

RICERCHE SULL'ATTIVITA' BIOLOGICA E SUGLI ASPETTI RESIDUALI DELLA
DISTRIBUZIONE CON SISTEMI ELETTROSTATICI.

M. BERTINI, A. CESARI, A. SAMA

Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare.
Sez. di Fitoiatria. Università degli Studi di Bologna

In questi ultimi anni si è assistito ad un notevole incremento di interesse per tutti i problemi connessi alla distribuzione dei fitofarmaci in particolare per quanto riguarda gli aspetti più specificatamente legati alla contaminazione ambientale ed alla entità dei residui nelle produzioni. A questo proposito, rispetto ai sistemi di distribuzione di tipo tradizionale, le applicazioni a volume ridotto, abbinate ai nuovi sistemi di micronizzazione (CDC) ed al sistema "elettrostatico", sembrano rappresentare un significativo progresso per i miglioramenti che possono apportare alla uniformità di copertura, alla formazione del deposito di fitofarmaco sugli organi da proteggere nonché alla riduzione delle perdite per deriva (Law S.E. 82; Marchant J., Green R. 82; Flori et al. 87) con conseguenti effetti positivi sul grado di protezione.

In particolare l'impiego del sistema elettrostatico si è dimostrato interessante sulle colture erbacee a foglia stretta (orzo, grano) (Hislop et al. 83) e sulle colture ortive (pisello, pomodoro) (Cayley et al. 85; Arnold et al. 84), mentre nelle colture arboree, accanto alle indicazioni negative fornite da Kock V.J. (comunicazione personale) si affiancano i positivi risultati, ottenuti in ambiente italiano, da Cesari et al. (86) e Bertini et al. (87) nei confronti della ticchiolatura del melo.

Al fine di allargare le conoscenze sulle possibilità applicative di tale sistema, è stata realizzata una indagine per valutare l'efficienza fitoiatrica su Cercospora beticola (Sacc.), applicando fungicidi caratterizzati da una diversa modalità di azione (contatto, endoterapico). Relativamente agli aspetti quantitativi (deposito e residuo) si è inteso approfondire le conoscenze sull'influenza esercitata dai volumi di applicazione in associazione o meno al sistema elettrostatico in un programma di difesa nei confronti di Stemphylium vesicarium (Waller.) Simm. del pero.

MATERIALI E METODI

Attività biologica : le indagini sono state realizzate su barbabietola da zucchero cv Monopur, con investimento reale di 10 piante per m², seguendo lo schema di distribuzione a blocchi randomizzati. L'attrezzatura in esame era costituita da un sistema a pressione tarato per distribuire 695 l/ha tramite un unico ugello sul quale era inserito, con possibilità di esclusione, un sistema elettrostatico (tab. 1). In funzione anticercosporica sono stati impiegati fungicidi di contatto a base di ossicloruro tetraramico e trifetil acetato di stagno (T.P.T.A.) e fungicidi endoterapici a base di propiconazolo. Tutti i prodotti sono stati impiegati a dosi progressivamente decrescenti del 25 e 50 % rispetto alla dose standard riferita al volume di 695 l/ha e sono stati applicati in miscela estemporanea con un agente bagnante (Netzmittel L.) impiegato alla dose di 312 cc/ha. Gli interventi sono stati realizzati bisettimanalmente a partire dal 15/7 per un totale di 3 trattamenti (tab. 2).

I rilievi, effettuati il 6/8 ed il 20/8, hanno riguardato la valutazione dell'efficienza fitoiatrica sulla base del numero medio di pustole di cercospora riscontrate per foglia (tab. 2).

