

**APPENDICE**  
**alla Guida per il corretto**  
**impiego**  
**dei prodotti fitosanitari**



**Terza parte**

**LE ATTREZZATURE**  
**PER GLI INTERVENTI**  
**FITOSANITARI**

Progetto

 **nforma.fito.**

**Aggiornamento di strumenti di supporto per la diffusione delle informazioni  
sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari**

(LR 28/98 Det. n° 16819 del 31/12/2008 – II tranche)

Referenti

Rosanna Guardigni – DINAMICA (responsabile tecnico scientifico)

Floriano Mazzini – Regione Emilia-Romagna Servizio Fitosanitario (comitato tecnico)

Donatella Manzali - Regione Emilia-Romagna Servizio Fitosanitario (comitato tecnico)

Luciana Finessi – Regione Emilia-Romagna Servizio Sviluppo del Sistema Agroalimentare

Testo e immagini

Alessandra Barani – Consorzio Fitosanitario Provinciale Reggio Emilia

Andrea Franchi - Consorzio Fitosanitario Provinciale Reggio Emilia

Impostazione grafica e layout dei testi

Rosanna Guardigni – DINAMICA

Silvia Bernardini - DINAMICA

Edizione

Febbraio 2011

## Indice

Premessa	Pag.	4
Introduzione	"	4
1. Classificazione delle macchine irroratrici	"	5
2. Impolveratrici	"	5
3. Spandigranuli e microgranuli	"	6
4. Irroratrici	"	7
4.1. Mezzi a polverizzazione meccanica (getto proiettato)	"	7
4.2. Mezzi a polverizzazione mista (getto portato)	"	13
4.2.1 Barre aereoassistite	"	13
4.2.2 Irroratrice ad aereoconvezione	"	14
4.2.3 Irroratrici pneumatiche	"	16
5. Mezzi per trattamenti a colture ad alto fusto	"	17
6. Attrezzature innovative per trattamenti alle colture arboree	"	18
7. Mezzi di piccole dimensioni	"	19
8. Mezzi speciali	"	21
9. Mezzi fumiganti	"	22
10. Scelta del volume d'intervento	"	22
Bibliografia	"	24

## Premessa

La presente appendice è stata realizzata nell'ambito del progetto Informa.Fito. "Aggiornamento di strumenti di supporto per la diffusione delle informazioni sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari" approvato a DINAMICA dalla Regione Emilia-Romagna D.G. Agricoltura (LR 28/98 Det. n° 16819 del 31/12/2008).

I contenuti qui esposti costituiscono un'integrazione ai contenuti della Guida IL CORRETTO IMPIEGO DEI PRODOTTI FITOSANITARI, realizzata, quale materiale didattico, nell'ambito del progetto: "Modellizzazione dei percorsi formativi per l'uso dei presidi fitosanitari" Rif. PA 2006-518/Rer.

L'appendice è suddivisa in tre parti:

1. nella **prima parte** vengono trattate le avversità delle piante;
2. nella **seconda parte** vengono presi in considerazione i principali prodotti per la difesa;
3. nella **terza parte** vengono esaminate le attrezzature per la distribuzione dei prodotti.

I contenuti dell'appendice **non sono oggetto dei corsi** per il rilascio e il rinnovo dell'autorizzazione all'acquisto e all'uso dei prodotti fitosanitari, ma costituiscono **un utile approfondimento** per:

- ✓ conoscere le malattie infettive e gli agenti di danno contro i quali si va ad agire per difendere le colture;
- ✓ conoscere più nel dettaglio le caratteristiche (famiglie chimiche, meccanismo d'azione) dei principali prodotti fitosanitari utilizzati;
- ✓ conoscere le attrezzature per gli interventi fitosanitari, la cui efficienza è fondamentale per la buona riuscita di un trattamento antiparassitario.

## Introduzione

Le recenti normative europee (direttiva macchine 2009/127/Ce e direttiva sull'uso sostenibile degli agrofarmaci 2009/128/Ce), orientate verso una generale riduzione dell'impatto dei prodotti fitosanitari sulla salute dell'uomo e sull'ambiente prevedono, tra le varie azioni, specifiche indicazioni sulle condizioni d'uso e sul controllo funzionale delle irroratrici. Alla luce di quanto previsto dalle nuove norme è di fondamentale importanza conoscere la tipologia e le principali caratteristiche dei mezzi irroranti.

## 1. Classificazione delle macchine irroratrici

L'applicazione degli agrofarmaci si realizza mediante attrezzature che, seppur simili nell'obiettivo, differiscono tra loro a seconda dello stato fisico del prodotto fitosanitario da distribuire.

Possiamo, pertanto, distinguere mezzi per trattamenti in forma:

- solida (impolveratrici, spandigranuli e microgranulatori)
- liquida (irroratrici)
- gassosa (fumigatrici)

## 2. Impolveratrici

Sono attrezzature impiegate per la distribuzione dei formulati in polvere secca. I modelli più semplici, che sono dotati di funzionamento esclusivamente manuale (soffietto, zaino, carriola e carrello), sono ancor'oggi impiegati per i trattamenti localizzati, o laddove siano richiesti criteri di economicità, leggerezza e maneggevolezza (Foto 1).

Accanto a queste attrezzature, spesso dedicate al campo hobbistico, sono storicamente presenti le classiche impolveratrici di tipo portato (Foto 2), semiportato o trainato.



Foto 1 - Impolveratrice spallaggiata azionata a mano dall'operatore.



Foto 2 - Impolveratrice portata.

Il ritrovato interesse da parte del mondo della difesa delle colture, nei confronti dello zolfo in polvere, ha consentito di migliorare le prestazioni di tali macchine che si compongono di:

- telaio con relativi dispositivi per il collegamento alla presa di forza e per il sollevamento o il traino;
- tramoggia per l'alloggio della polvere (capacità di 25-700 kg), in polietilene, acciaio inossidabile o altro materiale resistente alla corrosione (Foto 3). La tramoggia è dotata di:
  - agitatore;
  - dosatore, di tipo meccanico o pneumatico, per modulare l'efflusso della polvere;
  - frangimassa e coclea per il trasporto del prodotto nel convogliatore;



Foto 3 - Tramoggia in polietilene di una impolveratrice.

- ventilatore di tipo elicoidale o centrifugo, capace di generare un flusso d'aria con velocità e portata elevate. Il ventilatore, chiuso generalmente da un carter, trasporta sulla vegetazione la combinazione aria-polvere. Generalmente ha una velocità compresa tra 2000 e 4500 giri/min, con portata e velocità dell'aria rispettivamente di 5.500 m<sup>3</sup>/h e di 20-180 m/sec;
- organi di adduzione e diffusori (a cannone a ventaglio, ecc.); quest'ultimi sono costituiti da una o più coppie poste su testate di distribuzione variabili (Foto 4).



Foto 4 – Organi di distribuzione a ventaglio.

Distinguiamo impolveratrici meccaniche e pneumatiche. Nelle **impolveratrici meccaniche** la fuoriuscita del prodotto dalla tramoggia avviene per gravità. La polvere giunge alla ventola elicoidale, la cui portata fissa la gittata e la capacità operativa.

Il sistema agitatore-tritratore, alloggiato nella tramoggia, consente alla polvere di giungere con regolarità al flusso d'aria. Nelle versioni più recenti il serbatoio è equipaggiato di un motore che alimenta l'agitatore, il frangimassa e la coclea.

Alcuni modelli sono concepiti anche per la distribuzione di concimi in granulari e/o pellet.

Nelle **impolveratrici pneumatiche** il prodotto cade in un condotto, a sezione variabile (tubo di Venturi), nel quale passa una corrente d'aria a forte velocità generata dal ventilatore. Il prodotto si meschia all'aria proveniente dall'esterno e viene indirizzato verso i punti d'erogazione.

