

## VALUTAZIONE DI UN SISTEMA INNOVATIVO PER LA DISTRIBUZIONE PNEUMATICA DI ORGANISMI UTILI IN LOTTA BIOLOGICA

G. ADE<sup>1</sup>, C. CAPRARA<sup>1</sup>, A. LANZONI<sup>2</sup>, R. MARTELLI<sup>1</sup>, F. PEZZI<sup>1</sup>, A. UGUZZONI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Economia e Ingegneria Agrarie, Università di Bologna  
Viale G. Fanin, 50, 40127 Bologna

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali, Università di Bologna  
Viale G. Fanin, 44, 40127 Bologna  
roberta.martelli@unibo.it

### RIASSUNTO

È stata verificata l'efficacia di un prototipo per la distribuzione pneumatica di artropodi utili in colture protette e a pieno campo. In particolare, sono stati valutati, con prove di laboratorio, gli effetti del lancio sulla mortalità e sulla fecondità degli acari Fitoseidi *Phytoseiulus persimilis* e *Amblyseius swirskii* e dell'Antocoride *Orius laevigatus*. È stata confrontata la sopravvivenza e la fecondità degli individui lanciati con la macchina rispetto a quelli distribuiti manualmente. Nelle prove di laboratorio il prototipo ha dimostrato una capacità di esecuzione corretta del lancio di artropodi senza compromettere la vitalità e la fecondità delle due specie di fitoseidi, mentre, nel caso di neanidi e ninfe dell'antocoride, sia la sopravvivenza immediatamente dopo il lancio che la sopravvivenza post lancio (raggiungimento dello stadio adulto), risultano condizionate dall'azione del dispositivo meccanico. La maggior mortalità riscontrata per *O. laevigatus* può essere gestita, nell'ambito dell'economicità dell'operazione, mediante un aumento della dose di prodotto impiegato.

**Parole chiave:** *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii*, *Orius laevigatus*, vitalità, fecondità, distribuzione pneumatica

### SUMMARY

#### EFFECTS OF PNEUMATIC DISTRIBUTION ON THE SURVIVAL OF BENEFICIAL ORGANISMS IN THE ORGANIC CROPS

The effectiveness of a prototype for the pneumatic distribution of arthropods in protected and open field crops was verified. Particularly, the effects of the distribution on viability and fertility of predaceous mites *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* and of anthocorid *Orius laevigatus* were evaluated by laboratory tests. Survival and fertility of organisms distributed manually and with the prototype were compared. In the laboratory tests the prototype proved to be suitable to properly perform the arthropods distribution without affecting viability and fertility of both species of phytoseiids, while in the case of the anthocorid nymphs and neanids the survival, either immediately or after the distribution was influenced by the action of the mechanical device. The higher mortality observed for *O. laevigatus* can be balanced, keeping the operation economically suitable, by increasing the dose of product used.

**Keywords:** *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius swirskii*, *Orius laevigatus*, viability, fecundity, pneumatic distribution

### INTRODUZIONE

La lotta biologica rappresenta uno strumento fondamentale per la sanità delle coltivazioni, la salvaguardia degli operatori e la protezione dell'ambiente. Pur basandosi su tecniche consolidate da decenni di esperienze, gli interventi biologici hanno finora trovato uno scarso supporto dalla meccanizzazione. Nelle differenti strategie d'intervento le poche forme di

meccanizzazione sono prevalentemente rappresentate da interventi contro le infestanti quali il pirodiserbo, la pacciamatura con materiali biodegradabili e l'impiego di nuove tecniche di sarchiatura. Nella difesa fitosanitaria l'unico esempio concreto è rappresentato dalla distribuzione di *Bacillus thuringiensis* effettuata in soluzione liquida da normali irroratrici. Ancora limitate a pochi esempi, a carattere sperimentale, sono invece le distribuzioni meccaniche degli organismi utili (Pezzi *et al.*, 2002; Opit *et al.*, 2005; Baraldi *et al.*, 2006; Blandini *et al.*, 2006), che rappresentano l'intervento più specifico e caratterizzante della difesa biologica.

Diverse sono le condizioni tecniche ed operative che limitano l'intervento meccanico. Ad esempio la necessità di miscelare gli organismi utili con substrati inerti, come vermiculite e segatura, rende difficile manipolare e soprattutto dosare le miscele. Questi substrati devono infatti essere utilizzati quasi sempre umidi, presentano un elevato coefficiente d'attrito e possono essere molto comprimibili.

