

STUDIO DELLA DISTRIBUZIONE DEI FITOFARMACI TRAMITE IMPIEGO DI MACCHINE PER TRATTAMENTI AD ALTO E BASSO VOLUME - I Contributo

P. FLORI; P. TENTONI; G. MALUCELLI; P. SGARBI

Centro di Fitofarmacia
Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare
Università degli Studi - Bologna

RIASSUNTO

Si sono studiati su pero gli aspetti "quantitativi" di trattamenti ad alto (1500 l/ha) e basso volume (300 l/ha) eseguiti con una irroratrice ad aeroconvezione. In particolare si sono esaminati: a) i depositi sulle foglie, b) le perdite a terra, c) la deriva all'interno del frutteto.

La ricerca ha evidenziato, nell'alto volume, maggiori depositi di prodotto sulle foglie, quale effetto di una maggiore dispersione per deriva all'interno del frutteto. Nel trattamento a basso volume si sono registrati invece bassi depositi, prodotti da una minore efficienza di cattura delle gocce da parte della pianta.

A STUDY OF PESTICIDE DISTRIBUTION IN HIGH AND LOW VOLUME SPREADING - 1st Contribution

SUMMARY

The paper examines the distribution of high volume (1,500 litres/ha) and low volume (300 litres/ha) pesticide applications by means of air-convection spreader as to a) initial spray deposit on leaves, b) amounts lost in the soil and c) amounts of drift within the orchard.

High-volume applications were found to give a higher amount of pesticide deposited on the leaves due to a greater amount of drift within the orchard. On the other hand, the lower amount of pesticide deposited on the leaves following low-volume applications seems to be ascribable to less drop capturing efficiency in the plant.

INTRODUZIONE

La necessità di ottimizzare la distribuzione dei prodotti antiparassitari sulle colture, ha portato alla crescente adozione di macchine irroratrici per bassi volumi (Baraldi e Ade 1984), il cui impiego, dettato da motivi di carattere pratico ed economico, viene oggi particolarmente considerato in funzione igienico-sanitaria ed ambientale, ovvero per una migliore distribuzione del fitofarmaco a parità di attività biologica (Cesari et al. 1986a; Bertini et al. 1988).

L'ottimizzazione dei principali fattori in gioco, irroratrice da un

Ricerca eseguita con il contributo del Ministero della Sanità - Dir. Gen. Alim. e Nutriz. - Convenzione No. 701/71.70/13/1876 del 26/11/1986

lato e attività biologica dall'altro, viene perseguita intervenendo sulle variabili meccaniche (Ade et al. 1987), agronomiche e biologiche (Cesari et al. 1986b; Bertini e Cesari 1987) del trattamento che trovano un comune denominatore negli aspetti cosiddetti "quantitativi" (Flori et al. 1987), ovvero nella "copertura", nel "deposito" e nel "residuo" del fitofarmaco sulla coltura.

La valutazione di questi aspetti, di cui è nota da tempo l'influenza sulla degradazione e persistenza del principio attivo (Ebeling 1963; Besemer 1966), rappresenta a nostro avviso il sistema piu' efficace per l'ottimizzazione del trattamento in relazione al mezzo meccanico e alle necessità fitoiatriche dell'intervento.

Con la presente indagine si è voluto studiare il deposito sulle foglie e le perdite a terra determinate da trattamenti ad alto e basso volume ed effettuati con una irroratrice ad aeroconvezione in grado di eseguire entrambi i tipi di interventi.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato effettuato in località Lavezzola (RA) su di un pereto cv William, con allevamento a palmetta irregolare e sesto d'impianto di m 1,6x4. Al momento del trattamento la temperatura era di 15 C e spirava un leggero vento (0,7 m/sec) (Tab.1). I rilievi del "deposito sulle foglie", delle "perdite a terra" e della "deriva interna al frutteto", sono stati eseguiti nell'ambito della lotta contro i lepidotteri tortricidi, ponendo a confronto tra loro depositi e perdite fornite da una irroratrice ad aeroconvezione, con la quale sono stati distribuiti 1500 l/ha nell'alto volume e 300 l/ha nel basso (Tab.2). Il principio attivo impiegato era metil-parathion.

