

CLASSIFICAZIONE DELLE BARRE IRRORATRICI IN FUNZIONE DELLA DERIVA DA LORO GENERATA DETERMINATA CON L'IMPIEGO DI UN BANCO PROVA INNOVATIVO

P. BALSARI, P. MARUCCO, M. TAMAGNONE

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

paolo.balsari@unito.it

RIASSUNTO

La deriva del prodotto fitoiatrico può generare fenomeni di inquinamento diffuso da agrofarmaci. Al fine di contenerla si possono montare sulle macchine irroratrici appositi dispositivi (es. ugelli antideriva, schermature, sistemi per il controllo automatico dell'erogazione e per la gestione dei flussi d'aria, ecc.) oppure si possono prevedere delle fasce di rispetto non trattate o buffer zones in corrispondenza del margine del campo trattato. L'ampiezza di tali aree di rispetto è modulata in funzione delle caratteristiche dell'irroratrice e delle condizioni di utilizzo della stessa. Si rende quindi necessario classificare le diverse tipologie e configurazioni di macchine irroratrici in funzione della deriva da esse generata. Per quanto concerne le barre irroratrici per colture erbacee è stato messo a punto un apposito banco prova che consente, operando in campo in assenza di vento, di determinare la deriva potenziale generata dai diversi modelli di barre irroratrici. Dopo aver descritto il banco prova realizzato e la proposta di metodologia di prova sviluppata viene riportata una serie di risultati sperimentali ottenuti con diverse barre irroratrici attraverso l'impiego del banco prova innovativo confrontandoli con quelli ottenuti impiegando l'attuale metodologia di riferimento per la misura della deriva in campo (ISO 22866).

Parole chiave : irroratrice, deriva, classificazione, area di rispetto

SUMMARY

DRIFT CLASSIFICATION OF FIELD CROP SPRAYERS THROUGH THE USE OF AN INNOVATIVE TEST BENCH

Spray drift may cause diffuse pollution phenomena due to agrochemicals. To limit spray drift it is possible to mount on sprayers ad hoc devices (e.g. anti-drift nozzles, shields, automatic systems for the control of liquid flow and of air flow, etc.) or to foresee buffer zones (no spray zones) beside the edge of the applied field. Buffer zone widths are established according to the sprayer characteristics and to the conditions of use. It is therefore necessary to classify the different sprayer types and configurations based on the drift produced. For what concerns field crop sprayers, a specific test bench, enabling to assess the potential drift generated by each sprayer model in the field and in absence of wind, was set up and realized at DEIAFA. Test bench and methodology to assess potential drift are described and results of experiments made on different boom sprayers using the test bench are compared with those obtained for the same sprayers applying the conventional ISO Standard 22866 for the measurement of spray drift in the field. Good accordance of results obtained using the two different approaches allowed to present the new test bench as an alternative method for drift classification of field crop sprayers.

Keywords: sprayer, drift, classification, buffer zone

INTRODUZIONE

Le nuove disposizioni contenute nella recente Direttiva Europea sull'Uso Sostenibile degli Agrofarmaci (128/2009 CE) prevedono, tra l'altro, che si attuino delle misure volte a prevenire l'inquinamento ambientale, in particolare delle acque superficiali, legato al fenomeno della deriva del prodotto fitoiatrico. La dispersione di parte della miscela erogata durante la distribuzione del prodotto fitoiatrico al di fuori del campo trattato è legata a diversi fattori sia di tipo ambientale (in particolare velocità e direzione del vento) sia legati alle caratteristiche tecniche ed alle modalità di impiego delle irroratrici. Tra le possibili contromisure che possono essere adottate per contenere i rischi di inquinamento dell'ambiente legati alla deriva vi è la definizione di fasce di rispetto (o buffer zones) non trattate (Gilbert, 2000; Herbst e Ganzelmeier, 2000; Nilsson e Svensson, 2004; Van de Zande *et al.*, 2006), che devono essere individuate lungo il perimetro dell'appezzamento dove avviene il trattamento fitoiatrico; queste fasce "cuscinetto" hanno la funzione di limitare i rischi di contaminazione di aree sensibili all'inquinamento quali, tipicamente, i corsi d'acqua superficiali. L'ampiezza delle fasce di rispetto può variare sia in funzione delle caratteristiche dell'area sensibile che deve essere protetta dall'inquinamento (es. ampiezza e portata del corso d'acqua superficiale) sia, soprattutto, in funzione delle caratteristiche della macchina irroratrice e delle modalità di utilizzo della stessa (es. presenza di dispositivi antideriva, altezza di lavoro della barra, ecc.). Poiché dover prevedere un'area di rispetto comporta, di fatto, la necessità di lasciare incolta una porzione del proprio campo, è evidente che quanto più ridotta è l'ampiezza di tale fascia tanto meno essa incide sull'entità della superficie coltivata e quindi sull'entità della produzione. Risulta quindi fondamentale disporre di un criterio di valutazione oggettivo dell'entità della deriva generata dalle diverse tipologie di macchine irroratrici e relative configurazioni in maniera tale da poterle classificare e quindi poter abbinare a ciascuna classe la corrispondente ampiezza della buffer zone.

