

EFFETTO DELLA PORTATA D'ARIA E DELLA VELOCITÀ DI AVANZAMENTO NEI TRATTAMENTI ALLA VITE

Pergher G., D'Antonio C.

1. Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali -Università di Udine- via delle Scienze, 208-33100 Udine, Tel. +39 0432 558654, Fax + 39 0432 558603, pergher@uniud.it, c.dantonio@uniud.it

Riassunto

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di valutare, in un vigneto allevato a "Casarsa", gli effetti sul deposito fogliare di due parametri di regolazione: la portata d'aria e la velocità d'avanzamento. Sono state effettuate due prove di campo, utilizzando un'irroratrice ad aeroconvezione, in due diversi stadi vegetativi; per valutare i depositi fogliari è stata utilizzata come tracciante la Tartrazina, un colorante alimentare.

Dai risultati è emerso che la portata d'aria più bassa ha fatto registrare i più alti depositi e una buona penetrazione, suggerendo, quindi, che le portate d'aria normalmente utilizzate possono essere significativamente ridotte. Tutti i valori di velocità d'avanzamento provati non hanno influenzato né la deposizione né la penetrazione, così da ritenere che si possano consigliare velocità d'avanzamento anche di 8 km/h senza che questa abbia interazioni negative sulla qualità di distribuzione e incrementando, invece, la capacità lavorativa dell'irroratrice e la tempestività d'intervento.

Parole chiave: irroratrice, portata d'aria, velocità d'avanzamento

Summary

The objective of this research was to investigate the effects of different air volumetric flow rates and different forward speeds on spray deposition in a Casarsa-trained vineyard. Two field tests were performed at different growth stages of the vines, beginning of flowering and berry touch, using an air-carrier sprayer. Foliar deposits were determined by colorimetry, using a water-soluble dye (Tartrazine) as a tracer.

The results showed that decreasing the air flow rate generally increased spray deposition and penetration into the canopy, suggesting that the air flow rates commonly used in the practice can be reduced by 40% at least. Increasing the forward speed up to 8 km/h did not significantly affect mean deposits. Thus, forward speeds up to 8 km/h may be recommended to improve the work capacity and the timeliness of operation.

Key words: sprayer, air flow rate, forward speed

1. INTRODUZIONE

Nei trattamenti fitosanitari alla vite con irroratrici ad aeroconvezione, l'impiego di elevate portate d'aria (fino e oltre 10 m³/s) e di velocità di avanzamento non superiori a 6 km/h è generalmente ritenuto efficace per migliorare l'uniformità di distribuzione e la penetrazione all'interno della chioma. Tuttavia, portate d'aria eccessive possono aumentare il pericolo di deriva del prodotto fitosanitario, e basse velocità di lavoro riducono la tempestività

di intervento dell'irroratrice.

Scegliere, quindi, valori ottimali dei principali parametri di regolazione della macchina significa da un lato aumentare l'efficienza dell'irroratrice e dall'altro massimizzare l'efficacia biologica del trattamento fitosanitario, incrementando la quantità di principio attivo effettivamente depositata sulla pianta. Un maggiore deposito sulla vegetazione determina anche una riduzione delle perdite per deriva, e quindi dei rischi ambientali connessi alla distribuzione dei prodotti antiparassitari.

In altre parole, la riuscita biologica di un trattamento si basa anche sull'idonea definizione dei parametri di regolazione, fra cui i principali sono il volume d'acqua distribuito per ettaro, la portata d'aria, la velocità dell'aria, la velocità d'avanzamento, nonché il numero, la posizione e l'inclinazione degli ugelli.

In tal senso, sono stati condotti diversi studi tra i quali quelli relativi al volume d'acqua da distribuirsi per ettaro, hanno sottolineato i vantaggi derivanti dall'utilizzo del basso volume.

I trattamenti a basso volume generalmente consentono di aumentare i depositi sulla chioma (Salyani e McCoy, 1990; Pergher e Gubiani, 1995), almeno fino a certi livelli di riduzione del volume (Cross, 1991; Bound et al., 1997). Su vigneto, peraltro, l'uniformità di distribuzione può essere inferiore rispetto ai medi o agli alti volumi (Pergher et al., 1997). Vi è generale accordo sul fatto che il volume distribuito dovrebbe essere adeguato alle dimensioni delle piante e al loro sviluppo fogliare complessivo (Koch, 1991).

