

## VERIFICA DELL'EFFICIENZA DI UNA PARETE LAMELLARE PER IL CONTROLLO DELLA DISTRIBUZIONE DELLE IRRORATRICI

G. ADE - P. VENTURI

Istituto di Meccanica Agraria - Università degli Studi di Bologna

### Riassunto

Viene valutata l'efficienza di una parete verticale lamellare per il controllo delle irroratrici a due fluidi per frutteto in diverse situazioni operative. La parete offre una migliore efficienza d'intercettazione se irrorata con gocce grossolane. La velocità dell'aria influisce sulla quantità di liquido raccolta solo irrorando con gocce fini. La capacità d'intercettazione del banco utilizzando i getti più micronizzati è risultata più bassa di quella rilevata da altri Autori. Il coefficiente di variazione della quantità totale di liquido raccolto nelle ripetizioni è risultata compresa tra il 4 e il 9 %.

### Summary

#### PERFORMANCE OF A VERTICAL LAMELLAR STAND FOR THE ANALYSIS OF SPRAYERS DISTRIBUTION

The performance of vertical lamellar wall for the analysis of distribution efficiency of air blast orchard sprayers in different working conditions has been studied. The stand has better collecting efficacy if coarse sprays are used. Air velocity affects the amount of collected liquid only with fine sprays. The capturing capacity of the equipment, using fine sprays, is lower than that found by other Authors. The variation coefficient between the repetitions of the total amount of liquid collected ranged from 4 to 9%.

### Premessa

La necessità di un maggior controllo dell'emissione di prodotti chimici nell'ambiente, particolarmente viva in questi ultimi tempi, rende necessaria una razionalizzazione dei trattamenti antiparassitari attraverso una distribuzione ottimale del prodotto sulla pianta oggetto del trattamento.

Il problema è particolarmente sentito nei trattamenti a colture arboree dove la variabilità e l'irregolarità del bersaglio rendono difficile un'irrorazione omogenea nelle diverse parti della pianta.

Si rendono quindi necessarie attrezzature in grado di permettere l'adattamento delle caratteristiche dell'irrorazione, quali la direzione dei getti, la dimensione delle gocce, la portata e la velocità dell'aria vettrice, alla forma, alla dimensione, alla struttura e alla spaziatura delle piante. Il metodo più immediato e più diretto per queste verifiche si è rivelato quello per simulazione della parete vegetativa per mezzo di strutture verticali munite di organi recettori posti a diverse altezze.

Queste attrezzature dovrebbero essere facilmente utilizzabili per consentire frequenti e veloci operazioni di taratura e di regolazione degli atomizzatori per adattare il trattamento a impianti diversi, e quindi per scopi pratici e immediati, ma anche per verifiche e certificazioni su

macchine nuove e in fase di progettazione e, di conseguenza, per impieghi in cui é richiesto un certo grado di precisione e di accuratezza.

La ricerca di un recettore con elevata efficienza e la problematica legata all'ormai istituzionalizzato impiego d'aria vettrice nei trattamenti in frutteto hanno stimolato la progettazione di molteplici modelli di superfici di captazione verticali. Fra questi si evidenzia il sistema a lamelle orizzontali, già oggetto di studio in Austria (Lind, 1988) e in Germania (Kümmel et al., 1991; Göhlich et al, 1993), che permette l'analisi a quote molto ravvicinate e che, in base al suo caratteristico sistema di intercettazione, potrebbe essere considerato fra i modelli di maggior precisione e validità attualmente disponibili.

Con l'obbiettivo di verificare l'efficienza del banco e l'applicabilità della metodologia sono state condotte una serie di prove con due velocità dell'aria vettrice e due combinazioni di calibro di gocce e portata di liquido.

#### Descrizione dell'attrezzatura e metodologia di prova

Le prove sono state effettuate presso l'Ufficio Agrario della Regione Friuli a Pordenone che ha in dotazione un banco lamellare abitualmente impiegato per il controllo delle macchine irroratrici.

Il modello recettore studiato, definito come "lamellare", é composto da lamelle orizzontali a sezione ondulata con risalti interni longitudinali (fig. 1).