La classificazione delle irroratrici in funzione della deriva generata si basa sul confronto dell'entità della deriva prodotta da un'attrezzatura "candidata" con quella prodotta da un'irroratrice di riferimento (scelta come rappresentativa della tipologia e della configurazione di macchina più comunemente impiegata in un certo territorio).

Fino ad oggi tali confronti relativi sono stati condotti applicando la metodologia di prova codificata a livello internazionale (ISO 22866) per effettuare la misura della deriva in campo. Si tratta però di una metodologia assai complessa, che richiede la presenza di vento con direzione e velocità costanti durante l'esecuzione della prova, e che comporta tempi lunghi per l'esecuzione delle prove e numerose difficoltà per poter comparare oggettivamente i risultati ottenuti con macchine irroratrici diverse.

Al fine di semplificare il metodo di prova per valutare l'entità della deriva generata da una barra irroratrice è stato progettato un banco prova che permette di determinare la deriva potenziale operando in campo, ma in condizioni di assenza di vento, e che semplifica sia l'esecuzione delle prove che il confronto fra i risultati ottenuti operando con tipologie e/o configurazioni diverse della macchina irroratrice.

Il banco prova è stato realizzato presso il DEIAFA dell'Università di Torino e con esso sono state condotte una serie di prove di misura della deriva potenziale operando con diverse tipologie e configurazioni di barre irroratrici. Al fine di validare la metodologia proposta le medesime macchine sono state sottoposte a prove di misura della deriva applicando la norma ISO 22866. Sono state quindi confrontate le classificazioni, in termini di riduzione della deriva, delle barre irroratrici ottenute applicando i due diversi metodi di prova esaminati.

MATERIALI E METODI

Sono state provate tre diverse tipologie di barre irroratrici: 1) barra irroratrice di tipo portato Unigreen Erba, caratterizzata da una larghezza di lavoro di 10 m e serbatoio della capacità di 600 litri; 2) barra irroratrice di tipo trainato Caffini Prestige da 18 m, equipaggiata con serbatoio da 2200 litri; 3) barra irroratrice di tipo trainato Caffini Prestige da 18 m, equipaggiata con manica d'aria e serbatoio da 2200 litri. Ciascuno dei tre modelli di barra irroratrice preso in esame è stato provato in nove diverse configurazioni, combinando tre diverse tipologie di ugelli (a fessura convenzionali XR 11002, a fessura antideriva AI 11002 e a turbolenza convenzionali TXB 8002) e tre diverse altezze di lavoro della barra (60, 80 e 100 cm); sono state quindi confrontate complessivamente 27 tesi. Tutte le prove sono state condotte operando con velocità di avanzamento di 6 km/h e adottando una pressione di esercizio di 5 bar.