Aspetti quantitativi: le indagini sono state realizzate nel corso del biennio 1986-87 su piante di pero, distribuite in blocchi sperimentali, le cui caratteristiche di impianto e strutturali sono riportate in tab. 3, mentre in tab. 1 sono riportate le caratteristiche meccaniche ed operative dei mezzi impiegati. Gli interventi sono stati effettuati con un prodotto a base di TMTD (al 47,5 % di p.a.) applicato a dose intera (200 g/hl) e a dose ridotta del 25 %. Le tesi a confronto pertanto erano costituite da:

- I - basso volume (BV)- 150 l/ha senza elettrostatico a dose intera
- II - basso volume (BV)- 150 l/ha senza elettrostatico a dose ridotta del 25%
- III- basso volume (BVE)- 150 l/ha con sistema elettrostatico a dose intera
- IV - basso volume (BVE)- 150 l/ha con elettrostatico a dose ridotta del 25%
- V - alto volume (AV)- 1600 l/ha a dose intera
- VI- alto volume (AV)- 1600 l/ha a dose ridotta del 25%

In entrambi gli anni i trattamenti sono stati effettuati dal 28/5 fino alla raccolta intervenendo ogni 8 giorni, per un totale di 9 trattamenti nel 1986 (fig.1) ed 11 trattamenti nel 1987 (fig. 2).

I rilievi hanno interessato la valutazione di:

- deposito su foglie e frutti situati sulle pareti esterne del filare rivolte all'interfila, all'altezza compresa tra 130 e 200 cm da terra;

Tabella 1 - caratteristiche meccaniche ed operative delle attrezzature impiegate

cultura	volume distribuito l/ha	tipo di ugello	portata l/h	pressione bar	velocità di avanzamento Km/h	differenza di potenziale KV	intensità μ A
pero	150 ¹	diffusore	320	1,5	6,1	-	-
"	150 ¹	diffusore + elettrostatico	320	1,5	6,1	1,5	150
"	1600 ²	disco-piastrella	3415	25,0	6,1	-	-
barbabietola da zucchero	695 ³	ventaglio	90	3,0	4,3	-	-
	695 ³	ventaglio + elettrostatico	90	3,0	4,3	4,5	2

¹ = sistema di distribuzione pneumatico

² = sistema di distribuzione ad aerconvezione

³ = sistema di distribuzione a pressione

Tabella 2 - formulati impiegati, dosi, attrezzature e risultati dell'attività anticercosporica.

fitofarmaco (modalità di azione)	formulazione (% p.a.)	dose di formulato l-Kg/ha	riduzione dose %	GRADO DI ATTIVITÀ						
				rilievo del 6/8			rilievo del 20/8			rapp.
				con elettr.	senza elettr.	rapp.	con elettr.	senza elettr.	rapp.	
ossicloruro	flo. (25)	6.00	-	37,5 ab	19,7 bc	1,90	25,7 defg	17,0 fgh	1,51	
tetrarameico	"	4.50	25	34,9 ab	19,6 bc	1,78	31,1 cdefg	26,5 defg	1,17	
(C)	"	3.00	50	31,0 abc	45,4 ab	0,68	22,6 efg	24,4 defg	0,93	
T.P.T.A.	p.b. (18)	1.80	-	49,1 ab	38,1 ab	1,29	60,5 ab	49,6 abc	1,22	
(C)	"	1.35	25	42,3 ab	45,7 ab	0,93	42,5 bcde	35,9 cdef	1,18	
"	"	0.90	50	37,2 ab	41,8 ab	0,89	13,6 gh	34,0 cdefg	0,40	
propiconazolo	e.c. (10)	2.50	-	67,9 a	55,1 ab	1,23	65,8 a	33,0 cdefg	1,99	
(E)	"	1.87	25	63,3 a	38,4 ab	1,65	64,2 a	49,2 abc	1,30	
"	"	1.25	50	39,8 ab	47,7 ab	0,83	30,2 cdefg	44,3 bcd	0,58	
testimone	- -	-	-	(35.2)*		-	(174.4)*		-	

Data infezioni : 9/7 ; 24/7 ; 26/7 ; 30/7

Data trattamenti: 15/7 ; 29/7 ; 12/8

(C) = fungicida ad azione di contatto

(E) = fungicida ad azione endoterapica

rapp. = rapporto tra i gradi di azione nei trattamenti con elettrostatico rispetto ai trattamenti senza elettrostatico

* = grado di attacco nel testimone (numero medio di pustole per foglia)

a, b, ... i valori contrassegnati con le stesse lettere non differiscono significativamente tra di loro per P= 0,05 secondo il test di Duncan.

