delle forme alternative di controllo fitosanitario.

Distribuzione meccanica di artropodi nella lotta biologica in colture protette

Premessa

A seguito degli incoraggianti risultati ottenuti nelle prime prove con il prototipo realizzato per la distribuzione meccanica di artropodi utili nella lotta biologica delle colture protette (Pezzi et al. 2003), è stata impostata una nuova sperimentazione per verificare la possibilità di utilizzare il sistema come accessorio da inserire su macchine irroratrici-distributrici di normale commercializzazione. A tale scopo è stata scelta un'irroratrice polivalente, di tipo a zaino, con motore a scoppio, capace di distribuire pneumaticamente formulati liquidi o polverulenti. Il prototipo è stato applicato nella parte terminale del diffusore rendendo così rapido e semplice il suo inserimento/disinserimento.

Prototipo realizzato

Il sistema di distribuzione si caratterizza per l'estrazione del materiale biologico (artropodi dispersi in un inerte) mediante un puntale che, con movimento alternativo, penetra nel contenitore rovesciato (figure 1 e 2). La regolazione di questo movimento (frequenza e posizione di sosta), controllato da un elettromagnete, condiziona il quantitativo di materiale che fuoriesce e che, cadendo nel diffusore, viene trascinato e distribuito dalla corrente d'aria generata dal ventilatore.

Per verificare la validità di questa soluzione è stata realizzata una sperimentazione basata su controlli in laboratorio e prove biologiche su coltura in serra.

Prove di laboratorio

I controlli di laboratorio hanno interessato differenti aspetti:

- misura del flusso d'aria erogato dalla macchina, per individuare le condizioni più rispondenti alla distribuzione degli artropodi in serra;
- verifica della funzionalità del sistema in termini di regolazione della portata e di caratteristiche della distribuzione;
- controllo della vitalità degli organismi distribuiti,

Claudio Caprara
Roberta Martelli
Fabio Pezzi
Gualtiero Baraldi

Dipartimento di Economia
e Ingegneria Agrarie
Università di Bologna

Fig.1

Schema del sistema d'estrazione e di distribuzione del materiale biologico

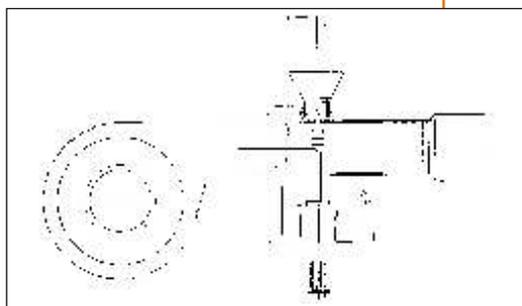
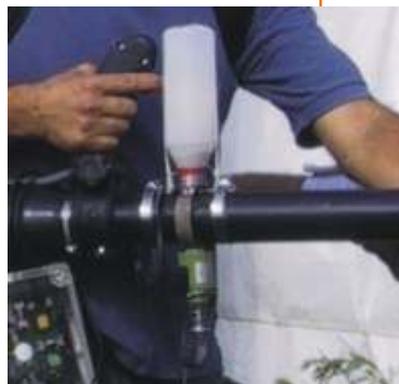


Fig. 2

Prototipo applicato nel diffusore dell'irroratrice utilizzata in prova



per quantificare eventuali danni provocati dal lancio meccanico.

Per quanto riguarda l'aria, erogata dall'irroratrice a differenti regimi del motore, la condizione migliore è stata ottenuta con la regolazione minima, in cui la velocità dell'aria in uscita (23,5 m/s) risulta adeguata per raggiungere distanze di 9-10 m con un flusso abbastanza regolare e sufficientemente ampio (figura 3). Con regimi del motore più elevati il flusso d'aria (41,5 m/s) è risultato invece eccessivo e non idoneo per le distribuzioni in spazi ridotti, come frequentemente si hanno in serra.

Di conseguenza, tutte le distribuzioni realizzate successivamente in laboratorio o in serra sono state effettuate con il regime minimo del motore.

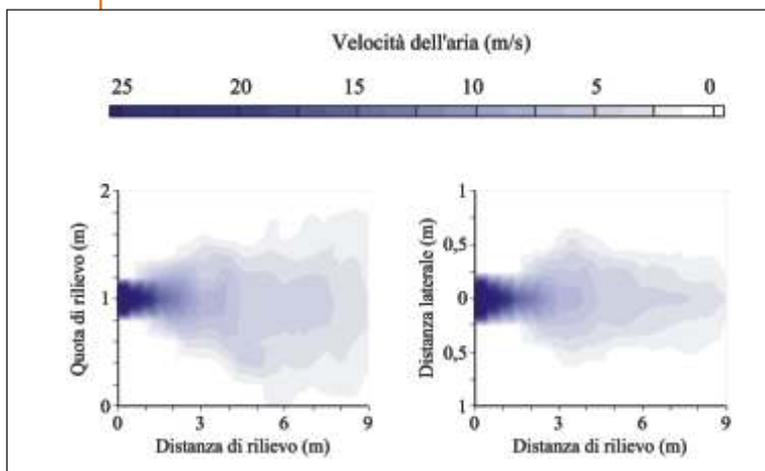
Il controllo della funzionalità del sistema è stato impostato considerando la distribuzione del fitoseide (*Phytoseiulus persimilis*), che rappresenta il predatore più utilizzato nella lotta biologica. Questo ausiliario per essere protetto durante la commercializzazione e la distribuzione viene disperso in un substrato di vermiculite umida (35-40%), che presenta alcune caratteristiche fisico-meccaniche, come l'elevato coefficiente d'attrito e il facile compattamento, poco idonee per l'interazione con organi meccanici. Per i controlli sulla regolazione della portata e sulle caratteristiche della distribuzione è stato utilizzato solo questo substrato, in quanto in precedenti esperienze era stata rilevata una buona corrispondenza fra i depositi di questo e i depositi del fitoseide (figura 4).

