

VALUTAZIONE DELL'EFFETTO DI COADIUVANTI ANTI DERIVA SULLA DIMENSIONE DELLE GOCCE EROGATE E SULLA DERIVA POTENZIALE GENERATA DA BARRE IRRORATRICI

P. MARUCCO, P. BALSARI, C. BOZZER

DEIAFA - Università di Torino - Via L. da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (TO)

paolo.marucco@unito.it

RIASSUNTO

Il contenimento della deriva del prodotto fitoiatrico è un tema di sempre più stretta attualità in Europa: oltre all'impiego di dispositivi in grado di ridurre l'entità della deriva generata e l'adozione di zone di rispetto non trattate (buffer zones) per prevenire la contaminazione dell'ambiente, vi è un ulteriore mezzo attraverso il quale è possibile mitigare i rischi di inquinamento diffuso dell'ambiente legati alla deriva. Si tratta dell'impiego di specifici coadiuvanti antideriva aggiunti alla miscela fitoiatrica. Due di questi prodotti, recentemente registrati in Italia dalla ditta Intrachem Bio, sono stati sottoposti a prove di laboratorio, mirate a valutare l'incidenza della presenza del coadiuvante sulla dimensione delle gocce erogate dagli ugelli, e a prove di campo, finalizzate a confrontare l'entità della deriva potenziale generata da una barra irroratrice alimentata con e senza i coadiuvanti antideriva. I risultati degli esperimenti condotti in laboratorio hanno evidenziato che, indipendentemente dal tipo di ugello e dalla pressione di esercizio impiegata, la presenza del coadiuvante determina un consistente aumento della dimensione media delle gocce (+50% rispetto all'impiego di acqua pura) che si è tradotto, per le prove di campo, in un significativo abbattimento della deriva potenziale che è stata misurata su un apposito banco prova

Parole chiave: deriva, dimensione gocce, banco prova

SUMMARY

ASSESSMENT OF EFFECTS OF ANTI-DRIFT ADJUVANTS ON SPRAY QUALITY AND POTENTIAL DRIFT GENERATED BY FIELD CROP SPRAYERS

Mitigation of drift risks is coming more and more important in Europe: besides spray drift reduction techniques adopted on sprayers and the adoption of buffer zones, a further mean to mitigate spray drift risks can be the use of specific adjuvants in the spray mixture. Two drift preventing adjuvants recently registered in Italy by Intrachem Bio company were tested in the laboratory and in the field. Test results pointed out that the presence of the anti-drift adjuvants enabled to considerably improve the droplet size, independent of the nozzle type and of the operating pressure used. D_{v50} values registered with spray liquids containing the adjuvants, in fact, generally resulted more than 50% higher than those measured spraying pure water. Similar results were obtained from field tests where the use of adjuvants enabled to significantly reduce the length of the trail of droplets behind the boom, and therefore to significantly mitigate potential drift risks.

Keywords: spray drift, droplet size, test bench

INTRODUZIONE

Il contenimento dei rischi di inquinamento ambientale legati al fenomeno della deriva del prodotto fitosanitario assume sempre maggiore importanza, sia per le crescenti preoccupazioni dell'opinione pubblica, sia per i recenti provvedimenti legislativi Europei mirati a minimizzare l'impatto ambientale dei trattamenti fitoiatrici (Direttiva Europea 128/2009/EC sull'uso sostenibile degli agrofarmaci). Fino ad oggi, in Europa, la maggior parte degli sforzi per

contenere la deriva sono stati indirizzati verso lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni tecniche e di dispositivi montati sulla macchina irroratrice (es. ugelli antideriva ad iniezione d'aria, schermature, maniche d'aria sulle barre irroratrici), identificate a livello internazionale con la sigla SDRT (Spray Drift Reducing Techniques), in grado di ridurre la dispersione nell'ambiente delle gocce erogate durante la fase di distribuzione dei prodotti fitosanitari (Felsot *et al.*, 2010). In diversi Paesi europei (Gilbert, 2000; Herbst e Ganzelmeier, 2000; Van de Zande *et al.*, 2000; Nilsson e Svensson, 2004), inoltre, allo scopo di prevenire la contaminazione dell'ambiente da agrofarmaci, sono state rese obbligatorie delle aree di rispetto (no spray zones) nelle quali non è consentita la distribuzione del prodotto fitoiatrico ed altre (buffer zones) che hanno la funzione di "cuscinetto" cioè di raccogliere il prodotto chimico prima che questo vada a contaminare l'area sensibile. L'ampiezza di tali zone varia lungo il perimetro dei campi oggetto dei trattamenti e in prossimità delle aree sensibili all'inquinamento. In particolare, per stabilire la dimensione delle fasce di rispetto si è tenuto conto di una serie di parametri quali il tipo di macchina irroratrice utilizzata, la tipologia di ugelli impiegati, le caratteristiche e la dose dell'agrofarmaco applicato, la sensibilità all'inquinamento dell'area adiacente al campo trattato.

