

STUDIO, AI FINI DEI TEMPI DI RIENTRO, DELLA PERSISTENZA NELL'ATMOSFERA DI FITOFARMACI IMPIEGATI SU COLTURE PROTETTE.

E. CONTE, G. IMBROGLINI, M. GALLI  
Istituto Sperimentale per la Patologia Vegetale - Roma

#### RIASSUNTO

Sono state impostate prove per valutare la persistenza in ambienti chiusi di alcuni fitofarmaci in considerazione del rischio potenziale di tossicità cronica per operatori che rientrano in serra dopo interventi chimici.

Sono stati messi a confronto trattamenti in ambienti diversi e con differente ricambio di aria, differenti formulazioni a base dello stesso principio attivo, due tecniche di somministrazione.

Dalla prova è emersa la necessità di indicare delle linee guida per poter ottenere risultati coerenti alla realtà della serra, viste le numerose variabili che influiscono sulla persistenza dei fitofarmaci. Viene inoltre evidenziata la necessità di fissare dei valori soglia di concentrazione dei residui per poter individuare il "tempo di rientro" dopo il trattamento.

#### SUMMARY

STUDY ON THE PERSISTENCE OF PESTICIDES INTO PROTECTED CONDITIONS, IN ORDER TO ESTABLISH THE "REENTRY TIMES".

Keep in mind the potential risk of chronic toxicity for the operators working in greenhouses after chemical treatments, we carried out a study to evaluate the persistence of some pesticides in the atmosphere of greenhouses.

Chemical treatments in different environmental conditions with different replacement of air, different formulations of the same active ingredient and two different techniques for the chemical treatments have been compared.

The results point out the need for guide lines, in order to get comparable data between several parameters. Also we stress the necessity to establish threshold values to single out the "reentry times" after the treatment.

#### INTRODUZIONE

L'ambiente della serra rappresenta un equilibrio precario in cui vengono esasperate tutte le condizioni di tecnica colturale, di microclima, di inquinamento. La tendenza verso produzioni qualitativamente perfette, in quanto generalmente ad alto reddito, comporta, inoltre, maggiori interventi fitoiatrici, spesso esasperati, con conseguenze non valutabili, o non ancora

valutate, per l'operatore e per il consumatore (Conte, 1990; La Malfa, 1983)

Dati ISTAT 1989 danno per le ortive 17.000 e per le floreali 3.600 ettari di copertura a serra con una produzione rispettivamente di 77.000 e 3.000.000 di tonnellate. Ciò può essere assunto a misura del problema.

I fattori di rischio nell'ambiente serra possono essere divisi in tre gruppi (Inserra, 1983):

- 1) fisici, dei quali il più importante è il microclima, con la rapida ed incontrollabile variabilità che si può verificare nel giro di poche ore;
- 2) chimici, che spesso, anche se per tempi brevi, possono raggiungere alti livelli di esposizione per gli operatori;
- 3) carico di lavoro: che può potenziare gli effetti degli altri fattori.

Considerando inoltre che un uomo respira mediamente lmc/h e che per alcune colture quali quelle a raccolta scalare e soprattutto per le floreali, il lavoro si svolge in tempi molto lunghi, spesso con personale stagionale impreparato, è evidente la necessità di individuare i "tempi di rientro" in serra dopo trattamenti con fitofarmaci.

Alcuni autori hanno affrontato anche in campo il problema dei "tempi di rientro" conseguenti alla persistenza dei fitofarmaci, valutando la possibile tossicità dermale ed inalatoria per l'operatore che deve intervenire a breve distanza dal trattamento (Aprea et al., 1987; Desideri et al., 1987). Per le serre, dove l'assunzione per via inalatoria può essere la via più consistente, sia per l'ambiente circoscritto, sia in conseguenza di temperature elevate, numerosi autori hanno evidenziato le molteplici variabili che condizionano il fenomeno (Angotzi et al., 1987; Conte et al., 1991; Bacci et al., 1990; Sciacca et al., 1983).