Il maggior limite alla distribuzione meccanica è però rappresentato dalla possibilità di danneggiare, con gli organi meccanici, la vitalità degli organismi utili, circostanza possibile in tutte le fasi operative, dalla preparazione delle miscele fino al lancio finale.

Nell'ambito del progetto nazionale "Meccanizzazione della difesa dei fitofagi in regime biologico", è stato sviluppato un prototipo per la distribuzione di ausiliari in grado di aumentare la produttività del lavoro e la qualità della distribuzione (AA.VV., 2007). Sono state effettuate verifiche sperimentali per valutare il grado di efficienza di tale prototipo e l'eventuale effetto sulla vitalità degli organismi distribuiti.

## MATERIALI E METODI

### Il prototipo

La progettazione del prototipo è stata caratterizzata dai seguenti aspetti:

- impiego diretto dei contenitori impiegati nella commercializzazione, per evitare inutili e dannose manipolazioni degli ausiliari;
- estrazione controllata del substrato, per garantire un'ampia scelta e precisione nei dosaggi;
- impiego di una distribuzione pneumatica, più idonea di altri sistemi per adattare l'intervento alle differenti condizioni operative;
- realizzazione un sistema di piccole dimensioni utilizzabile come accessorio di altre attrezzature pneumatiche già disponibili nelle aziende (irroratrici a zaino, soffiatori, ecc.).

Con questi presupposti è stato realizzato un sistema che prevede l'inserimento del flacone, con cui sono commercializzati gli ausiliari, direttamente sul sistema di lancio della macchina. L'estrazione degli organismi dispersi nel substrato è agevolata dalla presenza di un puntale, caratterizzato da un moto alternativo generato da un elettromagnete. La regolazione del movimento (frequenza e posizione di sosta) controlla la quantità di materiale che fuoriesce e cade nel diffusore pneumatico della macchina in cui il sistema è inserito.

Il distributore è stato installato su un soffiatore alimentato elettricamente e comunemente impiegato per la pulizia di parchi e giardini. La macchina era equipaggiata da un motore con potenza 1,6 kW che consente di regolare, tramite un parzializzatore di sezione, la portata d'aria su due livelli (256 e 360 m<sup>3</sup>/h), la sezione d'uscita del flusso era 2374 mm<sup>2</sup>.

Per definire le migliori condizioni d'impiego il flusso d'aria è stato misurato con un anemometro a ventola (Höntzsch instruments µP-ASDI) posizionato a differenti distanze e quote dalla sezione di erogazione.

Sono state inoltre misurate umidità, massa volumica, granulometria e coefficiente d'attrito (tg angolo di scorrimento) dei substrati utilizzati (vermiculite e pula di grano saraceno).

## Prove di vitalità

L'effetto del lancio meccanico è stato valutato su *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari Phytoseiidae) ed *Orius laevigatus* (Fieber) (Rhynchota Anthocoridae).

Per tutti gli ausiliari la prova di vitalità è stata eseguita con un lancio meccanico degli organismi utili, regolando la macchina con la portata d'aria inferiore, e raccogliendo il prodotto disperso su un banco prova costituito da contenitori (0,5 x 0,5 m) allineati di fronte all'erogatore. Gli individui lanciati erano prelevati manualmente e collocati in provette per effettuare le prove di vitalità. La distribuzione manuale è stata effettuata simulando quella che si realizza tradizionalmente sulle colture e distribuendo gli ausiliari sul banco prova e utilizzando la medesima quantità di miscela impiegata nella distribuzione meccanica.

