

LE GUIDE de L'INFORMATORE AGRARIO

**USO SOSTENIBILE
PRODOTTI FITOSANITARI -
GESTIONE DELLE IRRORATRICI**

EVOLUZIONE DELLE IRRORATRICI



L'attenzione dell'opinione pubblica verso l'inquinamento dovuto alle attività agricole – in particolare alla distribuzione di prodotti fitosanitari – ha raggiunto livelli veramente elevati, ultimamente anche a seguito del recepimento della nuova regolamentazione europea (direttive 2009/127/Ce e 2009/128/Ce) che ha introdotto novità importanti nell'ambito della produzione delle nuove attrezzature per l'irrigazione e dell'impiego di quelle esistenti.

Con tale nuovo approccio alla difesa fitosanitaria, la parola chiave è diventata «soste-

nibilità»: se prima il principale parametro di valutazione era la sola efficacia del trattamento nei confronti dell'avversità della coltura, ora diventa imprescindibile l'adozione di tutti i possibili metodi per la riduzione dell'inquinamento.

Le preoccupazioni appaiono assolutamente giustificate se si considera che, secondo l'Istituto superiore della sanità (Istitan) nel 2011, il consumo annuo di prodotti fitosanitari in Italia ammonta a circa 140.000 tonnellate, che comprendono circa 350 diverse sostanze; di

queste, circa i due terzi sono fungicidi (circa 87.000 tonnellate), il rimanente è diviso tra erbicidi (circa 15.000), insetticidi e acaricidi (circa 18.000) e sostanze diverse (circa 20.000).

Si tratta di cifre davvero elevate, tali che quantità rilevanti di sostanze pericolose possono essere disperse nell'ambiente se la distribuzione non viene effettuata correttamente.

Diventa allora fondamentale disporre di attrezzature per la distribuzione in grado di ottimizzare il deposito nella vegetazione e nel contempo ridurre il più possibile le dispersioni di prodotti fitosanitari nell'ambiente.

RIDUZIONE DELLA DERIVA

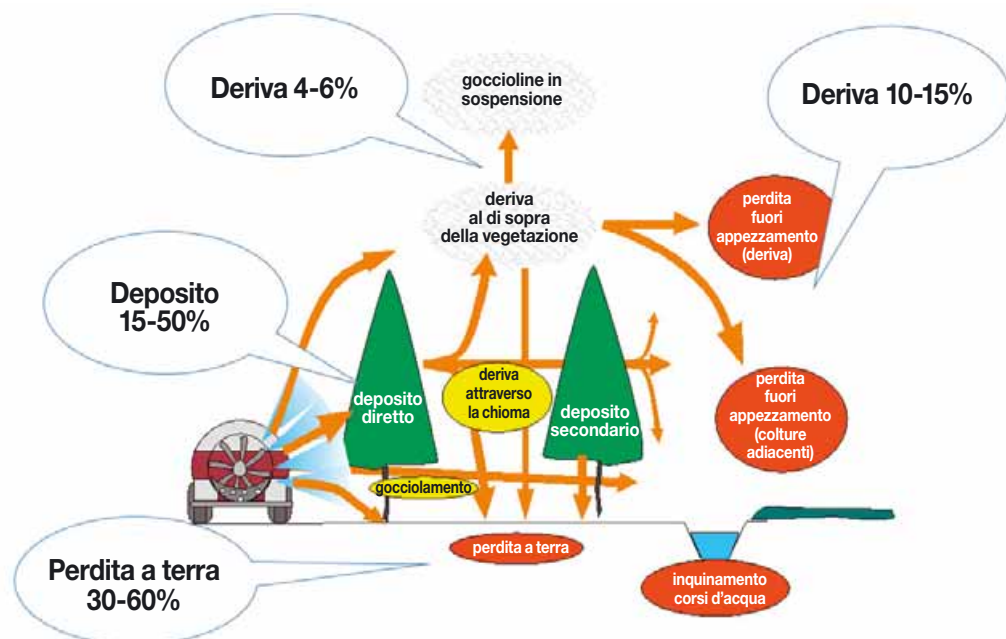
Difendere le colture in maniera efficace riducendo nel contempo l'impatto ambientale è la sfida che gli agricoltori sono chiamati ad

affrontare, applicando i fitofarmaci in maniera il più possibile indirizzata verso il bersaglio da trattare e minimizzando le dispersioni nell'ambiente (deriva); è importante allora comprendere quali sono i meccanismi che governano la formazione della deriva, per capire dove e come agire per contrastarla, a seconda del tipo di irrorazione.

Nei trattamenti su colture erbacee effettuati con irroratrici a barra, per effetto della velocità di avanzamento le gocce rilasciate dagli ugelli formano una scia che tende a galleggiare in aria per un certo periodo, variabile a seconda delle condizioni; tale scia forma la cosiddetta «deriva potenziale», che diventa effettiva nel momento in cui la componente trasversale del vento ne determina la traslazione oltre la fascia trattata.

Nel caso dell'irrorazione di frutteti e vigneti, invece, si ha una distribuzione «dal basso» in cui parte dello spray, trasportato dalla corren-

FIGURA 1 - Dispersione nell'ambiente della miscela fitosanitaria rispetto alla qualità distribuita



Nei normali trattamenti fitosanitari delle colture arboree le perdite di prodotto superano largamente la metà di quanto viene distribuito.

te d'aria generata dall'irroratrice, oltrepassa la coltura e viene dispersa nell'ambiente.

Sotto l'aspetto dell'efficienza dei trattamenti, la situazione attuale è decisamente sconsigliata, soprattutto nel caso dell'irrorazione dei fruttiferi e della vite: la quota di miscela erogata dagli atomizzatori tradizionali che viene effettivamente utilizzata dalla coltura raramente supera il 50%, mentre non è infrequente assistere a dispersioni nell'ambiente che superano l'80%, finendo per danneggiare colture sensibili e contaminare l'ambiente circostante, a distanze anche molto elevate rispetto al punto di erogazione (*figura 1*).

REQUISITI DELLE IRRORATRICI PER RIDURRE LA DERIVA

Alla luce di tali premesse, si comprende la necessità di disporre di macchine che consentano di intervenire sui due elementi principalmente coinvolti nella genesi della deriva: la formazione delle gocce (polverizzazione) e il loro trasporto sul bersaglio. Tali requisiti differiscono a seconda delle tipologie di irroratrici considerate.

Classificazione delle irroratrici

Per una classificazione delle irroratrici si può fare riferimento alla **modalità di formazione delle gocce (polverizzazione)**, che può avvenire per pressione idraulica o per azione di un getto d'aria ad alta velocità, e **al tipo di trasporto delle stesse sulla vegetazione**, che può essere affidato alla sola energia cinetica impressa alle gocce oppure a una corrente d'aria. Possiamo allora distinguere irroratrici:

- **a pressione**, appartengono tipicamente a questa tipologia le irroratrici a barra per colture erbacee;
- **ad aeroconvezione**, rappresentano la maggioranza delle irroratrici impiegate nelle colture arboree e quelle per colture erbacee munite di manica d'aria;
- **pneumatiche**, relativamente poco diffuse,

sono impiegate per la quasi totalità in viticoltura.

Ad ogni tipologia di irroratrice corrisponde un potenziale rischio di deriva crescente in caso di impiego poco accorto: la polverizzazione pneumatica genera gocce tendenzialmente più fini rispetto a quella per pressione idraulica, così come il trasporto aeroassistito può determinare il lancio di gocce di miscela fuori bersaglio in caso di un non corretto dimensionamento e orientamento dei flussi d'aria.

Poter intervenire su questi aspetti è determinante, in quanto **la regolazione comporta la scelta di alcuni parametri operativi fondamentali, quali il volume da distribuire per unità di superficie** (tipicamente i litri per ettaro) **e il giusto grado di polverizzazione**, sia per evitare la formazione di una frazione eccessiva di gocce fini (indicativamente di diametro inferiore a 100 micron) sia per ridurre la permanenza in aria per un tempo eccessivamente lungo prima di raggiungere il bersaglio. Per ridurre al minimo i rischi di inquinamento è dunque necessario che le macchine siano dotate degli accorgimenti necessari per la regolazione più accurata possibile, in relazione al tipo di coltura e di intervento da effettuare.

