

TRATTAMENTI SUL MELO A BASSO VOLUME CON IRRORATRICE PNEUMATICA A
DISTRIBUZIONE MIRATA E CON CARICA ELETTROSTATICA (*)

CESARE DE ZANCHE, DARIO FRISO (**)
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali
Sezione Meccanizzazione e Impiantistica
Università degli studi di Padova

RIASSUNTO

E' stata svolta una sperimentazione di campo che ha visto operare un'irroratrice a basso volume con polverizzazione pneumatica, carica elettrostatica e getto mirato (A) nella difesa fitosanitaria di un meleto. Sono stati fatti dei controlli sulla qualità della distribuzione con particolare riferimento alla deriva ed al gocciolamento a terra, ponendo la macchina a confronto sia con un'irroratrice a polverizzazione mista (B), perchè caratterizzata dal ventilatore centrifugo, sia con una di tipo ad aeroconvezione (C) (atomizzatore). Ciò è stato fatto elaborando i dati di campo, rilevati mediante carte idrosensibili, con il metodo dell'analisi d'immagine, seguita da un'ulteriore elaborazione al calcolatore che ha portato alla definizione di schemi trasversali ai filari nei quali vengono rappresentati i piani quotati della superficie coperta in percentuale dalle gocce emesse dalle varie attrezzature. Le verifiche si sono poi estese agli aspetti fitosanitari, con il controllo della coltura in corrispondenza ai vari trattamenti, che hanno visto però il confronto soltanto tra le irroratrici A e B. I risultati emersi sul piano della dinamica della distribuzione sono nettamente a favore della macchina A. Sul piano fitosanitario, quest'ultima è poi risultata con effetti analoghi a quella tradizionale, anzi contro l'afide e la ticchiolatura l'efficacia si è dimostrata significativamente superiore.

SUMMARY

VERY LOW VOLUME APPLICATIONS ON APPLE-ORCHARD BY AIR-CARRIER SPRAYER WITH
FOUR ELECTROSTATIC TWIN-FLUID NOZZLES

A field testing by using an air-carrier sprayer with four electrostatic twin fluid nozzles was carried-out. This machine was adjusted to distribute very low volume on an apple-orchard. A verify on distribution quality, with particular reference to drift and losses on soil, was done. For a complete comparison, an air-carrier sprayer with hydraulic nozzles and axial fan, and an air-carrier sprayer with hydraulic nozzles and centrifugal fan, were tested too. Both machines worked with high volume. The trials were conducted by using water-sensitive-collectors and the data (covered surface, number of droplets and VMD) were obtained by using an image analyzer. Subsequently, a covered surface contour map on a vertical plane, crosswise to the tree rows, was made for each sprayer. These "liquid" contour map allowed to observe the drift and the losses of liquid on the soil is lower when the V.L.V. air-carrier sprayer with four electrostatic twin fluid nozzles is used. A plant diseases verify was also made and it confirms a good behaviour of this equipment.

INTRODUZIONE

La necessità di ridurre i fenomeni di deriva e gocciolamento nella fase di distribuzione di prodotti fitosanitari, in questo caso alle colture frutticole, deve coinvolgere, oltre che aspetti di tipo funzionale delle irroratrici quali ad esempio l'impiego di volumi variamente ridotti in rapporto alle caratteristiche della coltura, del parassita, del tipo di fitofarmaco e delle modalità di frantumazione e di distribuzione delle gocce, anche aspetti di tipo geometrico-costruttivo al fine di uniformare le distanze dei punti di erogazione delle macchine alla coltura.

Sono state pertanto condotte alcune prove allo scopo di individuare un eventuale contributo di una migliorata posizione geometrica degli erogatori di una irroratrice caratterizzata dalla polverizzazione pneumatica con carica elettrostatica, in grado di offrire quindi già da un punto di vista funzionale l'opportunità di contenere deriva e gocciolamenti per effetto del notevole abbassamento del volume da essa consentito mantenendo ampi margini di sicurezza nell'efficacia dei trattamenti (Cesari et al., 1986, 1990).

MATERIALI E METODI

Si è operato nel corso del 1990 presso l'azienda I. Masotto di Zevio (VR) sul melo - cultivar Golden Delicious (selez. B) su portainnesto E.M.9 -, allevata a spindelbush, con sesto di impianto di 4,10x1,40 m, con file orientate Nord-Sud. Le piante avevano un'età media di 5 anni e un'altezza massima di 3,5-4,0 m a seconda dell'epoca vegetativa.