La prova era realizzata su due grandi parcelle, costituite ognuna da 180 piante disposte su 6 filari, con una terza parcella, tra le due, avente funzione di barriera.

Tab.1 - Caratteristiche del frutteto in cui si è condotto lo studio.

Età impianto (anni)	Sesto di im- pianto (m)	n° piante (ha)	Forma di alleva- mento	Coltura e c.v.	L.A.I.		Direzione e velocità del vento (1)
					Frutteto	Pianta	Trattamento del 5/6/86
20	1,6x4	1562	Palmetta irregolare	Pera William	4,75	12,6	Da Ovest a Est 2,8 km/h

(1) Misurate al momento del trattamento all'interno del frutteto.

Tab.2 - Dosi di fitofarmaco, volumi d'acqua e tipo d'irroratrice utilizzati.

Macchina	Tipo di irroratrice	Puro di uscita dell'ugello (cm)	Ventilatore	Velocità di avanzamento (km/h)	Principio attivo (1)	Volume di acqua (l/ha)	Dose f.c. (g/ha)	Dose applicata		Concentrazione
								g/ha	g/ha	
Agro 2000 ventilante	Aerocoverzione	2,5	Ellicoidale	4,5	M.Parathion	1500	250	47,5	712,5	x 1
10.	10.	0,8	ellicoidale	4,5	M.Parathion	300	1250	217,5	712,5	x 5

(1) Formulato commerciale (f.c.) Aladan M 20, al 10% di p.a.

Analisi del deposito

Il deposito sulle foglie era valutato predisponendo delle pinze punzonatrici (Gunther et al. 1977) per il campionamento automatico di dischi fogliari del diametro di cm 1,6 (Fig.1). Questi, nella fascia di altezza compresa tra 1 e 2,5 metri, erano prelevati in numero di 100 per filare ed erano raccolti direttamente all'interno di un contenitore in vetro. Contemporaneamente erano valutate, con cartine idrosensibili poste a varie altezze su di un'asta verticale (Baraldi et al. 1984), le quantità di prodotto inviate a bersaglio sulla parete fogliare.

Il rilievo dei depositi di metil-parathion era condotto, su 3 ripetizioni, sia dopo il primo passaggio della irroratrice (deposito iniziale), sia al termine dell'intero trattamento (deposito finale), provvedendo a distinguere e quantificare i depositi in "esterno", "cuticolare" ed "interno" al mesofillo fogliare..

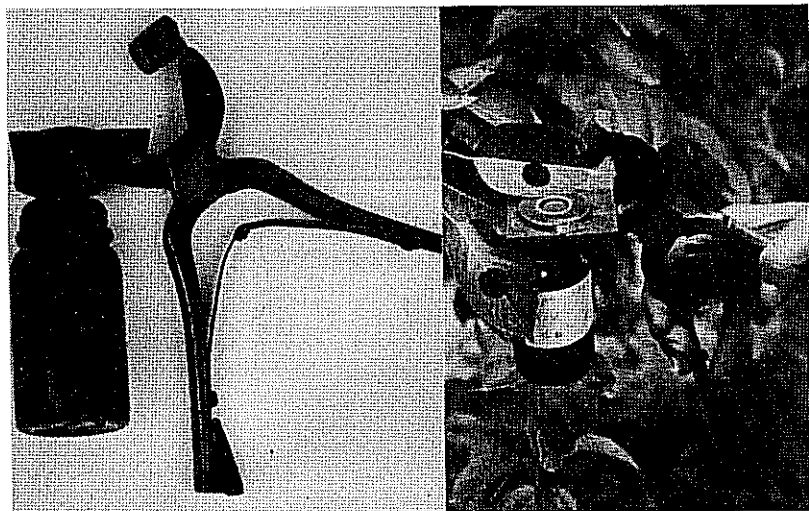


Fig. 1 - Campionamento delle foglie con apposita forbice. La raccolta dei dischi avviene direttamente all'interno del contenitore in vetro.