Nelle prove di distribuzione è stato impiegato un puntale conico, utilizzando una gamma di frequenze del movimento alternativo dell'asta molto ampia che ha determinato valori della portata del prodotto compresi da 0,14 a 0,88 g/s, più che idonei alle differenti esigenze operative che possono presentarsi. In queste condizioni i tempi di svuotamento di un flacone di 250 cm³ sono risultati variabili da 108 a 680 s.

Per il controllo della distribuzione in tutte le regolazioni sono

Fig. 3

Velocità dell'aria generata dall'irroratrice utilizzando il motore al regime minimo. A sinistra diagramma verticale rilevato al centro del flusso, a destra diagramma orizzontale rilevato alla quota d'erogazione



stati utilizzati due metodi che hanno previsto la quantificazione del prodotto lungo la linea di lancio, con la macchina distributrice fissata ad una quota di 1 m. Il primo è il metodo ponderale basato sulla raccolta del materiale con un banco prova costituito da contenitori adiacenti di forma quadrata (0,5 m di lato). Il secondo metodo è basato sull'analisi dell'immagine del prodotto raccolto su una banda adesiva di 0,5 m di larghezza (figura 5).

Il risultato più significativo riguarda la ripetibilità dei diagrammi di distribuzione che non appaiono influenzati dai

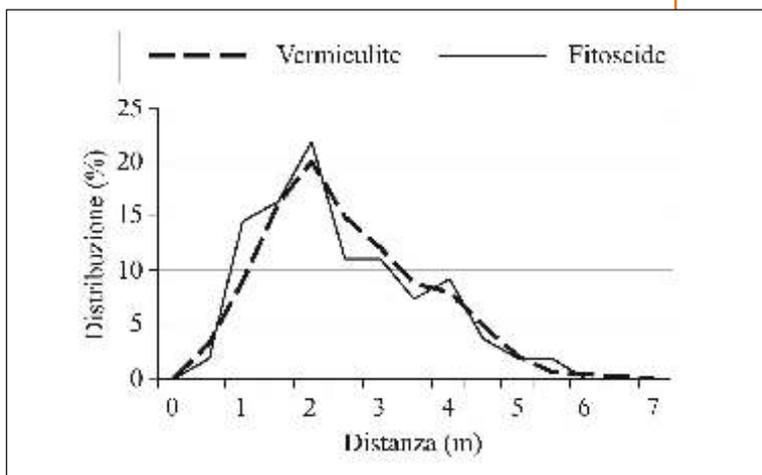


Fig. 4
Diagrammi di distribuzione della vermiculite e del fitosceide



Fig. 5
Videocamera utilizzata per il controllo della distribuzione, mediante l'analisi dell'immagine dei granuli di vermiculite raccolti su carta adesiva. Sotto, particolare della banda adesiva (0,1 x 0,5 m)

valori di portata del prodotto distribuito, con una localizzazione prevalente fra 2 e 5 m dal punto di lancio (figura 6).

Un aspetto interessante è la similitudine dei risultati ottenuti dai due metodi di misura (figura 7); ciò permette di ipotizzare per il futuro l'impiego del metodo ad analisi d'immagine, più rapido e meno impegnativo di quello tradizionale. Inoltre l'analisi

Fig. 6

Diagrammi di distribuzione del fitoseide ottenuti con le due regolazioni di portata estreme. Sono indicate le regolazioni dell'elettromagnete, la portata di deflusso della vermiculite e i tempi di svuotamento di una confezione di 250 cm³

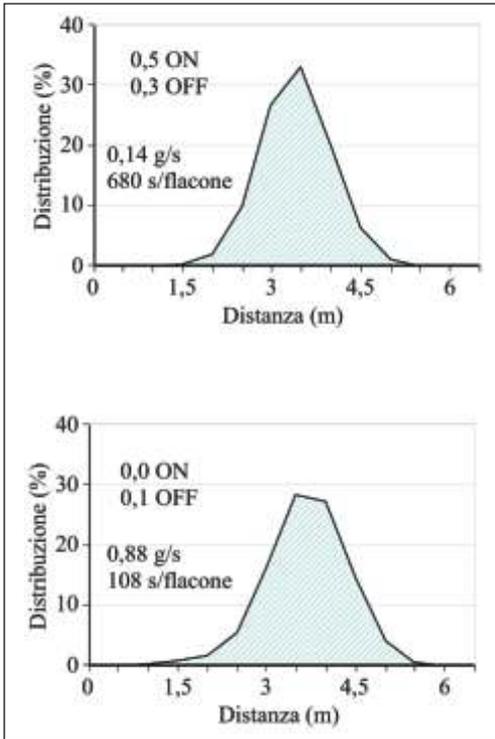
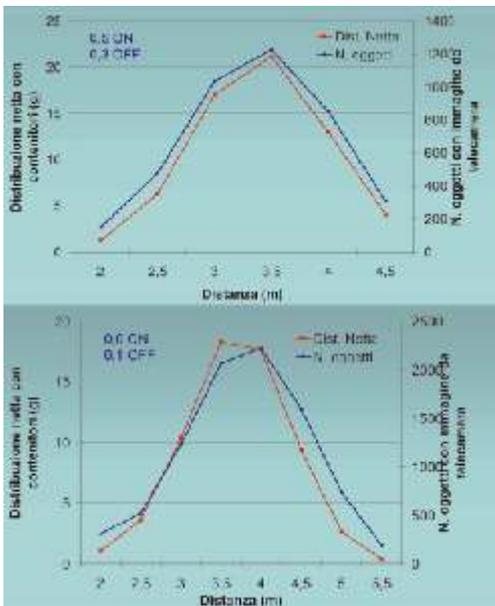


Fig. 7

Confronto dei diagrammi riportati in fig. 6, rilevati con il metodo ponderale (linea rossa), con quelli ottenuti mediante il metodo per analisi d'immagine (linea blu)



d'immagine può consentire di eseguire i controlli anche su piani verticali o direttamente sulle colture.