L'appezzamento utilizzato durante le prove era suddiviso in due parcelle di 9.500 e di 6.300 m², trattate rispettivamente con le macchine A e B.

La prima (A) era un'irroratrice trainata della KWH- Martignani che presenta uno sdoppiamento del sistema di erogazione con la localizzazione di due gruppi di distribuzione, uno in posizione bassa secondo la concezione tradizionale, e l'altro in posizione elevata (fig. 1). I due diffusori del gruppo inferiore si caratterizzano per essere ad un'altezza fissa (45 cm dal suolo) e per essere orientabili sul piano verticale trasversale mentre quelli superiori oltre a quest'ultima possibilità presentano quelle di essere regolabili in altezza (260 cm da terra nelle prove) e orientabili sul piano orizzontale (40° verso l'indietro nelle prove).

Essendo l'irroratrice a polverizzazione pneumatica, il ventilatore, sistemato in posizione centrale dietro il serbatoio, è di tipo centrifugo con portata nominale totale di 25.000 m³/h. Tale cospicuo valore, peraltro necessario dato lo sdoppiamento dei diffusori, è il risultato di un regime di rotazione della girante di 314 rad/s (3000 giri/min) ottenuto con la p.d.p. a 56 rad/s (540 giri/min) e di una girante a doppia aspirazione e quindi anche a doppia palettatura. Il flusso così creato viene quindi ripartito, con possibilità di regolazione, in una corrente verticale per l'alimentazione del gruppo superiore ed in una orizzontale per quello inferiore; a loro volta i due flussi vengono deviati sui singoli diffusori.

La pompa del liquido, di tipo centrifugo a bassa pressione, invia la miscela a quattro dosatori (uno per ogni diffusore), dotati di una scala graduata su cui viene posizionato l'ago indicatore, che permettono di variare in modo molto preciso, e questa è un'ulteriore caratteristica positiva della macchina, l'erogazione complessiva del liquido da 150 a 4800 dm³/h. Inoltre per ogni coppia di diffusori è presente un dispositivo per la carica elettrostatica delle gocce.

Completano l'insieme due serbatoi in vetroresina, ciascuno dei quali

ha una capacità di 250 dm³ e un proprio boccaporto di riempimento.

La macchina ha operato con un volume nominale di 150 dm³/ha, con una pressione di 1,6 bar e avanzando ad una velocità di 6,3 Km/h.

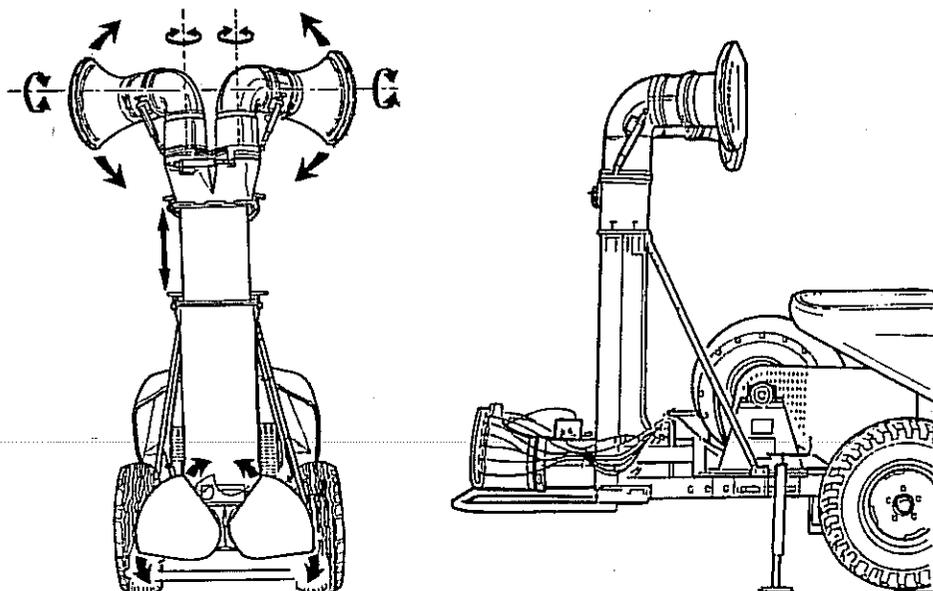


Figura 1: l'irroratrice A a polverizzazione pneumatica con getto mirato e carica elettrostatica operante a basso volume. Nello schema di sinistra sono indicate, con frecce, le possibili regolazioni dei quattro diffusori