Analisi delle perdite

La valutazione delle perdite al suolo all'interno del frutteto era condotta predisponendo due sistemi diversi, utilizzati in un caso per dosare le perdite sulla fila e nell'altro per avere lo spettro di distribuzione delle gocce a terra ed il relativo apporto di prodotto. Per il primo rilievo erano utilizzate lastre di vetro per cromatografia su strato sottile (cm 20 x 20), opportunamente stratificate con 350 μ m del terreno di campo e disposte in numero di 3 sul primo, secondo e terzo filare rispetto al senso di marcia del mezzo. Per il secondo tipo di rilievo era invece disposto, su di un supporto in legno, un nastro continuo di cartine idrosensibili (mm 500x26) dal primo al terzo filare destro e sinistro rispetto al senso di marcia del mezzo (m 8,25 dalla parete fogliare irrorata).

Sulle carte era valutato il deposito dell'insetticida, la densità delle gocce ed il loro diametro medio, utilizzando una lente a fuoco fisso con reticolo millimetrico. Il limite superiore di densità rilevabile era di 200 gocce/cm², mentre i diametri erano classificati, secondo le specifiche della casa produttrice delle carte idrosensibili (Spraying Systems Co., Wheaton - USA), in 4 classi (50-100 μ , 100-200 μ , 200-400 μ e >400 μ), desunte sulla base delle dimensioni dei diametri d'impatto.

Analisi del metil-parathion per la quantificazione dei depositi e delle perdite

- Foglie: l'estrazione del principio attivo è condotta su 3 campioni medi, costituiti da 60 dischetti ognuno e corrispondenti ad una superficie media (pagina superiore + pagina inferiore) di cm² 241,14. La tecnica adottata (Nigg et al. 1981) consente di differenziare tra loro le quote di prodotto "esterno", "cuticolare" ed "interno" al mesofillo fogliare. Allo scopo si immergono i dischi di foglie in 40 ml di alcool metilico per 1 min.; l'estratto contiene il residuo esterno. Si reimmerge il campione in 40 ml di metilene cloruro per 1' e 30" e si ottiene l'estrazione del residuo cuticolare. Si omogeneizza infine il medesimo campione con acetone, si filtra su solfato sodico e si analizza per determinare il residuo interno al mesofillo fogliare.

-Lastre di terreno: dopo asportazione dello strato di terreno e successiva estrazione con solvente organico (acetone/metilene cloruro), la quantità di prodotto dispersa a terra è quantificata per via gascromatografica.

- Cartine idrosensibili: l'insetticida è estratto, dopo determinazione dei diametri e della densità delle gocce, per dilavamento delle cartine con un volume complessivo di 10 ml di acetone.

Gli estratti dei diversi campioni sono analizzati per la quantificazione del metil-parathion, operando su gascromatografo Hp 5880 nelle seguenti condizioni: detector NPD; colonna in vetro di m 1,45 e d.i. mm 2,3; impaccata con il 5% di Dexil; carrier gas elio (25 ml/min); Temp. iniettore 235 C; temp. colonna 220 C; temp. detector 300 C.

RISULTATI

Deposito sulle foglie

I valori dei depositi di metil-parathion sulle foglie di pero (Tab.3) risultano piu' elevati nel trattamento ad alto volume (1500 l/ha). Al primo

passaggio dell'irroratrice si registra un deposito totale (esterno + cuticolare + interno) di 138 ng/cm² nel basso volume e di 332 ng/cm² nell'alto volume. Quest'ultimo aumenta del 45% circa al termine del trattamento (482 ng/cm²), mentre nel basso volume l'aumento è del 15% (162 ng/cm²).