Le attuali impolveratrici, sia ad estrazione meccanica che pneumatica, garantiscono da un lato un miglior dosaggio della polvere e dall'altro evitano il contatto tra le particelle polverulente e il ventilatore. Quest'ultimo aspetto è particolarmente importante per prodotti facilmente infiammabili quali lo zolfo. Recenti modelli sono inoltre dotati di dispositivi (elettrostatici e/o umidificanti) che incrementano la quota di prodotto fitosanitario che aderisce alle superfici vegetali. I mezzi pneumatici a caricamento elettrostatico possiedono un particolare elettrodo, analogo a quello che viene montato su alcune tipologie di irroratrici, che carica positivamente le particelle del formulato. In questo modo si crea un campo di attrazione tra la vegetazione (con carica negativa) e l'agrofarmaco (con carica positiva). Inoltre le particelle di prodotto, caricandosi dello stesso segno, tendono a non sovrapporsi tra loro.

Nei modelli dotati di apparati umidificanti, una soluzione liquida estremamente micronizzata (acqua pura o con adesivanti), contenuta in un serbatoio supplementare, umidifica le polveri favorendo l'adesività alla vegetazione.

Per i trattamenti sulle colture erbacee vengono utilizzate delle barre pneumatiche con erogatori regolabili e orientabili in funzione della vegetazione. Queste attrezzature, che hanno lunghezza di 8-12 m, sono applicabili su impolveratori portati.

Sul mercato sono anche disponibili dei mezzi misti che abbinano la distribuzione di agrofarmaci liquidi e polverulenti; tale erogazione può avvenire in modo simultaneo o alternato.

### 3. Spandigranuli e microgranulatori

L'applicazione di prodotti granulari o pellet può avvenire mediante mezzi per la distribuzione dei concimi (distributori misti), o attraverso attrezzi specifici: i microgranulatori.

**I distributori misti** sono macchine impiegabili sia a pieno campo, sia per interventi localizzati. Sono dotati di uno schema costruttivo che prevede:

- contenitore dei granuli (d'acciaio inossidabile o galvanizzato, o in materiale plastico) di forma conica, piramidale rovescia (mezzi portati) o prismatica (mezzi trainati). La tramoggia è dotata di agitatore e di coclea o di nastro trasportatore, per dirigere il prodotto

verso l'erogazione;

- dispositivo di regolazione del dosaggio che opera mediante tre diverse modalità: gravità, estrazione forzata (convogliatore a nastro, a tapparella ecc.) e volumetrica (cilindri o rulli);
- organi di spandimento.

Due sono le tipologie principali dei distributori misti:

1. **centrifughi**. Sono i mezzi più economici e più diffusi. Il prodotto giunge, per gravità, sulla piattaforma orizzontatale rotante passando attraverso un dispositivo regolatore dotato di movimento rotatorio (*Foto 5*) o oscillatorio trasversale; la forza centrifuga permette di distribuire i granuli. La scarsa uniformità della distribuzione e del dosaggio è il principale difetto di questo meccanismo.
2. **pneumatici**. Sono attrezzature più sofisticate nelle quali il prodotto viene investito da un flusso d'aria, ad alta velocità, generato da un ventilatore centrifugo. La corrente mantiene in sospensione e trasporta il prodotto, tramite apposite tubazioni, alle bocchette di diffusione. Garantiscono una distribuzione più omogenea e regolare.

I **microgranulatori**, per il trattamento al terreno, sono generalmente abbinati alle seminatrici di precisione (*Foto 6*). Anche questi mezzi ricalcano il modello costruttivo descritto per i distributori misti (telaio portante, tramoggia, apparato dosatore-distributore, organi di erogazione). Si distinguono in dosatori gravimetrici (con apparati dosatori a coclea, ad aspo ecc.), volumetrici (con congegni dosatori a vite) e misti.



Foto 5 – Piattaforma rotante montata su un mezzo spandi granuli centrifugo.



Foto 6 – Microgranulatrice abbinata ad una seminatrice di precisione.

## 4. Irroratrici

Le attrezzature dedicate alla distribuzione di prodotti fitosanitari miscelati all'acqua (sospensioni, soluzioni o emulsioni) vengono indicate con il termine di irroratrici. Nonostante la vasta gamma di macchine per la difesa delle colture, una possibile classificazione può basarsi su due schemi:

- a) mezzi operanti su un bersaglio piatto e piuttosto uniforme (colture erbacee, ortive, ed industriali da pieno campo) detti **irroratrici a barra**;
- b) mezzi funzionanti su un target maggiormente difforme e sviluppato in volume (colture arboree), detti **irroratrici**.

Entrambe le tipologie, siano esse di tipo portato, trainato o semovente, hanno il compito di polverizzare la miscela in finissime goccioline e trasportare quest'ultime sulle matrici vegetali.

A seconda delle modalità di frantumazione e di trasporto, si distinguono in:

### 4.1 Mezzi a polverizzazione meccanica (getto proiettato)

La distribuzione della vena liquida avviene meccanicamente grazie all'azione della pompa di tipo volumetrico (generalmente a membrana) che costringe il liquido in pressione a passare ad alta velocità attraverso gli ugelli (*Foto 7*). In questo modo le goccioline vengono caricate di energia cinetica per raggiungere la coltura da trattare.

La dimensione delle gocce (300-600  $\mu\text{m}$ =micron) dipende quindi dal tipo e dal diametro degli ugelli, dalla pressione d'esercizio, dalla viscosità nonché dalla tensione superficiale della

miscela. Generalmente per gli interventi sulle colture arboree vengono impiegati pressioni d'esercizio elevate (10-40 bar) ed ugelli a cono; viceversa i trattamenti per le colture erbacee si caratterizzano per pressioni inferiori (generalmente di 2-5 bar) e per il ricorso ad ugelli a ventaglio o a specchio.



Foto Franchi-Barani  
Foto 7 - Pompa volumetrica.



Foto Franchi-Barani  
Foto 8 - Barra irroratrice a getto proiettato.

Questa tipologia di attrezzature è ancora diffusa per la difesa delle colture erbacee (Foto 8), mentre è quasi abbandonata in frutticoltura. L'impiego di tali mezzi è caduto in disuso in arboricoltura in seguito all'estrema difformità delle gocce prodotte, alle forti turbolenze a cui sono sottoposte quest'ultime e all'insufficiente copertura delle parti investite.

È noto infatti che la distanza percorsa dalle gocce è in funzione della loro massa. Più precisamente, la frazione di spray più fine ha difficoltà a raggiungere il bersaglio poiché percorre brevi tragitti e tende a disperdersi nell'ambiente per deriva (Foto 9). Al contrario la quota formata dalle gocce più grandi percorre distanze maggiori ma è soggetta a perdite per ruscellamento. Pertanto, la notevole massa di gocce necessaria per colpire anche le parti più interne della vegetazione si traduce inevitabilmente in volumi d'intervento molto elevati con conseguenti forti perdite.

Un altro difetto consiste nella ridotta penetrazione dello spray, nelle parti più interne della cortina, per effetto della compattazione delle foglie ad opera delle elevate pressioni d'esercizio.

Le attrezzature a getto proiettato risultano più semplici, leggere, più economiche e meno esigenti in termini di potenza assorbita, rispetto a quelle a getto portato.

Generalmente tali irroratrici sono portate (serbatoi da 300-600 litri), o più raramente trainate (versioni da 1500-3000 litri) e si compongono di:

- **telaio.** È in tubolare d'acciaio verniciato o zincato a caldo. Il collegamento con la trattrice si realizza grazie all'attacco a tre punti o il timone sterzante (Foto 10).
- **serbatoio.** Ha la funzione di contenere la miscela, pertanto è fondamentale che consenta, grazie ad una forma compatta e all'assenza di angoli morti e spigoli (Foto 11), un rapido



Foto Franchi-Barani  
Foto 9 - Dispersione nell'ambiente della frazione più fine dello spray (deriva).