La seconda operatrice (B), in dotazione all'azienda, era un'irroratrice a polverizzazione mista di tipo semovente con serbatoio in vetroresina da 2.000 dm³, con due ventilatori centrifughi - uno per ciascun lato - di portata d'aria totale pari a 30.000 m³/h e con 7 ugelli aperti sul lato destro e 8 ugelli sul lato sinistro, tutti a getti conici con pastiglie di diametro di 1,5 mm escluse le due inferiori il cui diametro era di 1,2 mm.

La macchina operava con un volume di 1.500 dm³/ha, con una pressione di esercizio di 18 bar, avanzando ad una velocità di 5,8 km/h.

I controlli sull'effetto dei trattamenti eseguiti con le due macchine sono stati fatti sulle infestazioni di afide cenerognolo (*Dysaphis plantaginea*) e di ricamatrice della frutta (*Eulia pulchellana*) nonché sulle infezioni secondarie di ticchiolatura (*Venturia inaequalis*).

Il trattamento contro l'afide cenerognolo è stato fatto l'11 maggio in presenza di un'attacco già superiore alla soglia di tolleranza postfiorente pari al 2% di germogli infestati, impiegando un prodotto a base di Ethiofencarb al 38,5%, nella dose di 2,15 Kg/ha e irrorando 165 dm³/ha di miscela con la macchina A, e 1500 dm³/ha con l'operatrice B.

Contro le larve di Eulia, oltre ad un primo trattamento operato il 5 maggio (non valutabile data l'esiguità della presenza di larve) si è eseguito un altro intervento specifico contro la seconda generazione il 30 giugno e contro la terza il 20 agosto, impiegando, in ambedue i casi, un prodotto a base di Clorpyrifos metil 22,1%. Contro la seconda generazione, si è impiegata una dose di 2,25 dm³/ha irrorando 160 dm³/ha con la macchina A e 1500 con la B, mentre il 20 agosto una dose di 3,0 dm³/ha sia con l'operatrice a basso volume che con la macchina a volumi normali.

Dopo quest'ultimo trattamento è stata fatta anche la determinazione delle quantità di Clorpyrifos metil presenti sui frutti a 15 ore dal trattamento.

Sulla ticchiolatura sono stati eseguiti solo dei rilievi sulle infezioni secondarie estive poiché l'operatrice A si è resa disponibile solo dal mese di maggio dopo che si erano già verificate le principali infezioni primarie primaverili. Tali rilievi sono seguiti ai trattamenti del 19, 23 e 29 maggio; questi ultimi si sono resi indispensabili in occasione delle piogge infettive verificatesi nel periodo dal 17 al 29 maggio. Il 19 ed il 29 maggio si è impiegato Captano all'80% alla dose di 2,25 Kg/ha irrorando 160 dm³/ha e 1500 dm³/ha con la macchina aziendale. Il 23 maggio, invece, si è usato Dithianon al 75% alla dose di 1,12 Kg/ha con ambedue le macchine.

Il controllo poi della ticchiolatura è stato fatto il 20 giugno rilevando la presenza di macchie fresche nelle ultime 5 foglie apicali dei germogli.

Per quel che riguarda gli aspetti relativi alla dinamica della distribuzione sono stati eseguiti, alla fine di luglio, dei rilievi sulla dispersione delle goccioline, in questo caso di sola acqua, a terra e nell'aria disponendo una serie di carte idrosensibili secondo lo schema di figura 2.