Di contro, però, a livello sia pratico sia sperimentale, mancano indicazioni adeguate per quanto riguarda gli altri parametri di regolazione sopra citati; e ciò in particolare per i nuovi modelli di irroratrici che si caratterizzano di soluzioni costruttive che spesso e volentieri gli agricoltori non sfruttano poiché mancano precise indicazioni a riguardo (Holownicki et al., 2002; Cross et al., 2001) oltre che in relazione al loro impiego su vigneti a spalliera.

In bibliografia, relativamente alle portate d'aria già Randall (1971) consigliava portate relativamente elevate ($7,7 \text{ m}^3/\text{s}$; in prove effettuate su meleto). Nella pratica, si è visto che volumi d'aria insufficienti determinano un relativo sovradosaggio sulle foglie più vicine agli ugelli, e un certo sottodosaggio sulle parti più alte della chioma (Cross et al., 2004). Tale osservazione ha sottolineato che la portata d'aria dovrebbe essere sufficiente per muovere la vegetazione senza ridurre la deposizione nelle parti interne per un effetto di compressione delle foglie l'una sull'altra, specialmente nei vigneti e nelle colture di piccoli frutti. Una riduzione del volume d'aria può aumentare la deposizione complessiva su vigneto (Pergher e Gubiani, 1995) o su meleto, (Raisigl et al., 1991) sebbene la variabilità dei depositi sia generalmente elevata.

Cross et al. (2004) mettendo a confronto tre diversi volumi d'aria hanno dimostrato che il valore più basso ($4,1 \text{ m}^3/\text{s}$) consente una riduzione della deriva, compresa fra il 55 e il 93%, senza influire negativamente sui depositi al melo.

A conferma di tale dato, Holownicki et al., (2002) hanno verificato che il deposito più alto, su piante nane di melo, è stato registrato in concomitanza con il volume di aria più basso prodotto, mentre su piante semi nane non è stata rilevata nessuna influenza significativa da parte della portata o della velocità dell'aria.

La relazione esistente fra la portata d'aria e la velocità d'avanzamento e l'influenza di questi due parametri sul deposito è oggetto di studio soltanto da pochi anni (Holownicki et al., 2002).

Poiché l'aumento della velocità di avanzamento consente di ottenere una maggiore capacità di lavoro e una migliore tempestività, l'ottimale regolazione anche di questo parametro è estremamente importante. Peraltro, un valore elevato della velocità

d'avanzamento tende a ridurre l'efficacia del rimescolamento all'interno della chioma, e a richiedere portate d'aria più elevate. In merito, lo studio condotto da Salyani e Whitney (1990) ha evidenziato che velocità di avanzamento elevate hanno causato una maggiore disformità di distribuzione in trattamenti su agrumi. Per quanto riguarda il vigneto, non vi sono informazioni specifiche; per altre colture arboree, sono riportati risultati talvolta di difficile interpretazione, probabilmente a causa del diverso comportamento della vegetazione (Derksen e Gray, 1995; Planas e Pons, 1991).

L'obiettivo del presente studio è stato quello di analizzare l'effetto di diverse portate d'aria e velocità d'avanzamento sulla qualità della deposizione in un vigneto a spalliera, tipico del nord-est d'Italia.

2. MATERIALI E METODI

Le prove sono state eseguite in un vigneto di varietà Pinot Grigio, allevato a Casarsa. Il sesto d'impianto era di 3,0 m fra le file, e 2,4 m sulla fila, con viti accoppiate (circa 2780 piante/ha). Il cordone permanente era allevato a circa 1,4 m da terra.

E' stata utilizzata una irroratrice ad aeroconvezione trainata modello Ecologic 2000 T 1000, (figura 1) della ditta Agricolmeccanica S.n.c. dei F.lli Tosoratti, di Torviscosa (UD).

La macchina è caratterizzata da un ventilatore a flusso assiale a 10 pale del diametro di 780 mm e due semibarre verticali, ciascuna con 6 portaugelli tripli, provvisti di dispositivo antigoccia a membrana montate sulle uscite laterali dei convogliatori.