Un ulteriore strumento in grado di mitigare il rischio di deriva del prodotto fitosanitario è rappresentato dall'impiego di specifici prodotti coadiuvanti aggiunti alla miscela fitoiatrica. Diversi studi, condotti principalmente negli Stati Uniti (Ozkan *et al.*, 1994; Guler *et al.*, 2006; Lan *et al.*, 2008; de Schampheleine *et al.*, 2009), hanno evidenziato i benefici che si possono ottenere impiegando specifici additivi antideriva nella miscela da distribuire sulle colture. L'effetto di abbattimento della deriva è soprattutto legato alle caratteristiche fisiche di tali additivi, che sono in grado di aumentare la dimensione delle gocce erogate dagli ugelli, in particolare limitando il numero di goccioline molto piccole (al di sotto dei 100 µm di diametro), che sono quelle più soggette ad essere trasportate dalle correnti d'aria al di fuori dell'area oggetto del trattamento (Felsot *et al.*, 2010). Diversamente da quanto avviene negli Stati Uniti, in Europa l'uso di questi prodotti antideriva è ancora poco diffuso, soprattutto nei Paesi dell'Europa mediterranea, dove solo recentemente sono stati introdotti sul mercato. In particolare in Italia due di tali coadiuvanti antideriva sono stati recentemente registrati in Italia dalla società Intrachem Bio: si tratta dei prodotti Gondor® e Zarado®. Con l'obiettivo di valutare la loro capacità di contenere la deriva sono state condotte una serie di prove in laboratorio ed in campo in diverse condizioni operative.

MATERIALI E METODI

Gondor è un coadiuvante antideriva a base di lecitina di soia ed oli vegetali mentre Zarado è un additivo a base di olio di colza ed estratti vegetali.

Prove di laboratorio

Le prove condotte in laboratorio avevano l'obiettivo di misurare la dimensione delle gocce, in termini di Diametro Mediano Volumetrico (VMD), D_{10} e D_{90} , prodotte da differenti tipologie di ugelli (a fessura convenzionale Teejet XR 11003, a doppia fessura Teejet TJ 11003 e a fessura ad iniezione d'aria Teejet AI 11003) operando con diversi liquidi di prova (tabella 1).

Le misure della dimensione delle gocce erogate sono state condotte nel centro del getto prodotto dagli ugelli, impiegando uno strumento a diffrazione laser (Malvern Spraytec) e posizionando l'orifizio dell'ugello ad una distanza di 30 cm dal raggio laser (figura 1). Per ogni combinazione ugello/liquido di prova sono state esaminate oltre 2000 gocce.

Tabella 1. Caratteristiche dei liquidi di prova esaminati

Codice liquido di prova	Composizione
1	Acqua pura
2	Acqua + Gondor 1,5 ml/l
3	Acqua + Gondor 2,5 ml/l
4	Acqua + Zarado 1,25 ml/l
5	Acqua + Zarado 2,5 ml/l
6	Acqua + Zarado 5 ml/l

Figura 1. Strumento a diffrazione laser impiegato per effettuare la misura delle gocce e schema del posizionamento dell'ugello rispetto al raggio laser



Gli ugelli convenzionali a fessura e a doppia fessura sono stati provati a due diverse pressioni di esercizio (0,15 e 0,30 MPa), mentre l'ugello antideriva a fessura ad iniezione d'aria è stato provato soltanto alla pressione di esercizio di 0,60 MPa.