Poiché il potenziale tossico di un prodotto, oltre che dalle sue caratteristiche molecolari, dipende dai livelli nell'atmosfera che a loro volta sono influenzati dalle dosi distribuite, dalle modalità di distribuzione, dalle caratteristiche ambientali, scopo della ricerca è stato quello di confrontare, nelle 24 ore successive al trattamento, le concentrazioni nell'aria:

- 1) di uno stesso prodotto distribuito in tre ambienti diversi: box, tunnel in plastica e serra in vetro;
- 2) di uno stesso prodotto distribuito in due differenti formulazioni, in box ed in tunnel;
- 3) di uno stesso prodotto distribuito con differenti tecniche di somministrazione, la termonebulizzazione ed il trattamento tradizionale, in tunnel uguali e mantenuti chiusi per 24 ore.

#### MATERIALI E METODI

##### Prima prova

E' stato distribuito Ronilan a base di vinclozolin al 50%, alla concentrazione di 200g/hl, in ambienti aventi le caratteristiche riportate nella tabella 1. La prova in serra è stata eseguita campionando aria dopo trattamento effettuato secondo la comune pratica agricola, cioè con arieggiamento successivo al trattamento stesso. Nel box invece è stato assicurato un ricambio costante di aria.

## Prima prova

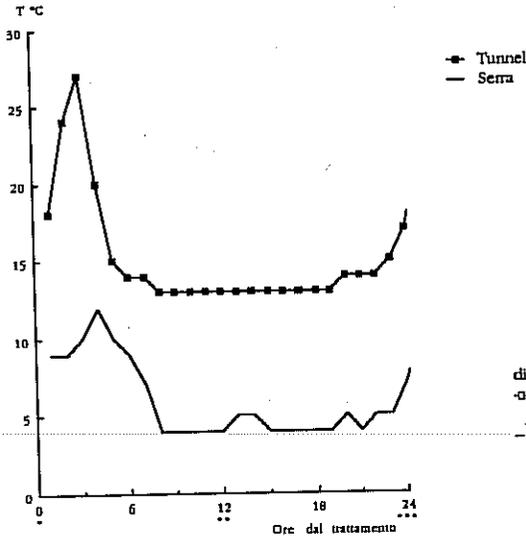


Fig. 1 - Andamento termico relativo alla prova in diversi ambienti.

-□- ΔT = 14 °C; U.R. = 85 - 100%  
 \* = ore 12; \*\* = ore 24; \*\*\* = ore 12.  
 -; ΔT = 8°C; U.R. = 70 - 80%  
 \* = ore 10; \*\* = ore 21; \*\*\* = ore 10.

Fig. 2 - Concentrazioni di vinclozolin riscontrate nell'aria di tre ambienti diversi.

$r^2 = -0,84; y = 3,62e^{-0,04x}$

$r^2 = -0,79; y = 13,07e^{-0,04x}$

$r^2 = -0,82; y = 1,81e^{-0,83x}$

- Valori Reali
- Valori Teorici
- + Valori Reali
- ▲ Valori Teorici
- × Valori Reali
- Valori Teorici

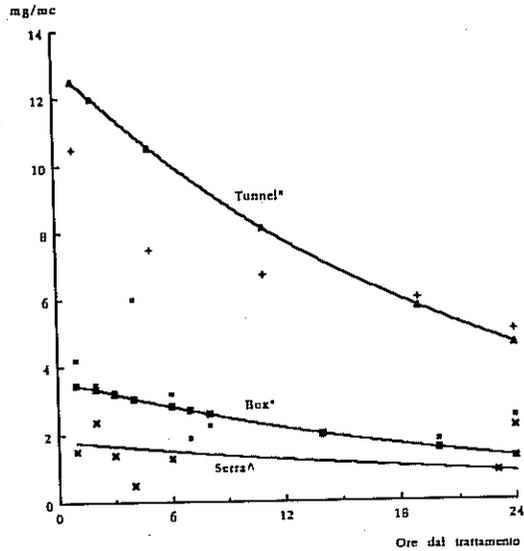


Tabella 1 - Caratteristiche della prova in differenti ambienti.

