

• CONVIENE SCEGLIERE QUELLI CHE PRODUCONO GOCCE MEDIE

Come scegliere gli ugelli per i trattamenti a frutteto e vigneto

L'ampio panorama di ugelli disponibili sul mercato consente di scegliere quello più adatto per effettuare buoni trattamenti in funzione della loro portata e delle dimensioni delle gocce

di **Cristiano Baldoin**

La difesa delle colture dalle più disparate avversità di natura patogena e parassitaria, è attuata tramite distribuzione degli agrofarmaci in forma liquida (polveri bagnabili, soluzioni e sospensioni concentrate, sospensioni microincapsulate, concentrato emulsionabile, granuli idrodispersibili, sacchetti idrosolubili), ossia con irroratrici.

Il processo della frantumazione del liquido in goccioline prende il nome di polverizzazione e nelle irroratrici a getto portato utilizzate in arboricoltura avviene fondamentalmente in due modi: polverizzazione meccanica (utilizzando per la produzione delle goccioline energia di pressione idraulica) o polverizzazione pneumatica (investendo una sottile vena liquida continua con una corrente d'aria ad alta velocità).

La prima modalità di polverizzazione è di gran lunga la più diffusa nelle irroratrici impiegate nel nostro Paese, comunemente note come atomizzatori; essa avviene utilizzando energia di pressione idraulica grazie agli ugelli, elementi a livello dei quali il liquido, messo in pressione da una pompa, è co-

stretto a passare attraverso una piccola apertura (orifizio); in tal modo il liquido si espande, di solito in un «foglietto» molto sottile che oscilla, diventa instabile e si disintegra in un gran numero di goccioline di diverse dimensioni. La polverizzazione è quindi la conseguenza diretta dell'azione della pressione e della velocità di uscita del getto e a seconda della conformazione del foro di uscita dell'ugello dà luogo a spruzzi di forma diversa, in genere riconducibili al cono e al ventaglio.

Le pressioni di funzionamento sono variabili, solitamente da 2 a 40 bar, mentre il diametro delle gocce che si ottengono varia da 50 a 450 µm, con una media di 200-300 µm.

La maggior parte degli ugelli per uso agricolo può essere classificata in base alla produzione di gocce fini, medie, grandi o molto grandi. Tali dimensioni vengono classificate in base ai parametri dell'organismo inglese BCPC (British Crop Protection Council) e secondo le normative statunitensi ASAE (American Society of Agricultural Engineers) S-572. Tale classificazione prevede la suddivisione delle gocce in 6 categorie: molto fini (VF), fini (F), medie (M), grandi (C), molto grandi (VC), estremamente grandi (XC).

Gli ugelli più comuni usati in agricoltura sono quelli che producono gocce di medie dimensioni.

Caratteristiche degli ugelli

I principali parametri costruttivi e funzionali che classificano gli ugelli sono la portata, ossia la quantità di liquido, in genere misurata in L/minuto che passa attraverso l'orifizio nell'unità di tempo e che dipende essenzialmente dalle dimensioni dello stesso e la pressione, ossia la forza impressa dalla pompa con la quale il liquido giunge alla punta di spruzzo, misurata in bar.

Un aumento della pressione di esercizio (considerate costanti la forma e le dimensioni del foro) provoca essenzialmente un aumento della velocità di uscita del liquido con conseguente aumento della portata e riduzione delle dimensioni delle gocce; si ha inoltre una maggiore usura dell'orifizio.

In generale, con la riduzione della pressione si ha un angolo di spruzzo più stretto e quindi una diminuzione della larghezza del getto, così come della portata.

Questo è molto importante per la taratura delle macchine, che comporta la scelta della portata degli ugelli in funzione del volume di irrorazione prescelto. Infatti va tenuto presente che la variazione di portata dell'ugello da Q_1 a Q_2 è proporzionale alla variazione della pressione secondo la seguente relazione:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$$

dove Q_1 e Q_2 rappresentano la portata alle pressioni P_1 e P_2 .