Dopo il lancio, per ciascuna specie di fitoseide, sono state isolate 20 femmine per entrambe le tesi (meccanica e manuale) e poste singolarmente in cilindretti di plexiglas di Ø 40 x 40 mm (capsule Petri Ø 90 mm per *A. swirskii*) con all'interno un sottile strato di agar e una foglia di fagiolo infestata da *Tetranychus urticae* Koch (con uova congelate di *Ephestia kuehniella* Zeller per *A. swirskii*). In ciascuno dei cilindretti o capsule Petri è stata posta una femmina di fitoseide a ovideporre. I campioni sono stati mantenuti in armadio climatizzato a 26 °C, UR 75%, fotoperiodo 16L: 8B. I controlli dell'ovideposizione e della mortalità sono stati effettuati dopo 72 e 120 ore per *P. persimilis* e dopo 72 e 192 ore per *A. swirskii*. I dati relativi al numero di uova e ninfe sono stati elaborati mediante Anova ad una via. Quando l'assunto dell'omogeneità delle varianze non poteva essere soddisfatto è stato utilizzato il test non parametrico Mann-Whitney. I dati sulla mortalità sono stati elaborati mediante test del chi-quadro. L'effetto del lancio meccanico sulla crescita della popolazione è stato misurato utilizzando il tasso istantaneo di crescita ( $r_i$ ) calcolato sulla base dell'equazione 1,

$$r_i(t) = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{N(t)}{N(0)} \right) \quad \text{(Equazione 1)}$$

dove  $N_{(0)}$  rappresenta il numero iniziale di individui (20 femmine),  $N_{(t)}$  il numero di individui presenti al giorno  $t$ , e  $t$  il numero di giorni trascorsi dall'inizio della sperimentazione. Valori positivi di  $r_i$  indicano una popolazione in crescita, valori negativi una popolazione in declino e un valore di  $r_i = 0$  una popolazione stabile.

Le prove in laboratorio con *O. laevigatus* sono state effettuate 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 e confrontato con il lancio manuale. Un campione di esemplari distribuiti sono stati allevati per 10 giorni in cilindretti di plexiglas (Ø 50 x 70 mm) su fagiolino per evidenziare un'eventuale mortalità fino al compimento dell'ultima muta ad adulto. Per il confronto della mortalità durante e dopo il lancio è stato utilizzato il test non parametrico Mann-Whitney.

## RISULTATI

Le caratteristiche fisiche dei due substrati utilizzati (vermiculite per *P. persimilis* e *A. swirskii* e pula di grano saraceno per *O. laevigatus*) sono riportate in tabella 1.

Entrambi i materiali presentano una scarsa attitudine alla distribuzione meccanica. La vermiculite, molto plastica per l'elevata umidità con cui viene utilizzata per garantire la sopravvivenza dei fitoseidi, si distingue per alti valori del coefficiente d'attrito e della massa volumica. La dimensione media delle particelle di substrato è risultata di 1,74 mm di diametro, con una variabilità abbastanza elevata della granulometria.

La pula di grano saraceno, meno umida e più leggera, rispetto al precedente substrato, ha invece evidenziato un minore coefficiente d'attrito e una dimensione media maggiore delle particelle costituenti (2,06 mm di diametro massimo) e più omogenea. Nonostante queste caratteristiche apparentemente migliori, al momento della distribuzione meccanica sono emerse difficoltà nello svuotamento dei flaconi, probabilmente riconducibili ad un alto attrito interno del materiale.

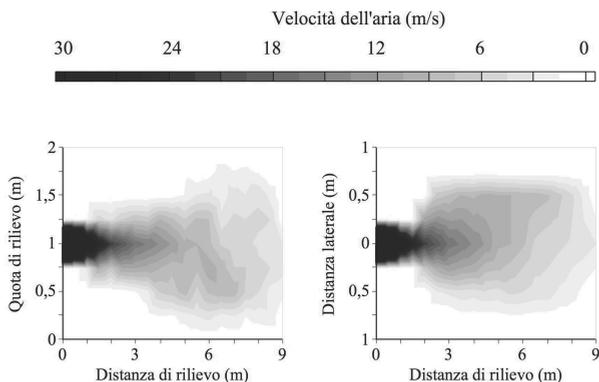
Tabella 1. Caratteristiche fisiche e granulometria dei substrati utilizzati per la conservazione e la distribuzione degli artropodi

Substrato	Vermiculite	Pula di grano s.
Massa volumica apparente (kg/m <sup>3</sup> )	346	140
Coefficiente d'attrito radente	0,62	0,40
Umidità s.t.l. (%)	35,9	20,1
Diametro medio (mm)	1,74	3,06
Diametro max (mm)		
>4,0	0	2,3
>3,15-4	2,6	32,7
>2,5-3,15	14,7	61,7
>2,0-2,5	13,2	1,8
>1,6-2,0	23,9	0,8
>1,25-1,6	22,1	0
>0,5-1,25	21	0
<0,5	2,5	0,7

Nelle prove di distribuzione e di vitalità degli artropodi la macchina, posizionata alla quota di 1 metro, è stata utilizzata con il flusso d'aria più basso (256 m<sup>3</sup>/h), ritenuto più adeguato per la distribuzione. Con questa regolazione l'aria fuoriusciva a 30 m/sec e generava un flusso abbastanza regolare che raggiungeva una distanza di circa 9 m (figura 1).