Ambiente	box	tunnel	serra
Superficie m <sup>2</sup>	3,6	80	300
Altezza m	2,5	4	5
Litri distribuiti	1	5	150
Concentrazione mg/mc	0,22	0,03	0,20
Modalità di trattamento	spruzzatore	pompa a spalla	lancia
Arieggiamento	1,5 vol. amb./h	no	si
Temp.nelle 24h	20°C	Fig.1	Fig.1

Seconda prova

Le modalità relative alla distribuzione di differenti formulati a base dello stesso principio attivo sono riportate in Tab. 2.

Tabella 2 - Confronto tra differenti formulazioni.

Formulato	Principio attivo e %	Ambiente della prova	Principio attivo distribuito	Temp. °C
Sumisclex pb	procimidone 50%	box	0,75 g	20
Sialex pasta	procimidone 50%	box	0,75 g	20
Sumisclex pb	procimidone 50%	tunnel	3,75 g	Fig.3
Sialex pasta	procimidone 50%	tunnel	3,75 g	Fig.3
Rovral pb	iprodiione 50%	box	1,25 g	20
Kidan flow	iprodiione 25%	box	1,25 g	20

Terza prova

E' stato diviso a metà, con un telo di plastica e perfettamente a tenuta, un tunnel di plastica ed alluminio della cubatura di 640 mc. In una metà è stato eseguito un trattamento tradizionale, nell'altra un trattamento per termonebulizzazione. E' stato impiegato Ronilan a base di vinclozolin al 50%. La prova è stata effettuata 2 volte con differenti andamenti termici (Tab. 3).

## Seconda prova

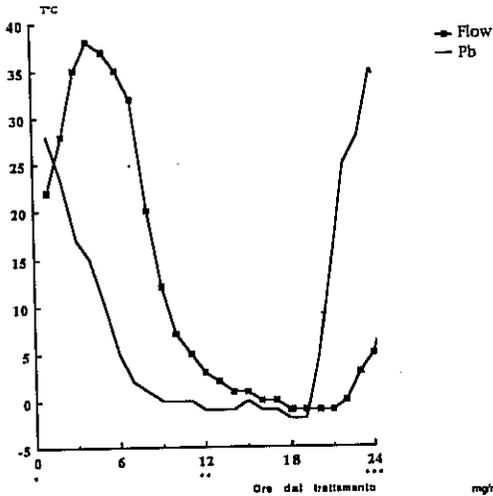


Fig. 3 - Andamento termico relativo alla prova con proclimidone.  
 □:  $\Delta T=39$  °C; U.R.=68-100%;  
 \* = ore 10; \*\* = ore 21; \*\*\* = ore 10.  
 - :  $\Delta T=37$  °C; U.R.=70-100%;  
 \* = ore 13; \*\* = ore 1; \*\*\* = ore 13.

Fig. 5 - Concentrazioni di iodone riscontrate nell'aria del box.