Nel secondo anno è stato effettuato un controllo sulla distribuzione e sulla vitalità dell'*Orius laevigatus*.

Questo predatore, che normalmente viene liberato manualmente come adulto, è stato lanciato nello stadio fenologico di neanide. La scelta è stata fatta per permettere la distribuzione meccanica e per aumentare la capacità predatoria dell'*Orius*, attivo sia nella fase di neanide che in quella di adulto.

Come materiale disperdente è stata utilizzata pula di grano saraceno, che si presenta abbastanza voluminosa e leggera ma con un'elevata resistenza allo scorrimento. A causa di queste caratteristiche le prove di distribuzione, realizzate solo a bassa velocità dell'aria, pur caratterizzandosi per una distanza di lancio simile a quella ottenuta con il fitoseide, evidenziano una minore localizzazione del deposito (figura 8).

La verifica della vitalità dei fitoseidi è stata determinata mettendo a confronto tre modalità di distribuzione:

1. distribuzione manuale;

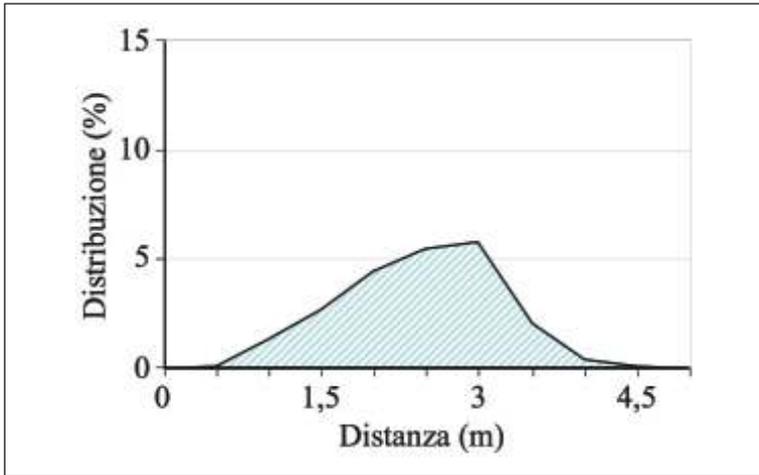


Fig. 8
 Diagramma di distribuzione ottenuto nel lancio di Orius disperso in pula di grano saraceno

2. distribuzione meccanica con bassa velocità dell'aria (23,5 m/s);
3. distribuzione meccanica con alta velocità dell'aria (41,5 m/s).

Per ciascuna modalità è stato effettuato il lancio raccogliendo i fitoseidi su fogli di carta. I fitoseidi raccolti sono stati allevati singolarmente per controllare dopo 6 giorni l'incremento della popolazione (uova e larve) (figura 9).

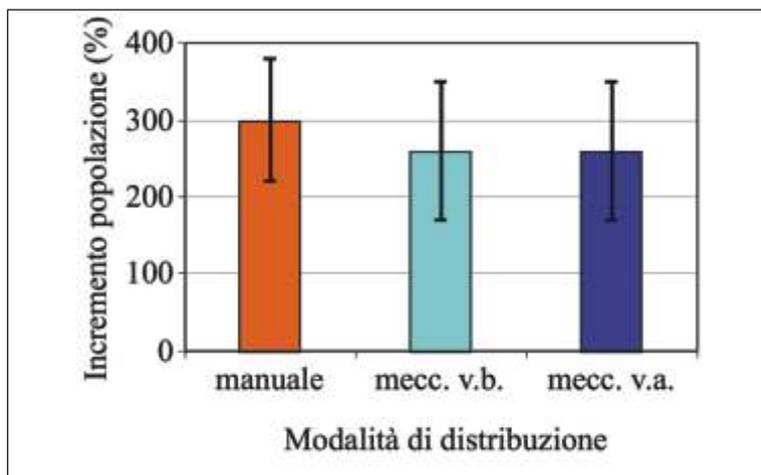
Le tre tesi, replicate 20 volte, hanno fornito risultati simili senza nessuna differenza statistica (figura 10).



Fig. 9
 Capsula utilizzata per le prove di vitalità dei fitoseidi

Fig. 10

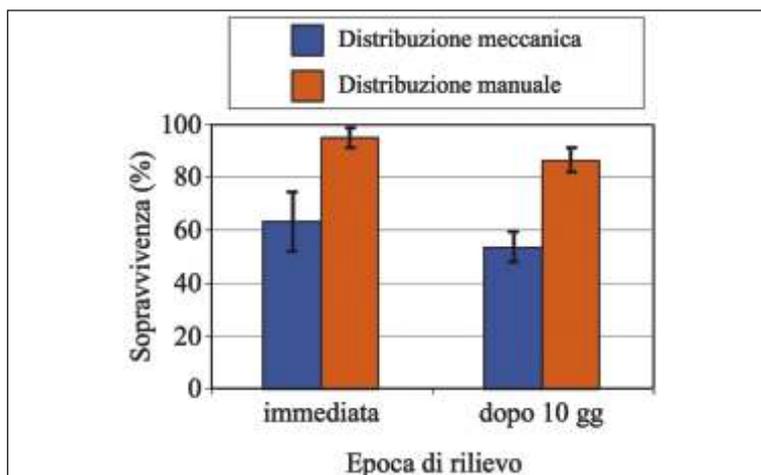
Risultati rilevati per le tesi di lancio manuale e meccanico del fitoseide con due velocità dell'aria: 23,5 (v.b.) e 41,5 (v.a.). È indicato l'errore standard



Per l'Orius, la delicatezza dello stadio di neanide ha condizionato la sopravvivenza degli individui lanciati, misurata immediatamente dopo il lancio e dopo 10 giorni, che è risultata inferiore, rispetto a quella rilevata con la distribuzione manuale, del 30% (figura 11).

