ATTI Giornate Fitopatologiche
1996, 1, 487-494

VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DI DISTRIBUZIONE DI UNA IRRORATRICE A GETTO PORTATO MEDIANTE ANALISI FLUORIMETRICA DEI DEPOSITI

G. PERGHER, R. GUBIANI

Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Produzione Vegetale e Tecnologie agrarie

Via delle Scienze, 208 - 33100 UDINE

Riassunto

Viene descritto un metodo per la determinazione delle perdite di antiparassitario e della distribuzione dei depositi, basato sull'impiego di un tracciante fluorescente. Sono inoltre riportati i dati di prove di campo, eseguite in un vigneto a spalliera con una irroratrice a getto portato operante a basso e a medio volume, comprendenti l'analisi dei depositi fogliari e delle perdite a terra.

Parole chiave: trattamenti - vigneto - depositi - perdite.

Summary

Distribution efficiency evaluation of an air-carrier sprayer using fluorometry for deposit assessment

A method for the assessment of pesticide losses and deposit distribution, based on fluorescent tracers, is described. Data from field tests, performed in a hedgerow vineyard using a conventional air-carrier sprayer, are reported, including leaf deposits and losses to the ground from both low-volume and medium-volume spray applications.

Key words: spray application - vineyard - deposits - losses.

Introduzione

E' noto che elevate perdite di prodotto antiparassitario, durante i trattamenti alle colture arboree, possono ridurre l'efficacia del trattamento stesso ed aggravare il problema dell'inquinamento ambientale. Su meleto, sono riportate perdite a terra comprese fra meno del 2 % (Planas e Pons, 1991) fino al 39 % (Buisman *et al.*, 1989) della dose totale distribuita, mentre le perdite per deriva possono variare fra il 23 % e il 45 % (Planas e Pons, 1991; Raisigl *et al.*, 1991). Per il vigneto, sono riportate perdite totali comprese fra il 64 % e il 94 %, nei primi stadi vegetativi della coltura (aprile - maggio), e fra il 44 % e il 67 % in pieno sviluppo vegetativo (luglio - agosto) (Siegfried e Raisigl, 1991; Siegfried e Holliger, 1992).

In generale, però, si può affermare che i risultati finora riportati in bibliografia non sono sempre univoci, e talora appaiono discutibili, in parte a causa delle diverse condizioni ambientali in cui le macchine sono state provate, ma in parte, anche, a causa delle diverse metodologie di prova usate. Gli obiettivi di questa ricerca sono stati, pertanto:

a) di mettere a punto e verificare una metodologia di campo, basata sull'analisi quantitativa dei depositi mediante traccianti, ed impiegabile anche per ricerche successive;

b) di valutare l'efficienza di distribuzione di una irroratrice convenzionale, di un tipo molto diffuso in Friuli per i trattamenti al vigneto, in termini di perdite di prodotto e di uniformità di distribuzione.

Materiali e metodi

Le prove sono state eseguite a Pradamano (UD), in un vigneto di "Pinot Grigio", allevato a Casarsa. Il sesto d'impianto era di 3,6 m fra le file, e 3,0 m sulla fila, con viti accoppiate. L'esperimento è stato eseguito due volte, nella stessa area dello stesso vigneto, il 17 giugno (fine fioritura) e il 21 luglio (pieno sviluppo vegetativo).