IRRORATRICI PER COLTURE ERBACEE

Nelle irroratrici per colture a sviluppo orizzontale (*foto 1*), il requisito essenziale per una distribuzione uniforme è la costruzione della barra, che deve garantire leggerezza, rigidità in posizione di lavoro e stabilità longitudinale e trasversale per contrastare le oscillazioni trasmesse alla struttura durante il lavoro. La barra deve, inoltre, essere facilmente regolabile in altezza e consentire il parallelismo rispetto al terreno.

Per ottenere il volume adeguato, unitamente a una polverizzazione adeguata, è fondamentale equipaggiare la macchina con ugelli di ultima generazione, preferibilmente montati su portaugelli multipli (da due a quattro posti). Si riportano a titolo di esempio i volumi



Foto 1 Barra irroratrice con sistema a manica d'aria

consigliati dall'Enama (Ente nazionale per la meccanizzazione agricola) per alcune tipologie di trattamento (*tabella 1*).

Tipologie di ugelli

Per quanto riguarda il tipo di polverizzatori, grazie all'evoluzione dei sistemi di regolazione e filtrazione e all'introduzione di ugelli

migliorati, oggi è possibile effettuare qualsiasi trattamento utilizzando unicamente ugelli a ventaglio (fessura) regolando opportunamente la pressione di esercizio:

- tra 4 e 5 bar per una polverizzazione fine (gocce di diametro medio inferiore a 200 micron);
- tra 1,5 e 2,5 bar per una polverizzazione media (200-400 micron).

In sostituzione degli ugelli a cono, sconsigliati per la polverizzazione fine e per il diagramma di distribuzione poco uniforme, si possono utilizzare ugelli a doppio ventaglio, che consentono una migliore penetrazione delle gocce mantenendo il diagramma di distribuzione regolare tipico dell'ugello a ventaglio (*tabella 2*).

Sempre per contenere la deriva, soprattutto in presenza di vento con velocità superiori a 1,5 m/sec, l'uso degli ugelli antideriva a inclusione d'aria è ormai generalizzato (*foto 2*). Questa tipologia è stata progettata in modo da aspirare aria, tramite un condotto di Venturi ricavato nel corpo dell'ugello, e miscelarla sotto forma di minuscole bolle al liquido in uscita, ottenendo così gocce più grosse contenenti bolle d'aria al loro interno e quindi una riduzione della frazione di gocce molto fini, soggette a essere disperse nell'ambiente a opera del vento. Data la produzione di gocce grandi, questi ugelli sono da valu-

TABELLA 1 - Volumi consigliati per il trattamento di alcune colture

Tipo di coltura	Trattamento diserbante (L/ha)		Trattamento fungicida o insetticida (L/ha) (1)	
	massimo (2)	consigliato	massimo (2)	consigliato
Cereali vernini	400	150-200	500	300
Mais, girasole, sorgo	500	Pre = 150-300	600	400-500
Riso	400	Pre = 300-400	600	250-300
Pomodoro, patata	500	300	1.000	600-700
Barbabietola	400	Pre = 150 Post = 300	700	300-400

(1) Volumi riferiti al massimo sviluppo vegetativo.

(2) Non è consentito superare le dosi massime di sostanza attiva/ha indicate in etichetta.

Fonte: Enama.

TABELLA 2 - Tipologie di ugelli e loro campi di impiego

	Tipo ugello e spaziatura sulla barra					
	fessura 110° (50 cm)	fessura 80° (50 cm)	cono 80° (33-50 cm)	doppia fessura (50 cm)	antideriva inclusione d'aria (50 cm)	specchio (1-3 m)
Distribuzione su terreno	■	■	■	■	■	■
Penetrazione nella vegetazione	■	■	■	■	■	■
Sensibilità al vento	■	■	■	■	■	■
Sensibilità variazioni altezza di lavoro	■	■	■	■	■	■
Sensibilità otturazione	■	■	■	■	■	■
Erbicidi post emergenza iniziale	■	■	■	■	■	■
Erbicidi post emergenza piena vegetazione	■	■	■	■	■	■
Fungicidi e insetticidi	■	■	■	■	■	■
Erbicidi non selettivi sistemici	■	■	■	■	■	■
Fertilizzanti liquidi	■	■	■	■	■	■

■ Impiego in grado di fornire un ottimo risultato. ■ Impiego accettabile. ■ Impiego sconsigliabile, ma possibile in certi casi. ■ Impiego da evitare.
Fonte: Enama.

tare attentamente nel caso si necessiti di una copertura accurata e continua del bersaglio, come nel caso di trattamenti con prodotti di contatto. In questi casi conviene aumentare adeguatamente il volume. Da ricordare anche gli ugelli specifici per l'irrorazione a bande (tipo Even), la cui impronta a terra del getto è a forma rettangolare anziché lenticolare come nel caso degli ugelli a ventaglio normali, e gli ugelli di fine barra, a getto tagliato, specifici per l'operatività lungo i bordi dell'appezzamento.

Regolazione dell'altezza di distribuzione

La regolazione dell'altezza della barra rispetto alla coltura è fondamentale per il corretto posizionamento alla giusta distanza dal ber-



Foto 2 Sempre più diffuso risulta l'impiego di ugelli antideriva per limitare le perdite di prodotto fitosanitario nell'ambiente

saglio in modo da ottimizzare la regolarità di distribuzione. Altrettanto utili risultano i sistemi di smorzamento delle oscillazioni orizzontali e verticali.

Irroratrici con manica d'aria (aeroassistite)

Nelle tradizionali irroratrici a barra il getto è di tipo proiettato, per cui il trasporto delle gocce fino al bersaglio avviene solo grazie alla loro energia cinetica; possono allora insorgere problemi di deriva e/o scarsa penetrazione delle gocce nella vegetazione in particolari condizioni, in presenza di vento oppure quando si trattano colture a elevato sviluppo fogliare.

La risposta a tale problematica è data dalle **irroratrici aeroassistite mediante manica d'aria**, che si avvalgono di un sistema di **polverizzazione meccanica assistito dal trasporto attivo delle gocce mediante una corrente d'aria**: questa investe a una velocità di 25-35 m/sec e indirizza il getto prodotto dagli ugelli, aprendo la vegetazione sottostante e trasportando le gocce all'interno della stessa; si genera così una turbolenza che facilita il deposito sulle lamine fogliari.

L'azione dell'aria determina maggiore copertura, migliore penetrazione e la possi-



Foto 3-4 Irroratrici per colture arboree con distribuzione a getto mirato

bilità di trattare anche in presenza di vento di moderata intensità, riducendo i fenomeni di deriva.

Anche su queste barre è consigliabile utilizzare quando possibile ugelli antideriva, sottolineando che non sempre è opportuno azionare il ventilatore: infatti, su terreno nudo e in assenza di vento, la turbolenza creata dal getto d'aria che investe il suolo causa la permanenza in aria delle gocce per un tempo più lungo, così che si può ottenere l'effetto contrario (ossia un aumento della deriva). In questi casi conviene affidarsi solo agli ugelli a inclusione d'aria che in assenza di vento garantiscono un ottimo lavoro.

IRRORATRICI PER COLTURE ARBOREE

Nelle irroratrici per colture arboree è da tempo consolidato l'uso del getto portato delle gocce sulla vegetazione mediante aria, salvo nei casi di attrezzature riservate a colture di limitato sviluppo fogliare.

Quale che sia la modalità di polverizzazione (meccanica per pressione, pneumatica o mista), **le ricerche in materia di irrorazione in frutticoltura si sono indirizzate nel tempo**

verso l'ottimizzazione della portata, della velocità e della direzione dei flussi dell'aria (foto 3 e 4).