Fig. 11

Prova di vitalità dell'Orius. La percentuale di sopravvivenza è stata misurata immediatamente dopo il lancio e dopo 10 giorni



Prove in serra

Le verifiche biologiche sono state effettuate in condizioni sperimentali ed in condizioni operative reali. Nel primo caso, nella stessa serra, è stato possibile differenziare tesi diverse di distribuzione, programmare un'infestazione di parassiti, controllare in maniera analitica la presenza dei parassiti e dei predatori e le risposte biologiche della coltura. Nel secondo caso la distribuzione è stata effettuata secondo le esigenze

programmate dall'azienda ospitante e le singole tesi sono state realizzate in serre separate.

Distribuzione di *P. persimilis* in serra sperimentale

Per questa prova è stata scelta una serra di 240 m² (8 m x 30 m) in cui è stata trapiantata melanzana (cv *Violetta di Firenze*). La coltura è stata disposta in 6 file mantenendo una distanza fra le piante di 1 m.

Il protocollo sperimentale ha previsto la ripartizione della struttura in 4 parcelle di eguale dimensione, ciascuna con 48 piante. Dopo 20 giorni dal trapianto si è riscontrata un'infestazione di ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*) omogenea in ciascuna metà della serra: alta nelle parcelle A e B, bassa in quelle C e D. Ciò ha consentito di programmare lanci meccanizzati di fitoseidi, a dose piena (parcella A) e a dose dimezzata (parcella C), e manuali, a dose piena (parcella B) e a dose dimezzata (parcella D) (figura 12).

Questi dosaggi sono stati distribuiti una settimana dopo l'infestazione e ripetuti dopo un'altra settimana. Il dosaggio pieno è stato considerato di 1000 individui nel primo lancio e di 2000 nel secondo.

Per verificare l'andamento del controllo biologico sono stati effettuati campionamenti a cadenza settimanale sul numero d'individui di ragnetto rosso e di fitoseide presenti. Per la quantificazione della produzione delle piante di melanzana, in ogni parcella sono stati registrati la produzione media/pianta, il

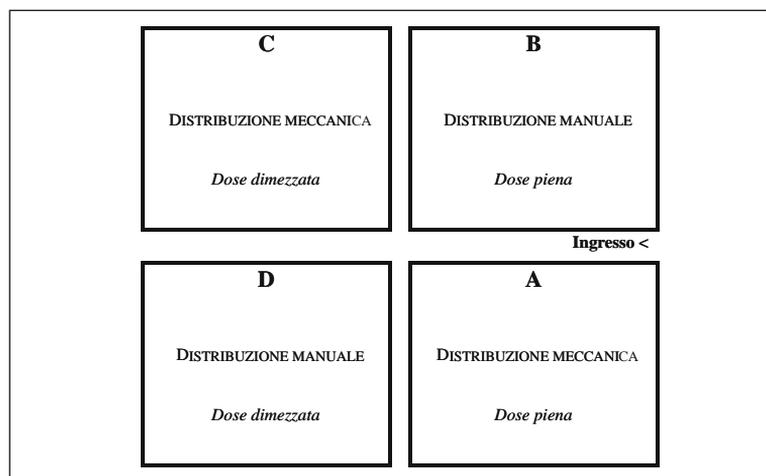


Fig. 12
Schema utilizzato per il lancio del fitoseide nella serra sperimentale

peso medio dei frutti, il numero medio di frutti commerciabili e la percentuale di frutti piccoli e/o deformati.

Da un punto di vista operativo la distribuzione meccanica è risultata meno localizzata di quella manuale, ma ha consentito di ridurre in maniera molto evidente i tempi effettivi di lavoro, mediamente 0,45 h/ha contro 4,50 h/ha richiesti dalla distribuzione manuale (figura 13). Con entrambe le modalità di distribuzione il tempo di lavoro è risultato chiaramente influenzato dal dosaggio utilizzato, con risparmi quasi del 50% nel caso della distribuzione di mezza dose.

Fig. 13

Distribuzione del fitoseide in serra. In alto, intervento meccanico con copertura più uniforme su tutta la superficie. In basso, intervento manuale con maggiore localizzazione del prodotto sulla pianta



Distribuzione di *O. laevigatus* in serra sperimentale

Le prove di lancio dell'*Orius* sono state effettuate su coltura di cetriolo (cv. *Spinoso italiano*) con sesto di impianto 1m x 0,5m per il controllo del tripide *Frankliniella occidentalis*.

La serra, di 240 m², è stata suddivisa in sei parcelle, ciascuna con 70 piante, impiegando setti separatori in PVC per evitare la migrazione dei fitofagi e degli ausiliari fra le tesi considerate (figura 14). Il lancio dell'*Orius*, utilizzato in confezioni di 500 individui, è stato preceduto da un intervento di infestazione programmata di *Frankliniella* per avere una presenza uniforme di questo tripide. Il contenimento del fitofago è stato ottenuto con un solo intervento utilizzando una dose di 5 individui/m² nelle tre parcelle con distribuzione manuale e di 7 individui/m² nelle tre



Fig. 14
Serra sperimentale di ce-
triolo per il lancio dell'Orius

parcelle con distribuzione meccanica, per compensare la mortalità rilevata in laboratorio.

In questo caso il tempo necessario per la distribuzione meccanica è risultato di circa 1,4 h/ha, contro circa 7 h/ha della distribuzione manuale. Il tempo risulta superiore a quello impiegato nella distribuzione del fitoseide a causa del minor numero di individui presenti in ciascun flacone.

Distribuzione di *P. persimilis* in condizioni operative reali

Nel secondo anno l'indagine ha previsto il miglioramento dell'applicazione e la validazione su scala allargata del lancio meccanico del fitoseide. A questo scopo sono state individuate, in una situazione produttiva reale, 6 serre di 280 m² coltivate a melanzana, tutte trattate allo stesso dosaggio (circa 7 individui/m²), tre con distribuzione manuale e tre con distribuzione meccanica.

L'insorgenza spontanea del ragnetto rosso ha richiesto tre differenti interventi, ciascuno dei quali è stato mediamente realizzato con tempi di 4-5 minuti per serra nel lancio meccanico e di 30 minuti circa nel lancio manuale.