Fig. 1. L'irroratrice Ecologic 2000

La taratura dell'irroratrice è stata effettuata utilizzando una parete captante a lamelle orizzontali, già descritta da Pergher e D'Antonio (2003), ed effettuando le misure con la macchina parallela alla parete ad una distanza pari a metà della distanza interfilare.

Tra i profili messi a punto in precedenti sperimentazioni, è stato scelto come profilo obiettivo quello definito "Proiezione" e determinato in base alla proiezione della chioma nella direzione dei flussi di liquido e nell'ipotesi che le gocce seguano traiettorie radiali rispetto al centro del ventilatore.

Le prove in campo sono state svolte in due differenti stadi vegetativi: all'inizio della

fioritura (stadio 19, Eichorn e Lorenz, 1977) e alla chiusura del grappolo (stadio 34, Eichorn e Lorenz, 1977) sulla base di uno stesso schema sperimentale che comprendeva due fattori (Portata d'aria, con due trattamenti: 6,3 m³/s e 10,6 m³/s; e Velocità di avanzamento, con tre trattamenti: 3,9 km/h, circa 5,9 km/h e 7,8 km/h) e tre ripetizioni su blocchi randomizzati, per un totale di 18 parcelle. Ciascuna parcella era costituita da una porzione di filare lunga 30 m, distanziata di 50 m dalle parcelle adiacenti in senso trasversale all'avanzamento.

Il regime di rotazione del ventilatore può essere modificato attraverso un cambio con due rapporti di trasmissione (1:4 e 1:4,5); la portata d'aria è di 9,4 m³/s e 10,6 m³/s, rispettivamente ai due rapporti, a 540 giri/min della p.d.p.

Le portate d'aria ottenute ai diversi regimi del ventilatore sono state dedotte dal certificato di prova ufficiale dell'irroratrice Ecologic 2000 T 1000 (CONAMA, 1994). Le velocità di avanzamento sono state misurate in base al tempo necessario a percorrere 100 m all'interno del vigneto di prova.

Per ottenere, alle diverse velocità di avanzamento, volumi di miscela erogati (in l/ha) il più simile possibile fra loro, sono stati utilizzati alternativamente ugelli a cono Albus ATR marroni, gialli ed ocra (diametro del foro: 1 mm, 1,2 mm e 1,5 mm rispettivamente).

Non è stato possibile ottenere esattamente lo stesso volume per ettaro in tutte le tesi. Le differenze (inferiori al 3% in tutti i casi) sono state considerate trascurabili ai fini del presente studio e, in ogni caso, i depositi fogliari ottenuti sono stati poi normalizzati. Analogamente sono state considerate trascurabili le piccole differenze fra i diversi tipi di ugelli impiegati in termini di grado di nebulizzazione (VMD = 70 µm, 78 µm e 84 µm, rispettivamente per gli ugelli marroni, gialli e ocra, secondo le indicazioni della Ditta fornitrice), nonché quella fra le velocità di avanzamento delle tesi A1V2 ed A2V2 (5,8 e 5,9 km/h, rispettivamente).

La prima prova di campo è stata eseguita allo stadio vegetativo di inizio fioritura (stadio 19: beginning of flowering di Eichorn e Lorenz, 1977) e regolando la macchina irroratrice come descritto nella tabella 1. La vegetazione era compresa fra circa 0,8 m e 2,0 m d'altezza; pertanto si è deciso di operare con tre soli ugelli aperti (n. 2, 3, e 4 dall'alto), chiudendo quelli indirizzati fuori bersaglio in base a una valutazione visiva della traiettoria del flusso di goccioline, e mantenendo comunque l'inclinazione definita in fase di taratura. La temperatura era compresa fra 16 e 19°C, l'umidità relativa dell'aria fra il 76 e l'83%, e la velocità del vento fra 0,4 e 1,3 m/s, con direzione prevalente trasversalmente ai filari nella direzione di irrorazione.

Prima del trattamento, sono state prelevate a caso, all'interno del vigneto, 36 foglie non trattate. Le diverse tesi sono state applicate distribuendo una miscela contenente 8,35 g/l di un colorante alimentare come tracciante (Tartrazina) e 16,7 g/l di un antiperonosporico (Siaram, Siapa). Prima di eseguire il trattamento su ciascuno dei tre blocchi randomizzati, è stato prelevato un campione di miscela direttamente dagli ugelli.