E' stata usata una irroratrice commerciale, con ventilatore a flusso assiale e 7 ugelli per lato (Friuli Modello 1000 Inox, della ditta Agricolmeccanica S.n.c., Torviscosa, Udine). Per ottenere volumi d'acqua per ettaro rispettivamente bassi e medi, sono stati usati ugelli a cono vuoto Albuz ATR arancio e blu (diametro del foro d'uscita: 1,5 mm e 2,3 mm, rispettivamente). Per adeguare l'ampiezza della zona irrorata alla reale distribuzione della vegetazione, sono stati usati 3 ugelli per lato nell'esperimento di giugno, e 4 ugelli per lato in quello di luglio. Si sono così ottenuti, ad una velocità di avanzamento di 1,55 m/s, i seguenti volumi d'acqua: 314 l/ha e 650 l/ha in giugno; 390 l/ha e 780 l/ha in luglio. Come molte macchine dello stesso tipo, l'irroratrice era provvista di una scatola di riduzione, che permetteva di variare il rapporto di trasmissione fra la presa di potenza e la ventola da 1:4,5 a 1:5,5, ottenendo così due diverse portate d'aria: bassa (pari a 7,0 m^3/s) e alta (pari a 8,6 m^3/s).

Il disegno sperimentale comprendeva pertanto due fattori principali (volume d'acqua per ettaro e portata del ventilatore), su 4 blocchi randomizzati, per un totale di 16 parcelle. Ogni parcella era 21,6 m di larghezza (corrispondente a 6 interfilari) e 35 m di lunghezza, con un bordo non trattato di 15 m fra una parcella e l'altra. Per l'analisi del deposito fogliare, è stato incluso un terzo fattore, ossia la posizione delle foglie sulle piante, con tre trattamenti: bassa (da 0,4 a 1,2 m d'altezza), centrale (fra 1,2 e 1,6 m) e alta (sopra 1,6 m, e fino a 2,4 m d'altezza). Il fattore posizione, anche se non formalmente randomizzato su sub-parcelle diverse, è stato trattato come in un esperimento a split-plot.

I diversi trattamenti sono stati applicati trattando un blocco alla volta, in modo da far sì che ogni variazione nelle condizioni climatiche (vento, temperatura dell'aria ecc.) venisse inclusa nella varianza fra i blocchi, senza alterare il confronto fra le tesi. Durante il trattamento, sono

state registrate continuamente la temperatura e l'umidità relativa dell'aria, la velocità e la direzione del vento e l'intensità della radiazione solare, mediante una centralina meteorologica MICROS, un piranometro CM11 Kipp & Zonen e un data-logger Campbell CR10WP.

L'unità sperimentale per la determinazione dei depositi fogliari è stata definita come l'insieme delle foglie presenti su una porzione di cordone permanente lunga 50 cm, all'incirca nel centro del filare centrale di ciascuna parcella. Per la determinazione dei depositi a terra, sono stati usati appositi captatori, costituiti da cornici di legno (0,55 m x 0,10 m), ricoperte di carta assorbente (quattro per unità sperimentale).

La miscela distribuita durante le prove conteneva un tracciante fluorescente (Brillantsulfaflavina, alla concentrazione di 0,25 g/l) e un fungicida (Curzate Combi, della Du Pont Conid; aggiunto nella misura di 6,50 g/l). Come dimostrato da precedenti prove di laboratorio, la Brillantsulfaflavina ha un elevato tasso di estrazione (95 % da carta assorbente e 94 % da foglie di vite), ma è sensibile alla luce: il tasso di degradazione di soluzioni contenenti da 40 a 400 ppm di Brillantsulfaflavina, uniformemente distribuita su carta assorbente, è risultato dell'11,2 % dopo 10 minuti, e del 29 % dopo 30 minuti di esposizione alla luce solare, con una intensità luminosa di 800 W/m². Perciò, per minimizzare gli errori di misurazione dovuti all'esposizione alla luce, si è deciso di eseguire gli esperimenti la mattina presto (giugno) o la sera (luglio).

Dopo aver completato il trattamento sull'intera parcella, da ciascun captatore è stata ritagliato un campione di carta assorbente, che è stato subito posto in un contenitore. E' stato quindi prelevato un campione di 12 foglie rispettivamente in posizione bassa (da 0,4 a 1,2 m da terra), media (fra 1,2 e 1,6 m) e alta (fra 1,6 e 2,4 m d'altezza). Ogni foglia è stata posta immediatamente in una scatola Petri (diametro: 150 mm). Il giorno dopo l'esperimento, tutte le unità sperimentali sono state defogliate per la determinazione della superficie fogliare.