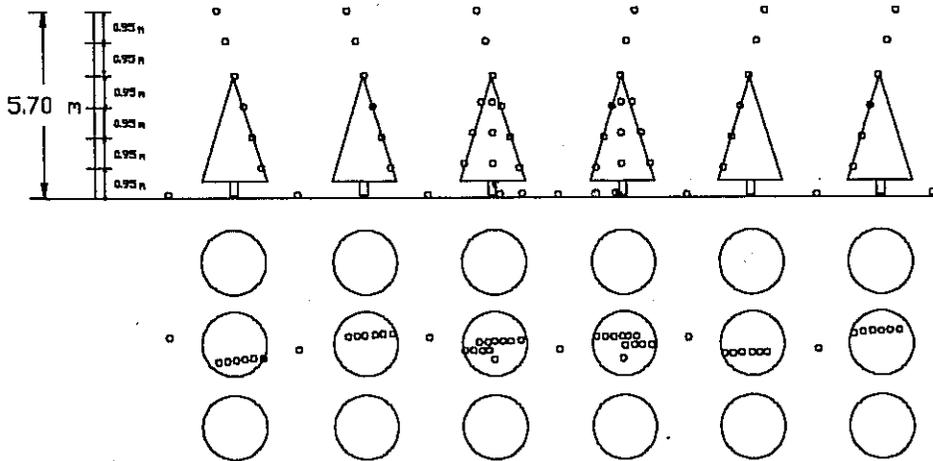


Figura 2: Prospetto (in alto) della distribuzione spaziale delle carte idrosensibili utilizzate per rilevare la distribuzione delle gocce. Le stesse carte sono visibili in pianta anche nello schema in basso, dove si evidenzia in particolare la dislocazione sfalsata per evitare la mutua interferenza nella captazione delle gocce.

Le caratteristiche della distribuzione, in termini di numero di gocce per unità di superficie, di diametro delle stesse e di superficie coperta, sono state successivamente elaborate, a partire dai captatori idrosensibili, utilizzando un analizzatore di immagine - Zeiss mod. IBAS - costituito da uno stereomicroscopio, da una telecamera e da un calcolatore corredato da opportuno software.

Per avere una comparazione ancora più completa, oltre a confrontare

Le due diverse macchine precedentemente descritte si è voluto testare, ovviamente solo dal punto di vista della dinamica della distribuzione, un atomizzatore tradizionale (C) caratterizzato dalla polverizzazione meccanica con ugelli a turbolenza per un volume distribuito di 1500 dm³/ha e dal trasporto delle gocce mediante flusso di aria generata, tipicamente, da un ventilatore assiale, in questo caso della portata di 40.000 m³/h.

RISULTATI

Aspetti fitopatologici

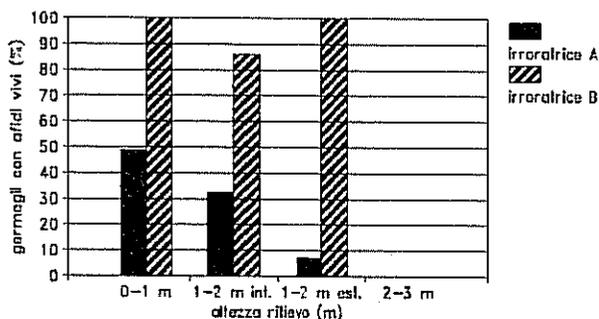


Figura 3: percentuale di germogli che presentavano afidi vivi dopo 4 giorni dal trattamento

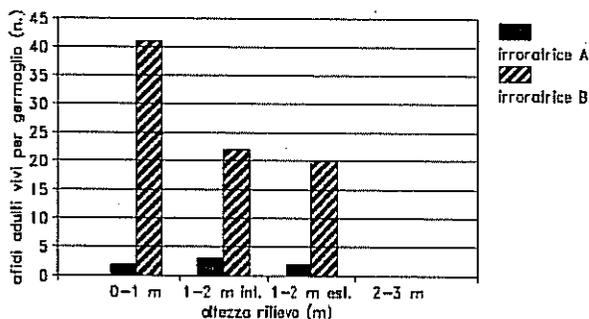


Figura 4: numero medio di afidi vivi per germoglio, riscontrati dopo 4 giorni dal trattamento e rilevati sulle ultime 3 foglie di 100 germogli infestati

Come appare negli istogrammi delle figure 3 e 4, l'efficacia del trattamento contro le colonie di afide cenerognolo si presenta significativamente superiore nell'impiego della macchina A, che è caratterizzata dal basso volume, dal getto mirato e dalla polverizzazione pneumatica oltre che dalla carica elettrostatica.

Questo risultato si presenta poi ulteriormente esaltato nella parte esterna della chioma.

Per quanto riguarda la lotta contro le larve di Eulia, i risultati, riportati nelle figure 5 e 6 relative al controllo rispettivamente della 2a e della 3a generazione, dimostrano che le differenze di efficacia dei trattamenti eseguiti dalle due macchine

non sono significative e in ambedue i casi le poche larve ritrovate vive al controllo erano quelle inserite tra due foglie. I risultati delle analisi sui residui presenti nei frutti a 15 ore dal trattamento con Clorpyrifos metil hanno dato pure differenze non significative, per cui la maggior concentrazione della miscela irrorata con la macchina A non pone ulteriori problemi di residui chimici.