$$r^2 = -0,81; y = 2,86e^{-0,12x}$$

$$r^2 = -0,90; y = 3,19e^{-0,07x}$$

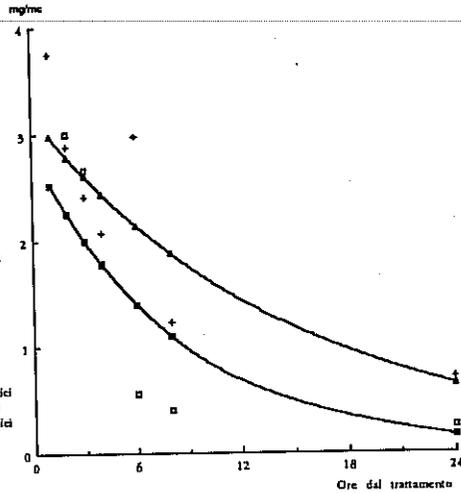
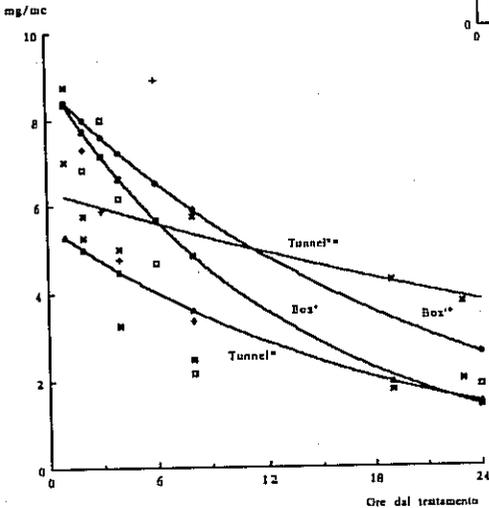


Fig. 4 - Concentrazioni di proclimidone riscontrate nell'aria del box e del tunnel.

$$r^2 = -0,78; y = 9,03e^{-0,08x}$$

$$r^2 = -0,78; y = 8,85e^{-0,05x}$$

$$r^2 = -0,84; y = 5,58e^{-0,06x}$$

$$r^2 = -0,90; y = 6,36e^{-0,02x}$$

esponenziale tra le concentrazioni ottenute ai differenti tempi dal trattamento ed i tempi stessi.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati relativi alla prima prova (Fig. 2) evidenziano una persistenza diversa nell'atmosfera dopo il trattamento. La minore si è riscontrata in serra verosimilmente per le condizioni ambientali proprie di questa struttura e per il tipo di arieggiamento effettuato subito dopo il trattamento. Nel box, a parità di concentrazione con la serra di principio attivo per mc e pur assicurando un costante ricambio d'aria, la persistenza è stata circa una volta e mezzo rispetto alla serra. Le maggiori quantità residue ambientali si sono riscontrate nel tunnel chiuso dove non c'è stato alcun ricambio di aria (Fig. 2) e dove inoltre la concentrazione per mc distribuita era notevolmente più bassa. Un elemento, pertanto, che influisce sulla persistenza di principi attivi nell'ambiente, come era logico aspettarsi, è sicuramente la diluizione conseguente all'aereazione; questa a sua volta è funzione di numerosi fattori legati al tipo di serra, al tipo di apertura, ai tempi di apertura successivi ai trattamenti, alle condizioni atmosferiche quali la temperatura, la direzione e la velocità del vento, ecc. (Angotzi et al., 1987; Sciacca et al., 1983).

Per quel che riguarda la seconda prova, i risultati dimostrano che il tipo di formulazione ha anche influenza sulla persistenza del principio attivo sia nell'ambiente del box che del tunnel: il procimidone distribuito sotto forma di polvere bagnabile è rimasto più a lungo nell'atmosfera (Fig. 4), analogamente alla formulazione in polvere bagnabile di iprodione, provato solo in box (Fig. 5). Tali comportamenti potrebbero essere attribuiti, come ipotizzato da altri autori (Bacci et al., 1990), ai legami che si instaurano nell'ambiente tra i coformulanti, l'acqua ed il principio attivo, verosimilmente più forti nel caso dei formulati flowable. Tali legami giustificherebbero la minore persistenza nell'aria. Le basse concentrazioni di iprodione (Fig. 5) potrebbero invece essere imputabili alla minore tensione di vapore di questo prodotto rispetto agli altri due (Tab. 4).