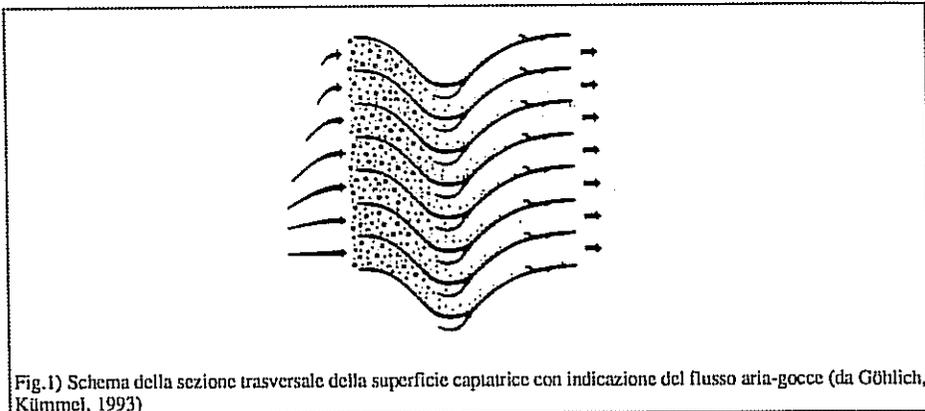
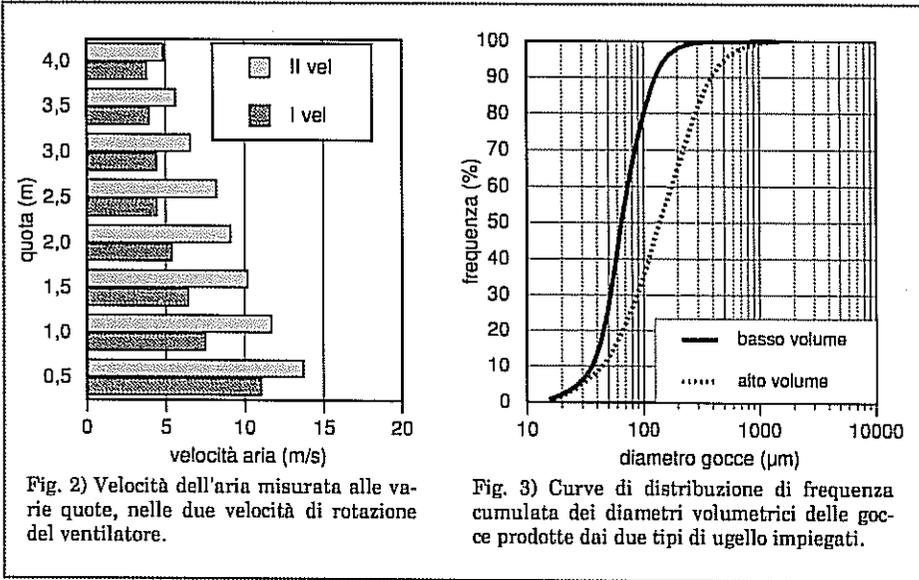


Fig. 1) Schema della sezione trasversale della superficie captatrice con indicazione del flusso aria-gocce (da Göhlich, Kümmel, 1993)

Questa conformazione é considerata ideale per ottenere una efficiente separazione della fase liquida da quella gassosa del materiale trasportato poiché favorisce l'adesione delle gocce al bersaglio stesso, con l'ausilio della grondaia sottostante, e consente all'aria vettrice di attraversare il pannello con piccole modifiche alla propria traiettoria. Queste modeste deviazioni del flusso

d'aria favoriscono il deposito delle particelle acquose, che invece tendono a seguire un percorso rettilineo e ad essere intercettate dalle pareti del recettore.



La parete ha una larghezza di 1,95 metri, uno spessore di 8 cm e altezza di 4,5 m. Le lamelle di raccolta orizzontali sono distanziate tra di loro 23,3 mm fino ad un'altezza di 2,20 m e 35 mm alle quote successive. Questo perché, considerato il basso angolo di incidenza che si realizza alle quote più alte, a parità di superficie di rilievo, con lo stesso numero di lamelle si avrebbe un'eccessiva ostruzione della luce di accesso. Fino a 2,20 m da terra ogni provetta graduata accumula il prodotto proveniente da tre lamelle, mentre nel settore superiore il liquido viene raccolto da due lamelle successive. Dopo il trattamento il banco viene inclinato lateralmente, tramite un sistema idraulico, per permettere il defluire del prodotto, attraverso un complesso di tubi, nelle provette.