Il controllo sugli effetti dei trattamenti contro la ticchiolatura ha infine evidenziato (fig. 7), per la macchina pneumatica A a basso volume, un'efficacia maggiore rispetto all'operatrice più tradizionale B, fatta

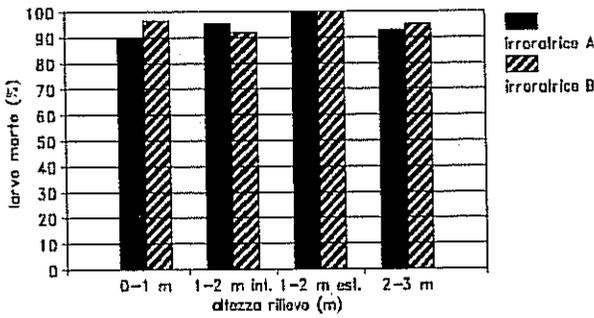


Figura 5: controllo della larva di Eulia di seconda generazione dopo 2 giorni dal trattamento del 30 giugno

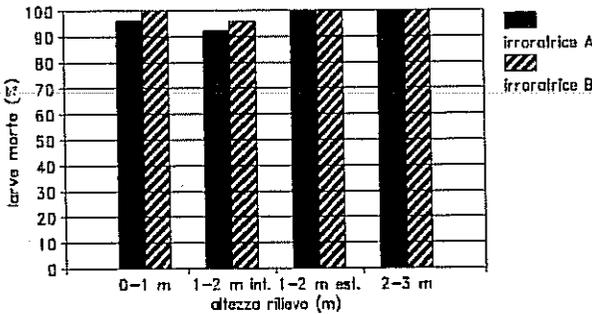


Figura 6: controllo delle larve di Eulia di terza generazione dopo 2 giorni dal trattamento del 20 agosto

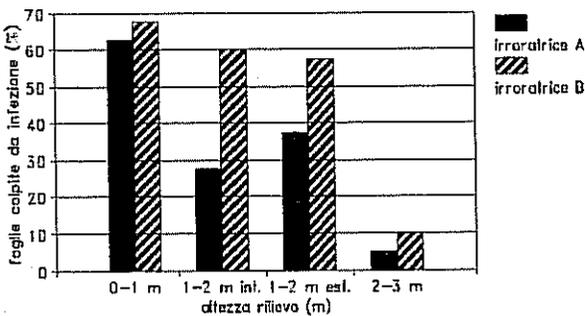


Figura 7: controllo sulle macchie di ticchiolatura presenti sulle foglie al 20 giugno (campione di 200 foglie per ogni rilievo)

esclusione per la parte bassa della chioma dove le differenze non sono significative. Aspetti dinamici della distribuzione.

L'elaborazione computerizzata dei dati rilevati dalle carte idrosensibili, con particolare riguardo alla copertura in percentuale, ha portato alla definizione di schemi delle sezioni trasversali ai filari del tutto analoghe a quella riportata in figura 2, sui quali risultano inoltre visibili le curve di isocopertura, intese come luoghi del piano verticale-trasversale ai filari dove si hanno uguali valori della copertura stessa. In altri termini, preso un punto qualsiasi dello schema, la curva di isocopertura che passa sopra di esso fornisce il valore della percentuale di superficie coperta di una foglia o di un qualsiasi altro oggetto di configurazione piana che sia presente fisicamente in quel punto o che comunque ivi venga idealmente posto. Deriva e perdite a terra per l'irroratrice A

Il primo schema, riportato nella figura 8, riguarda

l'irroratrice A operante con sola acqua a $150 \text{ dm}^3/\text{ha}$ e in condizioni climatiche caratterizzate da una temperatura di 26°C , una umidità del 79% e una brezza di $0,5 \text{ m/s}$ in direzione nord-est (misurata a 2 m di altezza in campo libero), quindi inclinata di 40° rispetto l'orientamento sud-nord dei filari.