Questo significa che la variazione di portata è proporzionale alla variazione della pressione in modo non lineare: ad



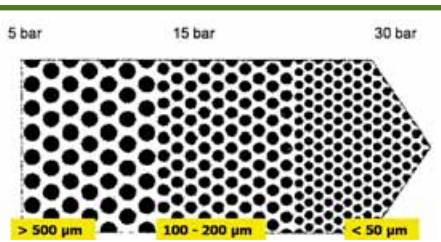


FIGURA 1 - Dimensione delle gocce in funzione delle diverse pressioni impiegate

esempio, per raddoppiare la portata occorre quadruplicare la pressione. Secondo i costruttori, gli ugelli possono operare in un range di pressioni piuttosto ampio da 2 a 20 bar; essendo però il grado di polverizzazione direttamente lega-



to alla pressione, conviene operare a pressioni piuttosto basse – intorno a 5 bar – in modo da ridurre la frazione di gocce più fini facilmente soggette a deriva. Quando si sceglie un ugello che produce una dimensione di gocce in una delle sei categorie Bcpc è importante ricordare che lo stesso ugello, a pressioni diverse, può produrre gocce di dimensioni diverse. Un ugello può produrre gocce medie a pressioni basse, ma se la pressione aumenta, può produrre gocce fini (figura 1).

In figura 2 sono riportate le tabelle che mostrano la polverizzazione ottenuta con quattro diversi tipi di ugello, nelle differenti misure di portata, al crescere della pressione. Per agevolare la scelta dell'ugello in funzione della portata è stato adottato un codice di colori standard secondo le normative ISO: quale che sia la forma del getto e il tipo di polverizzazione, un ugello ad esempio giallo avrà sempre una portata di 0,8 L/minuto alla pressione di riferimento di 3 bar. Un codice numerico inoltre identifica angolo di spruzzo e portata.

Ciò significa, in definitiva, che quando si deve cambiare il volume di irrorazione conviene cambiare anche gli ugelli, non semplicemente aumentarne la pressione di esercizio. Per questo motivo negli atomizzatori moderni vengono montati portaugelli multipli, in modo da operare immediatamente il cambio.

Tipi di ugello

L'ugello (figura 3) è costituito fondamentalmente da: un corpo filettato, la cui parte interna può essere cilindrica o tron-

coconica, una ghiera di bloccaggio, una testina o piastrina o punta di spruzzo con foro calibrato e un filtro.

Ugelli a cono o a turbolenza

Si tratta di ugelli proposti per primi per l'irrorazione e si caratterizzano per il cosiddetto vorticolatore (piastrina vorticatrice) o elica e per la forma circolare del foro calibrato della piastrina o del disco; tra questi c'è uno spazio vuoto detto «camera di turbolenza», cilindrica, troncoconica o conica, che condiziona la polverizzazione del liquido. Comunemente

Turbo TeeJet® (TT) e Turbo TeeJet® Duo (QJ90-2XTT)

Ugello	bar										
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
TT11001 QJ90-2XTT11001	C	M	M	M	F	F	F	F	F	F	F
TT110015 QJ90-2XTT110015	C	C	M	M	M	M	M	F	F	F	F
TT11002 QJ90-2XTT11002	C	C	C	M	M	M	M	M	M	M	F
TT110025 QJ90-2XTT110025	VC	C	C	M	M	M	M	M	M	M	M
TT11003 QJ90-2XTT11003	VC	C	C	C	C	M	M	M	M	M	M
TT11004 QJ90-2XTT11004	XC	VC	C	C	C	C	C	M	M	M	M
TT11005 QJ90-2XTT11005	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	M	M	M
TT11006 QJ90-2XTT11006	XC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	M
TT11008 QJ90-2XTT11008	XC	XC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	M

AI TeeJet® (AI) e AIC TeeJet® (AIC)

Ugello	bar											
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	8
AI110015	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	C	C
AI11002	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C	C	C
AI110025	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C	C
AI11003	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C
AI11004	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C
AI11005	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C	C
AI11006	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C	C
AI11008	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C
AI11010	XC	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC	VC	VC	C	C

Turbo TwinJet® (TTJ60)

Ugello	bar										
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
TTJ60-11002	VC	C	C	C	C	M	M	M	M	M	M
TTJ60-110025	XC	VC	C	C	C	C	C	C	M	M	M
TTJ60-11003	XC	VC	C	C	C	C	C	C	C	M	M
TTJ60-11004	XC	VC	C	C	C	C	C	C	C	C	M
TTJ60-11005	XC	VC	C	C	C	C	C	C	C	C	C
TTJ60-11006	XC	XC	VC	C	C	C	C	C	C	C	C

Turbo TeeJet® ad induzione d'aria (TTI)

Ugello	bar											
	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
TTI110015	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI11002	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI110025	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI11003	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI11004	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI11005	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC
TTI11006	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC	XC

(*) È stato adottato un codice di colori standard secondo le normative ISO per cui a un determinato colore corrispondono una determinata portata e pressione; un codice numerico identifica angolo di spruzzo e portata.
VF = molto fini; F = fini; M = medie; C = grandi; VC = molto grandi; XC = estremamente grandi.