Vantaggi e svantaggi degli atomizzatori

Negli atomizzatori il liquido viene polverizzato per pressione e immesso in una corrente d'aria mossa dal ventilatore, normalmente di tipo assiale, con una velocità media di 20-50 m/sec e portate che possono variare tra i 10.000 e gli 80.000 m³/ora. La dinamica dell'aria nei ventilatori assiali è tale da imprimere alle gocce una traiettoria a spirale, obbligando al ricorso a raddrizzatori per rendere la distribuzione simmetrica sui due lati; tali accessori tuttavia non sono presenti nella maggior parte degli atomizzatori in circolazione e neppure in quelli più economici di nuova costruzione.

Malgrado da tempo siano state messe a punto soluzioni in grado di migliorare l'efficienza della distribuzione dei prodotti fitosanitari, **gli atomizzatori tradizionali sono tuttora largamente impiegati, tanto da rappresentare oltre i tre quarti del parco circolante in Italia.** Le ragioni di tale successo vanno ricercate innanzitutto in:

- versatilità di tali attrezzature;
- adattabilità alle diverse forme di allevamento del frutteto e del vigneto;
- semplicità nell'uso e nella manutenzione;
- economicità di acquisto e di gestione, aspetto che diviene particolarmente importante nelle piccole aziende che non possono affrontare investimenti elevati e che rappresentano una quota rilevante nel panorama viticolo e frutticolo nazionale.

Le cose, tuttavia, stanno per cambiare: alla luce dell'introduzione delle nuove normative in materia di contenimento dell'impatto ambientale: nel prossimo futuro, infatti, si assisterà verosimilmente a un'accelerazione del processo di rinnovamento del parco macchine in circolazione, soprattutto in considerazione di quello che è il principale difetto che penalizza gli atomizzatori tradizionali, ossia l'impossibilità di dirigere con precisione le gocce verso la coltura.

Infatti, anche se con la sostituzione degli ugelli e con alcuni interventi di regolazione è possibile far lavorare queste macchine a volumi medi, la conformazione del sistema di produzione dell'aria, che impone la direzione del getto dal basso verso l'alto per poter raggiungere anche la sommità della vegetazione, determina le gravi perdite di prodotto per deriva viste in premessa.

Anche la penetrazione del flusso aria-gocce nella vegetazione presenta margini di miglioramento per garantire una copertura sufficiente nelle parti più interne del fogliame. Oltre ad aumentare la gittata, l'aria ha infatti il compito fondamentale di migliorare l'uniformità della copertura e la penetrazione all'interno della vegetazione; tuttavia raramente si trova il giusto rapporto tra massa d'aria, molto spesso eccessiva, e caratteristiche geometriche della vegetazione, che dipendono da sesto di impianto, forma di allevamento e stadio vegetativo.

La massa d'aria dovrebbe avere una portata e una velocità tali da penetrare nella chioma senza oltrepassarla e consentire il deposito delle gocce recanti il prodotto fitosanitario su

entrambi i lati della foglia. Una quantità d'aria eccessiva oltrepassa la parete vegetale, dispone le foglie parallelamente alla direzione del flusso impedendo l'adesione delle gocce e agita violentemente gli strati fogliari più vicini provocando a volte anche danni meccanici. Per converso, se l'aria è insufficiente le gocce non riescono a penetrare negli strati più interni. **Sebbene queste considerazioni possano sembrare del tutto ovvie, le possibilità di regolazione del flusso d'aria negli atomizzatori tradizionali sono molto limitate: in genere il ventilatore presenta un cambio a due velocità e spesso pale a inclinazione regolabile.** Tuttavia quest'ultima caratteristica risulta poco o per nulla utile: il disegno delle pale prevede angoli di attacco e profili ottimizzati per funzionare in condizioni fluidodinamiche ben precise, e la variazione di inclinazione finisce per risultare solamente una riduzione dell'efficienza aerodinamica della pala.

L'evoluzione dei sistemi di contenimento della deriva

Negli ultimi anni la crescente esigenza crescente di riduzione della deriva ha indicato nuove modalità di distribuzione degli agrofarmaci, in particolare in prossimità di aree particolarmente sensibili all'inquinamento (corpi idrici, zone verdi, abitazioni, ecc.): in pratica, quello che esce dall'irroratrice deve fermarsi all'interno del campo trattato.

Ugelli antideriva

Il problema delle gocce troppo fini, prodotte da ugelli obsoleti operanti a pressioni eccessive, è stato risolto con l'introduzione degli ugelli antideriva a inclusione d'aria, le cui gocce contenenti bolle d'aria esplodono a contatto con la superficie fogliare aumentando la superficie coperta. Va detto, tuttavia, che la copertura ottenibile con tali ugelli non è pari a quella consentita dagli ugelli tradizionali, per cui è necessario accertarsi che si sta irrorando con un volume sufficiente a garan-

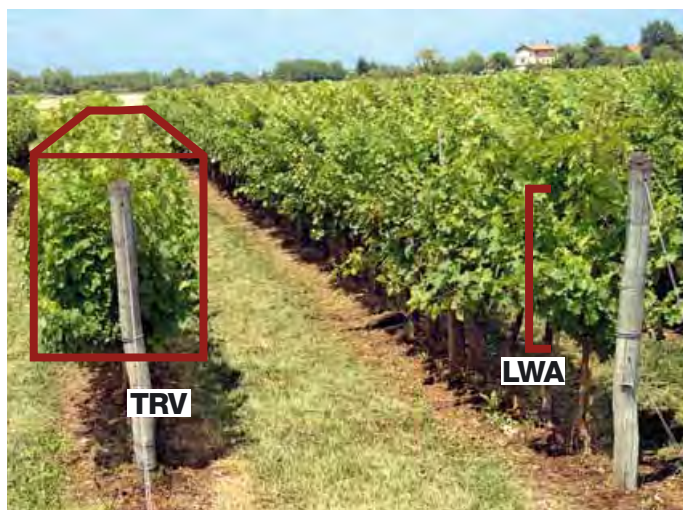


Foto 5 Per determinare il volume di irrorazione può essere utilizzato il metodo TRV e LWA in funzione rispettivamente di volume e altezza della vegetazione

tire la bagnatura di tutta la superficie, qualora ciò sia vincolante per il tipo di trattamento (prodotti ad azione di contatto).

Attenzione al volume della vegetazione da trattare

In relazione al volume e soprattutto della dose da applicare, recentemente sono stati proposti nuovi metodi di espressione cosiddetti CAS (Crop Adapted Spraying, irrorazione adattata

alla coltura) non più legati semplicemente alla superficie del frutteto, ma che tengono conto dell'effettiva quantità di vegetazione da trattare. Il volume di irrorazione, ad esempio, può essere espresso in funzione del volume della vegetazione come nel metodo Tree Row Volume (TRV), oppure in funzione dell'altezza della parete da trattare (metodo Leaf Wall Area, LWA) (foto 5).

Introduzione delle fasce tampone

In relazione alla tutela delle aree sensibili, le nuove linee guida (sintetizzate, lo ricordiamo, nella direttiva 2009/128/Ce e nelle azioni di recepimento a livello degli Stati Membri) prescrivono tra l'altro l'istituzione di specifiche fasce tampone (*buffer zone*), la cui ampiezza dipende, come è logico, anche dalla possibilità di intervenire sugli aspetti funzionali dell'irroratrice che sono maggiormente responsabili della dispersione di sostanze attive, e ovviamente ci si riferisce alla dinamica del getto d'aria vettrice delle gocce.



6



7

Foto 6-7 Esempi di sistemi a getto mirato a torretta (6) e con testata multifila scavallatrice (7)

Tali istanze di miglioramento della qualità della distribuzione negli atomizzatori hanno portato nel corso degli ultimi anni a un'evoluzione degli apparati di produzione e regolazione dell'aria in uscita dalle irroratrici.

Sistemi a getto mirato

Il concetto di «getto mirato», noto ormai da oltre due decenni, è alla base di tali soluzioni che prevedono, appunto, la possibilità, assente negli atomizzatori tradizionali, di agire sui parametri della corrente d'aria che sono responsabili della deposizione delle gocce, ossia portata, velocità e direzione.