Tabella 3- caratteristiche dei pereti in cui si è operato.

anno	cultivar	età di impianto anni	sesto di impianto m	forma di allevamento	altezza pianta cm	spessore pianta cm	volume chioma m ³	LAI pt.	LAI fr.	PAI pt.
1986	Abate fetel	24	3,5 x 1,8	palmetta	400	90	5,7	12,45	3,56	
1987	Conference	8	3,5 x 2,0	palmetta lib.	300	115	6,0	13,68	4,49	1,30

LAI pt = Leaf Area Index pianta ; LAI fr = Leaf Area Index frutteto

PAI pt = Fruit Area Index pianta

Fig.1 - condizioni meteo climatiche e date trattamenti - pero 1986.

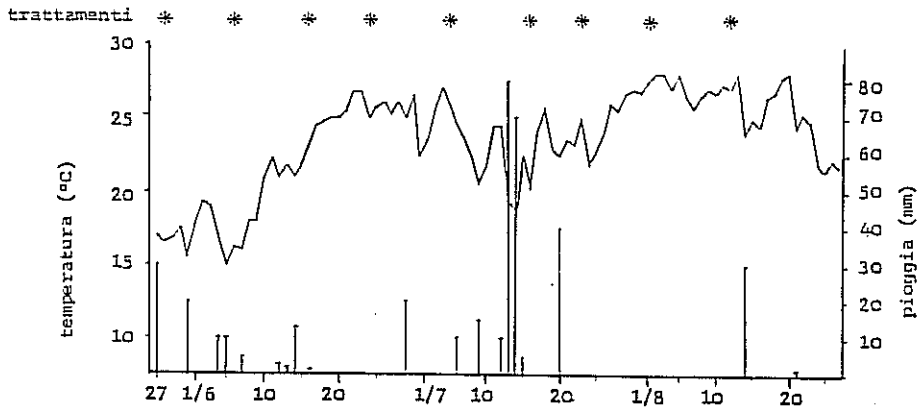
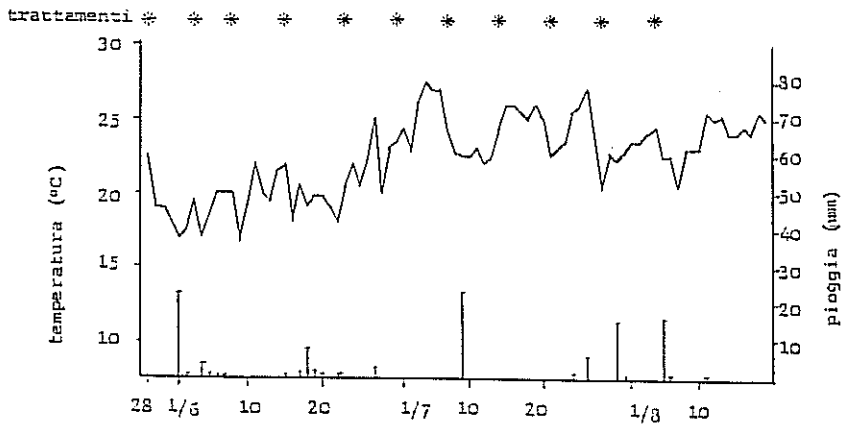


Fig.2 - condizioni meteo climatiche e date trattamenti - pero 1987.



- deposito su frutti disposti su telai posti lungo i filari in concomitanza di vuoti della vegetazione all'altezza di 150 cm da terra, al fine di evidenziare la reale entità del deposito sui frutti in mancanza di ostacoli (foglie, rami, ecc.);

- residuo sui frutti a 10 e 15 giorni dall'ultimo trattamento per verificare il decadimento del prodotto nel tempo.

Le analisi del deposito e del residuo (tab. 4, 5) sono state effettuate determinando quantitativamente lo sviluppo di CS₂.