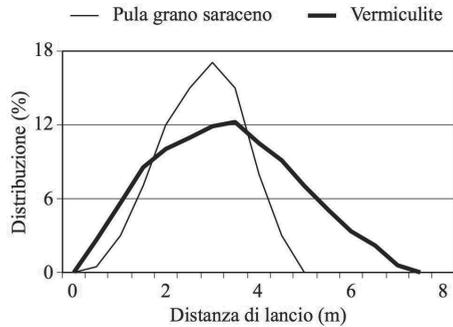
Il movimento del puntale è stato regolato alla frequenza di 2,25 Hz, valore che determinava lo svuotamento del flacone in 2 e 4 minuti, rispettivamente per la vermiculite e per la pula di grano saraceno, corrispondenti a portate di 7,5 e di 3 dm<sup>3</sup>/h.

Figura 1. Velocità dell'aria misurata a differenti quote e distanze dal punto di erogazione de soffiatore



Con queste regolazioni e posizionando la macchina ad un metro d'altezza i diagrammi di distribuzione dei due substrati sono quelli indicati in figura 2. La vermiculite raggiunge una gittata sino a 7 m, con una maggiore caduta del prodotto dai 3 ai 4 m. La pula di grano saraceno, più leggera riduce la gittata a meno di 5 m, con un picco massimo in corrispondenza di 3 m.

Figura 2. Diagrammi di distribuzione rilevati con i due substrati



Le prove di laboratorio mostrano che il prototipo garantisce una corretta esecuzione del lancio di artropodi senza compromettere la vitalità e la fecondità delle due specie di fitoseide utilizzate. In particolare per quanto riguarda *P. persimilis*, a 72 ore dal lancio si registrano le migliori performance degli individui lanciati meccanicamente (figura 3) dovute principalmente ad un maggior numero di ninfe ( $p < 0,01$ ) presenti in questa tesi. Questo fatto è sottolineato anche dal valore di  $r_i$  decisamente più elevato dopo 72 ore nella tesi “lancio meccanico” rispetto al manuale (tabella 2). Dopo 5 giorni dal lancio queste differenze risultano annullate per tutti i parametri analizzati (figura 3 e tabella 2). La mortalità, in entrambi gli intervalli analizzati, non ha, invece, presentato differenze significative tra le due tesi (tabella 2).

Figura 3. Fecondità di femmine di *P. persimilis* dopo il lancio meccanico o manuale nei due intervalli studiati. Lettere diverse indicano differenze significative ( $p < 0,05$ )

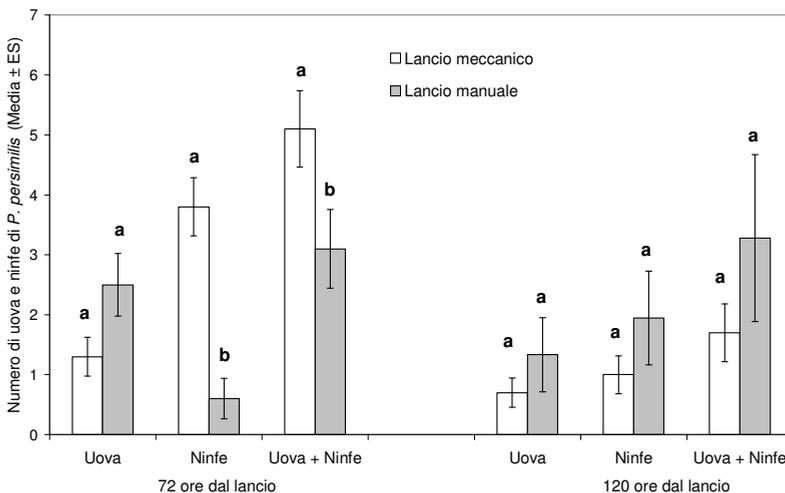


Tabella 2. Tasso istantaneo di crescita ( $r_i$ ) e sopravvivenza di *P. persimilis* dopo il lancio meccanico o manuale nei due intervalli studiati. Lettere diverse indicano differenze significative ( $p < 0,05$ )