Dopo aver trattato ogni singola parcella con il solo lato destro dell'irroratrice, e con un singolo passaggio, si sono attesi 10 min perché si depositassero completamente le gocce. Dalla metà della chioma immediatamente a destra della macchina si sono prelevate a caso 32 foglie campione, suddivise in 4 fasce d'altezza (Altezza 1: da 0,8 m a 1,1 m; Altezza 2: da 1,1 m a 1,4 m; Altezza 3: da 1,4 m a 1,7 m; Altezza 4: da m 1,7 a m 2,0) e in due fasce di profondità (foglie esterne, a più di 20 cm dall'asse del filare; foglie interne, entro 20 cm dall'asse del filare). Ciascuna foglia è stata posta in una scatola petri.

La seconda prova di campo è stata eseguita allo stadio vegetativo di chiusura del grappolo (stadio 34: berry touch secondo Eichorn e Lorenz, 1977) e regolando la macchina irroratrice come descritto nella tabella 1. La vegetazione si estendeva da terra fino a 2,5 m d'altezza; pertanto si è deciso di operare con sei ugelli aperti per tutte le tesi.

Tab. 1. Regolazioni adottate per la prove di campo

Tesi	Portata d'aria m ³ /s	Velocità d'avanzamento km/h	Ugelli ¹	Prima prova		Seconda prova	
				Portata ugelli l/min	Volume distribuito l/ha	Portata ugelli l/min	Volume distribuito l/ha
A1V1	6,3	3,92	marrone	2,12	216	4,11	419
A1V2	6,3	5,82	giallo	3,23	222	6,29	434
A1V3	6,3	7,8	ocra	4,33	222	8,24	421
A2V1	10,6	3,88	marrone	2,12	219	4,11	421
A2V2	10,6	5,92	giallo	3,23	218	6,29	427
A2V3	10,6	7,76	ocra	4,33	223	8,24	421

(1) Ugelli Albuz ATR

La prova è stata eseguita con le stesse modalità della prima, eccetto quanto di sotto specificato.

La temperatura era compresa fra 24 e 25°C, l'umidità relativa dell'aria fra il 62 e il 77%, la velocità del vento fra 0,0 e 2,8 m/s, con direzione prevalente trasversalmente ai filari nella direzione di irrorazione. La miscela distribuita conteneva 6,15 g/l di Tartrazina e 15,4 g/l di Siaram.

Ai fini del campionamento, la vegetazione è stata suddivisa in 5 fasce d'altezza (Altezza 1: da 0,0 m a 0,5 m; Altezza 2: da 0,5 m a 1,0 m; Altezza 3: da 1,0 m a 1,5 m; Altezza 4: da 1,5 m a 2,0 m; altezza 5: da 2,0 m a 2,5 m) e in due fasce di profondità (foglie esterne, a più di 20 cm dall'asse del filare; foglie interne, entro 20 cm dall'asse del filare). Per ogni combinazione Altezza x Profondità sono state prelevate 4 foglie, per un totale di 40 foglie campione per parcella e 720 per l'intero esperimento.

Il giorno successivo alla prova di campo, su una pianta scelta a caso all'interno di ciascuna delle 6 parcelle del blocco 2 sono stati misurati i seguenti parametri morfologici: altezza minima e massima della vegetazione; altezza del cordone; sporgenza della vegetazione rispetto all'asse del filare, ad altezze rispettivamente di 0,9 m, 1,4 m e 1,8 m da terra. Inoltre su ciascuna pianta sono state contate le foglie, prelevandone una ogni 10 e classificandola nelle fasce d'altezza e di profondità già descritte.

L'analisi della varianza è stata applicata al deposito medio fogliare normalizzato secondo uno schema split-plot con i due fattori principali (portata d'aria e velocità d'avanzamento) randomizzati all'interno dei blocchi, e i due fattori secondari (altezza e profondità sulla chioma) randomizzati all'interno di ciascuna parcella. Per normalizzare la distribuzione di frequenza è stata effettuata la trasformazione: $dn' = dn^{0.5}$ prima dell'analisi della varianza.