Foto Franchi-Barani  
Foto 10 - Collegamento tra la trattrice e l'irroratrice (timone sterzante).

svuotamento. I materiali costruttivi (polietilene o più raramente vetroresina) devono garantire resistenza alla corrosione e agli urti. Il serbatoio è corredato di un coperchio, in polipropilene, spesso ribaltabile di 180° e dotato di bloccaggio. Altro elemento è il filtro a cestello, per mescolare prodotti in polvere e operare un primo grossolano filtraggio dei corpi estranei. Il serbatoio è inoltre dotato di indicatori di livello: tubi esterni, misuratori a galleggiante, ecc.. Nella parte interna è alloggiato un agitatore, in genere di tipo idraulico o meccanico, per garantire un'efficiente omogeneità della miscela (Foto 12).



Foto 11 - Serbatoio principale dell'irroratrice.



Foto 12 - Agitatore di tipo meccanico.



Foto 13 - Serbatoio ausiliario per l'igiene dell'operatore (lavamani).

Accanto al serbatoio principale, le moderne attrezzature sono equipaggiate con serbatoi supplementari: lavamani e lavaimpianto. Il *lavamani* è uno specifico serbatoio contenente acqua pulita, con capacità di almeno 15 litri. Costituisce una riserva di acqua per decontaminare i dispositivi di protezione individuale degli operatori che incidentalmente vengono a contatto con la miscela, con gli ugelli ed altro (Foto 13).

Il *lavaimpianto* contiene anch'esso acqua non contaminata per consentire il lavaggio dell'irroratrice al termine del trattamento (Foto 14). La sua minima capienza deve essere pari ad un decimo del volume del serbatoio principale;

- **premiscelatore.** Consiste in un serbatoio ausiliario con capacità limitata (8-20 litri). Facilita e rende più sicuro l'operatore nell'introduzione e nella miscelazione degli agrofarmaci nel serbatoio principale (Foto 15);
- **pompa.** Invia la soluzione acquosa in pressione agli ugelli. Distinguiamo pompe a membrana (pressioni di 20-50/60 bar) o a pistoncini. Quest'ultime operano a pressioni molto elevate e sono meno diffuse;
- **circuito idraulico.** Si compone di tubi generalmente flessibili, di rubinetti e di filtri.



Foto 14 - Serbatoio lavaimpianto.



Foto 15 - Premiscelatore.

I rubinetti, in materiale anticorrosione (acciaio inossidabile o poliammide), regolano l'apertura e la chiusura del circuito e delle sezioni del sistema d'erogazione. Sono comandati generalmente con sistemi manuali (Foto 16).

Le irroratrici moderne sono provviste di comandi a distanza quali dispositivi meccanici, elettrici e via radio. Grazie a questi congegni è possibile aumentare la sicurezza riducendo al contempo il contatto tra operatore e lo spray (Foto 17).

I filtri devono assicurare buone performance nonché longevità dei mezzi, evitando che corpi estranei occludano o provochino abrasioni a tubi ed ugelli (Foto 18).

La loro corretta dislocazione prevede una superficie filtrante decrescente passando dal serbatoio alle punte di spruzzo (Tabella 1).



Foto 16 - Rubinetti che regolano l'apertura e la chiusura del circuito idraulico.

Tabella 1 - Correlazione tra il numero di mesh e le dimensioni della maglia filtrante (da Balsari e Scienza, 2003).

Mesh	Dimensioni dell'apertura	
	mm	µm
16	1,1	1100
20	0,8	800
30	0,6	600
50	0,3	300
80	0,18	180
100	0,14	140
200	0,08	80



Foto 17 - Esempio di centralina per il comando elettrico a distanza.



Foto 18 - Esempio di cartuccia di filtri.

I filtri, posti sull'aspirazione (Foto 19) e sul boccaporto di riempimento del serbatoio, hanno maglie larghe per bloccare le impurità più grossolane (10-30 mesh). Altri filtri sono posizionati sulla tubazione in aspirazione della pompa (30-50 mesh) e devono essere pulibili ed ispezionabili anche a serbatoio pieno; alcuni di questi filtri sono autopulenti (Foto 20). Altra tipologia di filtro, con maglie inferiori al foro degli ugelli, è posta tra la pompa e l'ingresso delle punte di spruzzo (50-100 mesh). Generalmente, se il sistema filtrante è efficiente, non vengono montati filtri sugli ugelli; tuttavia qualora siano installati hanno maglie di 50-200 mesh;



Foto 19 – Esempio di filtro per aspirazione diretta da fossi, canali.



Foto 20 – Filtro di mandata di tipo autopulente.

- **manometro.** È lo strumento per la regolazione e il controllo della macchina. Per garantire un buon funzionamento, il manometro deve essere robusto, facilmente visibile dalla cabina e con un intervallo di lettura adeguato alle pressioni di lavoro. Le versioni moderne sono a bagno di glicerina (Foto 21);
- **sistemi di regolazione della portata.** Nei dispositivi a pressione costante (DPC), la portata è tenuta costante, nell'unità di tempo, dal regolatore di pressione. Sono apparati semplici e poco costosi, ma imprecisi; vengono ancora oggi montati nelle attrezzature più economiche. In tali congegni la portata, ossia la quantità di miscela erogata dagli ugelli per minuto (l/min), è regolata da diverse tipologie di dispositivi; pertanto, per mantenere regolare il volume distribuito per unità di superficie, occorre che la velocità d'avanzamento sia stabile (Foto 22). Operativamente ciò non è semplice da realizzare, soprattutto quando si lavora in condizioni di scarsa aderenza (slittamento) o su terreni in pendenza. Infatti, in tali circostanze è facile assistere a fenomeni di sovra o sotto dosaggio (l/ha). Per risolvere questi problemi, da alcuni decenni le irroratrici possono essere equipaggiate con sistemi più sofisticati, detti a pressione variabile. Essi si suddividono in congegni a distribuzione proporzionale al regime del motore (DPM) e proporzionale all'avanzamento (DPA). Nei primi, essendo la distribuzione in funzione del regime del motore, la variazione della pressione permette una portata variabile agli ugelli. In questo modo, operando in salita o discesa, è possibile mantenere il volume ad ettaro costante entro un range del +/- 20%. Tuttavia il congegno non evita il sovradosaggio quando si lavora in condizioni di scarsa aderenza. I secondi (DPM), attraverso sensori di velocità, flussometro e valvole, agiscono sulla velocità e sulla pressione garantendo in tutte le situazioni una portata costante.



Foto 21 – Manometro in bagno di glicerina.



Foto 22 – Sistema di regolazione della portata a pressione costante (DPC).

Questi due strumenti (DPA e DPM), se da un lato assicurano un volume costante, dall'altro non forniscono un livello di polverizzazione regolare. Sono, infine, da menzionare i regolatori a concentrazione variabile (CPA), che consentono una costante distribuzione della dose di miscela. In questi dispositivi la dose è proporzionale all'avanzamento (DPA). All'interno del miscelatore, la preparazione della miscela è istantanea poiché l'acqua e i prodotti fitosanitari vengono mescolati tra loro tramite opportune pompe. In questo modo si evitano sia il contatto dell'operatore con i formulati, sia i problemi di smaltimento connessi alla miscela residua. Quest'ultima innovativa soluzione sta uscendo dalla fase di prototipo;

- **ugelli.** Si definisce ugello qualsiasi apparato in grado di polverizzare la vena liquida e caricarla di energia cinetica per disperderla a distanza. Nei mezzi a polverizzazione meccanica distinguiamo diversi tipi di ugelli idraulici (Foto 23). Essi sono costituiti da un corpo cavo e filettato (di forma cilindrica o troncoconica), da una ghiera di bloccaggio, da una testina con orifizio calibrato e da un filtro. I materiali di costruzione sono riconducibili principalmente a materie plastiche, metalli (acciaio inossidabile) e ceramiche (allumina, ecc.). Le ceramiche offrono un'ottima resistenza all'abrasione ed alla corrosione; tuttavia per effetto degli alti costi solo la testina è costituita da un orifizio in ceramica, il resto è in materiale plastico. Sulle barre possono essere montati ugelli a ventaglio, a specchio nonché i più moderni getti ad induzione d'aria. Gli ugelli a ventaglio, meno soggetti al vento, operano a pressioni basse (già a 1,5 bar) ed emettono gocce di medie dimensioni. Si caratterizzano per avere la testina con l'orifizio a fessura. La loro distanza reciproca sulla barra è in funzione dell'angolo di apertura (80°-90°-100°-110°), della pressione e della portata (Tabella 2).