Tesi	72 ore		120 ore	
	$r_i$	Sopravvivenza	$r_i$	Sopravvivenza
Lancio meccanico	0,543	100a	0,383	60a
Lancio manuale	0,377	90a	0,360	66,7a

Per quanto riguarda *A. swirskii* sia la fecondità che la sopravvivenza non risultano influenzate dal lancio meccanico; non sono state infatti evidenziate differenze significative in questi parametri fra le due tesi sia dopo 72 che dopo 192 ore dall'inizio della sperimentazione (figura 4 e tabella 3). È tuttavia evidenziabile una leggera riduzione del valore di  $r_i$  nella tesi "meccanico" rispetto al testimone "manuale" (tabella 3) imputabile principalmente al minor numero totale di uova (anche se non significativo) prodotto dalle femmine lanciate meccanicamente. Tuttavia questo parametro indica una tendenza che potrebbe essere interessante approfondire con ulteriori sperimentazioni.

Figura 4. Fecondità di femmine di *A. swirskii* dopo il lancio meccanico o manuale nei due intervalli studiati. Lettere diverse indicano differenze significative ( $p < 0,05$ )

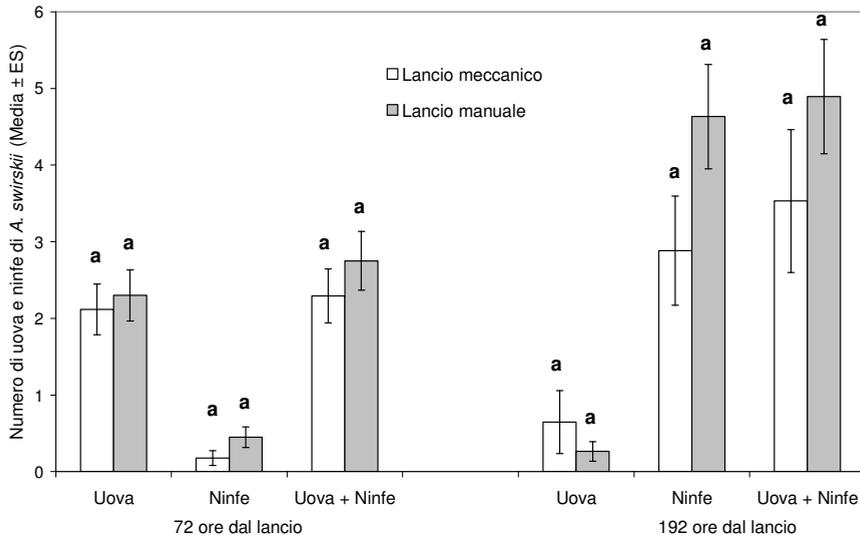
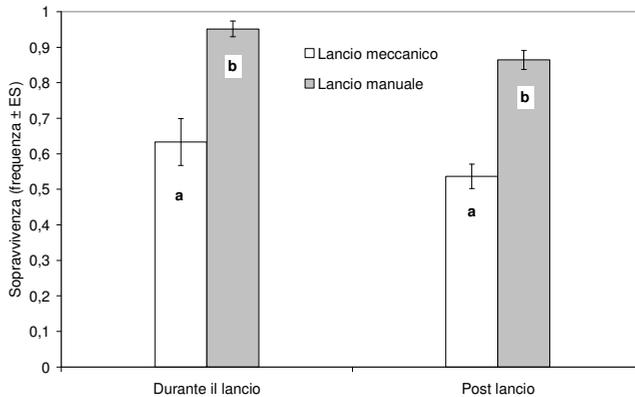


Tabella 3. Tasso istantaneo di crescita ( $r_i$ ) e sopravvivenza di *A. swirskii* dopo il lancio meccanico o manuale nei due intervalli studiati. Lettere diverse indicano differenze significative ( $p < 0,05$ )

Tesi	72 ore		192 ore	
	$r_i$	Sopravvivenza	$r_i$	Sopravvivenza
Lancio meccanico	0,277	100a	0,158	76,5a
Lancio manuale	0,337	95a	0,192	73,7a