Prove in campo

Le prove in campo erano finalizzate a valutare l'entità della deriva potenziale generata da una barra irroratrice convenzionale, di tipo portato e con larghezza di lavoro di 15 m, equipaggiata con gli stessi ugelli ed alimentata con gli stessi liquidi utilizzati per le prove di laboratorio (tabella 1). I parametri operativi sono stati regolati in maniera tale da ottenere volumi di distribuzione simili per tutte le tesi confrontate (tabella 2) e tutte le prove sono state effettuate disponendo la barra ad un'altezza di 100 cm dal banco prova. Per ciascuna prova sono state effettuate tre ripetizioni.

Tabella 2. Parametri operativi impiegati nelle prove mirate alla valutazione dell'entità della deriva potenziale

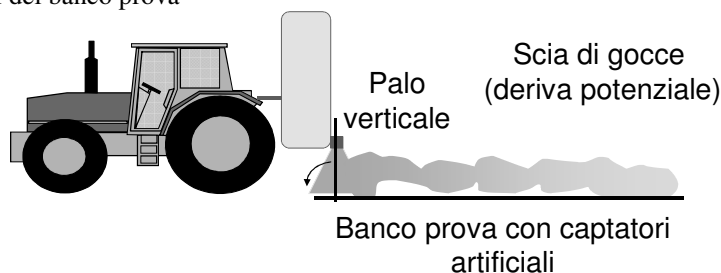
Tipo di ugello	Pressione di esercizio (MPa)	Velocità di avanzamento (km/h)	Volume di distribuzione (l/ha)
XR 11003	0,15	6	160
XR 11003	0,30	6	240
TJ 11003	0,15	6	160
TJ 11003	0,30	6	240
AI 11003	0,60	12	170

La deriva potenziale è stata determinata grazie ad un apposito banco prova sviluppato presso il DEIAFA dell'Università di Torino (Balsari *et al.*, 2007), che consiste di un telaio metallico con dimensioni di 12 x 0,5 m provvisto di alloggiamenti per i captatori disposti a distanze di 0,5 m l'uno dall'altro. Il banco prova viene disposto parallelamente alla direzione di avanzamento dell'irroratrice, in corrispondenza del centro di una semi-barra; dispone di una copertura scorrevole che viene azionata automaticamente dal passaggio della macchina irroratrice grazie ad un meccanismo pneumatico. In pratica, i captatori (capsule Petri in materiale plastico) rimangono coperti mentre la barra irroratrice distribuisce il liquido al di sopra del banco prova (figura 2a) e vengono scoperti soltanto dopo il passaggio dell'irroratrice (figura 2b). In questo modo la nuvola di gocce che rimane sospesa nell'atmosfera dietro la barra e che ricade successivamente a terra può essere raccolta sui captatori artificiali (figura 3). La metodologia di prova messa a punto dal DEIAFA (Balsari *et al.*, 2012) prevede che le prove siano condotte impiegando un colorante (Tartrazina E102) come tracciante nella soluzione erogata dall'irroratrice e che i depositi rilevati sui captatori artificiali siano determinati attraverso analisi spettrofotometrica. In questo caso, però, poiché la presenza dei coadiuvanti antideriva interferiva con l'analisi spettrofotometrica del colorante, sono state utilizzate delle cartine idrosensibili (75 x 27 mm) come captatori lungo il banco prova (Figura 4). Al termine di ogni prova, le cartine sono state sottoposte in laboratorio ad analisi dell'immagine impiegando una fotocamera digitale ed un software dedicato (Image Pro Plus®) e ciò ha permesso di misurare la superficie di ciascuna cartina coperta dalle gocce.

Figura 2. Banco prova impiegato per misurare la deriva potenziale: a) la barra irroratrice passa sopra i captatori coperti che b) vengono scoperti automaticamente quando la barra raggiunge l'estremità anteriore del banco prova