Foto 23 - Esempio di ugelli idraulici.

Tabella 2 - Principali parametri operativi degli ugelli a ventaglio ed a specchio in base al tipo di intervento (da Mines, 2009).

Tipo di Trattamento	Tipo di ugello	Pressioni (bar)	Volume (l/ha)
Erbicidi (pre-semina, pre-emergenza)	Ventaglio o specchio	1,5-2,0	200 -300
Erbicidi (post-emergenza)	Ventaglio o specchio	3,0	150-200

Lo schema costruttivo degli *ugelli* a specchio è sempre il medesimo, ma questi si distinguono per una testina con condotto d'efflusso circolare e per deflettori che fanno assumere allo spray un angolo ampio (140° ed oltre) ed una forma a "lama". I volumi erogati, pur essendo in funzione della pressione, sono molto bassi.

L'evoluzione tecnologica mette a disposizione tipologie di ugelli che soddisfano le accresciute esigenze ambientali, con particolare riferimento alle problematiche legate alla mitigazione del rischio.

Distinguiamo due tipologie di punte di spruzzo caratterizzate da una micronizzazione poco soggetta alla deriva: ugelli con pre-orifizio e ugelli a inclusione d'aria. Nei primi, grazie alla presenza nel corpo dell'ugello di una pre-camera (pre-orifizio), la frazione di gocce fini si riduce rispetto alla polverizzazione tradizionale. In questo modo è possibile ottenere uno spray formato da gocce di maggiore dimensione.

La seconda tipologia, a più efficace azione antideriva, prevede la presenza di un foro che richiama aria dall'esterno. In questo modo si forma una nube costituita da gocce relativamente grandi che incorporano bolle d'aria. Quest'ultime, una volta a contatto con le matrici vegetali, si separano dalle goccioline garantendo così una buona copertura delle superfici trattate. Gli ugelli antideriva si sono diffusi in un primo tempo per i trattamenti sulle colture erbacee, tuttavia, l'esigenza di contenere il fenomeno della deriva, sta gradualmente incoraggiandone l'impiego anche in frutti-vitcoltura.

Sono, infine, da ricordare gli ugelli a getto asimmetrico montati all'estremità della barra. Vengono impiegati nei trattamenti di bordo per evitare che lo spray sia diretto verso l'esterno.

Negli interventi sulle colture arboree vengono, generalmente, impiegati ugelli a cono (vedi paragrafo dedicato alle irroratrici ad aereconvezione);

- **dispositivi antigoccia.** Evitano la fuoriuscita della miscela dagli ugelli, nonostante l'interruzione dell'alimentazione del circuito idraulico (Foto 24). Si distinguono in antigoccia per aspirazione, meccanici (a sfera, a membrana e a valvole) e pneumatici. Completano i vari componenti delle irroratrici, i tracciafila. Si tratta di semplici e funzionali dispositivi, montati sulle barre, che generano sostanze schiumose utilizzate per marcare i bordi trattati (Foto 25). La schiuma è ottenuta dalla miscela di acqua e liquido schiumogeno.



Foto 24 – Dispositivo antigoccia con relativo ugello a cono.



Foto 25 – Congegno miscelatore-spruzzatore del liquido schiumogeno.

## 4.2 Mezzi a polverizzazione mista (getto portato)

Lo schema costruttivo ricalca quello descritto per i mezzi a getto proiettato, tuttavia le differenze sono ragguardevoli. Nei mezzi a getto portato, la polverizzazione è attuata grazie a pompe volumetriche (a pistoni o a pistone-membrana). Il trasporto delle goccioline di spray (diametro medio di 200-300  $\mu\text{m}$ ) è originato da un ventilatore di tipo assiale (Foto 26). Quest'ultimo ha il compito di colmare le inefficienze distributive dell'irroratrice classica a polverizzazione meccanica.

Distinguiamo i seguenti mezzi irroranti:

### 4.2.1 Barre aereoassistite

Sono note come barre a manica d'aria, poiché il flusso d'aria (portata di circa 2000  $\text{m}^3/\text{ha}$  per metro di barra e velocità di circa 35  $\text{m}/\text{sec}$ ) è prodotto da uno o due ventilatori assiali, a seconda delle dimensioni dell'irroratrice (Foto 27). Il flusso viene canalizzato in due condotti plastici dai quali fuoriesce solo in corrispondenza degli ugelli. Anche queste macchine montano ugelli già descritti in precedenza (a ventaglio, ecc.). Presentano dei vantaggi di tipo operativo, poiché la corrente d'aria migliora la penetrazione nella vegetazione e la copertura della pagina fogliare inferiore, soprattutto nelle colture con elevato sviluppo vegetativo. È inoltre rilevante la riduzione delle perdite per deriva soprattutto quando si opera in condizioni sfavorevoli. Svantaggi sono riconducibili all'elevato costo e al notevole peso.



Foto 26 – Ventilatore di tipo assiale.



Foto 27 – Barra aereo assistita.

### 4.2.2 Irroratrice ad aereoconvezione

Comunemente dette atomizzatori, rappresentano la macchina più diffusa per gli interventi fitosanitari alla vite e ai fruttiferi.

Si contraddistinguono per:

- pompa a pistoni-membrana, generalmente impiegata con pressioni di 10-30 bar, può tuttavia raggiungere i 40-50 bar;
- ventilatore (portata di 10.000-50.000 m<sup>3</sup>/h ed oltre e velocità al bordo di uscita di 20-50 m/s) che, nell'assetto classico, presenta aspirazione posteriore e flusso radiale in uscita (*Foto 28*);
- ugelli a cono. Queste punte di spruzzo, oltre ai costituenti fondamentali, si caratterizzano per la presenza del vorticolatore; quest'ultimo è separato dalla testina da uno spazio (camera di turbolenza) di diversa forma (conica o troncoconica, ecc.). La presenza di canali nel vorticolatore imprime al liquido un'elevata velocità di rotazione prima che questo fuoriesca dall'ugello. Il getto può essere a cono pieno o vuoto.

Nella concezione più tradizionale le punte di spruzzo sono disposte a semiraggiera in prossimità dell'uscita dell'aria. Generalmente sono in numero di 8-16 e presentano diametri di 0,8-1,8 mm. Gli ugelli possono essere posizionati all'interno o all'esterno del flusso (*Foto 29*).

Grazie a strutture costruttive moderne e ugelli tecnologicamente più avanzati (*Foto 30*), oggi il mercato propone irroratrici ad aereoconvezione, in grado di operare con un range di volumetrie ampio (200-1.600 l/ha ed oltre).



Foto 28 - Disposizione classica del ventilatore assiale montato su un atomizzatore ad aereoconvezione.



Foto 29 - Ugelli disposti all'interno (a sinistra) e all'esterno (a destra) del flusso d'aria.



Foto 30 - Ugello a cono di moderna concezione tecnologica.



Foto 31 - Convogliatori del flusso orientabili.

Al fine di porre rimedio ad alcune deficienze legate all'asimmetria distributiva, i mezzi ad aereoconvezione tradizionali sono equipaggiati di elementi correttori.