L'atomizzatore impiegato, della ditta SAE, è un Defender Turbmatic con ventilatore assiale a 7 pale in lega leggera d'alluminio, senza raddrizzatori di flusso e un diametro interno di 800 mm. I rapporti di moltiplicazione (3,5 e 4,5) di cui è dotato il ventilatore sono stati impiegati per ottenere la differenziazione delle velocità dell'aria sulla parete e rappresentano condizioni costruttive frequenti per le irroratrici da frutteto.

La portata d'aria del ventilatore è risultata di 23.000 e 28.000 m<sup>3</sup>/h rispettivamente in I e II velocità del ventilatore.

La velocità dell'aria è stata misurata a quote intervallate di 50 cm a partire da 0,5 m fino a 4,0 m, usando una sonda anemometrica posta alla stessa distanza delle lamelle dal centro della

macchina, al regime di 500 giri/min della presa di potenza per entrambe le velocità del ventilatore. Nella fig. 2 sono riportate le velocità così misurate.

È stato analizzato solo il settore di sinistra della macchina; su un totale di 8 ugelli presenti su ogni lato sono stati chiusi quelli superiore e inferiore. Le prove sono state ripetute attivando i tre soli ugelli centrali diretti verso la parte mediana del banco.

Sono stati usati due ugelli idraulici a getto conico:

- Albuz ATR marrone ad una pressione di 8 bar;
- Arag a turbolenza con piastrine da 1,5 e convogliatore da 1,2 a 10 bar.

Per comodità, nel testo, i due allestimenti vengono identificati rispettivamente con i termini "basso volume" e "alto volume".

Mediante un analizzatore laser "Malvern System 2600" è stato esaminato lo spettro di distribuzione dei diametri delle gocce prodotte dai due ugelli. Il tipo per alto volume ha presentato un Diametro Volumetrico Mediano di 139  $\mu\text{m}$  mentre per quello a basso volume il VMD è risultato di 65  $\mu\text{m}$ . I valori che illustrano le frequenze dei diametri volumetrici delle gocce per ogni tipo di ugello evidenziano una diversa composizione della popolazione di particelle: nel caso del volume più basso oltre l'80% del volume è costituito da gocce di diametro inferiore ai 100  $\mu\text{m}$ , mentre nella situazione di volume alto questa percentuale non supera il 35% (fig. 3).

Le prove sono state effettuate con macchina ferma, posta con l'asse a 2 metri di distanza dal banco e con centro del ventilatore a 80.

Il tempo d'erogazione è variato da 8 secondi, impiegando gli ugelli a portata elevata, fino a 90 secondi irrorando con gli ugelli a bassa portata, in modo da conseguire sempre il massimo riempimento e ridurre l'errore di misura. Per ogni tesi sono state effettuate 4 ripetizioni.

La temperatura all'interno del locale si è mantenuta attorno ai 24° C e l'umidità relativa attorno al 65%.

Per l'analisi della variabilità fra le ripetizioni e per poter quindi valutare la ripetibilità delle misure nell'ambito della stessa tesi, è stato impiegato il Coefficiente di Variazione. Per lo studio della significatività è stata usata l'AN.O.VA. secondo uno schema fattoriale per ottenere l'interazione velocità dell'aria x quota di rilievo.

## Risultati

Alla luce dell'analisi statistica solo con le gocce più fini si è riscontrata una differenza fra le quantità di liquido intercettato globalmente dalla parete lamellare alle due velocità dell'aria. Nel confronto fra le quantità raccolte alle varie altezze con diverse intensità del flusso d'aria non si è rilevata alcuna interazione significativa.

Nella situazione di basso volume la quantità di liquido raccolto degrada molto linearmente dalle quote basse a quelle alte, ricalcando il profilo di distribuzione della velocità dell'aria. Impiegando ugelli per volumi più elevati, pressioni maggiori e gocce più pesanti risulta evidente la minore capacità della corrente d'aria di prevalere sull'erogazione del liquido e quindi di uniformarne il flusso, con il risultato di un profilo assai diverso (Fig. 5).

La recettività del banco, confrontata con tutti i 6 ugelli attivi, è risultata maggiore per l'alto volume (tab. 1). Impiegando solo i tre getti centrali, per eliminare gli effetti degli alti angoli d'incidenza e il debordamento dalla parete, si sono ottenuti valori nettamente più elevati, a conferma del fatto che, nella specifica situazione di prova, le maggiori perdite si sono verificate alle altezze superiori. Tuttavia, indipendentemente da ciò, il basso volume ha fornito percentuali di raccolta molto basse, certamente dovute all'evaporazione, non solo delle gocce (più fini), ma anche del liquido depositato fra le lamelle, esposto alla corrente d'aria per tempi elevati (90 secondi contro gli 8 dell'alto volume).

tesi	6 ugelli		3 ugelli	
	basso vol.	alto vol.	basso vol.	alto vol.
I velocità	51	56	72	87
II velocità	47	56	73	90

tab. 1) Percentuali di liquido raccolto rispetto a quello erogato nelle diverse tesi.