Il giorno dopo ciascun esperimento, è stata aggiunta acqua distillata (100 ml) ai contenitori in cui erano stati riposti i campioni di carta assorbente e di foglie, per rimuovere il deposito. La concentrazione del tracciante nella soluzione di lavaggio è stata determinata mediante un fluorimetro Kontron SFM 25. Tutte le foglie sono state poi asciugate, e la loro area è stata determinata con un fogliarimetro LICOR. Infine, è stata misurata l'area complessiva di tutte le foglie prelevate da ciascuna posizione.

Sono stati quindi calcolati:

- il deposito fogliare, espresso sia come deposito normalizzato unitario (*dn*, in µg di tracciante per cm² di superficie fogliare), sia come deposito totale (*DL*, in % della dose totale distribuita); i depositi unitari medi normalizzati, relativi alle diverse posizioni sulle piante e alle intere unità sperimentali sono stati calcolati come medie ponderate, usando le aree fogliari come pesi;

- le perdite a terra (*DG*) e il deposito non misurato (*DU*), ambedue espressi come percentuale della dose distribuita. Il deposito non misurato è stato calcolato per differenza fra la dose distribuita e la somma del deposito fogliare più le perdite a terra, e comprende le perdite per deriva al di fuori delle parcelle sperimentali, più la deposizione sui pali, fili, tronchi e tralci.

Risultati

Le condizioni meteorologiche ed ambientali durante la distribuzione erano simili per ambedue gli esperimenti. Peraltro, nell'esperimento di giugno la temperatura dell'aria (21,1°C) e la velocità del vento (0,42 m/s) erano leggermente più alte che in luglio (19,5°C e 0,16 m/s, rispettivamente), mentre l'umidità relativa dell'aria era inferiore (57 % in giugno, e 66 % in luglio) . L'indice di area fogliare (*LAI*) è aumentato fra il 17 giugno e il 21 luglio, peraltro in misura minore rispetto a quanto previsto (da 1,15 a 1,21, rispettivamente); ciò, per effetto di una cimatura eseguita meccanicamente il 20 giugno, e dell'andamento meteorologico non ottimale nella prima parte di luglio. E' stata eseguita l'analisi della varianza sui principali parametri ambientali (temperatura e umidità relativa dell'aria, velocità del vento, radiazione solare, indice di area fogliare), per verificare che non esistessero differenze statisticamente significative, sotto questo riguardo, fra le tesi a confronto. Per quasi tutti i parametri ambientali, si sono invece trovate differenze significative fra i blocchi.

Nell'esperimento di giugno, il deposito normalizzato per unità di superficie fogliare (*dn*, $\mu g/cm^2$) non è risultato significativamente influenzato né dal volume d'acqua, né dalla portata della ventola (Tab. 1). Per tutti i trattamenti sperimentali (tranne quello a medio volume, con bassa portata d'aria) si sono invece riscontrate differenze significative in funzione della posizione delle foglie sulle piante, con i depositi più bassi in posizione centrale e i valori più elevati in posizione alta (Tab. 2). La variabilità dei depositi sulle singole foglie all'interno di ciascuna fascia di altezza, espressa come coefficiente di variazione (C.V., % della media) dei depositi normalizzati per unità di superficie fogliare, è stata in genere maggiore in posizione centrale, soprattutto per i trattamenti a basso volume. La deposizione fogliare totale (*DL*, % della dose distribuita) è risultata compresa fra il 45,7 e il 54,2 % (Tab. 1). Le perdite a terra (*DG*) sono risultate più basse per i trattamenti a basso volume (34,5 - 36,4 %) che per quelli a volume medio (41,3 - 44,7 %); la differenza non è però statisticamente significativa. Queste perdite erano più elevate al centro dell'interfilare che sulla fila (al di sotto delle piante), soprattutto nelle tesi a bassa portata d'aria. Il deposito non misurato (*DU*) è compreso fra il 7,8 e il 19,8 % della dose distribuita.