Le principali soluzioni tecniche individuate sono: contro-ventilatori fissi montati a valle del flusso, convogliatori dell'aria (*Foto 31*), deflettori orientabili (*Foto 32*), raddrizzatori del flusso (a contropale fisse o orientabili), doppio sistema di ventole controrotanti (*Foto 33*), disposizione anteriore del ventilatore rispetto al serbatoio. In quest'ultimo caso il flusso d'aria viene convogliato in un tubo che oltrepassa il serbatoio per raggiungere posteriormente il diffusore.



Foto 32 – Deflettori di flusso orientabili.



Foto 33 – Irroratrice equipaggiata con un doppio sistema di ventole controrotanti.

La correzione delle carenze distributive è stata affrontata anche attraverso l'impiego di convogliatori a torre (irroratrici a flusso tangenziale Foto 34). Consistono in convogliatori verticali con altezza variabile che avvicinano l'erogazione alla vegetazione. Molto spesso i mezzi a flusso tangenziale sono abbinati ad una disposizione esterna degli ugelli rispetto al flusso d'aria; ciò consente anche di variare la posizione dei getti garantendo un migliore adattamento alle forme d'allevamento delle colture arboree.

Un'altra soluzione è rappresentata dalle **irroratrici tangenziali**. Questi mezzi generano un flusso perpendicolare alla vegetazione. Sono dotati di ventilatori tangenziali che producono un getto d'aria orizzontale generato da rotori cilindrici verticali; questi aspirano l'aria anteriormente e la dirigono verso le matrici vegetali in modo uniforme (Foto 35).

Le irroratrici tangenziali trovano scarso riscontro in Italia, molto probabilmente a causa delle caratteristiche d'erogazione. Infatti, diversi lavori sperimentali hanno evidenziato come queste macchine, seppur dotate di minore dispersione verso l'alto, si caratterizzano per una notevole variabilità di deposizione soprattutto quando lo spessore della vegetazione è elevato.

Quando i mezzi ad aeroconvezione (barre e atomizzatori) vengono equipaggiati con ugelli rotativi, si parla di attrezzature centrifughe. In questo caso la micronizzazione e il trasporto della miscela avvengono meccanicamente, grazie alla forza centrifuga generata da particolari dispositivi (ugelli) con bordo dentellato. Essi sono azionati da motorini elettrici ai quali perviene la miscela a bassissima pressione. Sono mezzi ottimali per interventi ad ultra basso volume (50-100 l/ha), poiché capaci di produrre gocce estremamente uniformi e fini (50-70  $\mu\text{m}$ ). Pur essendo presenti sul mercato ormai da diversi anni, hanno trovato scarsa diffusione sia per la complessità di gestione, sia per le forti remore sulla validità fitoiatrica dei volumi di spray ultra.



Foto 34 – Irroratrice a flusso tangenziale "a torre".



Foto 35 – Irroratrice tangenziale

### 4.2.3 Irroratrici pneumatiche

Questi mezzi a getto portato, oltre ad essere meno diffusi dei precedenti, sono concepiti per i trattamenti a basso volume (100-300 l/ha).

La frammentazione ed il trasporto della vena liquida avviene grazie alla corrente d'aria che investe ad alta velocità il liquido nel diffusore.

Le irroratrici pneumatiche<sup>1</sup>, di tipo portato, semiportato o trainato, sono impiegati prevalentemente in frutticoltura.

Si contraddistinguono per essere equipaggiate con:

- pompe centrifughe con pressioni di esercizio di 0,5-2 bar;
- ventilatore radiale (Foto 36) che produce una corrente d'aria con portata relativamente bassa (1.000-20.000 m<sup>3</sup>/ha) ed alta velocità (80-150 m/s ed oltre).

La polverizzazione, garantita da appositi dispositivi d'erogazione (diffusori), è fine e piuttosto omogenea (gocce di 100-150 µm). I diffusori possono presentare diverse configurazioni (a cannoncino, a bocchette, a due o quattro lobi, ecc.) in funzione del tipo di coltura e della forma d'allevamento (Foto 37).

Macroscopiche differenze rispetto alle macchine ad aeroconvezione si traducono nella maggiore velocità dell'aria che permette una migliore penetrazione della miscela. Tuttavia, in presenza di chiome rigogliose, si possono registrare danni alla vegetazione prossima ai diffusori. Inoltre la minore massa d'aria può limitare il trasporto delle gocce in impianti con elevato sviluppo vegetativo. L'estrema finezza delle gocce può costituire un altro fattore limitante per effetto dell'evaporazione, in condizioni termiche elevate, e della deriva.

Allo scopo di facilitarne il deposito sul target, le irroratrici pneumatiche possono anche adottare un generatore di corrente per fornire carica elettrica positiva alle gocce. La reale efficacia della polverizzazione con carica elettrostatica trova tra gli studiosi pareri discordanti.

È infine doveroso accennare alle macchine (ad aereoconvezione o pneumatiche) operanti su più filari contemporaneamente. Tali mezzi sono dotati di un telaio in grado di scavalcare una o più file; trovano ovviamente applicazione nelle forme d'allevamento in parete (Foto 38).

Queste attrezzature, pur capaci di incrementare la capacità di lavoro e di conseguenza la tempestività degli interventi, hanno finora trovato limitata diffusione a seguito della notevole frammentazione delle forme d'allevamento, della non sempre agevole manovrabilità e, non da ultimo, del costo (Foto 39).



Foto 36 - Esempio di ventilatore radiale.



Foto 37 - Diverse configurazioni dei diffusori (dall'alto in basso: a cannoncino; a bocchette; a quattro lobi).

<sup>1</sup> Per una descrizione più dettagliata degli elementi costruttivi che accomunano tali mezzi alle altre tipologie di irroratrici, si rinvia al paragrafo dedicato alle macchine a polverizzazione meccanica.



Foto 38 – Irroratrice operante su più filari contemporaneamente.



Foto 39 – La manovrabilità dei mezzi operanti su più filari non è sempre agevole.

## 5. Mezzi per trattamenti a colture ad alto fusto

Per i trattamenti alle colture arboree e forestali ad alto fusto (es. pioppo) vengono utilizzati irroratrici per lo più trainate. Generalmente la micronizzazione della miscela avviene per pressione, anche se sono disponibili irroratrici pneumatiche. Il trasporto delle gocce è garantito da un flusso capace di assicurare gittate elevate (35 m ed oltre). Spesso queste macchine hanno testate erogatrici intercambiabili a seconda della problematica fitosanitaria e della sua localizzazione nella pianta (tronco e/o vegetazione). Nella forma a cannone (Foto 40), la testata consta di una bocca di lancio dell'aria, ampia e orientabile, alla cui estremità sono inserite le punte di spruzzo. Altre tipologie sono rappresentate da convogliatori a ventaglio (mono o bilaterali), sezioni d'erogazione a barra verticale e tipologie miste (Foto 41). Il mercato offre anche irroratrici dotate di fotocellule che consentono di localizzare l'erogazione sul tronco o sulla sola chioma.

Queste attrezzature sono impiegate anche per trattamenti nei barbetellai e nelle serre (Foto 42).



Foto 40– Irroratrice per trattamenti al pioppo dotata di testata erogatrice a cannone.



Foto 41 – Esempio di irroratrice utilizzata in pioppicoltura con testata erogatrice mista.



Foto 42 – Attrezzatura per i trattamenti in serra.

## 6. Attrezzature innovative per trattamenti alle colture arboree

In questa categoria si annoverano diverse soluzioni costruttive per interventi in frutticoltura, alcune delle quali ancora in fase di prototipo. I comuni denominatori, sono il miglioramento dell'efficacia del trattamento grazie ad una distribuzione più mirata ed omogenea, il contenimento degli effetti negativi sull'ambiente e l'incremento della sicurezza dell'operatore.