FIGURA 2 - Tabelle che mostrano la polverizzazione ottenuta dai diversi tipi di ugello in funzione della portata (*)

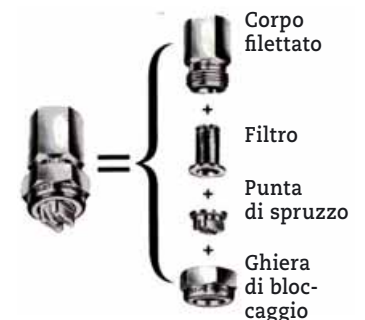


FIGURA 3 - Schema di un ugello



nel vorticolatore sono ricavati uno o più canali obliqui elicoidali o tangenziali, sfocianti sui lati della camera di turbolenza. Questi hanno la funzione di imprimere un moto rotatorio al liquido prima di farlo sfociare nella stessa e poi fuoriuscire dal foro della piastrina calibrata e formare il getto a cono, il quale a sua volta può essere vuoto o pieno a seconda delle caratteristiche geometriche di costruzione e dell'angolo all'uscita del foro della piastrina: nel primo caso (angolo relativamente grande con produzione di forte turbolenza) avremo una corona circolare, nella cui parte più interna si collocano le gocce con diametri 2-3 volte più piccoli di quelle presenti sull'esterno; nel secondo caso (angolo non troppo grande con debole effetto di turbolenza) avremo come impronta un cerchio formato da gocce abbastanza uniformi, ma una portata di solito piuttosto elevata.

Il punto debole di questa tipologia di ugello è dato dalla pressione di esercizio elevata, tipicamente tra 20 e 40 bar, che determina portate elevate, quindi elevati volumi di trattamento e la presenza di un consistente numero di gocce fini. Per questo motivo con l'evoluzione delle tecniche di irrorazione che prevedono una consistente riduzione del volume (da 1.000-1.500 L/ha e più oggi si tende a operare intorno a 600 L/ha sui frutteti e 200-300 sulla vite) questi tipi di polverizzatore non sono più idonei. Già da diversi anni il mercato offre ugelli che mantengono la forma conica del getto, ma presentano una geometria costruttiva che ne consente il funzionamento a pressioni decisamente più basse (da 4 a 10 bar) con una polverizzazione più omogenea e una minore frazione di gocce fini soggette a deriva.



Ugelli a getto piatto (ventaglio)

Più semplici dei precedenti, gli ugelli a ventaglio sono costituiti da un corpo e una ghiera identici a quelli a cono, ma si differenziano da questi nella piastrina e soprattutto nella forma del foro della stessa. La testina è costituita da una sorta di cavità cilindrica il cui fondo concavo (generalmente semi-sferico) presenta un foro (a fessura) perfettamente lavorato e calibrato di forma ellittica, ad angoli vivi, più o meno grande e appiattito. Le spazature più diffuse tra un ugello e l'altro sono di 50 cm, ma queste sono in funzione dell'angolo del getto (80°-90°-100°-110°), della portata e della pressione. Gli ugelli a ventaglio sono in grado di operare a pressioni molto basse, già a 1,5 bar, con polverizzazioni uniformi e gocce abbastanza grosse poco sensibili al vento.

Con l'emergere delle problematiche ambientali legate all'inquinamento da agrofarmaci, soprattutto durante i trattamenti ai frutteti e alla vite, l'impiego degli ugelli a fessura si è progressivamente diffuso anche sugli atomizzatori, in particolare nelle versioni di nuova concezione studiate per contenere la deriva grazie a una polverizzazione meno spinta e particolarmente omogenea.