Anche in queste condizioni la vitalità dei fitoseidi è risultata buona e simile per entrambe le modalità di distribuzione. Conseguentemente, anche il risultato produttivo non ha mostrato differenze fra le serre trattate manualmente e quelle trattate con il prototipo.

Conclusioni

Per le caratteristiche costruttive, il prototipo realizzato si è dimostrato un efficace complemento per la macchina distributrice utilizzata, ipotizzando quindi un suo possibile impiego su altre attrezzature similari impiegate nelle produzioni in serra. Il sistema di regolazione adottato ha dimostrato di poter garantire una variabilità di dosaggio adeguata alle esigenze della difesa biologica.

Il lancio meccanico, utilizzando il sistema pneumatico, ha consentito di controllare e adattare la distribuzione spaziale, anche in condizioni di difficile accessibilità, che caratterizzano le colture realizzate in serra.

La meccanizzazione dell'intervento non ha influito sulla vitalità e sulla capacità predatoria del fitoseide, mentre ha penalizzato la vitalità delle neanidi di Orius. In questo caso è comunque possibile compensare le perdite incrementando la dose distribuita.

Sia nelle condizioni sperimentali che in quelle reali, il lancio meccanico di fitoseide e di Orius ha determinato un grado di protezione uguale a quello ottenuto con il lancio manuale. Infatti, le produzioni di melanzana e di cetriolo non hanno mostrato differenze significative sui livelli produttivi e sui danneggiamenti dei frutti.

La differenza più evidente, tra le due modalità di distribuzione, è costituita dai tempi di lavoro, notevolmente contenuti con il lancio meccanico.

La riduzione appare interessante, non solo per il contenimento dei costi di produzione, ma anche per la maggiore tempestività dell'intervento e per la possibilità di limitare i tempi di permanenza degli operatori all'interno delle serre, in condizioni disagiate per gli elevati valori di temperatura e di umidità.

Prove di lancio meccanico di *Phytoseiulus persimilis* e *Orius laevigatus* in colture protette

Il controllo biologico dei fitofagi in coltura protetta è in continuo aumento e rappresenta uno dei principali sistemi per ridurre o evitare l'uso di prodotti chimici nella protezione delle colture. Inoltre è compatibile con l'impollinazione tramite pronubi e per produzioni biologiche. Per molti dei fitofagi chiave l'approccio biologico sembra essere l'unico mezzo per ovviare agli ormai ben conosciuti aspetti di resistenza ai principi attivi. Le colture protette offrono le condizioni ideali per le modalità di difesa biologica con lanci inoculativi stagionali o inondativi di organismi utili. Il risultato della lotta biologica in serra è dovuto principalmente alla qualità dei nemici naturali commercializzati dalle biofabbriche produttrici.

Tetranychus urticae Koch (Acari Tetranychidae) (figura 1) rappresenta uno dei fitofagi chiave su molte colture protette. *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari Phytoseiidae), il



Fig. 1
Adulto di *Tetranychus urticae* (a sinistra) predato da *Phytoseiulus persimilis*

suo predatore naturale, è oggi la specie più usata come antagonista in tutto il mondo. *Orius laevigatus* (Fieber) (figura 2) è un Rincote Antocoride predatore indigeno di insetti e Acari fitofagi che si è rivelato efficace per la lotta biologica contro il Tripide esotico *Frankliniella occidentalis* (Pergande).

Il metodo di controllo in Italia, prevede il lancio dei predatori alla comparsa delle prime infestazioni di *T. urticae* e *F.*

Alberto Lanzoni
Giovanni Burgio
Stefano Maini

Dipartimento di Scienze
e Tecnologie
Agroambientali
Università di Bologna

Fig. 2
Neanide di *Orius laevigatus*
mentre preda *Frankliniella*
occidentalis



occidentalis sulle colture. Normalmente viene lanciata una dose più elevata di predatori per pianta, per ovviare alle conseguenze di una distribuzione non precisa. Il lancio degli organismi utili influenza fortemente il controllo biologico dei fitofagi in quanto la distribuzione manuale è un'operazione che richiede tempi piuttosto lunghi. Infatti, nonostante l'efficacia di *P. persimilis* e *O. laevigatus*, l'utilizzo di questi ausiliari contro, rispettivamente, *T. urticae* e *F. occidentalis*, può essere parzialmente limitato dalla quantità di lavoro necessario per la loro distribuzione manuale. Per contro, la distribuzione meccanica degli artropodi utili può essere resa difficile nel controllo e nella regolazione delle dosi applicate, anche perché tali organismi vengono commercialmente venduti miscelati a materiale inerte, quale vermiculite o pula di grano saraceno, mantenute ad un certo grado di umidità al fine di conservare gli artropodi in condizioni di perfetta vitalità. Il materiale disperdente, però, al momento della distribuzione, deve essere gestito in modo tale da evitare fenomeni di schiacciamento e compattazione, in quanto questi potrebbero rivelarsi letali per l'organismo utile e impedire anche la corretta regolazione delle attrezzature meccaniche.

Obiettivo del lavoro svolto è fornire indicazioni per lo sviluppo di un sistema meccanico per il lancio di ausiliari che permetta di aumentare la qualità della distribuzione e ne semplifichi la gestione.

Nel primo anno della sperimentazione sono state effettuate prove di distribuzione in una serra sperimentale (dimensioni 30x8 m) coltivata a melanzana (cv. Violetta di Firenze, innestata su

pomodoro) con sesto di impianto 1x1 m (200 piante su 6 file). La serra è stata suddivisa in quattro parcelle di pari superficie (50 piante/parcella su 3 file) (figura 3) differenziate per la tipologia di distribuzione dell'ausiliare adottata (manuale e meccanica) e per la dose applicata (figura 4).