In entrambi i volumi il principio attivo risulta per il 15-20% esterno alle foglie, per il 50-60% cuticolare e per il 20-30% interno al mesofillo fogliare.

Tab. 3 - Depositi di metil-parathion sulle foglie (in ng/cm²). Sono riportati i valori iniziali e finali del trattamento ad alto e basso volume e la localizzazione esterna, cuticolare ed interna alle foglie del principio attivo. Dati medi di 3 ripetizioni.

Localizzazione del principio attivo sulla foglia	Alto volume		Basso Volume	
	Deposito iniziale			
Esterno	67	} 332	25	} 138
Cuticolare	162		81	
Interno	103		32	
Deposito finale				
Esterno	72	} 482	27	} 162
Cuticolare	256		98	
Interno	154		37	

Tab. 4 - Quantità di principio attivo (in ng/cm²) inviate a bersaglio sulla parete fogliare. Rilievo a 4 diverse altezze della chioma. Dati medi di 3 ripetizioni.

Volume	Altezza (in cm)					
	60	120	180	240	300	120/240 *
Alto	167	624	1122	1100	433	948 *
Basso	443	791	1101	985	290	959 *

(*) Media matematica delle quantità di prodotto inviate a bersaglio nella fascia di altezza 120-240 cm.

Il rilievo con carte idrosensibili delle quantità di prodotto inviate a bersaglio sulla parete fogliare (Tab.4) mostra depositi maggiori a basso volume nelle parti basse della pianta (cm 60 - 120), eguali quantità nella zona centrale (180 cm) e quantità maggiori per l'alto volume, nelle parti alte (cm 240 - 300). Le quantità inviate a bersaglio nella fascia centrale

della pianta (cm 120-240) risultano comunque identiche per entrambi i volumi (948/959 ng/cm²). Poichè i depositi iniziali e finali risultano superiori nei 1500 l/ha (Fig.2), pur essendo la quantità inviata a bersaglio identica per i due volumi nella zona centrale, è verosimile che nel basso volume si abbia un minor deposito a causa della più bassa efficienza di cattura delle gocce da parte delle foglie.

Deriva interna al frutteto

Analizzando la deriva del prodotto sui filari attigui a quelli direttamente irrorati (Tab.5), da un lato si confermano i valori di deposito iniziale e finale fornito dai due volumi, dall'altro si evidenzia una maggiore dispersione interna del prodotto dovuta all'alto volume. Per l'esattezza si hanno: nell'alto volume, depositi di 73-7 ng/cm² sui filari di destra e di 21-1 ng/cm² sui filari di sinistra e nel basso volume depositi rispettivamente di 2 e di 8-0,3 ng/cm². Questi dati giustificano ulteriormente il più alto deposito finale registratosi per l'alto volume.

Tab.5 - Deriva interna al frutteto. Depositi di metil-parathion (in ng/cm²) nell'alto e basso volume. 1D, 1S = pareti fogliari destra e sinistra direttamente irrorate. 2D, 2S, 3D, 3S = seconde e terze pareti fogliari, destre e sinistre, non irrorate. Dati medi di 3 ripetizioni.

Volume	Filare					
	1D	1S	2D	2S	3D	3S
Deposito iniziale						
Alto	314	350	73	21	7	1
Basso	126	149	2	8	2	0,3
Deposito finale						
Alto	460	502	-	-	-	-
Basso	175	151	-	-	-	-

Perdite al suolo

Dalle quantità di prodotto rilevate su lastra (Tab.6), si evidenzia innanzitutto una maggiore perdita per l'alto volume, le cui gocce fuori bersaglio raggiungono il secondo e terzo filare (328 e 92 ng/cm²). Per il basso volume le perdite sono inferiori e limitate al filare irrorato (119 ng/cm²) ed a quello attiguo (135 ng/cm²).