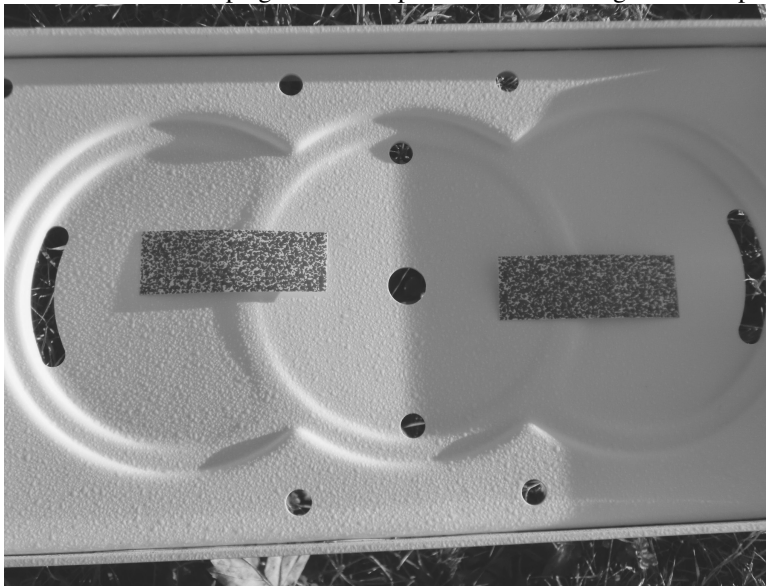


Figura 3. Meccanismo di funzionamento del banco prova: la nuvola di gocce che rimane sospesa nell'atmosfera dopo il passaggio della barra irroratrice (deriva potenziale) si deposita sui captatori del banco prova



Per ciascuna tesi esaminata è stato quindi calcolato un indice di deriva potenziale (DPI) secondo la seguente procedura: a) per ciascuna distanza di campionamento (0,5; 1; 1,5; 2 ... m) lungo il banco prova è stata misurata la percentuale della superficie di cartina idrosensibile coperta dalle gocce erogate dall'irroratrice; b) la percentuale così ottenuta è stata moltiplicata per la distanza di campionamento lungo il banco prova corrispondente; c) i prodotti ottenuti sono stati sommati tra loro.

Figura 4. Cartine idrosensibili impiegate come captatori artificiali lungo il banco prova



RISULTATI

Prove di laboratorio

I risultati ottenuti dalle misure delle gocce hanno evidenziato che, in termini generali, l'aggiunta dei prodotti coadiuvanti antideriva nella soluzione erogata dagli ugelli ha determinato un significativo aumento della dimensione delle gocce rispetto all'impiego di acqua pura (tabella 3). Quando si è operato con l'ugello a fessura convenzionale XR 11003 alla pressione di 0,15 MPa il VMD è risultato di 170 μm . L'aggiunta del coadiuvante Gondor[®] alla concentrazione di 1,5 ml/l ha aumentato tale valore fino a 288 μm (+70%) e quando si è aumentata la concentrazione a 2,5 ml/l il VMD è risultato di 305 μm (+80% rispetto al valore rilevato con acqua pura). Un andamento analogo è stato riscontrato per il coadiuvante Zarado[®] per il quale è stato registrato un VMD di 283 μm (+66% rispetto all'impiego di acqua pura) utilizzando la concentrazione di 1,25 ml/l ed un VMD di 325 μm (+90%) quando si è impiegata la concentrazione di 5 ml/l. Anche i valori del D_{10} e del D_{90} hanno subito un incremento consistente quando sono stati aggiunti alla soluzione i prodotti coadiuvanti antideriva, ed in particolare è diminuita la frazione di gocce erogate con diametro inferiore a 100 μm . Come atteso, quando si è aumentata la pressione di esercizio (3,0 MPa) i valori assoluti dei tre parametri esaminati (VMD, D_{10} e D_{90}) sono diminuiti, ma è stato confermato l'incremento della dimensione delle gocce rispetto all'uso di acqua pura.

Le prove condotte con l'ugello convenzionale a doppia fessura TJ 11003 hanno evidenziato un livello di polverizzazione delle gocce più fine (VMD di 143 μm alla pressione di esercizio

di 0,15 MPa e VMD di 125 μm alla pressione di 0,30 MPa impiegando acqua pura) poiché l'ugello è costituito da due orifizi a fessura di dimensione 015. Per questa tipologia di ugello l'aggiunta degli additivi Gondor e Zarado ha determinato un incremento medio della dimensione delle gocce del 30-40% rispetto all'impiego di acqua pura e la concentrazione del coadiuvante nella miscela non ha avuto un'influenza significativa (tabella 4).