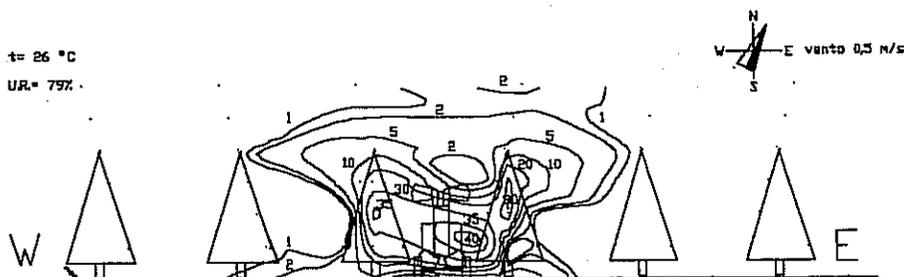


Figura 8 curve di isocopertura (piano quotato), ottenute al calcolatore partendo dai rilievi effettuati con l'ausilio di carte idrosensibili e riferite all'irroratrice pneumatica A operante a $150 \text{ dm}^3/\text{ha}$. I numeri che affiancano le curve rappresentano i valori percentuali della copertura.

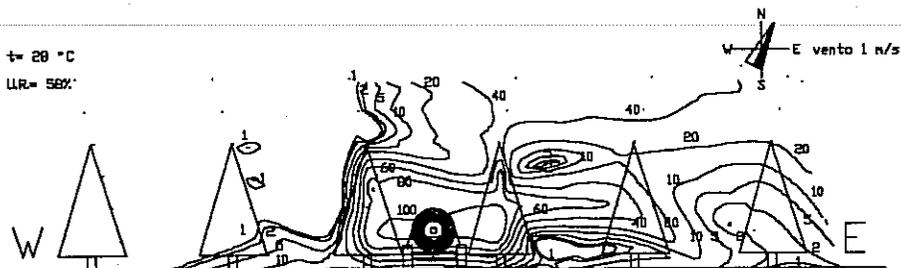


Figura 9 schema del piano quotato della copertura percentuale riferito alla distribuzione ottenuta con l'atomizzatore tradizionale C a $1000 \text{ dm}^3/\text{ha}$.

Il grafico mostra il complesso delle curve sostanzialmente simmetrico rispetto l'interfilare di passaggio della macchina, peraltro con una leggerissima deviazione verso est (la destra della figura) alle quote più alte, dovuta alla contenuta componente trasversale della brezza. La curva limite dell'1% di copertura si presenta in entrambi i lati in posizione tale da non coinvolgere i filari contigui e con una forma a clessidra, dove l'espansione nella parte più bassa coincide con la mancanza di vegetazione al di sotto del mezzo metro di altezza, mentre verso l'alto, a partire dai due metri, trova giustificazione con il diradamento delle foglie della coltura. All'altezza massima dei rilievi effettuati, circa sei metri, si nota la presenza di una copertura che supera di poco l'1%, a testimonianza della validità dello sdoppiamento dei punti di erogazione che la macchina A presenta ai fini di un contenimento dei fenomeni di deriva. Per quanto concerne il gocciolamento a terra, inteso sia come gocce trasportate direttamente a terra dall'aria emessa dalla macchina che come risultato della lisciviazione di liquido dalle foglie, anche se quest'ultimo contributo appare molto limitato proprio grazie alla notevole

riduzione del volume distribuito da questa attrezzatura, il grafico evidenzia valori che non superano il 2% di copertura sia nell'interfilare sede del passaggio che in quelli contigui.

Deriva e perdite a terra per l'irroratrice C

Il grafico della figura 9 è invece relativo alla distribuzione ottenuta con l'irroratrice ad aeroconvezione C (atomizzatore) a 1500 dm³/ha, operante ad una temperatura media dell'aria di 28 °C, un'umidità del 58% ed un vento di 1 m/s verso nord-est con un azimut di 30°.

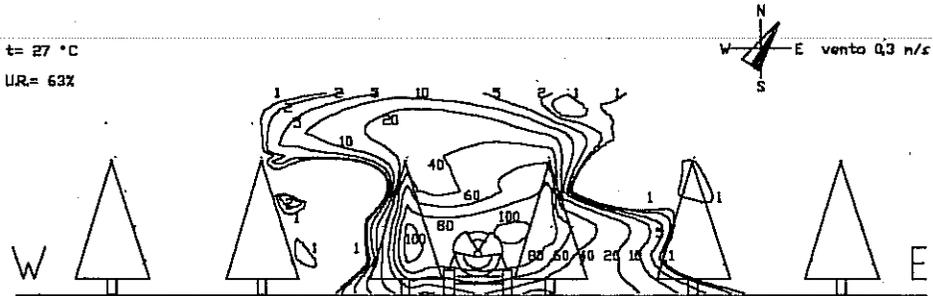


Figura 10 distribuzione delle gocce, visualizzata con le curve di isocopertura, relativa all'irroratrice senovente, polverizzazione nista B operante a 1500 dm³/ha.