ANALISI DEI RISULTATI

Attività biologica - Relativamente all'indagine effettuata per verificare l'efficienza fitoiatrica del sistema elettrostatico nei confronti della cercospora (tab. 2) è emerso che per tutti i prodotti, applicati a dose piena, il sistema elettrostatico consente di pervenire a risultati tendenzialmente superiori. La progressiva riduzione delle dosi comporta una diminuzione di attività, per ambedue i sistemi a confronto, che risulta tuttavia accentuarsi per il sistema elettrostatico in corrispondenza della concentrazione minore (riduzione del 50 % di dose). Il fenomeno risulta particolarmente evidente in presenza di un accresciuto grado di infezione (rilievo del 20/8) e per il propiconazolo seguito da T.P.T.A. ed ossicloruro tetraramico.

Tali risultanze fanno supporre, per la distribuzione con sistema elettrostatico, l'esistenza di un rapporto diretto fra concentrazione della miscela e carica elettrostatica; per cui le concentrazioni corrispondenti alla riduzione di dose superiore al 25 % portano ad una diminuzione dell'attività.

Aspetti quantitativi - In tabella 4 sono riportati i risultati relativi agli aspetti quantitativi di deposito e residuo rilevati nel corso delle esperienze realizzate su pero nel 1986.

Relativamente al deposito (3), il valore più elevato si osserva per la distribuzione alla dose intera con il BV (150 l/ha) seguita da quella con analoga applicazione più elettrostatico (BVE). La distribuzione della dose ridotta manifesta valori sensibilmente inferiori e non fa rilevare alcuna variazione di deposito tra i 2 sistemi.

Per quanto riguarda il residuo sui frutti alla raccolta, dopo 15 giorni dall'ultimo trattamento (4), i valori maggiori di CS₂ si rilevano nei frutti trattati con il BV anche alle dosi ridotte. Ciò risulta in accordo con

Tabella 4- attrezzature, dosi distribuite, deposito e residuo (in CS₂) - pero 1986.

tesi	dose f.c. (g/ha)	riduzione dose (%)	residuo dei tratt. precedenti (1) ppm	deposito a 2 ore dal trattamento (2) ppm	deposito (3) ppm	% (*)	residuo alla raccolta (4) ppm	% (*)	decadimento percentuale del prodotto nel tempo (5) %
I -BV	3200	-	0,5	1,0	0,5		0,45		55
II -BV	2400	25	0,6	0,8	0,2	-60	0,58	+29	27
III-BVE	3200	-	0,6	1,0	0,4		0,35		65
IV -BVE	2400	25	0,7	0,9	0,2	-50	0,53	+51	41
testimone	-		<0,1	<0,1	-		<0,1		-

Legenda: vedi tabella 5.

Tabella 5- attrezzature, dosi impiegate, deposito e residuo (in CS₂) - pero 1987.

tesi	dose f.c. g/ha	riduzione dose %	FOGLIE deposito (6) ppm	F R U T T I						residuo (9) ppm	residuo (4) ppm
				deposito (2) ppm	deposito (7) ppm	deposito (3) ppm			(8) ppm		
I -BV	3200	-	119,3 f	1,52 d	1,24 cd	0,92 d	0,32	0,68 de	0,47 d		
II -BV	2400	25	23,8 b	1,15 c	0,81 b	0,56 c	0,25	0,52 bcd	0,35 bcd		
III-BVE	3200	-	97,3 e	1,81 e	1,32 d	1,04 e	0,28	0,72 e	0,41 cd		
IV -BVE	2400	25	33,5 b	1,06 c	1,27 d	0,53 c	0,74	0,51 bcd	0,39 bcd		
V -AV	3200	-	73,5 d	1,13 c	1,03 bc	0,49 c	0,54	0,46 bc	0,40 bcd		
VI -AV	2400	25	55,8 c	0,76 b	0,90 b	0,33 b	0,57	0,30 b	0,26 b		
testimone	-		<0,1 a	<0,1 a	<0,1 a	<0,1 a	-	<0,1 a	<0,1 a		

(1) = valore del residuo dopo 5 trattamenti

(2) = valore del deposito dopo 2 ore dall'ultimo trattamento

(3) = differenza tra il valore di deposito dopo trattamento (2) e residuo prima dell'ultimo trattamento

(4) = valore del residuo alla raccolta, dopo 15 giorni dal trattamento (limite di tolleranza del TNTD = 2 ppm)