I nuovi apparati di produzione dell'aria si caratterizzano per la presenza di **convogliatori variamente conformati, ma accomunati dalla possibilità di orientare il getto d'aria in prossimità della vegetazione**. Va premesso che, di massima, più o meno tutte le realizzazioni sono pensate per lavorare su forme di allevamento in parete verticale (spalliere, palmette, ecc.), forme che meglio si prestano alla meccanizzazione rispetto ad altre quali il vaso e il tendone; ciò significa che in futuro i coltivatori di frutteti e vigneti si dovranno orientare sempre di più verso tali tipologie di forma di allevamento.

Nel caso delle forme in parete sono diventate abbastanza comuni testate erogatrici munite di strutture, dette «torri antideriva» (foto 6)

in grado di dirigere il getto secondo flussi orizzontali diretti verso la parete vegetale. Il bordo di uscita dell'aria orientabile verso avanti e indietro consente un più preciso indirizzamento dell'aria, adattandolo alla distanza della macchina dal filare e allo spessore della parete.

Un'altra tipologia di moderna testata a getto mirato prevede la presenza di un ventilatore centrifugo che invia l'aria in lunghi tubi flessibili in grado di frazionare il getto posizionando i diffusori in prossimità della parete, avendo inoltre la possibilità di realizzare facilmente testate multifila scavallatrici (foto 7).

Quest'ultima soluzione consente un deciso miglioramento dell'uniformità della distribuzione sui due lati del filare, oltre a un contenimento della deriva dovuto alla mutua interferenza dei getti provenienti sulla coltura dai due lati opposti.

Questa tipologia di irroratrice è la base di partenza per la realizzazione di quella che è probabilmente l'innovazione più incisiva negli ultimi anni: l'irroratrice a recupero o a tunnel.

L'irroratrice a tunnel

L'elemento caratterizzante della macchina è costituito da due pareti contrapposte che richiudono integralmente la parete vegetale e che sono **in grado di intercettare e recu-**



Foto 8-9 Irroratrice a tunnel (8) e a carica elettrostatica (9)

perare la frazione della nube di gocce non depositata sulla stessa (foto 8).

I pannelli recuperano il liquido in eccesso in un apposito pozzetto di raccolta e lo rinviando, dopo averlo fatto passare tramite un filtro, al serbatoio.

In questo modo, **le irroratrici a tunnel consentono anche di ridurre il consumo di fitofarmaco per ettaro**, in misura pari alla percentuale di miscela recuperata. Tale possibilità è molto importante in caso di restrizioni di impiego di taluni prodotti fitosanitari, come ad esempio avviene per il rame in viticoltura biologica, limitato a 6 kg/ha/anno.

La percentuale di recupero e l'uniformità di copertura variano in base alle caratteristiche del vigneto quali sesto d'impianto, forma di allevamento e fase fenologica, oltre ad altri aspetti legati alle caratteristiche costruttive della macchina stessa e al volume di irrorazione, ma si può quantificare intorno al 40% in media sul totale.

Le problematiche principali legate all'impiego delle macchine a tunnel riguardano essenzialmente la necessità di vigneti di una certa estensione, di forma regolare e privi di ostacoli (pali della luce, reti antigrandine, ecc.), lo spazio di manovra richiesto alla testata del vigneto e la difficoltà nella gestione della preparazione della miscela, essendo impossibile prevedere a priori l'entità esatta del recupero.

Irroratrici a carica elettrostatica

Queste macchine caricano elettricamente le gocce con segno opposto rispetto al bersaglio in modo da favorire un aumento dei depositi sulla vegetazione e quindi minor deriva; ciò avviene sia per la reciproca attrazione tra cariche elettriche di segno opposto, sia per induzione (un corpo carico elettricamente induce una carica di ugual valore ma di segno opposto su di un altro corpo conduttore che gli sia vicino) (foto 9).

La distribuzione spaziale delle gocce risulta uniforme per la reciproca repulsione fra le

cariche e tale forza può risultare maggiore di quella di gravità favorendo anche il deposito delle sulla pagina inferiore delle foglie.

Le gocce prodotte dalle irroratrici a carica elettrostatica sono molto fini per effetto della polverizzazione pneumatica e per esigenze legate alla carica inversamente proporzionale alla massa; per effetto della repulsione elettrica, tali gocce non si aggregano tra di loro in ammassi di gocce più grandi e da questo deriva un maggiore deposito fogliare.

Questo effetto ha influenza anche sulla deriva con una relativa riduzione. Alcuni autori suggeriscono la possibilità di una riduzione fino al 20% delle dosi normalmente impiegate nei trattamenti antiparassitari.

L'efficacia della distribuzione con carica elettrostatica viene fortemente agevolata dalla possibilità di avvicinare il più possibile l'erogazione al bersaglio; parimenti, va osservato che nel caso di dispersione del getto al di sopra della parete fogliare le gocce molto fini risultano comunque soggette a deriva.

Componentistica

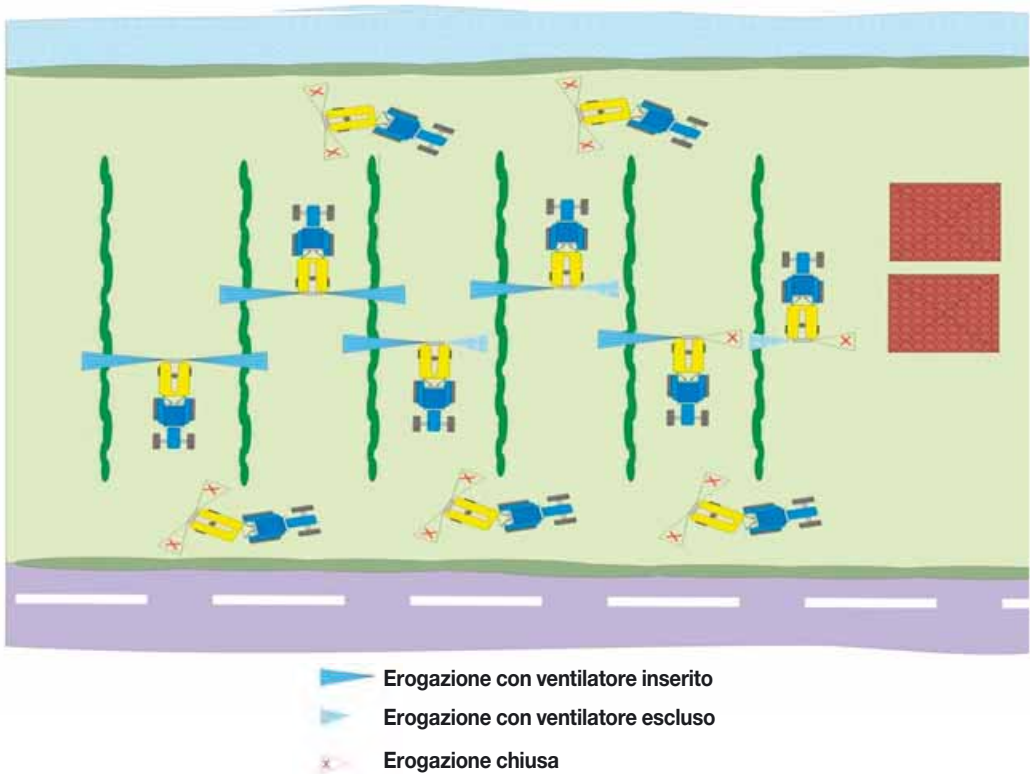
La riduzione della deriva richiede l'adozione di altri componenti montati sulla macchina. In particolare, per il trattamento in condizioni difficili (presenza di vento, vicinanza di aree sensibili, ecc.), **oltre agli ugelli anti-deriva per ridurre la frazione di gocce fini è quanto mai opportuno poter parzializzare l'erogazione dell'aria.**

A tale scopo sono state predisposte apposite paratie mobili, azionabili anche dal posto di guida, che permettono di chiudere da un lato l'erogazione dell'aria, consentendo così il trattamento degli ultimi filari prima dell'apezzamento senza che le gocce escano dal filare (figura 2).