I lanci di *P. persimilis* sono stati effettuati il 4 e 10 agosto 2005 (figura 5); per ogni operazione sono stati registrati i tempi di esecuzione. L'infestazione “di partenza” di *T. urticae* si era dimostrata omogenea in ciascuna delle due metà della serra. L'aumento della dose di lancio nel secondo intervento è stato richiesto dall'incremento di *T. urticae* riscontrata in tutte le parcelle. In ciascuna delle 7 date di campionamento (28 giugno, 9, 17, 24, 31 agosto, 7, 13 settembre 2005) sono state esaminate 15 piante per ogni parcella, registrando il numero di individui di *T. urticae* e di *P. persimilis* presenti su una foglia, scelta a caso, in ciascuna delle piante campionate. Per ogni data i confronti sono stati effettuati fra le tesi con distribuzione manuale e meccanica a parità di densità di lancio. Al fine di quantificare la produzione delle piante di melanzana, per ogni parcella sono stati registrati la produzione media/pianta, il peso medio dei frutti, il n° medio di frutti commerciabili e la % di frutti piccoli e/o deformati.

Nelle prove effettuate in ambiente protetto i due metodi di lancio, manuale e meccanico mostrano un'efficacia simile nella distribuzione di *P. persimilis*. Il numero medio di individui di



Fig. 3
Serra sperimentale di melanzana utilizzata per la sperimentazione nel 2005

Fig. 4
Suddivisione delle parcelle all'interno della serra in funzione della tipologia e della densità di lancio

<p>DISTRIBUZIONE MANUALE</p> <p>1° Lancio 04/08/05 10 fitoseidi/m²</p> <p>2° Lancio 10/08/05 20 fitoseidi/m²</p>	<p>DISTRIBUZIONE MECCANICA</p> <p>1° Lancio 04/08/05 10 fitoseidi/m²</p> <p>2° Lancio 10/08/05 20 fitoseidi/m²</p>
<p>DISTRIBUZIONE MECCANICA</p> <p>1° Lancio 04/08/05 20 fitoseidi/m²</p> <p>2° Lancio 10/08/05 40 fitoseidi/m²</p>	<p>DISTRIBUZIONE MANUALE</p> <p>1° Lancio 04/08/05 20 fitoseidi/m²</p> <p>2° Lancio 10/08/05 40 fitoseidi/m²</p>

Fig. 5
Lancio meccanico di *P. persimilis* su melanzana



fitoseide riscontrati nelle varie date di campionamento non mostra differenze apprezzabili fra le due tesi (manuale e meccanico) in entrambe le dosi di lancio (10-20 fitoseidi/m², 20-40 fitoseidi/m²). Si è quindi osservata un'ottima capacità di distribuzione dell'ausiliare da parte del dispositivo meccanico (figura 6). Allo stesso modo la riduzione, fino alla completa scomparsa dalla coltura nella data del 7/09/05, di *T. urticae* è risultata fondamentalmente simile in entrambe le tesi (figura 7).

Tutti i parametri relativi alla produzione di melanzana (tabella 1) indicano una sostanziale equivalenza nelle 2 tesi con densità di lancio di 10-20 fitoseidi/m², mentre nelle parcelle con dosi di lancio di 20-40 fitoseidi/m² si è registrato una apparente maggiore

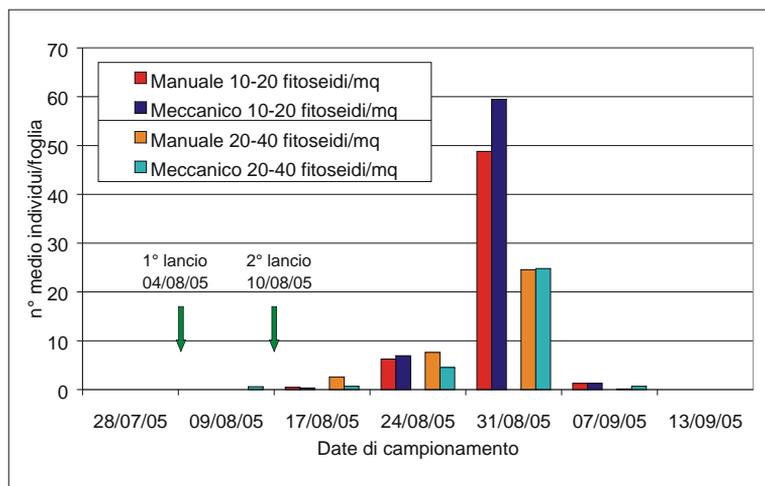


Fig. 6
Rilievo del numero di adulti di *P. persimilis* nelle prove in serra

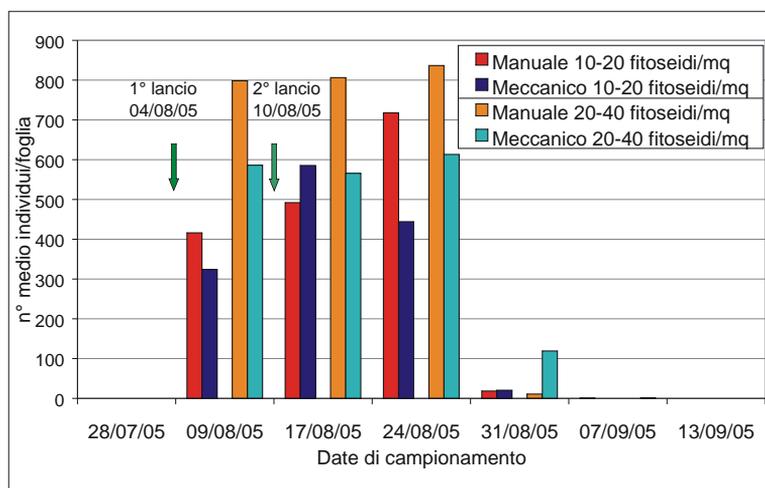


Fig. 7
Rilievo del numero di adulti di *T. urticae* nelle prove in serra

produzione per pianta e un maggior numero di bacche commerciabili nella tesi con distribuzione meccanica.