Alcuni sistemi permettono il recupero del prodotto non intercettato dalla vegetazione, mediante l'impiego di varie configurazioni meccaniche (deflettori, collettori e tunnel).

Fra i vari modelli proposti, di particolare interesse risulta il sistema a tunnel (Foto 43), già diffuso dall'inizio degli anni '90 nei paesi nel nord Europa e da alcuni anni anche in Italia.

Le irroratrici a recupero di prodotto, che operano generalmente su uno o due filari, si compongono di schermi verticali contrapposti in modo da abbracciare il filare.



Foto 43 - Irroratrice a recupero di prodotto di tipo "a tunnel".



Foto 44 - Sistema di captazione e separazione lamellare dello spray.

Le pareti tecnologicamente più avanzate, presentano dispositivi lamellari di captazione e separazione delle gocce dall'aria (Foto 44). In tali sistemi, sono alloggiati serie contrapposte di ugelli; la loro distanza reciproca varia in funzione delle dimensioni della parete vegetativa. La quota di spray recuperata, una volta filtrata, viene rimessa nel serbatoio principale attraverso sistemi per l'aspirazione del liquido di recupero.

Rispetto ai primi prototipi, gli attuali modelli sono dotati di generatori di flussi d'aria interna prodotti da ventilatori radiali o assiali. L'efficienza nel recupero del prodotto è fortemente influenzata dalla massa di vegetazione, dalla fase fenologica e dal volume applicato. Alcune prove hanno dimostrato consistenti risparmi di liquido, anche fino al 70-80%, ma mediamente del 30-40%.

Pur rappresentando una soluzione costruttiva interessante trovano ancora forti limitazioni legate alla scarsa adattabilità alle diverse forme d'allevamento e all'elevato costo (Foto 45).

Altre criticità sono da imputarsi alla difficoltà di operare in condizioni di terreno inclinato, con appezzamenti non regolari e con testate non sufficientemente ampie per le manovre di voltata.

Inoltre, l'intensa sperimentazione condotta sui mezzi a tunnel ha evidenziato la necessità di una pulizia perfetta dell'irroratrice al termine di ogni utilizzo. Questa regola, di validità generale, assume un'importanza maggiore in mezzi più soggetti alle incrostazioni nel circuito idraulico.

Il progresso tecnologico ha inoltre consentito la realizzazione di macchine con testate erogatrici dotate di moduli separati ed indipendenti (Foto 46). Esse regolano l'irrorazione in funzione delle diverse forme d'allevamento e d'impianto.



Foto 45 - Le irroratrici a "tunnel" sono impiegabili solo in forme di allevamento in parete.

Grazie alla flessibilità dei moduli, è possibile indirizzare il getto nei punti più fitti della chioma o concentrare lo spray solo nelle fasce che richiedono l'intervento fitosanitario.

Nuovi indirizzi costruttivi, per la contemporanea applicazione di agrofarmaci non miscibili, prevedono di equipaggiare le irroratrici con due circuiti idraulici di distribuzione e con due cisterne separate e indipendenti.

Ulteriori soluzioni realizzano la contemporanea distribuzione di spollonante e diserbo di contatto, oppure l'irrorazione di insetticidi di origine naturale attraverso spruzzi e non nube di spray. Altre ancora consentono anche agli atomizzatori ad aereconvezione di caricare elettrostaticamente lo spray, grazie ad un polarizzatore.

Per operare in efficienza su terreni in contropendenza, sono infine da menzionare le irroratrici a recupero di prodotto dotate di apparati idraulici.

Recentemente ha debuttato il prototipo di irroratrice ad aereconvezione "CASA" (Crop adapted spray application), che è stato sviluppato con l'obiettivo di ridurre l'impiego dei prodotti fitosanitari e al contempo minimizzare l'inquinamento dell'ambiente (deriva). La macchina consente di adattare automaticamente il proprio funzionamento alle caratteristiche del bersaglio, del suo stato fitosanitario e delle condizioni atmosferiche.

Affinché ciò si realizzi, il prototipo è dotato di sensori di tipo:

- ad ultrasuoni (CIS - Crop identification system) capaci di identificare e applicare gli agrofarmaci in funzione della presenza o meno del bersaglio e delle sue caratteristiche morfologiche;
- ottico (CHS - Crop health sensor) in grado di rilevare la vegetazione soggetta all'infezione e pertanto eseguire l'applicazione solo in presenza della malattia.

Questi dati vengono elaborati ed integrati con quelli ambientali forniti dal sistema EDAS (Environmental dependent application system) basato su un anemometro sonico che regola i parametri dell'irrorazione (numero e tipo di ugelli attivi, velocità dell'aria e portata del ventilatore, ecc.) in funzione della pozione della macchina e delle condizioni del vento.

## 7. Mezzi di piccole dimensioni

In questo eterogeneo gruppo sono elencate le attrezzature utilizzate anche nel mondo del giardinaggio, dell'hobbistica, del part-time, o comunque in tutte quelle situazioni ove non è possibile operare con irroratrici di dimensioni maggiori (serra).

Si tratta di mezzi spalleggianti (pompe a spalla), o montati su carriole (Foto 47 e 48), impiegabili in un ampio range di situazioni lavorative.

I principi di funzionamento ricalcano quelli già descritti per le attrezzature di maggiore capacità operativa, ossia:

- polverizzazione meccanica
- polverizzazione centrifuga
- polverizzazione pneumatica



Foto 46 - Mezzo irrorante dotato di testata erogatrice modulare in funzione delle caratteristiche geometriche dell'impianto.

In questo eterogeneo gruppo sono elencate le attrezzature utilizzate anche nel mondo del giardinaggio, dell'hobbistica, del part-time, o comunque in tutte quelle situazioni ove non è possibile operare con irroratrici di dimensioni maggiori (serra). Si tratta di mezzi spalleggianti (pompe a spalla), o montati su carriole (Foto 47 e 48), impiegabili in un ampio range di situazioni lavorative. I principi di funzionamento ricalcano quelli già descritti per le attrezzature di maggiore capacità operativa, ossia:

- polverizzazione meccanica
- polverizzazione centrifuga
- polverizzazione pneumatica



Foto 47 - Pompa a spalla.



Foto 48 – Mezzo irrorante carriolato.



Foto 49 – Attrezzatura spalleggiata azionata da motore a scoppio.

La loro struttura costruttiva prevede la presenza di un serbatoio graduato, generalmente in polietilene, con capacità di 1-2 litri per i mezzi centrifughi e di 100 litri per i mezzi con carriola. Sono dotati di un gruppo pompante che può essere azionato manualmente (leva) o da un motore (elettrico o a scoppio), di tubazioni e di una lancia fornita di ugello (Foto 49).

Nei modelli più semplici la portata viene regolata variando l'apertura dell'ugello; quelli più complessi sono dotati di un regolatore di pressione e di un manometro (Foto 50).

I mezzi pneumatici possono essere equipaggiati con ventilatore centrifugo.



Foto 50 – Mezzo irrorante di piccole dimensioni equipaggiato con manometro e regolatore di pressione.



Foto 51 – Esempio di applicazione di erbicidi grazie al sistema di spruzzo ULV.

Altri sistemi di spruzzo ad ultra basso volume (gocce estremamente fini 20-50  $\mu\text{m}$ ) sono impiegati in ulteriori contesti lavorativi (vivaiismo, viticoltura, verde pubblico, ecc.) per l'applicazione di erbicidi non diluiti (Foto 51).

Accanto alle pompe a spalla e alle motocarriole, sono disponibili dei generatori di aerosol (fogger) dedicati ai trattamenti in coltura protetta (Foto 52) ed alla disinfezione/disinfestazione di ambienti chiusi.

I fogger sono attrezzature mobili (Foto 53) o fisse che generano goccioline molto fini (20-50  $\mu\text{m}$ ).

Per determinarne la polverizzazione, nei modelli a caldo la miscela viene investita da gas a 500°C; viceversa, nei mezzi a freddo, la micronizzazione è generata da ultrasuoni o mediante aria compressa.