Appare evidente come la distribuzione non mirata, caratteristica di questa tipologia di macchine, comporti una notevole dispersione che nel caso specifico si concretizza con coperture, a sei metri di altezza, che superano il 40%. La nube, anche se il termine è improprio, si presenta poi pesantemente spostata verso destra, più di quanto possa far pensare la maggiore ventosità verificatasi in campo durante questi rilievi. Verosimilmente il lancio delle gocce verso le maggiori altezze, a causa dell'impossibilità di orientare i flussi d'aria, oltre a mancare il bersaglio, raggiunge quote di più di qualche metro al di sopra dei filari dove il vento è più elevato del valore misurato a due metri: ciò in forza del tipico andamento della velocità dell'aria all'interno dello strato limite.

Con riguardo al gocciolamento a terra si possono riscontrare coperture comprese tra il 5 ed il 10% sia nell'interfilare trattato che in quelli contigui in ambedue i lati, mentre supera il 10% in quello successivo a destra e si attesta quasi al 2% nell'ultimo interfilare rappresentato nello schema sempre a destra. Questo fatto può trovare spiegazione, oltre che nel fenomeno di ricaduta (fall-out) dovuto al vento diretto verso il lato destro, in buona parte anche nella dissimetria distributiva che caratterizza gli atomizzatori appunto perché dotati di ventilatore assiale

dal quale l'aria esce con moto elicoidale e al quale si deve sovrapporre la deviazione della componente assiale del moto stesso imposta dal tegolo fisso.

In linea generale, vi è però da considerare che le coperture percentuali misurate ed elaborate per quest'ultima macchina operante a $1500 \text{ dm}^3/\text{ha}$ sono il risultato dell'impatto di gocce nelle quali il principio attivo risulta diluito dieci volte di più rispetto all'irroratrice operante a $150 \text{ dm}^3/\text{ha}$. Per rendere allora comparabili i dati e i grafici delle due diverse attrezzature, da un punto di vista della pericolosità non tanto delle gocce quanto delle coperture percentuali poiché il confronto avviene mediante queste ultime, occorre risalire alla copertura equivalente della macchina ad alto volume in termini di pericolosità del residuo.

Per far questo non è corretto ridurre semplicemente di dieci volte la percentuale della copertura partendo dal fatto che la diluizione delle gocce è decuplicata rispetto a quelle dell'attrezzatura a basso volume (va ricordato che la dose di principio adottata nelle prove era la stessa). Ciò sarebbe vero se le gocce presentassero nei due casi le stesse dimensioni cioè il medesimo diametro medio volumetrico (DMV); in realtà il basso volume si caratterizza anche per una riduzione delle dimensioni talché, considerando che a parità di liquido questo si traduce in un aumento della superficie coperta, il coefficiente di riduzione della copertura dei $1500 \text{ dm}^3/\text{ha}$ per la comparazione con i 150 risulta pari $6,4$ se si considerano i due DMV rispettivamente di 203 e di $117 \mu\text{m}$, valori ottenuti dall'elaborazione dell'analizzatore d'immagine.

Pertanto il 40% rilevato nella parte alta si deve ridurre a circa il 6% , mentre il 10% ritrovato a terra diventa poco meno del 2 . Nel primo caso si dimostra cioè ampiamente che il getto mirato e presumibilmente la carica elettrostatica - i quali hanno fornito una copertura dell' 1% -, contengono la deriva di quasi sei volte sempre con riferimento alla quantità di principio attivo. Nel secondo caso, se è vero che l'irroratrice A ha perso a terra nell'interfilare trattato e nei due contigui quantità di p.a. analoghi all'atomizzatore C, è anche vero che nel secondo e nel terzo interfilare di destra, dove è avvenuta una parte della ricaduta della deriva per quest'ultima attrezzatura, peraltro anche strutturalmente disimmetrica nella distribuzione, la macchina a getto mirato presenta un'assenza totale di copertura e quindi di p.a.