In luglio, il deposito fogliare *dn* è risultato mediamente più alto che in giugno, dato che l'area fogliare era aumentata in misura minore al volume d'acqua (5 % e 25 % circa, rispettivamente). I depositi più alti sono stati riscontrati nelle tesi a basso volume e a bassa portata d'aria; tuttavia, solo le differenze dovute al volume d'acqua sono statisticamente significative

Tab. 1 - Giugno: Deposito fogliare unitario e totale, perdite a terra e deposito non misurato (% della dose distribuita).

Volume d'acqua	Portata d'aria	Deposito fogliare unitario (µg/cm²)	Deposito fogliare totale (%)	Perdite a terra (%)	Deposito non misurato (%)
basso	bassa	0,160	54,2	36,4	9,4
	alta	0,160	45,7	34,5	19,8
medio	bassa	0,173	48,2	41,3	10,5
	alta	0,170	47,5	44,7	7,8
basso		0,160 a	49,9 a	35,5 a	14,6 a
medio		0,172 a	47,9 a	43,0 a	9,1 a
	bassa	0,166 a	51,2 a	38,9 a	9,9 a
	alta	0,165 a	46,6 a	39,6 a	13,8 a

Per il confronto fra volumi d'acqua, o fra portate d'aria rispettivamente, le media sulla stessa colonna, contrassegnate dalla stessa lettera, non differiscono significativamente per P = 0,05 (Tukey's Honestly Significant Difference).

Tab. 2 - Giugno: Deposito fogliare medio (*dn*, µg/cm²) e coefficiente di variazione (C.V., %) dei depositi sulle singole foglie, in funzione delle posizione sulle piante.

Volume d'acqua	Portata d'aria	Posizione delle foglie					
		A) bassa		B) media		C) alta	
		dn, µg/cm²	C.V., %	*dn*, µg/cm²	C.V., %	*dn*, µg/cm²	C.V., %
basso	bassa	0,162 ab	38	0,144 b	46	0,197 a	34
basso	alta	0,158 ab	37	0,147b	49	0,195 a	35
medio	bassa	0,166 a	40	0,154 a	43	0,202 a	35
medio	alta	0,196 a	42	0,146 b	41	0,194 a	31

Le media sulla stessa riga, contrassegnate dalla stessa lettera, non differiscono significativamente per P = 0,05 (ANOVA e Tukey's Honestly Significant Difference).

(Tab. 3). Come in giugno, la fascia d'altezza centrale, dove la densità fogliare era più elevata, aveva depositi più bassi, mentre i valori più alti sono stati rilevati (a differenza di giugno) in posizione bassa (Tab. 4). La variabilità all'interno delle fasce d'altezza è stata minore rispetto all'esperimento di giugno: il coefficiente di variabilità (C.V.) dei depositi sulle singole foglie è risultato compreso fra il 26 % e il 32 %, senza particolari differenze fra le fasce d'altezza.

Tab. 3 - Luglio: Deposito fogliare totale, perdite a terra e deposito non misurato (% della dose distribuita).

Volume d'acqua	Portata d'aria	Deposito fogliare unitario (µg/cm²)	Deposito fogliare totale (%)	Perdite a terra (%)	Deposito non misurato (%)
basso	bassa	0,218	56,7	36,8	6,5
	alta	0,204	52,7	35,7	11,6
medio	bassa	0,187	48,4	44,2	7,4
	alta	0,173	37,4	48,9	13,7
basso		0,211 a	54,7 a	36,3 b	9,0 a
medio		0,179 b	42,9 b	46,6 a	10,6 a
	bassa	0,203 a	52,5 a	40,5 a	7,0 a
	alta	0,188 a	45,1 b	42,3 a	12,6 a

Per il confronto fra volumi d'acqua, o fra portate d'aria rispettivamente, le media sulla stessa colonna, contrassegnate dalla stessa lettera, non differiscono significativamente per P = 0,05 (ANOVA e Tukey's Honestly Significant Difference).