Misura della deriva potenziale con banco prova

Al fine di poter valutare l'entità della deriva generata dalle barre irroratrici prescindendo dalle condizioni del vento, si è pensato di determinare l'entità della "scia" che la macchina irroratrice genera durante la distribuzione e di considerare quest'ultima come deriva potenziale. La base di partenza è stata la considerazione che le gocce erogate dagli ugelli impiegano un tempo diverso per raggiungere il bersaglio a seconda del valore che assumono i parametri altezza di lavoro e dimensione della goccia. Maggiore è il tempo impiegato dalla goccia per raggiungere il bersaglio e maggiore sarà la possibilità che questa venga spostata dall'azione del vento ambiente. La misura del tempo di caduta delle gocce richiede attrezzature sofisticate e può essere effettuata solo in laboratorio e, quindi, non consente di impiegare la barra irroratrice completa. Per poter valutare oggettivamente le prestazioni di una macchina irroratrice è, invece, necessario poter svolgere le prove nelle condizioni reali di impiego e, quindi, in campo. Sulla base di queste ultime considerazioni è stata, pertanto, sviluppata l'idea di determinare la quantità di miscela che raggiunge il terreno dopo intervalli di tempo crescenti rispetto al momento in cui essa è stata distribuita.

Il banco prova realizzato (Balsari *et al.*, 2007) grazie al contributo dell'ENAMA e con la collaborazione della Ditta Salvarani è costituito da un telaio in alluminio della lunghezza di 10 m e largo 0.5 m (figura 1). Lungo il banco prova, ad intervalli di 0.5 m, sono predisposti dei supporti per i captatori (figura 2A), costituiti da capsule Petri in materiale plastico del diametro di 15 cm. Il banco prova è equipaggiato con una copertura scorrevole degli alloggiamenti dove sono posti i captatori che viene azionata grazie ad un sistema pneumatico. La metodologia di prova messa a punto prevede di utilizzare la barra irroratrice, oggetto delle prove, riempita con una soluzione di acqua e tracciante (Tartrazina E102 10% v/v) e di disporre il banco prova a terra, parallelo alla direzione di avanzamento della macchina, in corrispondenza del centro della semibarra di destra o di sinistra dell'irroratrice da provare (figura 1). La barra irroratrice effettua la distribuzione sul banco prova coperto e, nel momento in cui raggiunge l'estremità del banco urta un palo verticale, collegato al sistema pneumatico di copertura dei captatori (figura 2B). Questi ultimi vengono pertanto scoperti automaticamente e raccolgono soltanto la frazione di gocce erogate che rimane sospesa nell'atmosfera a ridosso dell'irroratrice e che ricade successivamente a terra (figura 3). Un campione della miscela irrorata viene prelevato dal serbatoio dell'irroratrice e sottoposto ad analisi spettrofotometrica. I depositi di miscela riscontrati sui captatori del banco prova vengono, successivamente, quantificati attraverso il loro lavaggio con un volume noto di acqua e l'analisi spettrofotometrica della soluzione così ottenuta.

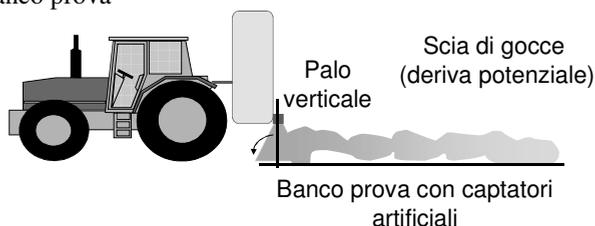
Figura 1. Banco prova progettato dal DEIAFA e realizzato dalla Ditta Salvarani per misurare la deriva potenziale generata dalle barre irroratrici



Figura 2. Capsule Petri utilizzate come captatori lungo il banco prova (A) e scoperta automatica dei captatori nel momento in cui la barra raggiunge l'estremità anteriore del banco prova (B)



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



Sulla base dei depositi rilevati sui captatori è stato calcolato un indice di deriva potenziale (I_{dp}) secondo la seguente formula:

$$I_{dp} = (\sum d_i / d_t) \times 100 \quad [1]$$

dove

I_{dp} è il valore indice dell'entità della deriva potenziale

d_i sono i depositi riscontrati sperimentalmente lungo il banco prova ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)