Ugelli antideriva

Nel corso degli ultimi anni sono stati introdotti i cosiddetti ugelli antideriva, derivati in particolare da quelli a ventaglio, ma caratterizzati da accorgimenti tecnici finalizzati a indurre un calo di pressione nel corpo dell'ugello, con conseguente aumento delle dimensioni medie delle gocce prodotte a parità di portata.

Dai tradizionali ugelli a ventaglio si è passati dapprima a quelli con preorifizio, poi a quelli a inclusione d'aria. Attualmente la maggior parte di tali polverizzatori mantiene la forma del getto a ventaglio, ma esistono anche versioni con getto a cono.

Ugelli con preorifizio

Si tratta di ugelli a ventaglio nei quali è stato inserito un pre-orifizio con funzione di dosaggio della miscela e riduzione della velocità prima della formazione del getto, che avviene invece in corrispondenza del tradizionale orifizio a fessura localizzato sulla parte terminale; in altre parole, mentre nei tradizionali ugelli a ventaglio il dosaggio e la polverizzazione sono contemporanei e avvengono all'uscita del liquido, negli ugelli con preorifizio le due fasi si svolgono in tempi e localizzazioni separate. In questo modo la frazione di gocce fini viene drasticamente ridotta.

Ugelli a inclusione d'aria

Anche questi ugelli, gli ultimi introdotti, sono stati sviluppati inizialmente per l'impiego sulle colture erbacee nelle zone particolarmente ventose del Nord Europa. La loro introduzione sugli atomizzatori è più recente, ma per le loro potenzialità di riduzione della deriva essi hanno rapidamente riscosso un grande successo soprattutto in Ger-



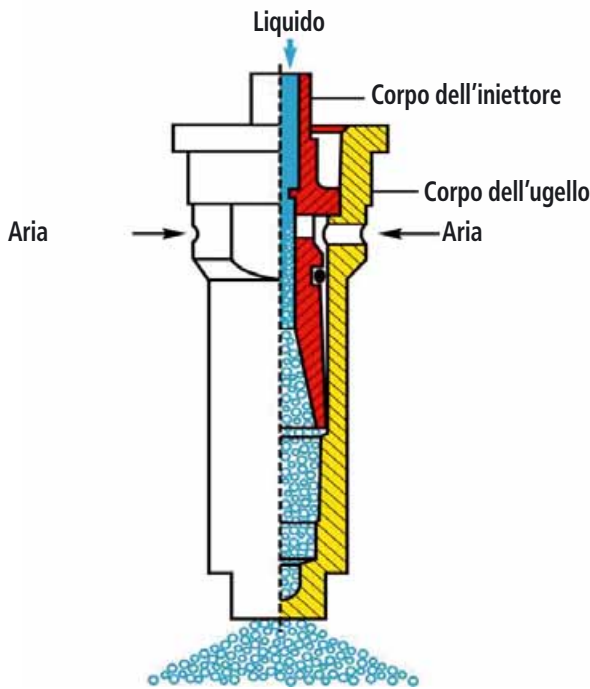


FIGURA 4 - Principio di funzionamento di un ugello a inclusione d'aria

mania, dove il loro impiego è considerato obbligatorio per la classificazione delle irroratrici in funzione dell'abbattimento della deriva, e quindi per la riduzione delle fasce di rispetto lungo i bordi degli appezzamenti.

Gli ugelli a inclusione d'aria sono dotati di un corpo allungato con due fori laterali che collegano con l'esterno il condotto dell'ugello; questo aspira aria (effetto Venturi) con lo scopo di miscelare l'aria e il liquido nel corpo dell'ugello stesso, ottenendo gocce contenenti bolle d'aria, di dimensioni maggiori rispetto alla polverizzazione tradizionale.

Tali gocce quando impattano sulla superficie fogliare si frammentano originando una superficie di contatto più grande rispetto a gocce prive dell'aria, ottenendo una copertura maggiore e un'adesione ottimale alla superficie inclinata delle foglie.

Il loro principio di funzionamento è illustrato in *figura 4*. Per le sue caratteristiche costruttive l'ugello a inclusione d'aria se impiegato su atomizzatori deve essere alimentato a una pressione più elevata rispetto a un polverizzatore tradizionale, altrimenti le gocce ottenute risultano troppo grosse con possibili problemi di copertura.

La loro pressione di esercizio appropriata risulta quindi intorno ai 10-13 bar.