Deriva e gocciolamento per l'irroratrice B

Lo schema della figura 10 presenta infine l'andamento delle curve di isocopertura ottenute nell'impiego dell'irroratrice a polverizzazione mista B a $1500 \text{ dm}^3/\text{ha}$ in condizioni climatiche caratterizzate da una temperatura di 27°C , un'umidità del 63% e un brezza di $0,3 \text{ m/s}$ verso nord-est con azimut di 45° .

Le curve appaiono tutto sommato simmetriche, con quella limite dell' 1% che sfiora appena i secondi filari, quindi con estensione laterale abbastanza contenuta. Anche verso l'alto il liquido irrorato si presenta non eccessivo se confrontato con quello della macchina precedente: non supera infatti il 10% a 6 m , corrispondente al $1,5\%$ se si considera in questo caso un coefficiente di riduzione di $6,8$ dato che con questa macchina la popolazione di gocce è risultata rappresentata da un DMV di $196 \mu\text{m}$. Di qui un 50% in più di p.a. riscontrato in termini di deriva verso l'alto rispetto all'irroratrice A, mentre si presenta comunque migliore, con un fattore di contenimento di 4 , se comparata con l'atomizzatore. Tale comportamento, ampiamente positivo nei confronti dell'atomizzatore C anche se non raggiunge quello della macchina A, può trovare giustificazione in una migliore orientazione dei due distributori

che essa offre, dato che vengono alimentati indipendentemente da due distinti ventilatori centrifughi.

Più preoccupante si delinea invece la perdita a terra con coperture che sfiorano il 40% nell'interfilare di passaggio e che ridotte ai fini della comparazione del p.a., risultano quasi il 6%, ovvero 3 volte superiori sia rispetto l'irroratrice A che la C.

CONCLUSIONI

Con riferimento alla dinamica della distribuzione, il confronto sul piano dei residui fra le tre irroratrici, ha visto prevalere nettamente la macchina con il getto mirato, il basso volume e la carica elettrostatica (A). La deriva verso l'alto è infatti risultata inferiore del 35 e dell'85% rispettivamente nella comparazione con l'attrezzatura a polverizzazione mista (B) e con quella ad aeroconvezione (C). Le perdite a terra sul filare di passaggio si sono poi attestate su valori più bassi di quasi il 70% rispetto alla B e analoghi con riguardo alla C, con la quale però si sono avuti consistenti quantitativi nei filari contigui di destra; ciò come risultato combinato dell'impossibilità di una corretta orientazione dei flussi di aria e di gocce verso la coltura, di una dissimetria della distribuzione di questo tipo di macchina che spinge l'aria in un moto elicoidale, quindi deviato nel senso dell'elica (in questo caso destrorso) e di una ventosità, peraltro abbastanza contenuta. Anche per le altre due macchine il vento è risultato di piccola entità, tuttavia, se da un lato ciò ha consentito di fare con soddisfacente approssimazione il confronto fra le attrezzature, dall'altro consente di sottolineare che già valori inferiori a 1 m/s sono causa di non trascurabili fenomeni di deriva se non si passa all'adozione di nuovi criteri costruttivi delle macchine come ad esempio quelli che caratterizzano l'irroratrice A. Questa è anche risultata, a conclusione di una quasi intera campagna fitosanitaria su un meleto, capace di una maggior efficacia rispetto alla macchina B nella lotta anticrittogamica e in quella aficida, mentre ha comunque assicurato gli stessi effetti nei trattamenti insetticidi.

BIBLIOGRAFIA

- CESARI A., DAVI' R., CASTAGNOLI F., FLORI P. (1986) Applicazioni fitoiatriche a basso volume con sistemi di distribuzione di tipo elettrostatico. Atti Giornate Fitopatologiche, 2, 525-534.
CESARI A., FALCHIERI D., SCANNAVINI M., ALVISI G. (1990) Efficacia biologica ed aspetti residuali di applicazioni a basso volume e dosi ridotte di fungicidi. Atti Giornate Fitopatologiche, 3, 371-380.

(*) Ricerca condotta nell'ambito di un progetto E.S.A.V.

(**) L'Ing. Friso ha impostato la metodologia, ha svolto i rilievi di campo, ha elaborato i dati per quanto riguarda la dinamica della distribuzione e la meccanica delle macchine ed ha curato la stesura del testo

Il Prof. De Zanche è stato il coordinatore della ricerca.