Diversamente da quanto evidenziato per i due fitoseidi, per gli stadi giovanili di *O. laevigatus* sia la sopravvivenza immediatamente dopo il lancio che la sopravvivenza post lancio (raggiungimento dello stato adulto), risultano significativamente ridotte dall'azione del dispositivo meccanico ( $p < 0,01$ ) (figura 5). L'elevata mortalità degli individui distribuiti meccanicamente non risulta però particolarmente negativa in quanto *O. laevigatus* è generalmente impiegato mediante strategie che prevedono l'effettuazione di lanci inoculativi stagionali (Nicoli e Tommasini, 2000) in cui è la progenie derivante dagli individui lanciati ad essere importante per il successo della lotta. La maggior mortalità riscontrata può essere gestita, nell'ambito dell'economicità, mediante un aumento della dose di lancio o con la ripetizione dei lanci. Quest'ultima pratica è consigliata per una miglior efficacia dell'azione di *O. laevigatus* (Nicoli e Tommasini, 2000), e può essere considerata preferibile anche in riferimento alla riduzione dei tempi di intervento garantiti dalla distribuzione meccanica dell'ausiliare (Lanzoni *et al.*, 2007).

Figura 5. Confronto fra la sopravvivenza degli stati giovanili di *O. laevigatus* in funzione della tipologia di lancio. Lettere diverse indicano differenze significative ( $p < 0,01$ )



## CONCLUSIONI

Il controllo funzionale del prototipo costruito per la distribuzione meccanica di organismi utili nella lotta biologica ha dato esiti soddisfacenti sia da un punto di vista operativo che biologico. La funzionalità del dispositivo progettato per l'estrazione e il dosaggio del prodotto, direttamente dal flacone utilizzato per la commercializzazione, è risultata soddisfacente,

considerando anche le caratteristiche fisiche poco favorevoli dei substrati utilizzati (vermiculite o pula di grano saraceno) in cui vengono dispersi gli artropodi. La portata e la distribuzione del flusso d'aria generato dall'apparecchio soffiante in cui è stato applicato il dispositivo garantisce una distribuzione abbastanza ravvicinata (3-4 m), particolarmente adatta ad operare negli spazi non troppo ampi delle serre in cui il controllo biologico è largamente diffuso.

Le prove effettuate hanno dimostrato che l'utilizzo del prototipo non riduce la vitalità e la fecondità delle due specie di fitoseide studiate, pur con la necessità di ulteriori approfondimenti soprattutto per *A. swirskii*. Per *P. persimilis* invece è già stata confermata l'efficacia del lancio meccanico anche in sperimentazioni in serra (Baraldi *et al.*, 2006). L'utilizzo del prototipo per il lancio di *O. laevigatus* ha invece comportato una sensibile riduzione della vitalità dell'antocoride, che comunque può essere gestita al momento del lancio stesso.

I risultati ottenuti dimostrano che il prototipo costruito per la distribuzione meccanica di entomofagi può essere una soluzione semplice, economica ed adattabile a molte tipologie di organismi utili.

### LAVORI CITATI

- AA.VV., 2007. *Atti del convegno: Strategie di difesa biologica*. Cesena (FC), 96 pp.
- Baraldi G., Burgio G., Caprara C., Lanzoni A., Maini S., Martelli R., Pezzi F., 2006. Distribuzione meccanica di *Phytoseiulus persimilis* in serra. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 563-570.
- Blandini G., Failla S., Manetto G., Tropea Garzia G., Siscaro G., Zappalà L., 2006. Prove preliminari di distribuzione meccanica di antagonisti naturali. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 557-562.
- Lanzoni A., Burgio G., Maini S., 2007. Prove di lancio meccanico di *Phytoseiulus persimilis* e *Orius laevigatus* in colture protette. *Atti del convegno: Strategie di difesa biologica*. Cesena (FC), 29-38.
- Nicoli G., Tommasini M.G., 2000. *Orius laevigatus*. In: *Gli ausiliari nell'agricoltura sostenibile*, (G. Nicoli, P. Radeghieri, Coord.) Calderini Edagricole, Bologna, 85-95.
- Opit G.P., Nechols J.R., Margolies D.C., Williams K.A., 2005. Survival, horizontal distribution, and economics of releasing predatory mites (Acari: Phytoseiidae) using mechanical blowers. *Biological Control*, 33, 344-351.
- Pezzi F., Rondelli V., Baraldi G., 2002. Mechanical distribution phytoseiids in greenhouse crops. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 3, 33-39.