Per quel che riguarda le tecniche di somministrazione, terza prova, emerge (Figg. 7 e 9) che a seguito della termonebulizzazione, le concentrazioni di vinclozolin nel tunnel sono più alte di quelle che si manifestano con i tradizionali sistemi. Questo verosimilmente in conseguenza della dose distribuita che è stata circa 5 volte maggiore rispetto a quella del trattamento di confronto, ed anche delle dimensioni delle particelle, da 1 a 5 $\mu$  nella termonebulizzazione (Baulaud et al., 1987), a più di 200 $\mu$  nel trattamento tradizionale (Tassinari, 1975).

La dose maggiore utilizzata nella prova è dovuta, al fatto che la termonebulizzazione, se da una parte presenta dei vantaggi, come permettere il trattamento dall'esterno (Leandri et al., 1990), dall'altra ha necessità, se si vuole ottenere lo stesso deposito, di dosi più alte, finendo il prodotto anche negli spazi privi di coltura. Tale tipo di somministrazione, peraltro, determinando una elevata persistenza nell'aria,

può rappresentare un rischio per l'operatore che decidesse di rientrare appena scomparsa la nebbia (Tab. 3). Sono in corso prove per individuare dosi efficaci inferiori a quella distribuita, in considerazione della completa copertura fitoiatrica che è possibile ottenere con tale tecnica di somministrazione. Sui valori di concentrazione più elevati iniziali nella prova B hanno probabilmente influito le temperature più alte nelle prime ore dopo il trattamento. Il dato sperimentale, non riportato in grafico, relativo alla prima ora, è stato infatti pari a 325 mg/mc per la prova A, ed a 550 mg/mc per la prova B.

Dall'insieme dei risultati della presente ricerca emerge la difficoltà di poter fissare un valore che possa essere indicativo dello stato di pericolo dopo un trattamento, considerando che su tale valore influiscono numerose variabili, delle quali ne è stata messa in evidenza soltanto una minima parte. Ciò sarebbe confermato dal fatto che gli indici di correlazione in qualche caso non sono molto elevati. Inoltre, pur arrivando a fissare le condizioni operative di temperatura, umidità, ricambio di aria, cubatura, dimensioni delle particelle, rapporto spazi pieni-spazi vuoti, momento migliore e modalità di intervento, per utilizzare i dati ottenuti, occorrerebbe trovare delle correlazioni tra le quantità di fitofarmaco inalate dall'operatore in serra ed i parametri tossicologici noti.

Esistono dei "valori limite di soglia" (TLV), pubblicati dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) (Guelfo et al., 1990), che potrebbero servire come indicazioni di pericolosità, ma hanno bisogno di interpretazione in quanto non sempre adattabili alle condizioni di lavoro in serra. Peraltro esistono solo per un numero limitato di fitofarmaci, molti dei quali obsoleti o revocati, o non autorizzati, o non autorizzati in serra in Italia (Conte, 1990). Mancano comunque per molti tra quelli di più comune impiego, considerati dall'operatore poco tossici e spesso adoperati senza precauzioni.

Peraltro, la necessità di definire le modalità per determinare un tempo di rientro in campo o in serra è anche legata all'esigenza di dare attenzione alla Circolare 20/90 del Ministero della Sanità, che prevede esplicitamente al punto 4-3 dell'allegato 4, tra i dati necessari per la valutazione dei prevedibili rischi che il fitofarmaco può comportare per l'uomo e l'ambiente, anche "tempi di rientro, periodi di attesa necessari o altre precauzioni per salvaguardare l'uomo ed il bestiame".

Ricerca effettuata con il finanziamento del Ministero dell'Agricoltura e Foreste: Progetto Finalizzato "Lotta biologica ed integrata per la difesa delle piante agrarie e forestali - Sottoprogetto: Gruppo ricerca residui".