Allo scopo di confermare i risultati ottenuti nel 2005 durante la campagna 2006 sono state effettuate prove di distribuzione di *T. urticae* in 6 serre commerciali (tunnel freddi) (dimensioni 40 x 7 m) coltivate a melanzana (figura 8), ciascuna con sesto di impianto di 1,2 x 0,7 m (300 piante su 6 file), e differenziate, in modo randomizzato, per la tipologia di distribuzione dell'ausiliare adottata (3 serre con distribuzione manuale e 3 con distribuzione meccanica). Ogni serra è stata considerata una replica.

Sono stati eseguiti 3 lanci di *P. persimilis* (dose di lancio 7

Tabella 1
Produzione di melanzana
nelle parcelle con lanci
effettuati con distribuzione
meccanica e manuale

Tesi	Produzione media/pianta (g)	Peso medio melanzana (g)	Melanzane commerciabili (n)	Melanzane piccole e deformate (%)
Manuale 10-20 fitoseidi/mq	1482	322	238	43
Meccanico 10-20 fitoseidi/mq	1559	299	242	32
Manuale 20-40 fitoseidi/mq	1297	300	200	33
Meccanico 20-40 fitoseidi/mq	1943	315	281	31

individui/m² sia per la distribuzione meccanica che manuale); per ogni operazione sono stati registrati i tempi di esecuzione. L'infestazione "di partenza" di *T. urticae* si era dimostrata omogenea fra le 6 serre. In ciascuna delle 13 date di campionamento (a cadenza settimanale dal 30 maggio al 31 agosto 2006) sono state controllate 100 piante per ogni serra, registrando il numero di individui di *T. urticae* e di *P. persimilis* presenti su una foglia, scelta a caso, in ciascuna delle piante campionate. Per ogni data i confronti sono stati condotti fra le tesi con distribuzione manuale e meccanica.

Nelle prove effettuate in ambiente protetto i due metodi di lancio, manuale e meccanico mostrano un'efficacia simile nella distribuzione di *P. persimilis* (figura 8). Tuttavia, si è notato un ritardo (circa 10 giorni) nell'aumento della popolazione del

Fig. 8
Una delle 6 serre commerciali di melanzana utilizzate per la sperimentazione nel 2006



fitoseide lanciato meccanicamente rispetto a quello lanciato a mano. Una ipotesi per spiegare tale effetto risiede nella maggiore quantità di fitoseidi che non raggiunge immediatamente la superficie fogliare. Tale ritardo ha provocato di conseguenza un controllo spostato in avanti di circa due settimane senza comunque portare problemi di efficacia. Infatti, in entrambe le tesi si è successivamente registrato un azzeramento delle popolazioni di ragnetto rosso in data 31/08/06 (figura 9).

I risultati confermano quanto evidenziato nel precedente anno

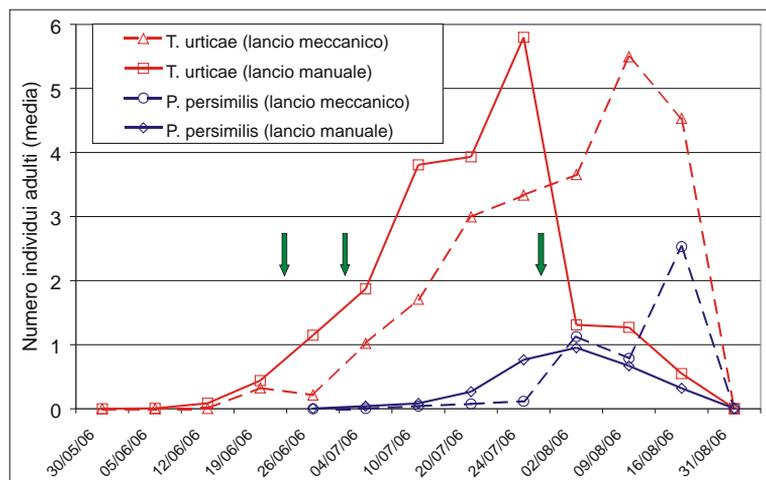


Fig. 9
Andamenti delle popolazioni di fitoseide e ragnetto rosso in serre di melanzana. (Le frecce indicano le date di lancio)

in serra sperimentale. Anche nella realtà commerciale la distribuzione meccanica di *P. persimilis* per il controllo biologico del *T. urticae* è comparabile a quella manuale e consente:

- una adeguata distribuzione spaziale dell'ausiliare all'interno della serra,
- nessuna riduzione della capacità predatoria di *P. persimilis*,
- un'efficace azione di controllo di *T. urticae*,
- una forte riduzione dei tempi richiesti per la distribuzione dell'ausiliare (fino a 10 volte).

Prove di laboratorio con *Orius laevigatus*

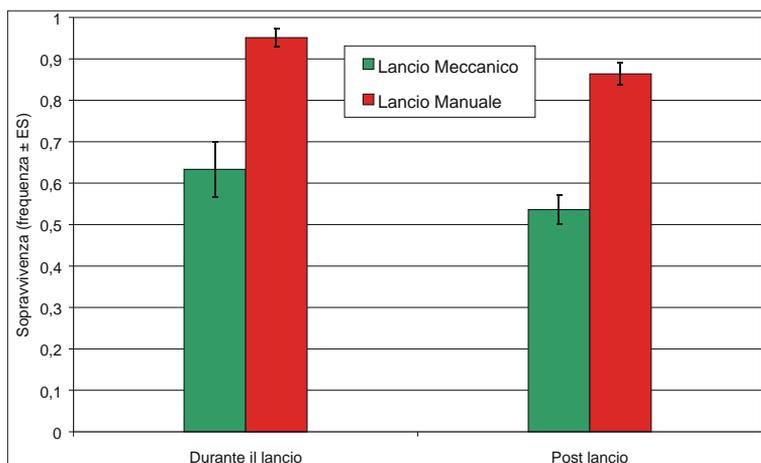
Durante il secondo anno di sperimentazione in laboratorio sono state effettuate prove per verificare gli effetti del lancio mediante dispositivo meccanico sulla mortalità di neanidi e ninfe dell'antocoride. In particolare si è valutata la sopravvivenza degli individui subito dopo il lancio condotto con la macchina a confronto con quelli lanciati manualmente. Una parte di questi

esemplari che hanno subito il trattamento di lancio sono stati allevati per evidenziare una eventuale mortalità fino al compimento dell'ultima muta ad adulto. I risultati inerenti alla mortalità sono riportati in figura 10.