(5) = valore percentuale ottenuto per differenza tra il valore del residuo finale (4) e il valore del deposito dopo 2 ore dal trattamento (2)

(6) = valore del deposito su foglie

(7) = valore del deposito su frutti posti all'esterno della vegetazione (su telai)

(8) = valore del prodotto che non va a bersaglio sui frutti ottenuto per differenza tra il deposito sui frutti in telaio (7) e i frutti su pianta (3)

(9) = valore del residuo sui frutti al termine del periodo di sicurezza (10 giorni dall'ultimo trattamento)

* = differenza percentuale di deposito/residuo del prodotto a dose ridotta rispetto alla dose intera

a, b, c, d, e = i valori contrassegnati con le stesse lettere non differiscono significativamente tra di loro per P = 0.05 secondo il test di Duncan

quanto osservato nel rilievo eseguito prima dell'ultimo trattamento (1) dove peraltro i valori di residuo sono leggermente superiori nelle tesi trattate con BVE. Le applicazioni a dosi ridotte del 25 % comportano diminuzioni del deposito rispetto alle applicazioni a dose intera del 50% per il BVE e del 60% per il BV, alle quali peraltro non corrisponde un analogo andamento del residuo che risulta invece aumentare per entrambi i sistemi al ridursi della dose. Ciò è ulteriormente confermato dall'analisi del decadimento % del prodotto nel tempo (5) che risulta maggiore nelle applicazioni a dose intera rispetto alla dose ridotta.

Nel corso della sperimentazione 1987, i cui risultati sono riportati in tab.5, sono stati presi in esame 2 sistemi a basso volume (150 l/ha), con e senza elettrostatico, e un sistema ad alto volume (1600 l/ha).

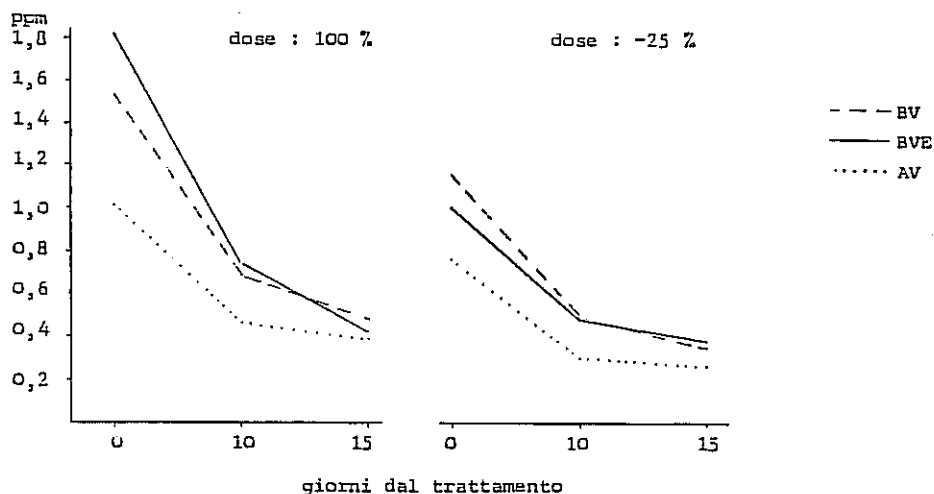
Per quanto riguarda il deposito fogliare (6), il valore superiore si osserva per la distribuzione a BV seguita dal BVE, entrambi a dose intera; al contrario applicando la dose ridotta con BV e BVE si rilevano valori di deposito significativamente inferiori a quelli ottenuti con la distribuzione dell' AV.

A livello dei frutti l'applicazione con il BVE ha fatto rilevare un valore di deposito (3) significativamente superiore a quello degli altri sistemi. Riducendo la dose del 25% i valori decrescono in maniera significativa rispettivamente del 49% per il BVE e del 39% per il BV, pur mantenendosi sempre superiori a quelli rilevati nell'applicazione ad AV anche a dose intera. Un andamento analogo si riscontra nell'analisi dei valori di deposito ottenuti al termine dell'intero programma degli interventi (2).