3. RISULTATI

Le foglie campione raccolte al termine del trattamento per entrambe le prove di campo sono servite per la stima dell'indice di area fogliare (LAI) mediante l'utilizzo di un fogliarimetro. I valori di LAI tra la prima e la seconda prova sono stati l'uno la metà dell'altro, mentre il deposito medio normalizzato è risultato uguale in entrambi gli stadi vegetativi con coefficienti di variazione simili fra le singole foglie (tabella 2).

Tab. 2. LAI e depositi medi nei due stadi vegetativi

	LAI	Deposito medio normalizzato, $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	C.V. (%)
Primo stadio	$1,12 \pm 0,10$	0,31	64
Secondo stadio	$2,19 \pm 0,69$	0,32	71

Nel primo stadio, dall'analisi della varianza sono emersi effetti significativi per quanto riguarda la portata d'aria, l'altezza e la profondità sulla chioma oltre che un'interazione significativa fra velocità d'avanzamento, altezza e profondità (tabella 3).

L'aumento della portata d'aria (da $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$) ha fatto registrare una riduzione del deposito medio di circa il 23% (da $0,35$ a $0,27 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ rispettivamente), mentre le diverse velocità d'avanzamento non hanno avuto alcun effetto significativo.

La velocità d'avanzamento, infatti, non ha influito in maniera significativa sulla deposizione, tanto che l'incremento da $3,9 \text{ km/h}$ a $7,8 \text{ km/h}$ ha determinato un minimo aumento del deposito (C. V. = 58% e 69% per i due valori di velocità testati).

Altre interazioni significative si sono verificate per quanto riguarda l'altezza e la profondità sulla chioma (tabella 3).

La significatività dell'interazione fra portata d'aria e profondità indica che l'effetto di riduzione dei depositi alla portata d'aria maggiore si è verificato solo sulle foglie esterne, non su quelle interne (grafici 1 e 2).

Riguardo, poi, l'uniformità di distribuzione a carico di tutte le zone di campionamento, nel primo stadio, è stato rilevato un deposito basso per la fascia d'altezza 1 (meno della metà del deposito rilevato per la fascia d'altezza 3). Una delle possibili spiegazioni è da ricercarsi in un'erronea inclinazione degli ugelli nella parte bassa della chioma. Tale risultato ha suggerito che forse la taratura effettuata dell'irroratrice in base al profilo "proiezione" non necessariamente consente di ottenere una buona uniformità di distribuzione anche nel primo stadio. In tal caso, vista l'impossibilità di praticare una taratura della macchina per ogni stadio vegetativo, la scelta dell'inclinazione degli ugelli, eseguita in campo in base all'esame visivo delle traiettorie delle gocce, potrebbe risultare più indicata per una buona uniformità di distribuzione anche nel primo stadio.

Nel secondo stadio, l'analisi della varianza ha evidenziato effetti significativi per quanto riguarda la portata d'aria e la profondità sulla chioma, nonché interazioni significative fra portata d'aria e profondità e fra altezza e profondità.

L'aumento della portata d'aria (da $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$) ha fatto registrare una riduzione del deposito medio di circa il 20% (da $0,35$ a $0,28 \mu\text{l}/\text{cm}^2$ rispettivamente), mentre le diverse velocità d'avanzamento non hanno avuto alcun effetto significativo (tabella 3) a conferma dei risultati ottenuti nella prima prova.

L'altra interazione significativa fra altezza e profondità indica invece che, mentre sulle foglie interne è rispettato l'andamento generale che si caratterizza per l'assenza di differenze fra le altezze, sulle foglie esterne questo non accade (grafici 3 e 4).

Tab. 3. Effetti delle differenti fonti di variazione sul deposito normalizzato (d_n)

Fonti di variazione	Livelli	Deposito normalizzato, $\mu\text{l}/\text{cm}^2$	
		Prima prova	Seconda prova
Aria	bassa (6,3 m3/s)	0,35 a	0,35 a
	alta (10,6 m3/s)	0,27 b	0,28 a
Velocità	bassa (3,9 km/h)	0,30 a	0,30 a
	media (5,8 km/h)	0,30 a	0,31 a
	alta (7,8 km/h)	0,33 a	0,34 a
Profondità	Foglie esterne	0,37 a	0,44 a
	Foglie interne	0,25 b	0,19 b
Altezza	1	0,20 c	0,31 a
	2	0,32 b	0,29 a
	3	0,42 a	0,32 a
	4	0,30 b	0,34 a
	5	-	0,32 a

4. DISCUSSIONE

Non è possibile affermare, in base ai dati di questa sperimentazione, se e in quale misura l'effetto osservato dell'elevata portata d'aria sia attribuibile più alla variazione di portata d'aria che non alla variazione della velocità dell'aria stessa a livello del filare.