Tabella 3. Dimensione delle gocce erogate dall'ugello convenzionale a fessura XR 11003 alle pressioni di esercizio di 0,15 (*) e di 0,30 (**) MPa in funzione del liquido di prova impiegato

Codice liquido di prova	D ₁₀ (μm) */**	VMD (μm) */**	D ₉₀ (μm) */**
1	76 / 61	170 / 149	323 / 302
2	147 / 117	288 / 228	566 / 426
3	157 / 122	305 / 241	595 / 463
4	155 / 105	283 / 233	516 / 479
5	145 / 123	280 / 237	535 / 442
6	159 / 130	325 / 244	621 / 453

Tabella 4. Dimensione delle gocce erogate dall'ugello convenzionale a doppia fessura TJ11003 alle pressioni di esercizio di 0,15 (*) e di 0,30 (**) MPa in funzione del liquido di prova impiegato

Codice liquido di prova	D ₁₀ (μm) */**	VMD (μm) */**	D ₉₀ (μm) */**
1	70 / 60	143 / 125	258 / 237
2	106 / 84	205 / 160	362 / 270
3	108 / 92	208 / 165	370 / 267
4	98 / 91	189 / 164	324 / 265
5	105 / 92	200 / 165	348 / 266
6	108 / 84	214 / 159	395 / 268

Infine, le prove eseguite con l'ugello a fessura ad iniezione d'aria AI 11003 alla pressione di esercizio di 0,60 MPa hanno indicato che l'aggiunta degli additivi ha provocato soltanto un lieve incremento, dell'ordine del 10%, dei valori del VMD, ma ha comportato un incremento del 50% del valore del D₁₀, limitando quindi in misura consistente la frazione di gocce più soggette alla deriva.

Tabella 5. Dimensione delle gocce erogate dall'ugello a fessura antideriva ad iniezione d'aria AI 11003 alla pressione di esercizio di 0,60 MPa in funzione del liquido di prova impiegato

Codice liquido di prova	D ₁₀ (μm)	VMD (μm)	D ₉₀ (μm)
1	143	414	742
2	217	458	766
3	227	461	765
4	220	467	762
5	231	466	769
6	218	445	752

Prove in campo

Le prove di misura della deriva potenziale con l'ausilio del banco prova sono state condotte in assenza di vento e con temperature dell'aria di 8 (±1)°C ed umidità relative del 70 (±10)%.

Nella prova condotta con la barra irroratrice equipaggiata con gli ugelli a fessura convenzionali XR 11003 operando alla pressione di 0,15 MPa l'aggiunta dei prodotti coadiuvanti antideriva, indipendentemente dal tipo e dalla concentrazione, ha permesso di ridurre il valore dell'indice di deriva potenziale (DPI) fino al 60% rispetto all'impiego di acqua pura (tabella 6). Tale riduzione è apparsa evidente anche esaminando il profilo della scia di gocce raccolte sui captatori del banco prova (figura 5). Quando si è impiegata acqua pura, infatti, la lunghezza della scia di gocce è risultata di 5,5 m mentre quando sono stati utilizzati gli additivi si è ridotta a soli 3,5 m. Risultati analoghi in termini di riduzione del DPI sono stati registrati operando con la stessa tipologia di ugello ma alla pressione di 0,30 MPa.

Gli ugelli convenzionali a doppia fessura TJ 11003 hanno fatto registrare valori assoluti dell'indice di deriva potenziale più elevati rispetto all'ugello a fessura tradizionale. L'aggiunta di Gondor e Zarado alla miscela erogata ha permesso di abbattere tali valori del 30-40% quando si è operato a 0,15 MPa di pressione, e del 25-30% quando si è regolata la pressione di esercizio a 0,30 MPa (tabella 6).

Poiché si è adottata una velocità di avanzamento maggiore (12 km/h), le scie di gocce rilevate sul banco prova sono risultate più lunghe nelle prove effettuate impiegando gli ugelli antideriva ad iniezione d'aria AI 11003 (figura 6), e conseguentemente anche i valori dell'indice di deriva ottenuti sono risultati molto elevati. A seguito della maggiore velocità di avanzamento utilizzata essi non sono confrontabili con quelli ottenuti lavorando a 6 km/h. L'utilizzo degli additivi ha permesso comunque, anche in questo caso, di contenere del 60-70% l'entità della deriva potenziale rispetto all'impiego di acqua pura (tabella 6).