Supponendo che una notevole influenza sulle perdite fosse da imputare all'evaporazione delle gocce in volo e all'angolo d'incidenza, è stata eseguita una verifica per separare le varie cause: è stato calcolato per ogni quota un coefficiente d'incremento degli intervalli (e quindi della superficie di raccolta) in modo che fossero sottesi da uguali angoli di erogazione (fig. 4), rendendo così possibile confrontare le quantità di liquido raccolte alle varie quote (Porskamp et al., 1993). Lo scostamento dalla verticale, evidente nel basso volume, denota una minore efficienza di intercettazione crescente con la quota, che può essere causata solo dall'elevato angolo di incidenza e dalla maggiore evaporazione (fig. 6).

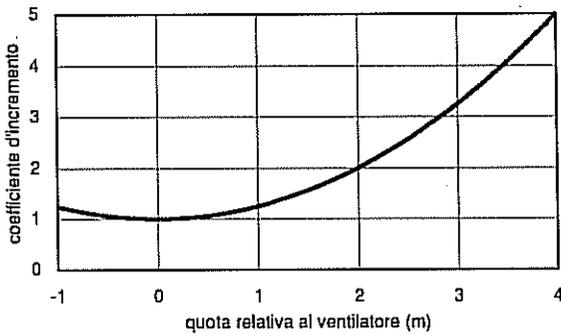


Fig. 4) Modalità di variazione del coefficiente di incremento dell'area della superficie di raccolta in funzione della quota di rilievo, rispetto all'asse del ventilatore, per uguali angoli di erogazione considerati.

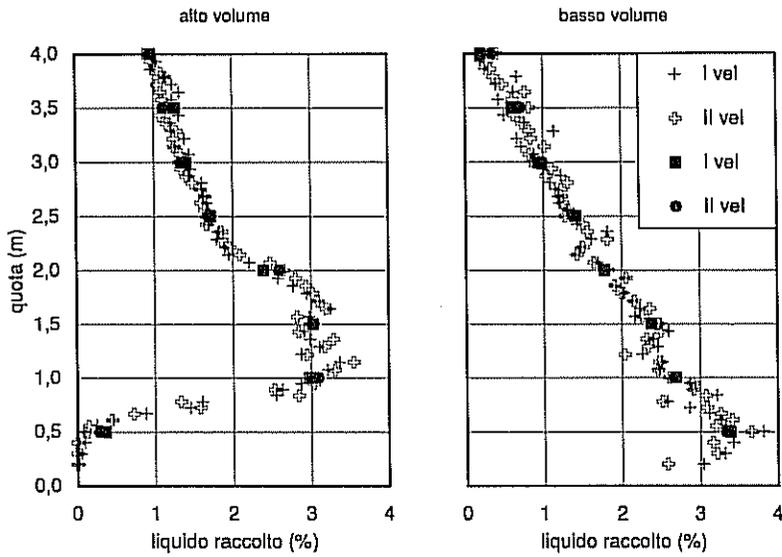


Fig. 5) Profilo di distribuzione in verticale rappresentato a tutte le quote consentite (◻ ; +) e mediando i dati a intervalli di 50 cm (■ ; ●) per le due velocità dell'aria