In ogni caso, l'eccessiva energia dell'aria può aver ridotto la capacità delle foglie di trattenere le gocce. Questo dato sembra coerente con il fatto che la più alta portata d'aria testata in questa sperimentazione, ha determinato una riduzione dei depositi in particolar modo sulle foglie esterne che su quelle interne poiché più vicine al flusso d'aria. Tale risultato entra quindi in contraddizione con quanto affermato da Hislop (1991) che ritiene che il compattamento dovrebbe ridurre i depositi principalmente nella parte interna della chioma.

In tal caso, entrambi i valori di portata d'aria esaminati in questa ricerca risulterebbero eccessivi e tale tesi potrebbe essere avvalorata dal leggero incremento nella deposizione, sebbene non significativo, osservato a seguito dell'aumento della velocità d'avanzamento da 3,9 a 7,8 km/h (+12% in entrambe le prove di campo). La spiegazione di quanto appena detto sta nel fatto che una velocità d'avanzamento più alta tende a ridurre la velocità dell'aria a livello della vegetazione e mitigare gli effetti correlati ad un'eccessiva velocità dell'aria. Sebbene l'incremento di deposito verificatosi alla velocità di avanzamento più alto non sia significativo questo dato suggerisce comunque che una portata d'aria anche inferiore di quella più bassa testata potrebbe far registrare un ulteriore incremento del deposito.

Le elevate differenze di deposito rilevate fra le foglie esterne e quelle interne (-32% e -57%, per il primo e secondo stadio, rispettivamente) possono suggerire una scarsa penetrazione all'interno della chioma anche nel caso della portata d'aria più bassa. D'altro canto, questi schemi non riflettono l'effettiva penetrazione che si potrebbe verificare se il filare fosse trattato da entrambi i lati.

Ulteriori ricerche si rendono quindi necessarie e per valutare i depositi derivanti dal trattare un filare da entrambi i lati e, soprattutto, per determinare a quale valore di portata d'aria sia possibile ottenere la più alta deposizione e conseguentemente le minori perdite per effetto della deriva. Allo stesso tempo, lo studio dei depositi fogliari da solo non è sufficiente a garantire l'efficacia della riduzione della portata d'aria ma deve essere affiancato dall'analisi dei depositi a livello dei grappoli.

5. CONCLUSIONI

A seguito dell'aumento della portata d'aria da $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$ è stato registrato un decremento del deposito medio e della penetrazione all'interno della chioma in entrambi gli stadi in cui sono state eseguite le prove. In particolare, tale decremento è risultato pari a -23% per lo stadio vegetativo di inizio fioritura e a -21% per lo stadio di chiusura del grappolo.

Una riduzione così evidente del deposito ha suggerito la possibilità di utilizzare delle portate d'aria inferiori a quelle normalmente consigliate con un aumento della deposizione e della penetrazione all'interno della chioma. Allo stesso tempo, lavorare ad una portata ridotta consente notevoli risparmi di potenza richiesta per effettuare il trattamento. Ulteriori ricerche risultano, comunque, necessarie per individuare l'eventuale correlazione fra i depositi più alti, derivanti dalla riduzione della portata d'aria, e i più bassi livelli di perdite per deriva.

Infine, velocità d'avanzamento fino a 8 km/h possono essere consigliate, compatibilmente con le condizioni del terreno e con la manovrabilità dell'insieme trattatrice – irroratrice, con notevoli vantaggi in termini di tempestività d'intervento e di capacità di lavoro della macchina, senza andare ad incidere in maniera negativa su di una buona distribuzione.