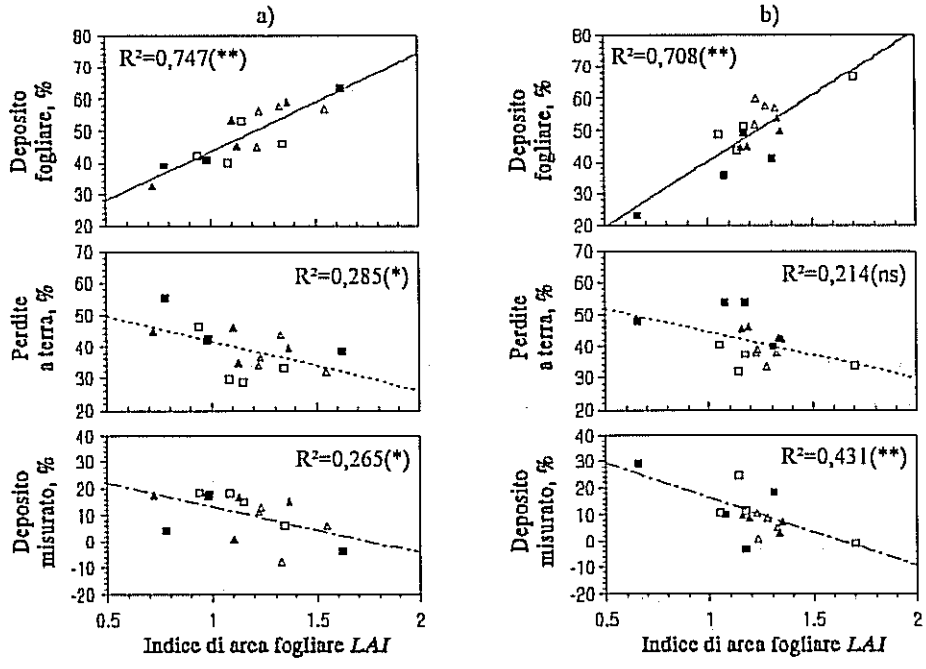
Tab. 4 - Luglio: Deposito fogliare medio (*dn*, µg/cm²) e coefficiente di variazione (C.V., %) dei depositi sulle singole foglie, in funzione delle posizione sulle piante.

Volume d'acqua	Portata d'aria	Posizione delle foglie					
		A) bassa		B) media		C) alta	
		dn, µg/cm²	C.V., %	*dn*, µg/cm²	C.V., %	*dn*, µg/cm²	C.V., %
basso	bassa	0,254 ab	38	0,189 b	46	0,219 a	34
basso	alta	0,214 ab	37	0,211 b	49	0,180 a	35
medio	bassa	0,203 a	40	0,177 a	43	0,182 a	35
medio	alta	0,177 a	42	0,158 b	41	0,171 a	31

Le media sulla stessa riga, contrassegnate dalla stessa lettera, non differiscono significativamente per P = 0,05 (ANOVA e Tukey's Honestly Significant Difference).

Rispetto ai trattamenti a medio volume (Tab. 3), quelli a basso volume hanno fatto registrare una maggiore deposizione sulle foglie (*DL* = 54,7 % contro 42,9 %) e minori perdite a terra (*DG* = 36,3 % contro 46,6 %). La portata d'aria più alta ha comportato una minore deposizione sulle foglie (*DL*) e un maggiore deposito non misurabile (*DU* = 7,0 % per i trattamenti a bassa portata d'aria, contro 12,6 % per quelli ad alta portata d'aria).