Elettronica e sensori

Sono già state realizzate irroratrici «intelligenti», caratterizzate dalla gestione elettronica della regolazione che provvede in automa-

FIGURA 2 - Sistema a paratie mobili che permettono di chiudere l'erogazione in prossimità di aree sensibili o sull'ultimo filare



Nell'avvicinarsi al bordo dell'appezzamento è importante poter chiudere l'erogazione dell'aria sul lato esterno per contrastare la deriva.

tico a chiudere o parzializzare l'erogazione in funzione della presenza e della densità della vegetazione rilevata a mezzo di appositi sensori a ultrasuoni.

Grazie al sistema di localizzazione satellitare, è anche possibile istruire la macchina ad aprire e chiudere gli ugelli in funzione della sua posizione sul campo, senza che l'operatore debba intervenire.

In futuro saranno disponibili anche sensori in grado di rilevare lo stato di salute della pianta, sulla base dell'intensità della colorazione delle foglie, in modo da adattare automaticamente la quantità di prodotto fitosanitario distribuito in tempo reale.

La tecnologia per realizzare queste ultime soluzioni è già disponibile, il problema è costituito unicamente dai costi ancora elevati, costi che dovrebbero però scendere con la diffusione di tali nuove tecnologie; comunque, già con un'oculata scelta e regolazione delle macchine attuali, è già oggi possibile ridurre di molto le dispersioni, senza pregiudicare l'efficacia dei trattamenti e con evidenti vantaggi per la salute di tutti, agricoltori e cittadini.

Cristiano Baldoin

Tesaf
Università di Padova

COSA PREVEDE L'USO SOSTENIBILE



L'esigenza di una normativa per un uso sostenibile degli agrofarmaci nasce dal precedente vuoto legislativo in materia di distribuzione in campo dei prodotti fitosanitari. Mentre infatti esisteva una precisa regolamentazione sulla commercializzazione dei prodotti (direttive 91/414/Cee, 98/8/Ce, ecc.) e sullo smaltimento dei residui (direttiva Waste Framework, direttiva sui rifiuti pericolosi come imballaggi, bottiglie vuote, ecc.), mancava un riferimento normativo preciso alla fase di distribuzione dei prodotti fitosanitari, che è invece di fondamentale importanza poiché è proprio in questo momento che si verifica la

massima probabilità di avere dispersioni di sostanze tossiche nell'ambiente.

A tali lacune il legislatore europeo ha risposto con l'emanazione delle direttive n. 128 e 127 del 21 ottobre 2009, che stabiliscono profonde implicazioni sull'uso delle macchine in circolazione e sulla produzione delle nuove.

La direttiva 2009/128/Ce riguarda l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e presenta importanti implicazioni pratiche sull'operatività delle irroratrici in uso presso gli agricoltori.

Gli aspetti principali riguardanti l'impiego delle irroratrici in uso sono:

- promozione di misure per ridurre l'inquinamento puntiforme;
- contenimento della deriva e definizione delle zone di rispetto;
- istituzione dei controlli funzionali periodici del buon funzionamento delle irroratrici in uso.

Come noto, le direttive europee, a differenza dei regolamenti, non entrano direttamente nella legislazione degli Stati membri, bensì necessitano di opportune azioni per essere recepite. In Italia l'attuazione della direttiva 128 è avvenuta nell'agosto del 2012 con l'emanazione del decreto legislativo n. 150 e, a seguire, nel febbraio 2014, del Piano di azione nazionale (Pan). Ci sono state anche alcune iniziative locali, tra cui merita di essere ricordato il regolamento intercomunale di polizia rurale adottato dai 15 comuni della zona del Prosecco docg, i cui contenuti anticipano quelli del Pan.

COSA PREVEDE L'ARTICOLO 8

I punti salienti della direttiva 128 in relazione alle implicazioni sull'utilizzo delle irroratrici sono contenuti in particolare nell'articolo 8, riguardante l'introduzione dei controlli funzionali periodici obbligatori delle attrezzature in uso; in particolare, gli Stati membri devono assicurare che le attrezzature per l'applicazione di prodotti fitosanitari impiegate per uso professionale siano sottoposte a ispezioni periodiche, con un intervallo tra le ispezioni non superiore a 5 anni fino al 2020 e a 3 anni successivamente. **La scadenza fissata per il primo controllo di tutte le irroratrici presenti sul territorio è il 25 novembre 2016, anticipata allo stesso giorno del 2014 per le macchine che lavorano per conto terzi. Le attrezzature nuove devono essere controllate almeno una volta entro 5 anni dall'acquisto.**

Tutto ciò comporta l'obbligo per le Regioni di istituire un servizio di verifica funzionale delle irroratrici mediante la messa in funzio-

ne di appositi cantieri (officine fisse o mobili) autorizzati in cui operi personale che abbia seguito un corso di formazione e superato un esame teorico e pratico.

Il terzo punto importante riguarda le regolazioni e i controlli tecnici periodici (manutenzioni) che gli utilizzatori professionali sono tenuti a effettuare.

Il Pan stabilisce le modalità applicative delle indicazioni contenute nella direttiva europea 2009/128/Ce, in particolare nell'allegato 2, dove sono indicati tutti i parametri funzionali oggetto del controllo funzionale, le relative modalità di esecuzione e i limiti di accettabilità, in attesa dell'emanazione (peraltro ormai prossima) di una norma europea armonizzata.

CONTROLLO FUNZIONALE

Spesso la differenza tra controllo funzionale e regolazione, quest'ultima nota anche come taratura delle irroratrici non è ben conosciuta dagli operatori, che tendono a vedere i due termini come sinonimi; si tratta invece di due operazioni diverse e tra loro complementari.

Il controllo funzionale viene infatti effettuato esclusivamente da centri prova autorizzati dalle Regioni, in cui opera personale abilitato; esso è presupposto fondamentale per una corretta regolazione e ha lo stesso significato della revisione periodica degli autoveicoli: garantire il mantenimento della funzionalità del mezzo.

La regolazione è un'operazione che compete, invece, direttamente all'utilizzatore della macchina, che può eventualmente avvalersi del centro prova per effettuare una cosiddetta regolazione strumentale, ossia usando le strumentazioni in possesso del centro per la determinazione dei parametri funzionali della macchina.

I centri prova, per essere autorizzati al servizio per il controllo funzionale e la regolazione delle irroratrici, devono possedere diversi requisiti, tra cui avere almeno un tecnico abilitato, disporre di attrezzature in grado di rispettare



Foto 10 Determinazione della portata degli ugelli in fase di controllo funzionale

gli standard definiti dalla metodologia di riferimento, essere in grado di effettuare semplici interventi meccanici e sostituzioni di componenti di uso standard, quali manometri, elementi degli ugelli, fascette (foto 10).

Devono, inoltre, impegnarsi a rispettare la metodologia nazionale, effettuare i controlli delle attrezzature delle aziende richiedenti senza alcuna discriminazione, sottoporsi ai controlli disposti dalla Regione, finalizzati ad accertare il rispetto degli altri adempimenti richiesti.

Anche gli utenti del servizio di controllo funzionale devono sottostare ad alcune prescrizioni.

Per accedere al servizio, gli utenti devono rispettare alcune condizioni, come presentarsi con la macchina con gli elementi di trasmissione del moto (albero cardanico) montati, privi di deformazioni o difetti, e con i dispositivi di protezione a norma, ben pulita in tutte le sue componenti, all'esterno e all'interno, con il regolatore funzionante e con la griglia dell'eventuale ventilatore pulita e ben salda al telaio.

Si tratta di precondizioni necessarie per l'operatività in sicurezza dei tecnici.

MANUTENZIONE

Il nuovo quadro normativo prevede tra l'altro che gli operatori effettuino periodicamente «regolazioni e controlli tecnici» sulle irroratrici che utilizzano; quindi la manutenzione delle macchine diventa ora un obbligo.