Il maggior deposito registrato con la distribuzione elettrostatica si manifesta anche dall'analisi dei depositi rilevati sui frutti sottoposti a trattamento in assenza di ostacoli e disposti all'esterno della vegetazione (7) in cui tra l'altro non si rilevano evidenti differenze tra i due dosaggi impiegati. Significativamente inferiore al BVE ma non al BV risulta il deposito relativo alle applicazioni di entrambe le dosi distribuite con 1600 l/ha.

Relativamente al decadimento del TMID applicato con i diversi sistemi di distribuzione si rileva che, nelle applicazioni, con entrambi i dosaggi, il decadimento nel tempo appare procedere per tutti i sistemi considerati pressoché analogamente anche se, alla dose intera sembra di poter rilevare un decadimento iniziale più accentuato rispetto alla dose ridotta (fig.3). In ogni caso è da rilevare che, allo scadere del periodo di sicurezza (10

Figura 3 - decrementi del TMTD su frutti nelle diverse condizioni di trattamento.



giorni) (9) il residuo risulta ampiamente inferiore al limite di tolleranza per tutte le tesi a confronto. Tuttavia per entrambi i bassi volumi alle dosi intere si osserva il valore di residuo più alto, mentre inferiori e su valori significativamente analoghi risultano i residui per l'AV ad entrambi i dosaggi e i bassi volumi a dose ridotta. A 15 giorni dal trattamento (4), i risultati non fanno rilevare significative differenze quantitative di residuo nelle produzioni.

CONCLUSIONI

Al termine del biennio di prove, per quanto riguarda l'attività biologica nei confronti della cercospora della barbabietola da zucchero si evidenzia :

- la tendenza ad un migliore contenimento delle infezioni nelle applicazioni effettuate con il sistema elettrostatico;
- nell'ambito dei diversi prodotti, la migliore attività viene fornita dal propiconazolo, seguito dal T.P.T.A. e dall'ossicloruro tetraramico;
- la concentrazione più bassa delle miscele (~50% di dose) comporta diminuzioni di attività più sensibili per il sistema elettrostatico, e nelle applicazioni con prodotti sistemici, a più alto grado di attività, rispetto ai prodotti di contatto.

Per quanto riguarda gli aspetti quantitativi della distribuzione osservati su pero si evidenzia che :

- gli interventi con il basso volume (150 l/ha) a dose piena comportano un deposito sugli organi da proteggere sempre superiore a quello ottenuto con l'alto volume (1600 l/ha) confermando ulteriormente la migliore utilizzazione e la minore dispersione dei prodotti nelle applicazioni a basso volume ed in particolare dell'elettrostatico.
- Riduzioni di dose del 25 %, per tutti i sistemi di distribuzione, comportano depositi in genere superiori alla riduzione adottata e significativamente inferiori, rispetto alla dose intera . Nelle stesse condizioni applicative i bassi volumi tendono a fornire depositi analoghi a quelli rilevati con le applicazioni ad alto volume con dose piena confermando i positivi risultati di attività cui si è pervenuti in precedenti esperienze con l'applicazione del sistema elettrostatico nella difesa del melo (Cesari et al. 86; Bertini et al. 87).
- Per quanto concerne il decadimento del prodotto nel tempo questo, risulta in genere più accentuato per le dosi intere rispetto a quelle ridotte. La presenza dei residui nelle produzioni al termine del periodo di sicurezza (10 gg) ed alla raccolta (15 gg) appaiono sostanzialmente analoghi per i diversi sistemi e comunque sempre al di sotto del limite di tolleranza, pur mantenendo differenze legate al deposito di partenza.

Nelle condizioni in cui sono state svolte le prove si può concludere che il sistema elettrostatico è in grado di consentire un miglioramento nella difesa anticercosporica purchè non si operi al di sotto di determinate concentrazioni della miscela, da valutare caso per caso in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche dei prodotti ed alla pressione infettiva del patogeno.

Infine si rileva che i sistemi di distribuzione, i volumi e le concentrazioni influiscono in maniera significativa sui depositi iniziali di fitofarmaco, a cui non sempre corrisponde un analogo andamento a livello dei residui nelle produzioni, pur rimanendo questi sempre al di sotto dei limiti di tolleranza.