Se si esaminano in dettaglio quantità e dimensioni delle gocce disperse al suolo (Tab.7), si osserva una concentrazione delle perdite tra il primo ed il secondo filare, ovvero nell'intervallo 0,25-4,25 m. Le cartine idrosensibili rivelano, per il basso volume, perdite di 91 - 257 ng/cm² e, per l'alto volume, di 170 - 367 ng/cm². Nell'interfila tra il secondo ed il terzo filare (m 4,25 - 8,25) le perdite tra i due volumi non si differenziano

Tab. 6 - Perdite al suolo iniziali e finali (in ng/cm²) rilevate sulle fila.
Rilievo effettuato su lastre stratificate con terreno.

Volume	Filare		
	1	2	3
Perdite iniziali			
Alto	214	328	92
Basso	119	135	n.r.
Perdite finali			
Alto	702	-	-
Basso	374	-	-

Tab.7 - Perdite al suolo di metil-parathion (in ng/cm²). Andamento nelle
interfila (m 0,25-8,25) vicine alla parete fogliare irrorata.

VOLUME	DISTANZA IN CM. DALLA PARETE FOGLIARE IRRORATA															
	25	75	125	175	225	275	325	375	425	475	525	575	625	675	725	825
ALTO	122,7	123,4	247,4	313,4	329	347,4	335,8	323	140,7	13,4	21,8	23,4	20	28,2	19,4	23,4
BASSO	91,4	85,8	209,3	130,1	239	127	237,7	131,4	64,3	84,6	34,7	16,6	20,3	18	13,1	9,4

significativamente e sono dell'ordine di qualche decina di ng/cm². Le maggiori quantità al suolo si hanno quindi, per entrambi i volumi, nelle due interfile vicine a quella di marcia, alla distanza di m 1,75-3,75 dalla parete irrorata. Le quantità di prodotto appaiono inoltre in relazione al più alto numero di gocce disperse nell'alto volume (Fig.2).

L'analisi delle dimensioni delle gocce disperse (Fig.3) mostra, nella prima interfila (m 0,25-4,25), come le perdite dell'alto volume siano costituite, per il 50% ed oltre, da gocce di diametro >400µ; per il 30% da gocce di 200-400µ ed in percentuale minima (5-15%) da gocce di 50-200µ. Queste valutazioni si riferiscono al primo tratto dell'interfila (m 0,25-1,25), essendo impossibile l'esecuzione del rilievo nel tratto centrale.

Nel basso volume invece le popolazioni di gocce più numerose risultano quelle con diametro 100-200µ (mediamente il 40%) e 200-400µ (mediamente il 30%). Minima risulta la presenza di gocce da 50-100µ (15%) mentre quelle >400µ, poco numerose, sono localizzate soprattutto al centro dell'interfila.

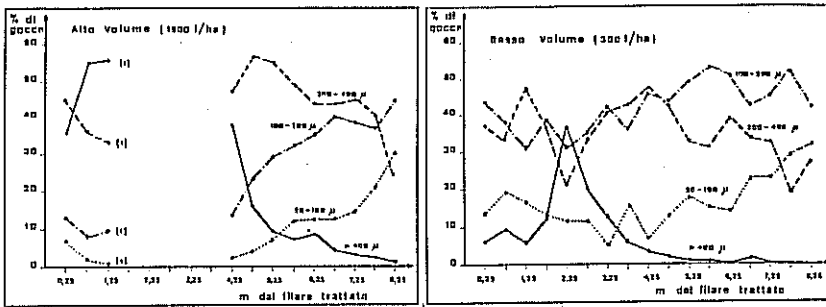


Fig. 2 - Densità delle gocce disperse al suolo nella 1a e 2a interfila. Per l'alto volume non risulta possibile il rilievo nel tratto centrale della 1a interfila. Dati medi di 3 ripetizioni.