Presupposto fondamentale per il mantenimento della piena efficienza dell'irroratrice è un adeguato rimessaggio invernale; **la macchina deve essere stata accuratamente lavata al termine della stagione, verificando che non rimangano residui di fitofarmaci nel serbatoio, nonché ripulita dalla sporcizia accumulata negli interstizi del telaio.**

Se la macchina è stata riposta secondo le corrette modalità, ossia in luogo riparato, con il circuito idraulico scaricato, ugelli e filtri smontati e regolatore di pressione allentato, non dovrebbero essersi verificati problemi derivanti dal gelo invernale, quindi le operazioni di rimessa in servizio non dovrebbero presentare problemi.

Le operazioni di manutenzione dell'irroratrice prevedono un'accurata ispezione e l'eventuale riparazione di danni.

Ispezione

Prima dell'ispezione lavare l'irroratrice per asportare la polvere accumulata durante l'inverno; verificare poi che il telaio sia perfettamente integro e non presenti lesioni o crepe, provvedendo eventualmente alla riparazione mediante saldatura e applicazioni di rinforzi in ferro; se il telaio è zincato asportare con la smerigliatrice la zincatura prima di saldare, ripristinando poi la protezione con zinco spray. Controllare in modo particolare le parti sollecitate come i supporti della barra e ingrassare tutti gli snodi e le articolazioni.

Ripristinare la pressione dei pneumatici – se la macchina è trainata – e controllare che l'albero cardanico sia efficiente, lubrificato e provvisto di tutte le protezioni. Collegare i tubi dell'impianto oleodinamico della barra e provare i movimenti di apertura-chiusura e sollevamento; ispezionare le connessioni dell'impianto elettrico (luci ed eventuale computer), eliminando l'ossido con l'apposito spray.

Come già detto, se l'irroratrice è stata riposta con l'impianto idraulico scaricato non si dovrebbero riscontrare danni da gelo, tuttavia è necessario verificare l'integrità dei componenti del circuito.

Innanzitutto controllare il livello dell'olio nel

bicchiere trasparente sulla pompa (foto 11), eventualmente ripristinandolo secondo le indicazioni riportate sulla targhetta fino a circa tre quarti della capacità del bicchiere; verificare poi la pressione del compensatore, riportandola eventualmente attorno al 70% della pressione di esercizio della macchina; se si riscontra una tenuta imperfetta potrebbe essere sufficiente spruzzare dello spray lubrificante nella valvola, ma in questo caso la perdita dovrebbe scomparire quasi subito; se la pressione non si mantiene la membrana è quasi sicuramente rotta.

Dopo aver serrato tutti i raccordi, eventualmente avvolgendo del nastro in teflon sulle filettature, e controllato i collegamenti immettere qualche decina di litri d'acqua pulita nel serbatoio, verificandone così la tenuta dei raccordi a livello del pozzetto di aspirazione; far funzionare la macchina per qualche minuto al minimo con ugelli e filtri smontati in modo da espellere le impurità dall'impianto, provando nel contempo ad azionare tutte le valvole e il regolatore.

Eventuali piccole perdite d'acqua dai raccordi in plastica dovrebbero scomparire in pochi minuti; in caso contrario non si deve serrare eccessivamente (le filettature in plastica si rovinano) ma bisogna invece allentare e controllare le guarnizioni, eventualmente sigillando con teflon.



Foto 11-12 Durante la manutenzione è fondamentale controllare il corretto funzionamento del livello dell'olio (foto 11) e del manometro (foto 12)



Foto 13 Prima dell'inizio della nuova campagna occorre verificare la perfetta efficienza degli ugelli

Controllare anche il livello dell'olio nel bicchiere sulla pompa, che dovrebbe essere rimasto costante; l'eventuale presenza di acqua è segno di rottura delle membrane. Rimontare poi le cartucce dei filtri e gli ugelli e azionare l'impianto, aumentando progressivamente la pressione e verificando anche il buon funzionamento del manometro (*foto 12*) e del regolatore di pressione, compresa la chiusura delle singole sezioni di barra (o dei due lati per gli atomizzatori).

Relativamente agli ugelli, sarebbe opportuno iniziare la stagione con una serie di punte da spruzzo nuove: da loro dipende infatti la qualità dell'irrorazione (*foto 13*). Si sottolinea che l'eventuale pulizia va fatta solo con aria compressa o al più con uno spazzolino morbido, mai con utensili a punta o, peggio, soffiandoci dentro.

Gli antigoccia a molla andrebbero sostituiti a ogni inizio di stagione, dato che difficilmente mantengono a lungo la loro efficienza.

Regolazione - Operazioni comuni

Per la regolazione della macchina in campo, occorre sempre fare riferimento ad alcune semplici regole: data la larghezza di lavoro, il volume per ettaro e la velocità di avanzamento del trattore, occorrerà adottare una tipologia di ugello in grado di lavorare a bassa pressione compatibilmente con il grado di

polverizzazione richiesto. Le tabelle fornite dai produttori degli ugelli sono utili per una corretta scelta.

Fondamentale è la conoscenza dell'esatta **velocità di avanzamento (v)**; la verifica è semplicissima ed è opportuno effettuarla anche se si dispone del tachimetro sul trattore. Allo scopo occorre munirsi di un cronometro, predisporre una pista lunga almeno 25-50 m, percorrerla con il trattore in marcia e al regime del motore a cui si effettua la distribuzione e cronometrare il tempo percorso. La velocità si calcola dividendo lo spazio percorso (s) per il tempo impiegato (t) e moltiplicando il risultato per 3,6:

$$v = \frac{\text{spazio}}{\text{tempo}} \times 3,6$$

Fatto ciò si inizia sempre dall'ugello, di cui occorre stabilire la **portata** sulla base della velocità e della larghezza di lavoro; per stabilire la portata si applica una semplice formula, che cambia leggermente a seconda che si stia lavorando su una barra o su un atomizzatore, e che nella sua formulazione generale si presenta come segue:

$$q = \frac{(V \times v \times Lf)}{(600 \times n)}$$

q = portata da determinare (L/min),

v = velocità di avanzamento

V = volume da distribuire (L/ha),

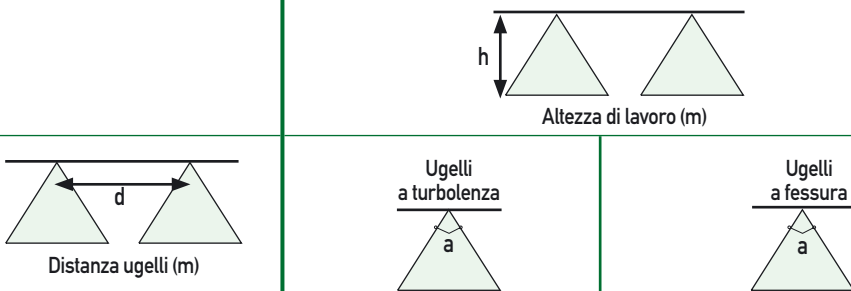
Lf = larghezza della fascia trattata,

n = numero di ugelli funzionanti.

Il valore da inserire al posto di Lf e i criteri specifici di selezione degli ugelli saranno descritti nei paragrafi successivi; è comunque necessario, dopo il montaggio, effettuare una verifica della portata usando una caraffa graduata e un cronometro per raccogliere il liquido erogato da un ugello alla pressione individuata nella tabella. La formula inversa permette di ricalcolare il **volume effettivo (Ve)** a partire dalla portata effettiva rilevata (**qe**):

$$Ve = \frac{(qe \times 600)}{(v \times Lf)}$$

TABELLA 3 - Altezza ottimale di lavoro corrispondente al tipo di ugelli e alla loro spaziatura lungo la barra



	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 110^\circ$
0,33	0,50	0,50	-	-	-
0,50	0,55	0,50	0,60	0,50	0,50
0,65	-	-	0,75	0,65	0,50
0,75	-	-	0,90	0,75	0,55

Fonte: Enama.

Qualora sia necessario riportare il volume effettivo a quello preventivato, se la variazione è contenuta (entro il 10-15%) è possibile agire sulla pressione di lavoro per modificare la portata (e quindi il volume): La **pressione richiesta** si calcola nel seguente modo:

$$pv = pe \times \frac{(Vv)^2}{Ve}$$

pv = pressione corrispondente al volume voluto (**Vv**);

pe = pressione corrispondente al volume effettivo (**Ve**).