I fogger richiedono, in genere, formulati specificamente studiati per il loro impiego.



Foto 52 – Generatore di aerosol portatile.



Foto 53 – Generatore di aerosol per la distribuzione di agrofarmaci in serra.

## 8. Mezzi speciali

Sono particolari versioni delle irroratrici a barra impiegate prevalentemente nelle operazioni di diserbo. In base all'apparato distributore distinguiamo: le umettatrici e le barre a gocciolamento.

Nelle prime il sistema di distribuzione consiste in materiali assorbenti che, a seguito del contatto con le infestanti, provvedono al rilascio del formulato su queste ultime.

Due sono le categorie di umettatrici:

- ad assorbimento capillare (barre a corda, a rulli, ecc.), nelle quali la soluzione erbicida giunge a contatto con le infestanti per capillarità, per gravità o per leggera pressione;
- a recupero di liquido non utilizzato, dove la parte spugnosa viene alimentata da ugelli.

Nelle barre a gocciolamento l'erogazione della miscela avviene sotto forma di un filo continuo di goccioline, grazie a piccoli fori presenti nell'apparato di distribuzione.

Altri mezzi, dalle soluzioni costruttive più tradizionali, sono impiegati, nell'ambito delle colture arboree, per il diserbo localizzato sulla fila. Si tratta di barre di modeste dimensioni, con struttura simile a quella tradizionale (Foto 54), che operano su uno o due lati della fila. Presentano dei dispositivi per la regolazione rispetto al filare (distanza e altezza dal suolo) e di sistemi per la protezione dagli urti (a molla, a snodo ecc.) contro il tronco delle piante e le strutture di sostegno degli impianti arborei.

Per ridurre la deriva e investire con la miscela la vegetazione, si segnalano barre portaugello a campana (Foto 55).



Foto 54 – Irroratrice per il diserbo localizzato sulla fila delle colture arboree.



Foto 55 – Barra porta ugello a campana.

## 9. Mezzi fumiganti

Per gli interventi con i fumiganti (sostanze che sviluppano gas o vapore) vengono impiegate le fumigatrici.

Distinguiamo due tipologie di mezzi: il palo iniettore e la fumigatrice.

Il primo si compone generalmente di: serbatoio, dispositivo di dosaggio, struttura perforante a tubo dotata di fori calibrati per la fuoriuscita del fluido, piatto per regolare la profondità di lavoro e impugnatura.

Le fumigatrici, dotate di maggiore capacità di lavoro, sono essenzialmente formate da un telaio, da un serbatoio e da un set di assolcatori che operano a profondità di 15-30 cm. Questi ultimi, di tipo portato o trainato, agiscono per gravità o per pressione.

## 10. Scelta del volume d'intervento

L'importanza e la complessità dell'argomento richiederebbero molto spazio, tuttavia la natura divulgativa di questo testo non può che fornire indicazioni di carattere generale.

Nella distribuzione dei prodotti fitosanitari è regola comune indicare con il termine volume, senza ulteriore specifica, la quantità di miscela (l/ha) da distribuire. I volumi assumono connotazioni numeriche e terminologiche differenti (alto, medio, basso, ecc.) a seconda si operi su colture erbacee o arboree (*Tabella 3*).

*Tabella 3* – Classificazione dei volumi di irrorazione (litri/ha) utilizzati per gli interventi fitosanitari (da Matthews, 1986).

Tipo di volume	Colture arboree	Colture erbacee
Alto	> 1.000	> 600
Medio	500-1.000	200-600
Basso	200-500	50-200
Bassissimo	50-200	5-50
Ultra basso	< 50	< 5

La corretta scelta del volume rappresenta uno degli elementi principali per la riuscita dell'intervento. Il risultato di quest'ultimo è frutto di scelte che coinvolgono parametri di natura agronomica, fitoiatrica e meccanica, di non sempre facile codificazione.

Infatti, la scelta della quantità di liquido è condizionata da aspetti morfologici, biometrici e dimensionali del bersaglio, dall'avversità e dal tipo d'intervento (fungicida, insetticida, acaricida, erbicida, ecc.).

A questi si aggiungono il tipo di formulato, l'epoca d'intervento, l'attrezzatura impiegata, nonché le condizioni meteorologiche. In considerazione delle notevoli variabili e della eterogeneità delle situazioni operative, sono comprensibili le difficoltà nel fornire indicazioni precise ed universalmente valide.

Nella pratica di campo la definizione del volume è frutto spesso di valutazioni empiriche derivanti da consuetudini e tradizioni che, più o meno consapevolmente, tengono conto delle difficoltà sopra ricordate. Tutto ciò si traduce in scelte che potremmo definire di natura "cautelativa". Ossia si adottano volumi eccessivi con conseguenti riflessi negativi dal punto di vista economico, tecnico ed ambientale (*Foto 56*).

Questi comportamenti sono sempre meno frequenti, poiché l'agricoltura moderna impone di ridurre i tempi e i costi delle operazioni colturali, distribuzione compresa.



*Foto 56* – Ripercussioni negative dell'applicazione di volumi di spray eccessivi (deriva).



Foto 57 – Esempio di cortine vegetative con differenti volumi fogliari (a sinistra ridotto; a destra elevato).

Inoltre, la maggiore sensibilità ai problemi ambientali e la consapevolezza che dalla qualità del trattamento dipende l'efficacia della difesa, hanno indotto a ridurre l'acqua da impiegare.

Ciò è stato favorito anche dai positivi risultati ottenuti da numerose prove applicative. In sintesi, nella scelta delle quantità d'acqua è possibile fornire solo input di carattere generale che debbono essere tarati in relazione alle specifiche situazioni di campo.

Accanto alle sperimentazioni di tipo applicativo, si stanno mettendo a punto criteri di calcolo dei volumi più o meno complessi. Tra quelli che presentano risvolti più pratici si segnalano: TRV, UCR, Canopy height, ecc.. Essi stabiliscono che la quantità di miscela venga calcolata in funzione delle caratteristiche dimensionali della vegetazione tra cui altezza della cortina vegetativa, LAI, ecc., nonché di indici biometrici (Foto 57). Questi metodi trovano, in alcuni Paesi, già una concreta attuazione sulle colture arboree allevate in parete. Tali approcci, pur risultando incompleti e conseguentemente imprecisi, poiché si basano su criteri semplificatori, possono costituire elementi orientativi.

La scelta del volume comporta un ulteriore problema pratico riguardante il calcolo dei dosaggi di prodotto fitosanitario. Una delle domande più frequenti degli agricoltori riguarda l'identificazione del dosaggio in relazione al proprio impianto. Occorre precisare che qualsiasi sia il sistema di determinazione dei volumi d'intervento (empirico o derivante da sistemi di calcolo) la definizione dei dosaggi che ne scaturisce è subordinata a quanto previsto dalle etichette degli agrofarmaci.

Se la quantificazione delle dosi nelle colture erbacee è relativamente semplice, il calcolo risulta più complesso quando si opera in frutticoltura, in seguito alla notevole difformità del bersaglio. In arboricoltura, come è noto, la vegetazione varia notevolmente le sue dimensioni non solo nel corso della stagione vegetativa, ma anche in funzione della natura dell'impianto (forma d'allevamento, sesto, ecc.) e dei diversi sistemi di gestione della chioma. Ciò accresce notevolmente le difficoltà nella scelta del dosaggio che deve tener conto anche dei molteplici parametri precedentemente menzionati.