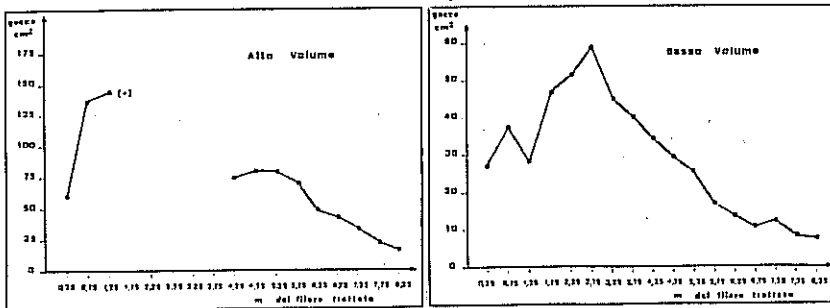


Fig. 3 - Diametro e composizione delle popolazioni di gocce disperse al suolo. Per l'alto volume non risulta possibile il rilievo nel tratto centrale della 1a interfila. Dati medi di 3 ripetizioni.

COMMENTO DEI RISULTATI

Lo studio consente alcune considerazioni sull'utilizzo di una irroratrice ad aeroconvezione per l'applicazione sia di alti che di bassi volumi.

L'alto volume ha manifestato un maggiore deposito iniziale e finale di prodotto sulle foglie. Esattamente si è registrato un incremento del deposito finale del 45% nell'alto volume e del 15% nel basso. Poiché le quantità di prodotto inviate a bersaglio sulla parete fogliare, risultano identiche nella zona centrale della pianta, l'effetto di un migliore deposito nell'alto volume e del suo progressivo incremento durante il trattamento è giustificato, a nostro avviso, da un lato dalle perdite e dalla deriva dell'alto volume all'interno del frutteto, dall'altro da una minore efficienza di cattura, da parte della pianta, delle gocce fornite dal basso volume.

Questo aspetto risulta evidente se si confrontano tra loro: a) le concentrazioni di prodotto inviate a bersaglio, b) i depositi rilevati sulle foglie c) le perdite al suolo. Rispetto ad una identica quantità di prodotto inviata a bersaglio sulla parete fogliare nella fascia 120-240 cm (dato medio di 948 ng/cm² per l'alto volume e 959 ng/cm² per il basso volume), si registrano sulle foglie depositi di 332 e 138 ng/cm² ad ogni singolo passaggio del mezzo, corrispondenti a quote del 35% e 14%. Similmente le perdite a terra sulla fila rappresentano il 22% nell'alto volume ed il 12% nel basso. Più in generale al termine dell'intero trattamento si registrano depositi corrispondenti al 48-52% per l'alto volume ed al 15-18% per il basso volume. Le perdite finali al suolo rappresentano invece il 74% nell'alto volume ed il 39% nel basso.

In definitiva mentre nell'alto volume ritroviamo la totalità del prodotto irrorato (deposito + perdite al suolo), nel basso volume è rilevabile solo il 54-57% del prodotto; in entrambi i casi le perdite a terra sono doppie, o quasi, rispetto ai depositi sulle foglie.

La ripartizione del metil-parathion sulle foglie risulta percentualmente identica per entrambi i volumi, a conferma del fatto che la penetrazione del fitofarmaco all'interno della foglia è un fenomeno essenzialmente determinato dalle caratteristiche fisico-chimiche del principio attivo e del formulato piuttosto che dal deposito, dal diametro e dalla densità delle gocce. Sia nell'alto che nel basso volume l'insetticida è per il 15-20% esterno alla cuticola fogliare; per il 50-60% interno; per il 20-30% interno al mesofillo. In valore assoluto le quantità di prodotto presente risultano da 2 a 4 volte maggiori nell'alto volume.