Va anche tenuto presente che con tale tipologia di ugelli è sconsigliabile lavorare a volumi molto bassi, proprio per la copertura: si dovrebbe quindi adottare un volume indicativo di 100-150 L/ha per metro di altezza della parete vegetale.

Scelte operative per la taratura delle irroratrici

Sulla base delle caratteristiche costruttive e funzionali possiamo fare un esempio di come operare la scelta dell'ugello più opportuno per effettuare un trattamento su un frutteto,

ricordando che per determinare la portata degli ugelli occorre conoscere preventivamente il volume di irrorazione prescelto, la larghezza dell'interfila, la velocità di avanzamento e il numero di ugelli aperti sull'atomizzatore.

Noti questi dati si determina la portata q (L/minuto) di ogni ugello con la seguente formula:

$$q = \frac{V \times v \times L}{600 \times n}$$

dove V , v e L sono volume, velocità e larghezza di lavoro, mentre n è il numero di ugelli funzionanti.

Facciamo un esempio: si deve trattare un frutteto con un'interfila di 4 m, distribuendo 400 L/ha di prodotto a una velocità di 6 km/ora; sull'atomizzatore sono installati 18 ugelli.

In base alla formula di calcolo la portata di ogni ugello deve essere di:

$$q = \frac{400 \times 4 \times 6}{600 \times 18} = 0,9 \text{ L/minuto}$$

Osservando la *tabella 4* delle portate degli ugelli si deve scegliere il tipo di ugello che risponde alle caratteristiche di portata calcolata (0,9 L/minuto), compatibilmente con i limiti di pressione a cui questo funziona correttamente, ovvero produce una popolazione di gocce aventi dimensioni adeguate al trattamento da eseguire. In questo caso per ottenere 0,9 L/minuto si possono usare i seguenti ugelli (*figura 4*):

- ugello ISO **giallo** (11002) a 3,7 bar
- ugello ISO **verde** (110015) a 6,9 bar
- ugello ISO **arancio** (1101) a 15,4 bar

ugello	portata (l/min)																			
	pressione (bar)																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
80-005	0,16	0,20	0,23	0,25	0,26	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51		
80-0067	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,70		
80-01	0,32	0,39	0,45	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,88	0,91	0,93	0,99	1,01		
80-15	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,48	1,52		
80-02	0,63	0,71	0,80	1,01	1,11	1,19	1,27	1,35	1,42	1,49	1,56	1,62	1,68	1,74	1,80	1,86	1,96	2,01		
80-025	0,81	0,99	1,15	1,28	1,40	1,52	1,62	1,71	1,81	1,90	1,98	2,06	2,14	2,21	2,29	2,36	2,49	2,56		
80-03	0,96	1,17	1,35	1,52	1,64	1,79	1,91	2,03	2,14	2,24	2,34	2,44	2,53	2,62	2,70	2,79	2,94	3,02		
80-04	1,26	1,55	1,80	2,02	2,21	2,37	2,53	2,68	2,83	2,97	3,10	3,23	3,35	3,47	3,58	3,69	3,90	4,00		
80-05	1,57	1,94	2,25	2,50	2,74	2,96	3,17	3,36	3,54	3,71	3,86	4,04	4,19	4,34	4,48	4,62	4,88	5,01		
80-09	1,88	2,32	2,69	3,01	3,28	3,54	3,79	4,02	4,24	4,44	4,64	4,83	5,01	5,19	5,36	5,52	5,84	5,99		

FIGURA 4 - Tabella con le portate degli ugelli

Delle tre soluzioni trovate, la prima appare non idonea in quanto a una pressione così bassa si ottengono gocce troppo grosse, con probabili problemi di copertura; risulta invece consigliabile la seconda, con l'ugello che lavora nel suo range di pressione ottimale.

Da valutare la terza, che per la pressione piuttosto alta consente verosimilmente una buona copertura, ma se attuata con gli ugelli tradizionali comporterà una quantità rilevante di gocce fini, quindi occorre attenzione in presenza di vento e con alte temperature; va bene se l'ugello è del tipo a inclusione d'aria che, come detto, lavora bene a pressioni più alte rispetto ai tradizionali.

• **Cristiano Baldoïn**

Dipartimento territorio e sistemi agro-forestali
Università di Padova
cristiano.baldoïn@unipd.it