Fig. 1 - Deposito fogliare, perdite a terra e deposito non misurato, in funzione dell'indice di area fogliare. a) giugno; b) luglio. Volume d'acqua: ΔA basso; ■□ medio. Portata d'aria: Δ□ bassa; A■ media.



Tutte queste differenze, ad eccezione di quella riguardante i depositi non misurabili, sono statisticamente significative. Le perdite a terra hanno evidenziato la stessa distribuzione già riscontrata in giugno, per quanto riguarda i trattamenti a basso volume; per quelli a medio volume, invece, le perdite a terra più alte sono state rilevate sui captatori posti sotto le piante, ed erano chiaramente associate con sgocciolamento dalle foglie.

La deposizione fogliare, le perdite a terra ed il deposito non misurato, espressi in % della dose distribuita), sono risultati correlati con il *LAI* sia in giugno (Fig. 1a) che in luglio (Fig. 1b).

Conclusioni

I valori di deposizione fogliare rilevati in questo studio (46 - 54 % in giugno; 37 - 57 % in luglio) sono simili a quelli riportati in bibliografia per irroratrici a ventilatore assiale, all'incirca negli stessi stadi vegetativi della vite (31 - 52 % in maggio-giugno; 33 - 56 % in luglio-agosto

(Siegfried e Raisigl, 1991; Siegfried e Holliger, 1992). Peraltro, si sono rilevate perdite a terra più elevate (34-48 % contro 21-24 %), mentre le altre perdite sono risultate più basse (6-20 % contro 38-45 %) di quelle riportate da Siegfried e Holliger (1992).

In luglio, la deposizione fogliare è risultata significativamente più alta per i trattamenti a basso volume, a causa delle maggiori perdite per sgocciolamento rilevate in quelli a medio volume. In giugno, peraltro, non si è riscontrata alcuna differenza. La portata d'aria più alta ha comportato una minore deposizione fogliare e maggiori perdite non misurabili in ambedue gli esperimenti. Anche se le differenze nelle perdite non misurabili sono statisticamente significative, esse probabilmente vanno attribuite a maggiori perdite per deriva del prodotto al di fuori delle parcelle sperimentali, provocate dall'eccessiva portata d'aria.

L'uniformità di distribuzione, infine, va considerata soddisfacente, in confronto con un esperimento precedente (Pergher *et al.*, 1994), nel quale si erano riscontrate differenze fino a + 197 % fra foglie alte e basse. Peraltro, impiegando nella fascia centrale ugelli con diametro del foro d'uscita leggermente maggiore, e quindi con maggiore portata, si sarebbe probabilmente ottenuta una uniformità di distribuzione ancora migliore.

Lavori citati

PLANAS S., PONS L. (1991). Practical considerations concerning pesticide application in intensive apple and pear orchards. *BCPC- Monograph*, No. 46, 45-52.

BUISMAN P., SUNDARAM K.M.S., SUNDARAM A., TRAMMEL K. (1989). Field deposit patterns of a diflubenzuron spray mix, after application to an apple orchard using an air-blast sprayer; and a laboratory evaluation of physical properties and atomization characteristics. *Journal of Environmental Science and Health*, 24: 4, 389-411

RAISIGL U., FELBER H., SIEGFRIED W., KREBS C. (1991). Comparison of different mistblowers and volume rates for orchard spraying. *BCPC-Monograph*, No. 46, 185-196.

SIEGFRIED W., RAISIGL U. (1991). Erste Erfahrungen mit dem Joco- Recyclinggerät im Rebbau. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 127(6): 154-160

SIEGFRIED W., HOLLIGER E. (1992). Tunnel-Recyclinggeräte - die neue Sprühtechnik im Obst- und Rebbau. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 129(7): 36-43.

PERGHER G., GUBIANI R., GASPARINETTI P., DEL CONT BERNARD D. (1994). Voluntary testing of plant protection equipment in Northern Italy. *Acta Horticulturae*, 372, 59-66.