L'indagine rivela un minor deposito sulle foglie nel trattamento a basso volume, contrariamente alla tendenza già riscontrata di depositi superiori nel basso volume (Cesari *et al.* 1986a; Flori *et al.* 1987; Bertini *et al.* 1988). Poiché i fattori che maggiormente contribuiscono alla formazione del deposito fogliare e corrispondentemente alle perdite per deriva sono (Thompson e Ley 1982): a) i diametri delle gocce emesse; b) l'altezza di distribuzione di ciascuna frazione di gocce; c) il vento e la turbolenza atmosferica; d) l'evaporazione delle gocce; e) l'efficienza di cattura della superficie fogliare per ciascuna categoria di gocce, emerge che soprattutto i diametri delle gocce e l'efficienza di cattura di queste da parte della pianta sono i parametri che devono aver influito sull'entità dei depositi, le cui differenziazioni non sono giustificate né da problemi di turbolenza atmosferica né da ridotte quantità di fitofarmaco inviate a bersaglio.

RINGRAZIAMENTO

Si ringrazia il Dr. A. Dalmonte per la collaborazione prestata nella predisposizione ed esecuzione della prova.

--- oOo ---

BIBLIOGRAFIA

ADE G., BARALDI G., SERVADIO P. (1987). "Aspetti meccanici della difesa del frutteto". In: Scelta dei volumi di intervento e regolazione delle macchine irroratrici nei trattamenti fitosanitari ai fruttiferi, ERSO, 39-84.

- BARALDI G., ADE G., COMAI M. (1984). "Regolarità di distribuzione e perdite di prodotto nell'irrorazione antiparassitaria del frutteto". *Informatore Agrario*, 31, 27-34.
- BARALDI G., ADE G. (1984). "Le irroratrici per il frutteto". *La Difesa delle Piante*, 1, 51-60.
- BERTINI M., CESARI A. (1987). "Aspetti biologici nella distribuzione dei fitofarmaci". In: *Scelta dei Volumi di Intervento e Regolazione delle Macchine Irroratrici nei Trattamenti Fitosanitari ai Fruttiferi*. ERSO, 9-38.
- BERTINI M., CESARI A., SAMA A. (1988). "Ricerche sull'attività biologica e sugli aspetti residuali della distribuzione con sistemi elettrostatici". *Atti Gior. Fitopat.*, 2, 371-380.
- BESEMER A. F. H. (1966). "Some factors influencing the initial spray deposit and the breakdown of pesticide residues". *Meded. LandbHogesch. OpzoekStns Gent* 31, 399-410.
- CESARI A., DAVI R., CASTAGNOLI F., FLORI P. (1986a). "Applicazioni fitoiatriche a basso volume con sistemi di distribuzione di tipo elettrostatico". *Atti Gior. Fitopat.*, 2, 525-534.
- CESARI A., BERTINI M., CASTAGNOLI F. (1986b). "Trattamenti a basso volume: come e quando impiegarli". *Informatore Fitopatologico*, 10, 9-14.
- EBELING W. (1963). "Analysis of the basic processes involved in the deposition, degradation, persistence and effectiveness of pesticides". *Residue Reviews*, 3, 33-147.
- FLORI P., TENTONI P., MALUCELLI G. (1987). "Valutazione degli aspetti quantitativi di trattamenti a basso volume". *Informatore Fitopatologico*, 5, 23-25.
- GUNTHER F.A., IWATA Y., CARMAN G.E., SMITH C.A. (1977). "The citrus reentry problem: research on its causes and effects and approaches to its minimization". *Residue Reviews*, 67, 25-33.
- NIGG H.N., ALBRIGO L.G., NARDBY H.E., STAMPER J.H. (1981). "A method for estimating leaf compartmentalization of pesticides in citrus". *J. Agr. Food Chem.*, 29, 750-756.
- THOMPSON N., LEY A.J. (1982). "The quantification of spray drop drift". *Proc. Brit. Crop Protec. Conf. - Weeds* - 1039-144.