Successivamente si effettuano tutte le regolazioni secondarie, sempre a seconda del tipo di macchina in uso.

Regolazioni sulle barre

Per definire la velocità di avanzamento si dovrà rispondere a esigenze di tempestività di intervento, tenuto conto della stabilità della barra e del fatto che più la barra è larga, più facilmente le sue estremità possono toccare il terreno. Macchine dotate di efficaci sistemi di smorza-

mento consentono di mantenere velocità elevate (10 km/ora e oltre) anche su terreni non perfettamente livellati. Dato che per mantenere la stabilità della barra possono essere necessarie frequenti correzioni della velocità, è sicuramente raccomandabile l'adozione di sistemi di regolazione proporzionali al regime del motore, o meglio alla velocità (DPM e DPA), oggi peraltro diffusi anche su macchine di media portata.

Barre - Scelta degli ugelli

Il primo passo è sempre la determinazione della portata **q** (L/min) di ogni ugello; la formula vista in precedenza assume una forma semplificata dove si considera un solo ugello con una larghezza di lavoro pari a 50 cm, che è la spaziatura degli ugelli lungo la barra:

$$q = \frac{(V \times v \times 0,5)}{600}$$

Sulla tabella dell'ugello utilizzato si individua la pressione (bar) a cui occorre lavorare per avere da ogni ugello la portata **q** trovata con la formula precedente (tabella 3).

L'operatore, sulla base delle decisioni preliminari (volume e polverizzazione) sceglie gli

ugelli adatti al suo caso.

Ad esempio, per distribuire 200 L/ha lavorando a 8 km/ora, la portata di ogni ugello sarà:

$$q = \frac{(200 \times 8 \times 0,5)}{600} = 1,33 \text{ L/min}$$

Molte tabelle forniscono direttamente il volume alle diverse velocità e pressioni per ogni tipo di ugello.

Barre - Verifica dell'altezza di lavoro

Grazie all'uso ormai generalizzato degli ugelli a ventaglio il diagramma di distribuzione complessivo della barra risulta meno sensibile alle variazioni di altezza dovute alle inevitabili oscillazioni, soprattutto nel caso di barre molto larghe. È preferibile operare con una doppia o tripla sovrapposizione dei getti, garantendo così una copertura sempre soddisfacente; **normalmente si consiglia un'altezza di lavoro di 50 cm quando si usano ugelli a ventaglio con angolo di spruzzo di 110°, spaziati di 50 cm (cioè nella quasi totalità dei casi).**

L'altezza di lavoro consigliata nelle varie situazioni è riportata nella *tabella 3*.

Occorre poi verificare l'orientamento dei getti, che deve essere inclinato di circa 5° rispetto al piano verticale passante per l'asse della barra e nello stesso senso per tutti gli ugelli.

Atomizzatori

Le operazioni da compiere, oltre a quelle comuni, riguardano la regolazione della corrente d'aria e la disposizione degli ugelli (apertura, posizione e inclinazione). La determinazione del volume, del grado di polverizzazione e della velocità di avanzamento derivano dalle valutazioni preliminari sulla coltura come descritto in precedenza.

Per la **determinazione della portata degli ugelli**, la formula assume la forma seguente:

$$q = \frac{V \times v \times (Li \times Nf)}{(600 \times n)}$$

q = portata da determinare (L/min);

V = volume da distribuire (L/ha);

Li = larghezza interfila;

Nf = numero di filari trattati per ogni passaggio;

n = numero di ugelli funzionanti.

Anche in questo caso occorrerà tenere conto del tipo di polverizzazione caratteristica dell'ugello selezionato e della relativa pressione di funzionamento. Se ad esempio dal calcolo risulta una portata richiesta di 0,9 L/min, si osserva che per ottenere tale portata si possono usare i seguenti ugelli :

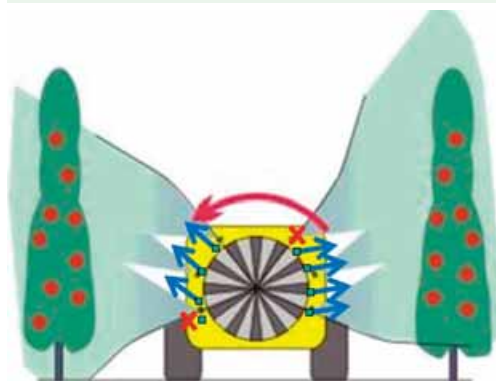
■ ISO giallo (110-02) a 4 bar

■ ISO verde (110-015) a 7 bar

■ ISO arancio (110-01) a 16 bar

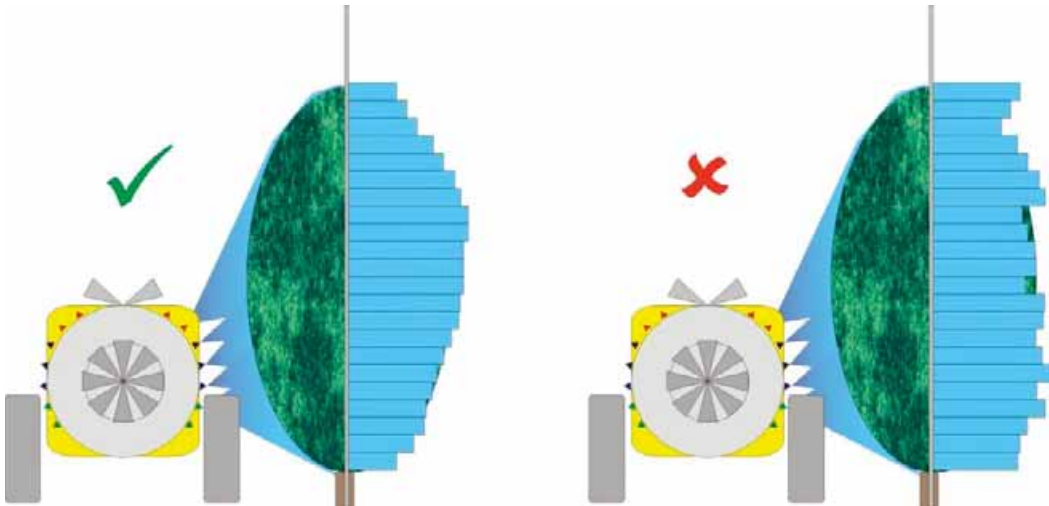
A parità di portata espressa cambia ovviamente la qualità della polverizzazione. Scartato a priori l'ugello arancio per la pressione eccessiva, restano da valutare le altre due alternative. La scelta dipenderà in primo luogo dalle esigenze di copertura legate al tipo di trattamento: per un prodotto ad azione sistemica si potrà optare per la prima soluzione,

FIGURA 3 - Direzione del flusso d'aria negli atomizzatori a ventilatore assiale



Nei ventilatori assiali si ha una traiettoria a spirale dell'aria. Tale tendenza va contrastata agendo sull'orientamento degli ugelli ed eventualmente chiudendo l'erogazione di quelli in alto a destra e in basso a sinistra.

FIGURA 4 - Profilo di distribuzione verticale negli atomizzatori



A **destra** si può vedere un profilo ideale, mentre a **sinistra** il profilo è non ottimale.

meno problematica anche dal punto di vista della deriva; per un agrofarmaco di copertura è senz'altro più adatto l'ugello verde a 7 bar, che garantisce una polverizzazione soddisfacente per una buona copertura. Da valutare anche gli ugelli antideriva a cono, eventualmente aumentando leggermente il volume per maggior sicurezza se la densità fogliare fosse elevata.

La **regolazione della portata dell'aria** è possibile senza modificare la polverizzazione solo negli atomizzatori ad aeroconvezione a polverizzazione per pressione.

Per variare la portata del ventilatore è possibile intervenire su:

- rapporto di trasmissione (se presente);
- inclinazione pale (se presente, e solo nei ventilatori assiali);
- regime di rotazione della pdp (sconsigliato, perché si rischia di ridurre la portata della pompa tanto da non garantire l'agitazione nel serbatoio).