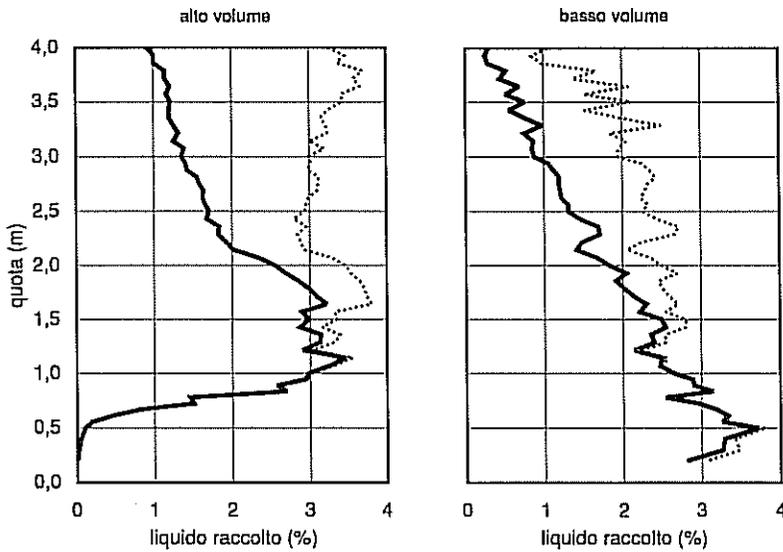


Fig. 6) Profilo di distribuzione in verticale come si ottiene nella realtà (—), e correggendo le superfici di raccolta secondo la legge di fig. 4 (.....). Media delle due velocità dell'aria.

Analizzando le misure effettuate ai minimi intervalli consentiti dal banco, in rapporto ai valori mediati ogni 50 cm, s'evidenzia come, in linea di massima, l'andamento della deposizione sia chiaramente definito anche con le misure più distanziate. Tuttavia é da notare che alcune irregolarità che si riscontrano intorno alla quota di 3,5 m, soprattutto con il basso volume, non sarebbero state rilevabili esaminando le medie su intervalli di 50 cm.

La variabilità della quantità di liquido totale raccolto, calcolata all'interno delle quattro ripetizioni di ogni tesi, é risultata piuttosto bassa, con valori del C.V. attorno al 4 % nell'alto volume, mentre con l'impiego degli ugelli con minor portata il valore é risultato simile nella I velocità, mentre ha raggiunto il 9,2 % con la velocità più alta.

## Conclusioni

Dalla serie di prove effettuate sono emerse alcune conclusioni.

La velocità dell'aria può influenzare la capacità di intercettazione utilizzando ugelli a differente grado di frantumazione.

La capacità d'intercettazione del banco, specie se irrorato per tempi lunghi e con gocce di piccolo diametro, non si rivela ottimale, anche in condizioni ideali di centratura del getto sulla parete, e le percentuali raccolte sono lontane da quelle suggerite dalla bibliografia (80-90%). Si pensa che le principali cause di ciò siano la trasparenza della parete alle gocce fini, le condizioni ambientali del locale di prova (Kümmel, 1993), e l'elevato tempo di esposizione alla corrente d'aria delle gronde di raccolta (mediamente 10 volte superiore nel basso volume). Quest'ultimo fattore appare particolarmente importante se si considera che il liquido non viene convogliato in continuo durante il test, ma rimane esposto alla corrente d'aria per tutta la sua durata.

Cambiando serie di ugelli per ottenere calibri di gocce differenti, mantenendone però l'uniformità di disposizione e di orientamento sulle semibarre, non si ottengono necessariamente profili uguali sul banco. Pertanto l'indicazione di un risultato di prova per le irroratrici ad aeroconvezione a geometria tradizionale non può, con questo metodo, essere limitato ad un solo allestimento di spruzzatori.

L'elevata suddivisione degli intervalli di rilievo consente un'analisi della distribuzione del prodotto molto precisa, il che si dimostra utile soprattutto nel caso d'impiego del sistema in prove sperimentali, ma anche i dati mediati ogni 50 cm rispecchiano ottimamente l'andamento generale della distribuzione del prodotto e possono essere impiegati per verifiche del funzionamento di macchine già in attività.

La variabilità tra le ripetizioni, ossia la ripetibilità delle prove, si é mostrata generalmente accettabile, specialmente nell'alto volume, nonostante che in questa condizione i tempi d'esposizione, necessariamente più brevi, portino in teoria a maggiori possibilità di errore.

**Lavori citati**

GÖHLICH H., KÜMMEL K. (1993) *Verteilungsprüfung*, Landtechnik, 7, 1993

KÜMMEL K., GÖHLICH H., WESTPHAL O. (1991) *Development of practice-oriented control test methods for orchard spray machines by means of a vertical test stand*, B.C.P.C., Mono No. 46, Air-assisted spraying in crop protection, 1991

LIND K. (1988) *Neue Sprühgeräte-Prüfstation aus der Steiermark*, Obstbau, 8/88

PORSKAMP H.A.J., HUIJSMANS J.F.M., VAN ZIUDAM R.P. (1993) *Measuring system for the spray output distribution of orchard sprayers*, B.C.P.C., International Symp. on Pest. Appl. Techn., Strasbourg.

Prove effettuate con il contributo dell'ERSO e dei Fondi MURST 40%.