Le attrezzature prese in esame sono state fornite rispettivamente, per le prove su barbabietola, dalla Ditta Volpi e Bottoli (mod. Exact), per le prove su pero, dalla Ditta Martignani (mod. Whirlwind B612) e dalla Ditta Nobili (mod. 90 1000T serie 2000).

RIASSUNTO

Vengono riportati i risultati di una indagine relativa all'efficienza fitoiatrica ed alla presenza dei depositi e dei residui di fitofarmaco nelle produzioni a seguito di applicazioni con sistemi di distribuzione diversi. Il sistema elettrostatico ha manifestato miglioramenti nella protezione della C. beticola, variabili in relazione al tipo di prodotto ed alla concentrazione. In merito agli aspetti residuali si mette in evidenza il maggior deposito su foglie e frutti nelle applicazioni a basso volume (150 l/ha) con sistema elettrostatico (BVE) rispetto al sistema non elettrostatico (BV) ed all'alto volume (AV - 1600 l/ha). La riduzione della dose del 25 %, applicata con il basso volume, comporta un deposito maggiore rispetto alla dose intera distribuita con il sistema ad alto volume. I residui sulle produzioni, pur evidenziando valori tendenzialmente diversi, risultano in ogni caso inferiori ai limiti di tolleranza prestabiliti.

SUMMARY

BIOLOGICAL EFFICACY AND RESIDUE ENTITY USING AN ELECTROSTATIC CHARGING SYSTEM.

The effect on biological activity, the entity of deposits and residues of pesticide distribution with different spraying systems are reported. An increased biological efficacy on C.beticola of sugar beet, varying with different products and concentrations, was obtained with the charging system with respect to uncharging system. As to the entity of residues, a higher pesticide deposit was found on pear leaves and fruits by using low volume (150 l/ha) with a charging system (BVE) with respect to low volume without charging system (BV) or high volume (1600 l/ha) spraying system. Moreover deposits were higher applying a 25% reduced dose with the low volume than the standard dose applied by the high volume. A trend to a difference of residues on fruits was observed with the different spraying systems and doses, but values were constantly within the conventional normal range.

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD A.J., CAYLEY G.R., DUNNE Y., ETHERIDGE P., GREENWAY A.R., GRIFFITHS, D.C., PHILLIPS F.T., PYE B.J., RAWLINSON C.J., SCOTT G.C. (1984) Biological effectiveness of electrostatically charged rotary atomisers. III. Trials on arable crops other than cereals, 1982. *Ann.appl.Biol.* 105, 369-377.
- BERTINI M., CASTAGNOLI F., SCANNAVINI M. (1987) Influenza del sistema di distribuzione sulla possibilità di riduzione delle dosi di fungicida nella difesa antiticchiolatura. *Infor. Fitop.* 5, 19-22.
- CAYLEY G.R., ETHERIDGE P.E., GOODCHILD R.E., GRIFFITHS D.C., HULME P.J., LEWTHWAITE I.J., PYE B.J., SCOTT G.C. (1985) A review of the relationship between chemical deposits achieved with elettrostatically charged rotary atomisers and their biological effects. *BCPC Symposium on application and biology* 87-96.
- CESARI A., DAVI R., CASTAGNOLI F., FLORI P. (1986) Applicazioni fitoiatriche a "basso volume" con sistemi di distribuzione di tipo elettrostatico. *Atti Gior. Fitop.* 2, 525-534.
- FLORI P., TENTONI P., MALUCELLI G. (1987) Valutazione degli aspetti quantitativi di trattamenti a basso volume. *Infor.Fitop.* 5, 23-25.
- HISLOP E.C., COOKE B.H., HARMAN M.P. (1983) Deposition and biological efficacy of a fungicide applied in charged and uncharged sprays in cereal crops. *Crop Protection* 2 (3), 305-316.
- LAW S.E. (1982) Spatial distribution of elettrostatically deposited spray on living plants. *Journal of Economic Entomology* 75, 542-544.
- MARCHANT J.A., GREEN R. (1982) An elettrostatic charging system for hydraulic spray nozzles. *J.of Agr.Engineering Research* 27, 309-319.