Per quanto riguarda il fabbisogno d'aria, per il vigneto si va dai 3.000-6.000 m³/ora nelle prime fasi vegetative ai 7.000-12.000 m³/ora

in piena vegetazione; nei frutteti con scarso sviluppo fogliare la portata del ventilatore non dovrebbe superare i 20.000 m³/ora, mentre quando la superficie fogliare è più elevata si può arrivare sino a 30.000 m³/ora.

Per quanto riguarda la **direzione dei flussi**, negli atomizzatori tradizionali è pressoché impossibile intervenire se non in maniera limitata sugli eventuali deflettori superiori e inferiori (accessori di cui si consiglia il montaggio sulle macchine che ne sono sprovviste). Un particolare di cui occorre tenere conto è l'asimmetria sui due lati della macchina dovuta alla rotazione antioraria del ventilatore e alla traiettoria a spirale che le pale imprimono alle gocce: il profilo dell'aria risulta dunque sbilanciato verso l'alto a destra e verso il basso a sinistra.

Questa tendenza è fisiologica nei ventilatori assiali ed è solo in parte correggibile con sistemi di raddrizzamento del flusso; nei casi più gravi occorrerà agire chiudendo un ugello in alto dal lato in cui la direzione del flusso d'aria è verso l'alto e uno in basso dal lato opposto (figura 3).

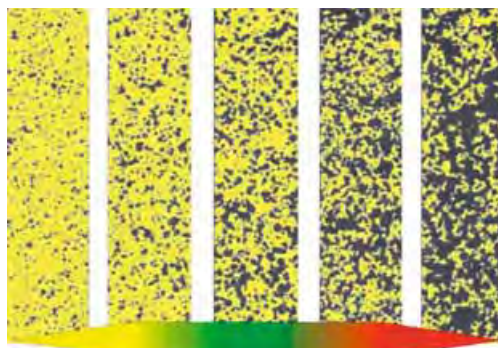
Atomizzatori - Determinazione del profilo di distribuzione

Stabiliti il volume e la portata dell'aria è necessario regolare i deflettori dell'aria e gli ugelli in modo che il getto interessi nella misura massima possibile il bersaglio oggetto del trattamento.

Tale regolazione si può effettuare anche in sede di controllo funzionale utilizzando l'apposito banco prova verticale dotato di captatori che consentono di raccogliere il liquido in provette, differenziando le quantità raccolte in base all'altezza. Tale attrezzatura fa parte della dotazione di molti dei centri prova autorizzati ad effettuare le verifiche funzionali periodiche. Sul campo si tratta di concentrare i getti di aria e liquido laddove è maggiore la densità della vegetazione intervenendo opportunamente su inclinazione, apertura e chiusura degli ugelli e sulla regolazione della posizione dei deflettori dell'aria. Il profilo così ottenuto dovrebbe seguire approssimativamente quello della chioma (figura 4).

Atomizzatori - Controllo della qualità della distribuzione e del deposito

L'ultima operazione da fare prima di procedere all'irrorazione è un controllo «in bianco», ossia con sola acqua sull'effettiva bagnatura della vegetazione. Per controllare l'uniformità



Copertura scarsa

Copertura eccessiva

Foto 14 Stima della bagnatura della vegetazione attraverso cartine idrosensibile

del deposito il metodo più semplice consiste nel collocare nella vegetazione un numero sufficiente di cartine idrosensibili, fissandole direttamente alle foglie; le cartine consentono una stima approssimativa del numero di gocce per cm² e della bagnatura percentuale grazie a tabelle di riferimento contenute nella confezione. La copertura minima dovrebbe essere intorno al 15-20%, mentre non si dovrebbero riscontrare cartine completamente dilavate (foto 14).

Cristiano Baldoin

Tesaf - Università di Padova

La rivista di agricoltura professionale con la maggior diffusione pagata in Italia (certificazione ADS)

**L'INFORMATORE
AGRARIO**

www.informatoreagrario.it

Fondato nel 1945
da Alberto Rizzotti

Direttore responsabile: Antonio Boschetti
Comitato scientifico: Osvaldo Failla, Aldo Ferrero, Andrea Formigoni, Vittorio Alessandro Gallerani, Ivan Ponti, Luigi Sartori, Cristos Xiloyannis.
Giornalisti: Nicola Castellani (capo servizio), Lorenzo Andreotti, Alberto Andrioli, Giannantonio Armentano, Clementina Palese, Stefano Rama.
Redazione: Pietro Bertanza, Maria Cristina Floder Reitter, Elisabetta Giulini, Susanna Muraro, Elisa Sancassani, Alberto Zandomeneghi.
Segreteria di Redazione: Claudia Cera, Giuliana Fasoli.
Ufficio pre stampa: Marica Dussin (responsabile), Francesco Lerco, Mattia Bechelli, Mauro Fianco, Fabio Negretto, Chiara Salis.

Redazione: Via Bencivenna-Biondani, 16 - 37133 Verona - Tel. 045.8057547 - Fax 045.597510
E-mail: informatoreagrario@informatoreagrario.it
Roma: Via in Lucina, 15 - Tel. 06.6871185
Fax 06.6871275
Internet: www.informatoreagrario.it



Edizioni L'Informatore Agrario Srl

Presidente: Elena Rizzotti

Amministratore delegato: Giuseppe Reali

Direttore commerciale: Luciano Grilli

Direzione, Amministrazione:

Via Bencivenna-Biondani, 16 - 37133 Verona

Tel. 045.8057511 - Fax 045.8012980

Pubblicità: Tel. 045.8057523 - Fax 045.8009378

E-mail: pubblicita@informatoreagrario.it

Progetto grafico: Claudio Burlando - curiositas.it

Stampa: Mediagraf spa - Noventa Padovana

Registrazione Tribunale di Verona n. 46

del 19-9-1952

ISSN 0020-0689 - Copyright © 2014 L'Informatore

Agrario di Edizioni L'Informatore Agrario srl

Poste Italiane spa - Sped. in A.P. -

D.L. 353/2003 (conv. in L. 27-2-2004 n. 46)

Art. 1, Comma 1, DCB Verona

vietata la riproduzione parziale o totale di testi e illustrazioni a termini di legge.

ABBONAMENTI

Quote di abbonamento 2014

Italia € 103,00 - Estero € 171,00

(Europa via normale). Sono previste speciali

quote di abbonamento per studenti di ogni ordine

e grado (per informazioni rivolgersi

al Servizio Abbonamenti).

Una copia: € 3,00.

Copie arretrate: € 6,00 ciascuna.

Aggiungere un contributo di € 3,50 per spese

postali, indipendentemente dal numero

di copie ordinate.

Modalità di pagamento:

• conto corrente postale n. 10846376 intestato a

L'Informatore Agrario - C.P. 520 - 37100 Verona

• assegno non trasferibile intestato a

Edizioni L'Informatore Agrario - Verona

• carta di credito: Visa - Mastercard

American Express

L'ordine di abbonamento o di copie può essere fatto anche per telefono o fax rivolgendosi direttamente al Servizio Abbonamenti.

Servizio abbonamenti:

C.P. 520 - 37100 Verona

Tel. 045.8009480 - Fax 045.8012980

www.informatoreagrario.it/faq

Agli abbonati: informativa art. 13 d.lgs 30/6/2003 n. 196. I dati personali da Lei forniti verranno trattati da Edizioni L'Informatore Agrario srl, con sede in Verona, via Bencivenna-Biondani, 16, sia manualmente che con strumenti informatici per gestire il rapporto di abbonamento nonché per informarla circa iniziative di carattere editoriale e promozionale che riteniamo possano interessarla. Lei potrà rivolgersi ai sottoscritti per far valere i diritti previsti dall'art. 7 d.lgs 30/6/2003 n. 196. Titolare del trattamento, Responsabile del trattamento, Legale rappresentante.



Unione Stampa Periodica Italiana



Accertamento Diffusione Stampa
Certificato n. 7674 del 18-12-2013



ANES Associazione Nazionale
Editoria Periodica Specializzata