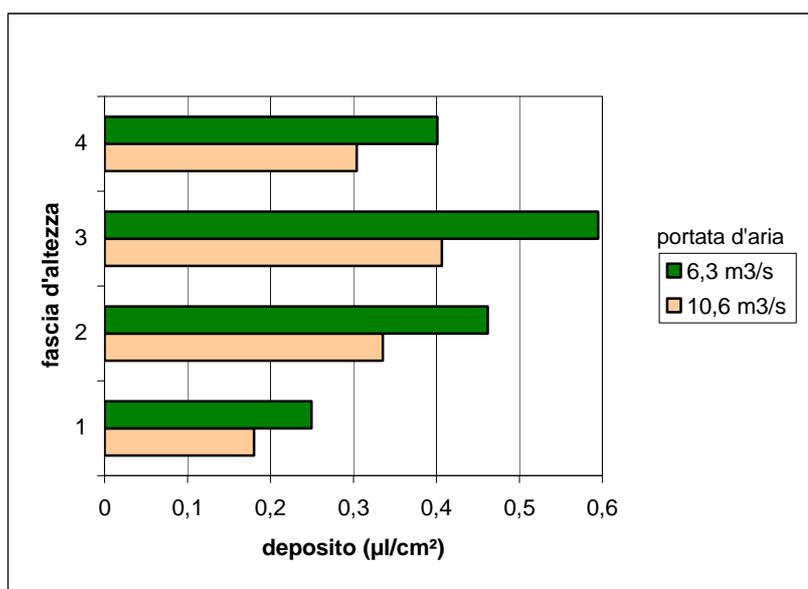


Grafico 1 – Effetto della portata d'aria sul deposito fogliare. Inizio fioritura, foglie esterne.

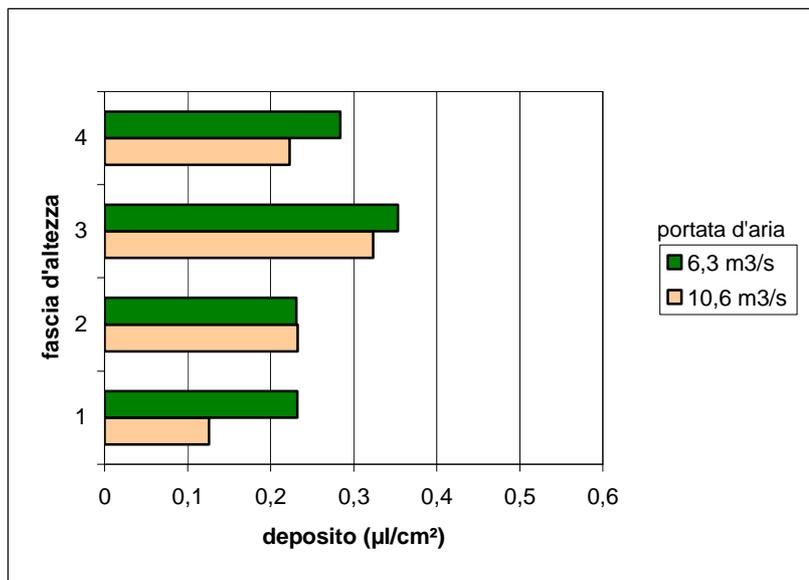


Grafico 2 - Effetto della portata d'aria sul deposito fogliare. Inizio fioritura, foglie interne

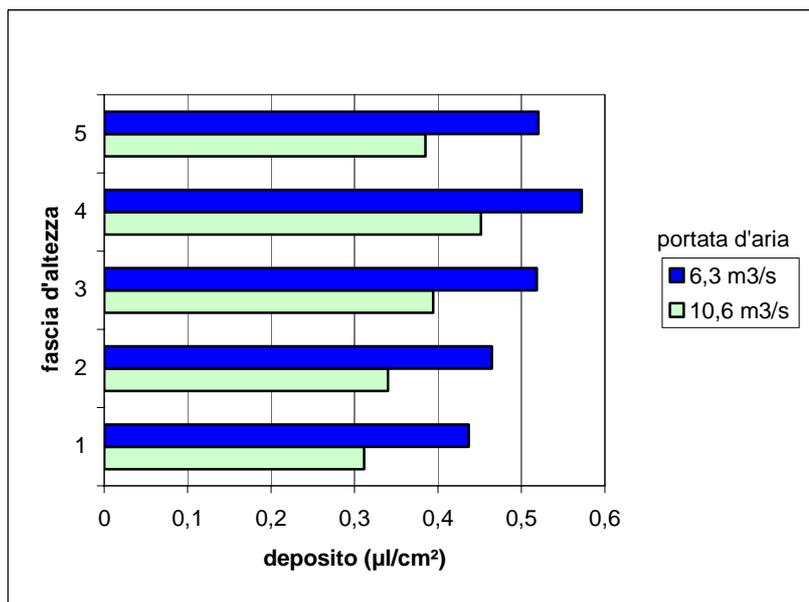


Grafico 3 - Effetto della portata d'aria sul deposito fogliare. Chiusura del grappolo, foglie esterne