A livello internazionale esistono, o sono in corso di studio, diversi criteri per la definizione dei dosaggi; alcuni, come nel caso dei volumi, trovano già una traduzione a livello operativo. Questi approcci sono volti a migliorare gli "storici" input di determinazione delle dosi basati sulla concentrazione (%; g o ml/hl) e/o riferiti a superficie da trattare (Kg o l/ha). Queste due modalità non sempre coniugano efficacia biologica e salvaguardia dell'ambiente. L'espressione del dosaggio per ettaro è un sistema "statico" che non modula la quantità di prodotto ai parametri operativi di campo (dimensioni della chioma, ecc). Anche la modalità per concentrazione è un modalità che semplifica e uniforma al massimo il problema fra le varie colture e sistemi d'allevamento. Pertanto, senza il riferimento a volumi d'irrorazione precisi e tarati per le singole realtà, anche questo approccio non è risolutivo poiché legato alla discrezionalità di scelta dello spray.

Moderni sistemi si basano sulle principali caratteristiche del bersaglio le quali, come già ricordato in precedenza, variano notevolmente da impianto ad impianto. Nel corso degli anni sono stati formulati modelli (CAS, CH, PACE model, ecc.) che calcolano la dose in funzione dell'altezza della chioma, della sua densità, del volume di vegetazione, dello stadio vegetativo, ecc.. Essi si differenziano per la tipologia e il numero di parametri vegetativi presi in esame, nonché per le modalità di rilevamento più o meno complessa.

Altre linee di ricerca, ancora in fase di messa a punto, affrontano la problematica non solo valutando i parametri dimensionali del bersaglio, ma prendono in esame la natura e le caratteristiche del fitofarmaco, nonché la quantità di principio attivo necessaria per devitalizzare efficacemente i parassiti nei diversi momenti di sviluppo.

## **Bibliografia**

- AA.VV., 2002. La deriva del prodotto fitoiatrico. Atti del convegno. pp 36.
- AA.VV., 2007. Dose expression in high crops: Pflanzenschutz Nachrichten Bayer, Vol. 60, Special edition, pp 30.
- Ade G., 1994. Evoluzione delle irroratrici e attrezzature adibite al loro controllo. Notiziario tecnico Erso, 45, 55-65.
- Ade G., Balsari P., Baraldi G., 1999. L'accessoristica e l'elettronica per migliorare la qualità della distribuzione, la sicurezza dell'operatore e la salvaguardia dell'ambiente. Informatore Fitopatologico, 7-8, 3-13.
- Ade G. 2001. Le macchine l'irrorazione delle piante da frutto. Informatore Fitopatologico, 11, 40-44.
- Baldoin C., Beria S., 2001. Le macchine per i trattamenti alle colture erbacee. Informatore Fitopatologico, 11, 29-34.
- Baldoin C., 2008. Come scegliere gli ugelli per i trattamenti a frutteto e vigneto. L'Informatore Agrario, 12, 36-39.
- Baldoin C., Dalla Pace A., De Zanche C., Bodesan D., Bietresato M., 2009. Effetto del volume e della polverizzazione sull'efficacia fitoiatrica di un'irroratrice a tunnel nei vigneti. Atti del IX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria. Ischia Porto. Memoria n.7-12.
- Balsari P., Tamagnone M., 1996. Una irroratrice a tunnel impiegata in viticoltura. Atti Giornate Fitopatologiche,1, 439-446.
- Balsari P., 1998. Attrezzature innovative per la distribuzione dei fitofarmaci. Vigne e Vini, 5, 52-59
- Balsari P., Marucco M., Tamagnone M., 2000. Valutazione di diverse tipologie di ugelli antideriva. Atti Giornate Fitopatologiche,1, 225-230.
- Balsari P., Sallustio M., Tamagnone M., 2000. Distribuzione in vigneti con elevata pendenza trasversale. Valutazione della possibilità di migliorare la distribuzione regolando la posizione degli ugelli. Atti Giornate Fitopatologiche,1, 277-2282.
- Balsari P., 2000. Le tecnologie disponibili per l'agricoltura di precisione. L'Informatore Agrario, 24, 61-69.
- Balsari P., Oggero G., 2001. Sicurezza dell'operatore durante la distribuzione dei fitofarmaci. Informatore Fitopatologico, 11, 6-14.
- Balsari P., Marucco M., 2001. Le nuove esigenze ambientali legate all'uso delle macchine irroratrici. Informatore Fitopatologico, 11, 13-18.
- Balsari P., Scienza A., 2003., Le forme di allevamento della vite e modalità di distribuzione dei fitofarmaci. Bayer CropScience. pp 339.
- Balsari P., Oggero G., 2004. Le macchine per i trattamenti alle colture protette. Informatore Fitopatologico, 11, 45-52
- Balsari P., Marucco P., Tamagnone M., 2007. Lo sviluppo di un prototipo di irroratrice in grado di regolare automaticamente la distribuzione in frutteto nell'ambito del progetto Europeo Isafruit. Convegno Nazionale III°, V° e VI° Sezione A.I.I.A, "Tecnologie innovative nelle filiere: orticola, vitivinicola e olivicola-olearia".

- Baraldi G., Bovolenta S., Pezzi F., Rondelli V., 1994. Prestazioni di un prototipo di irroratrice a tunnel nel trattamento del vigneto. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 147-154.
- Bodesan D., Rizzi C., Angeli G., Salgarollo V., Calvi P., Wolhauser R., Wolf S., 2010. Gestione delle dosi di agrofarmaci e dei volumi di applicazione in funzione della chioma nella realtà melicola trentina. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 3-10.
- De Zanche C., Baldoïn C., Zelante A., Amistà F., 2000. Influenza della tipologia degli ugelli antideriva nel contenimento della deriva nei trattamenti antiparassitari. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 230-238.
- Direttiva macchine 2009/127/Ce.
- Direttiva sull'uso sostenibile degli agrofarmaci 2009/128/Ce.
- Franchi A., 2004. La distribuzione dei prodotti fitosanitari. Appendice al Manuale del commerciante di prodotti fitosanitari. pp 87-91.
- Furness G.O., Magarey P.A., Miller P.H., Drew H. J., 1998. Fruit tree and vine sprayer calibration based on canopy size and length of row: unit canopy row method. *Crop Protection*, vol.17, n° 8, 639-644.
- Maines F., 2009. Meccanizzazione in viticoltura parte II°. Corso di meccanizzazione agraria. Istituto Agrario S. Michele, pp 258.
- Matthews G., A., 1986. Pesticide application methods. Longman group limited.
- Matthews G., A., Bateman R., P., 2004. Classification criteria for Fog and Mist application pesticides. *Aspects of applied Biology* 71. International advances in pesticide application 55-60.
- Pergher G., Gubiani R., 1997. Analisi deposizione fogliare e delle perdite di distribuzione di una irroratrice ad aeroconvezione a deflettori orientabili. *Rivista di Ingegneria Agraria*, 1, 3-10.
- Pergher G., Zucchiatti N., Fogar E., 1999. Atomizzatori: attenzione al bersaglio. *Terra e Vita*, 44, 109-112.
- Pergher G., Gubiani R., 2001. Le macchine per i trattamenti alla vite. *Informatore Fitopatologico*, 11, 36-39.
- Pergher G., 2010. Meno perdite di agrofarmaci con l'irroratrice a tunnel. *L'Informatore Agrario*, 19, 54-57.
- Ruegg J., Viret O., Raisigl U., 1999. Adaptation of spray dosage in stone-fruit orchards on the basis of the tree row volume. *Bull. OEPP/EPPO*, 29, 103-110.
- Savi D., 1996. Attrezzature per la difesa delle piante. Guida alla scelta e al corretto impiego. Ed. L'informatore Agrario pp 75.
- Vannucci D., 1999. Macchine per la difesa delle colture. Schemi costruttivi, componentistica controllo della funzionalità, scelte operative. Ed. I.S.M.A. - MI.P.A. pp 144.
- Vieri M., 2001. L'evoluzione delle macchine agricole. *Informatore Fitopatologico*, 11, 25-27.
- WHO. 2003. Space spray application of insecticides for vector and public health pest guide. A practitioner's guide. pp 43.