Tabella 6. Valori degli indici di deriva potenziale (DPI) ottenuti nelle prove

Codice liquido di prova	XR 11003 0,15 MPa 6 km/h	XR 11003 0,30 MPa 6 km/h	TJ 11003 0,15 MPa 6 km/h	TJ 11003 0,30 MPa 6 km/h	AI 11003 0,60 MPa 12 km/h
1	366	421	449	440	706
2	163	185	271	323	275
3	147	154	259	302	227
4	164	204	266	335	241
5	166	175	263	308	229
6	153	175	264	304	227

Figura 5. Profili delle scie di gocce rilevate sul banco prova dopo il passaggio della barra irroratrice equipaggiata con gli ugelli a fessura convenzionali XR 11003 attivati alla pressione di 0,15 MPa, utilizzando acqua pura oppure acqua + additivo

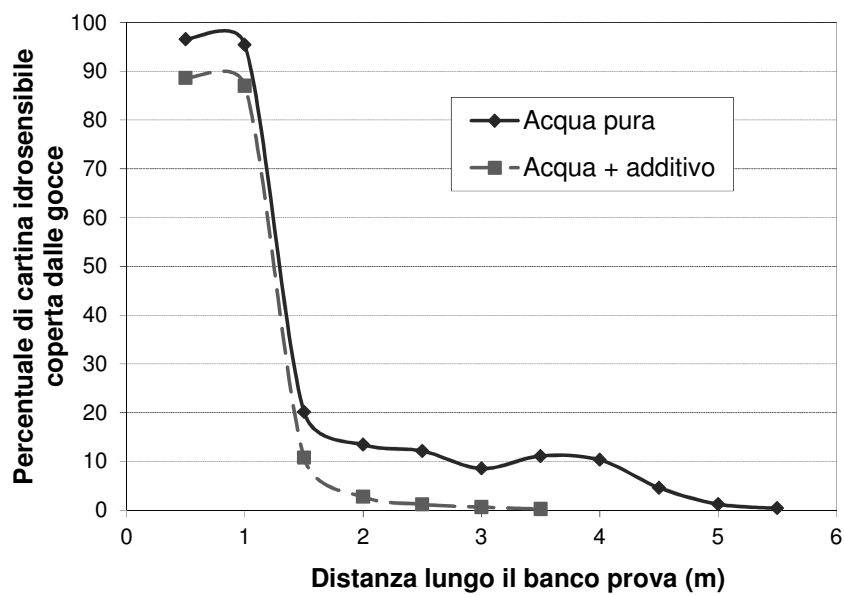
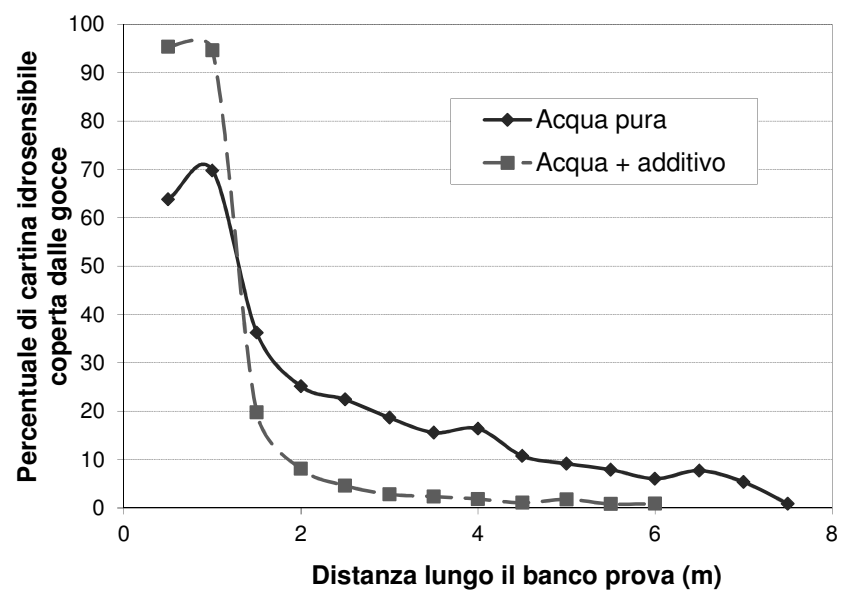


Figura 6. Profili delle scie di gocce rilevate sul banco prova dopo il passaggio della barra irroratrice equipaggiata con gli ugelli a fessura antideriva AI 11003 attivati alla pressione di 0,60 MPa, utilizzando acqua pura oppure acqua + additivo