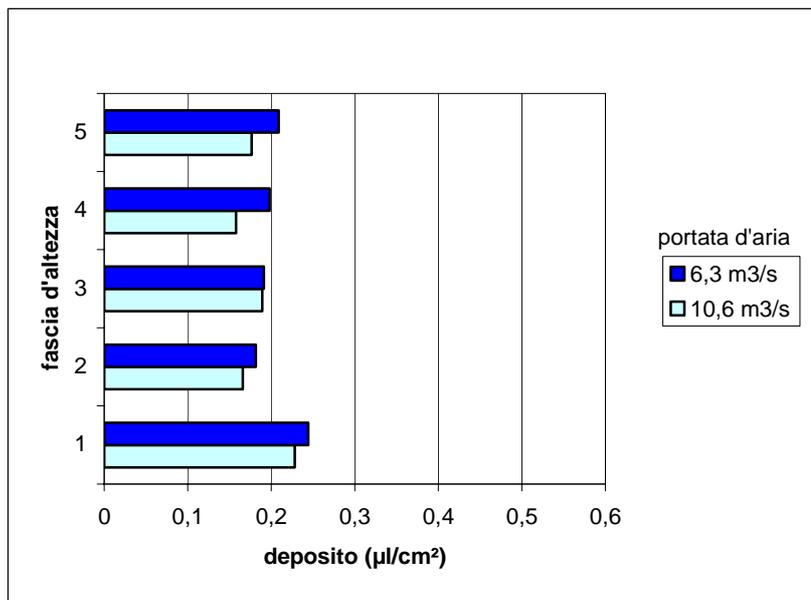


Grafico 4 - Effetto della portata d'aria sul deposito fogliare. Chiusura del grappolo, foglie interne

Bibliografia

- CONAMA (1994), Certificato n° 05 – 036, *Irroratrice: Ecologic 2000 T 1000*, Servizio di accertamento delle caratteristiche funzionali e della sicurezza delle macchine agricole, 1:8.
- Cross J. V., Ridout M.S., Walklate P.J. (1997), *Adjustment of axial fan sprayers to orchard structure*, Bulletin OILB/SROP, 20(9) 86:94.
- Cross J. V., Murray R. A., Richardson G.M. (2004), *Pesticide Dose Adjustment to the Crop Environment (PACE): efficacy evaluations in UK apple orchards 2002-2003*, Aspects of Applied Biology, 71(2) 287:294.
- Eichorn K.W., Lorenz D.H. (1977), *Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe*, Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz, 29 119:120.
- Hislop E.C. (1991), *Air-assisted crop spraying: an introductory review*, Proceedings Swansea AAB-BCPC Symposium, I 3:14.
- Holownicki R., Doruchowski G., Godyn A., Swiechowski W. (2002), *The effect of air jet velocity on spray deposit in an apple orchard*. Aspects of Applied Biology, 66 (2) 277:284.
- Pergher G. (2004), *Field evaluation of a calibration method for air-assisted sprayers involving a vertical patternator*, Crop Protection 23(5) 437:446.
- Pergher G., Gubiani R. (1995), *The effect of spray application rate and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard*, Journal of Agricultural Engineering Research, 61 205:216.
- Pezzi F., Rondelli V. (2000), *The performance of an air-assisted sprayer operating in vines*, Journal of Agricultural Engineering Research, 76(4) 331:340.
- Randall J.M. (1971), *The relationship between air volume and pressure on spray distribution in fruit trees*, Journal of Agricultural Engineering Research, (16) 1:31.

Reichard D.L., Fox R.D., Brazee R.D., Hall F.R. (1979), *Air velocities delivered by orchard air sprayers*, Transactions of the ASAE , 22(1) 69:74.

Salyani M., Whitney J.D. (1990), *Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees*, Transactions of the ASAE, 33(2) 361:366.