BIBLIOGRAFIA

- ANGOTZI G., NETTI R., TADDEI F., APREA C., BIONDI M.C., FORTI M.A., VINCENZI R., SANTINI S., 1987. Indagine sulla esposizione degli addetti e sul decadimento dei fitofarmaci in serra. Atti del Convegno "Presidi sanitari: la normativa, il controllo, la programmazione nella regione Toscana", Cortona, 22-24 ottobre, 207-216.
- APREA C., SCIARRA G., DESIDERI E., FANTACCI M., LONDINI P., NETTI R., ANGOTZI G., 1987. Valutazione dell'esposizione e dell'assorbimento di fosalone e diazinone in lavoratori addetti alla peschicoltura. Atti del Convegno "Presidi sanitari: la normativa, il controllo, la programmazione nella regione Toscana", Cortona 22-24 ottobre, 170-178.
- BACCI E., GAGGI C., 1989. Antiparassitari in fase vapore in serra per floricoltura: valutazione del pericolo potenziale per l'uomo. Atti del 7° Simposio di Chimica degli Antiparassitari "Agricoltura ed Informatica", Piacenza, 8-9 giugno, 5-21.
- BAULAUD D., CHOUARD J.C., 1987. Caracterisation de la granulometrie des aerosols emis par un thermonebuliseur. Rapport de l'Institut de Protection et de Surete Nucleaire Departement de Protection Technique. Fontenay aux Roses. France.
- Circolare 3 settembre 1990 n. 20. Aspetti applicativi delle norme vigenti in materia di registrazione dei presidi sanitari.
- CONTE E., 1990. Legittimità degli impieghi in serra. Atti del Convegno "Lotta biologica integrata anche in agricoltura". Formia, 14-16 settembre, 37-45.
- CONTE E., IMEROGLINI G., VALENTINI F., 1991. Sistemi di campionamento di aria in serra dopo il trattamento con fitofarmaci. Atti del Seminario interregionale "Antiparassitari e prevenzione", Sondrio, 10-11 maggio (in corso di stampa).
- DESIDERI E., CORELLI E., LONDINI P., MARIELLI F., ANGOTZI G., 1987. Effetti acuti rilevati in operai esposti ad organo-fosforici nella coltivazione del pesce. Atti del Convegno "Presidi sanitari: la normativa, il controllo, la programmazione nella regione Toscana", Cortona 22-24 ottobre, 179-181.
- GUELFO G., SORDELLI D., 1990. Valori limite di soglia ACGIH 1989/90. Giornale degli igienisti industriali, 15(1), 5-54.
- INSERRA A., 1983. Introduzione agli Atti del 46° Congresso Nazionale "Rischi, patologia e prevenzione nelle colture agricole protette (serre)", Acireale, 28-30 settembre, 5-15.
- ISTAT. Statistiche dell'agricoltura, zootecnia e mezzi di produzione, 1985. Anuario n. 33, 1989.
- LA MALFA G., 1983. La coltivazione in serra in relazione ai possibili rischi per la salute degli addetti. Atti del 46° Congresso Nazionale "Rischi, patologia e prevenzione nelle colture protette (serre)", Acireale, 28-30 settembre, 17-40.
- LEANDRI A., IMEROGLINI G., CONTE E., VERDICCHIO S., VECCHIO M., 1990. Residui conseguenti a differenti tecniche di distribuzione di fitofarmaci in serra, Atti delle "Giornate Fitopatologiche" III, 401-406.
- NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health, 1977. Manual of analytical methods, Vol. 1-7.
- SCIACCA S., FALLICO R., 1983. Determinazione di pesticidi nell'ambiente e nei prodotti della serra. Atti del 46° Congresso Nazionale "Rischi, patologia e prevenzione nelle colture agricole protette (serre)", Acireale, 28-30 settembre, 17-40.
- TASSINARI G., 1975. Manuale dell'Agronomo, REDA, Roma, 1-3327.
- WORKING R.C., BARRIE WALKER S. (Editors), 1987. The Pesticide Manual, The British Crop Protection Council, Thornton Heath, 1-1077.