CONCLUSIONI

I risultati delle prove sperimentali condotte con i coadiuvanti antideriva Gondor e Zarado hanno evidenziato che l'impiego di tali additivi consente di ridurre sensibilmente l'entità della deriva rispetto all'utilizzo di acqua pura. Grazie all'incremento della dimensione media delle gocce erogate dagli ugelli (fino a +80%) e, in particolare, grazie all'abbattimento della frazione di goccioline più fini, che sono quelle più soggette alla deriva, l'entità della deriva potenziale è stata ridotta dal 25% al 70% in funzione del tipo di ugello e della pressione di esercizio adottata. In termini generali l'azione antideriva dei coadiuvanti è risultata maggiore quando si è operato con ugelli caratterizzati da un livello di polverizzazione medio o grossolano, minore quando è stato impiegato un livello di polverizzazione molto fine (es. ugelli a doppia fessura TJ 11003). Lo studio condotto ha, inoltre, permesso di verificare l'esistenza di una buona concordanza tra i risultati ottenuti in laboratorio (dimensione delle gocce erogate) e in campo (misura della deriva potenziale grazie all'ausilio di un apposito banco prova). Quest'ultimo aspetto rappresenta un ulteriore contributo per il consolidamento della metodologia di prova messa a punto dal DEIAFA ed attualmente indicata nello Standard ISO 22369-3, in fase di approvazione, mirato alla classificazione delle barre irroratrici in funzione della deriva da loro generata.

In sintesi i risultati ottenuti hanno indicato che anche i coadiuvanti antideriva possono rappresentare un valido strumento per contenere la deriva e i danni ambientali ad essa correlati. Si auspica che tali risultati possano essere tenuti in considerazione nella stesura dei Piani d'Azione Nazionale per il recepimento delle prescrizioni della Direttiva Europea sull'uso sostenibile degli agrofarmaci per quanto riguarda le possibili misure di mitigazione della deriva da adottare.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare la società Intrachem per aver supportato la ricerca e per la fornitura dei prodotti.

LAVORI CITATI

- Balsari P., Marucco P., Tamagnone M., 2007. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. *Crop Protection*, 26, 1482-1489.
- Balsari P., Marucco P., Tamagnone M., 2012. Classificazione delle barre irroratrici in funzione della deriva da loro generata determinata con l'impiego di un banco prova innovativo. *Atti Giornate Fitopatologiche 2012*.
- de Schamphelleine M., Nuytens D., Baetens K., Cornelis W., Gabriels D., Spanoghe P., 2009. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. *Precision Agric.* 2009, 10(5), 409-420.
- Felsot A., Unsworth J., Linders J., Roberts G., Rautmann D., Harris C., Carazo E., 2010. Agrochemical spray drift; assessment and mitigation—A review, *Journal of Environmental Science and Health*, Part B, 46:1, 1-23.
- Gilbert A. J., 2000. Local Environmental Risk Assessment for Pesticides (LERAP) in the UK. *Aspects of Applied Biology* 57, 83-90.
- Guler H., Zhu H., Ozkan H., Derksen R., Krause C., 2006. Wind tunnel evaluation of drift reduction potential and spray characteristics with drift retardants at high operating pressure. *J ASTM Intl.* 2006, 3(5), 1-9.
- Herbst A., Ganzelmeier H., 2000. Classification of sprayers according to drift risk – a German approach. *Aspects of Applied Biology* 57, 35-40.

- Lan Y., Hoffmann W., Fritz B., Martin D., Lopez J., 2008. Spray drift mitigation with spray mix adjuvants. *Appl. Eng. Agric.* 2008, 24(1), 5–10.
- Nilsson E., Svensson S. A., 2004. Buffer zones when using plant protection products – a Swedish approach. *Polish Academy of Sciences, Annual Review of Agricultural Engineering*, Vol. 4/1 Year 4/2005, 143-150.
- Ozkan H., Zhu H., Reichard D., 1994. Influence of drift retardant chemicals on spray droplet size, pattern and drift. In Symposium on Engineering as a Tool to Reduce Pesticide Consumption and Operator Hazards in Horticulture; ISHS Acta Hort. 1994, 372, 25–32.
- Van de Zande J. C., Porskamp H. A. J., Michielsen J. M., Holterman H. J., Huijsmans J. F., 2000. Classification of spray applications for driftability, to protect surface water. *Aspects of Applied Biology* 57, 57-66.