Si può notare che, sia la sopravvivenza immediatamente dopo il lancio che la sopravvivenza post lancio (raggiungimento dello stato adulto), risultino fortemente ridotte dall'azione del dispositivo meccanico. La maggior mortalità riscontrata può essere gestita, nell'ambito dell'economicità, mediante un aumento della dose di lancio.

Fig. 10

Confronto fra la sopravvivenza degli stati giovanili di *O. laevigatus* in funzione della tipologia di lancio



Prove di campo con *Orius laevigatus*

In campo nel 2006 per la prima volta si sono condotte indagini con l'impiego di *O. laevigatus*. Sono state effettuate prove di distribuzione di questo predatore di tripidi in una serra sperimentale (dimensioni 33 x 7 m) coltivata a cetriolo (cv. Spinoso italiano) con sesto di impianto 1 x 0,5 m (420 piante su 6 file) (figura 11). La serra è stata suddivisa in 6 parcelle di pari superficie (70 piante/parcella su 3 file) differenziate, in modo randomizzato, per la tipologia di distribuzione dell'ausiliare adottata (3 parcelle per la tesi distribuzione manuale e 3 per quella distribuzione meccanica). Per ogni tesi ciascuna parcella è stata considerata una replica.

È stata prevista una distribuzione programmata del tripide *Frankliniella occidentalis* (fitofago target) in modo da garantire un'infestazione omogenea tra le varie parcelle. Il lancio di *O. laevigatus* è stato effettuato il 12 luglio 2006, utilizzando due diverse dosi di lancio:

- distribuzione manuale 5 neanidi/m²,
- distribuzione meccanica 7 neanidi/m².



Fig. 11
Serra di cetriolo utilizzata per la sperimentazione riguardante il lancio di *O. laevigatus* subito dopo il trapianto (si notino i teli utilizzati per la suddivisione delle parcelle)

La diversa dose di lancio si è resa necessaria a seguito della maggior mortalità dell'ausiliare distribuito meccanicamente, come riscontrato dalle prove di lancio condotte in precedenza in laboratorio (figura 10). Per ogni operazione di distribuzione sono stati registrati i tempi di esecuzione.

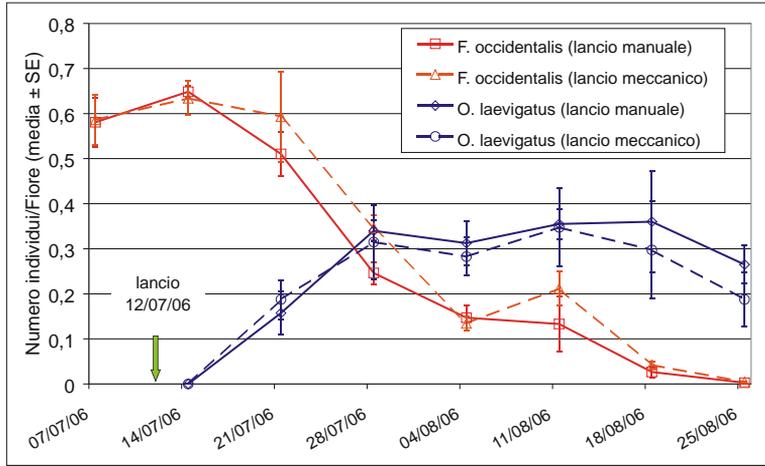
In ciascuna delle 8 date di campionamento (7, 14, 21, 28 luglio, 4, 11, 18, 25 agosto 2006) sono state controllate 15 piante per ogni parcella, registrando il numero di individui di *F. occidentalis* e di *O. laevigatus* presenti su una foglia e su un fiore, scelti a caso, in ciascuna delle piante campionate. Per ogni data i confronti sono stati effettuati fra le tesi con distribuzione manuale e meccanica. Inoltre, per ogni parcella, sono stati quantificati diversi parametri relativi alla produzione delle piante di cetriolo.

Le popolazioni del fitofago target, nonostante un inoculo effettuato all'inizio della prova, sono risultate piuttosto ridotte, tanto che nessun individuo è stato ritrovato sulle foglie campionate, ma la presenza del tripide era limitata solamente ai fiori. Gli andamenti delle popolazioni di *F. occidentalis* e *O. laevigatus* sono riportati in figura 12.

Il lancio di forme preimmaginali di *O. laevigatus* ha dimostrato per la prima volta di essere efficace nel controllo di *F. occidentalis*, anche nel caso venga utilizzato il dispositivo meccanico. L'aumento della quantità di individui al m² nella tesi con lancio meccanico (circa il 40% in più rispetto al lancio manuale) ha consentito di controllare il fitofago in modo analogo nelle due tesi. La produzione e il numero di cetrioli deformi non hanno mostrato differenze significative nelle due tesi. Si conferma, anche in questo caso seppure in maniera più limitata,

Fig.12

Andamenti delle popolazioni di *F. occidentalis* e *O. laevigatus* su cetriolo. (La freccia indica la data di lancio)



l'efficacia del mezzo meccanico nella riduzione dei tempi di applicazione dei predatori in lotta biologica (4'17 per il lancio manuale vs 1'00 per il lancio meccanico).

Inoltre è importante sottolineare come, indipendentemente dall'ausiliare impiegato, il lancio meccanico consenta la possibilità di essere effettuato in condizioni di difficile accessibilità delle piante, condizione abbastanza frequente in colture realizzate in serra o tunnel.