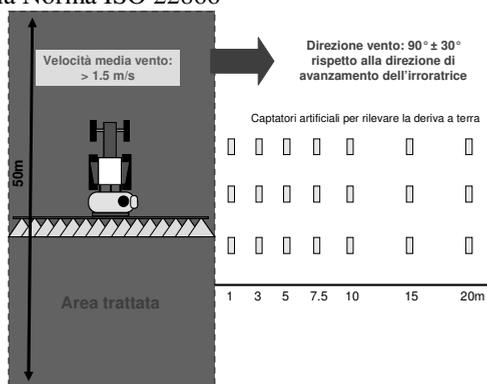
d_t è il deposito teorico al di sotto della barra (espresso in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$ e calcolato sulla base del volume di distribuzione applicato).

Misura della deriva in campo (ISO 22866)

È stata seguita la metodologia ISO 22866 che prevede di effettuare la distribuzione di una miscela sperimentale contenente un tracciante (Tartrazina E102 5% v/v) su una superficie nota, in determinate condizioni di vento (velocità media di almeno 1.5 m/s, direzione pari a $90^\circ \pm 30^\circ$ rispetto alla direzione di avanzamento dell'irroratrice). La frazione di miscela

fitoiatria oggetto della deriva è stata raccolta e quantificata attraverso una serie di captatori in materiale celluloso (Camfil CM 360, cm 25 x 10) disposti a terra, a distanze definite dal margine dell'area trattata (1, 3, 5, 7.5, 10, 15 e 20 m, figura 4). L'erogazione degli ugelli è stata attivata per almeno 50 m, disponendo i captatori sottovento alle diverse distanze, in corrispondenza della parte centrale dell'area trattata (figura 2). Al termine della prova i captatori sono stati raccolti in appositi contenitori e, successivamente, lavati in laboratorio con un volume noto (200 ml) di acqua deionizzata. Il liquido risultante è stato, quindi, sottoposto ad analisi spettrofotometrica per determinare la quantità di tracciante presente e quindi poter risalire alla quantità di miscela erogata dalla macchina giunta sul captatore, espressa in $\mu\text{l}/\text{cm}^2$. Così come per le prove di misura della deriva potenziale, anche per la misura della deriva reale è stata impiegata una soluzione di acqua e colorante Tartrazina E102 al 10% v/v.

Figura 4. Schema delle modalità con le quali sono state eseguite le prove seguendo la metodologia prevista dalla Norma ISO 22866



Si è operato nel Comune di Gemona del Friuli (UD), dove è stato possibile operare con condizioni di vento sufficientemente stabili, in termini di intensità e direzione, necessarie per eseguire le prove di misura della deriva reale secondo quanto previsto dalla Norma ISO 22866. L'area di prova era costituita da un terreno coltivato a prato stabile della dimensione di circa 250 x 60 m. Le prove sono state eseguite nelle prime ore del mattino, quando spirava vento da nord est con velocità media (misurata per ciascuna prova su un campione di 30 valori acquisiti ogni 5 secondi con un anemometro a coppe Babuc M) compresa fra 4,7 e 10,6 m/s, e con temperatura dell'aria di $15^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ e umidità relativa del $50\% \pm 5\%$.

Per poter operare il confronto tra l'entità della deriva potenziale complessiva (vedi equazione [1]) e quella della deriva reale, è stato calcolato un valore indice della deriva reale complessiva (Drc), tenendo conto sia della velocità del vento presente al momento della prova, sia del fattore distanza di campionamento dal margine dell'area trattata.

In particolare tale valore indice è stato calcolato attraverso l'equazione [2]:

La scelta di esprimere l'indice di deriva complessiva come somma di due valori, il primo calcolato sulla base dei depositi di miscela riscontrati sui captatori posti tra 1 e 5 m di distanza dal margine dell'area trattata ed il secondo calcolato sulla base dei depositi di miscela riscontrati sui captatori posti tra 7,5 e 20 m dal margine dell'area trattata, è stata suggerita dal fatto che, generalmente, i valori assoluti dei depositi riscontrati sui captatori artificiali oltre i 5 m di distanza dal margine dell'area trattata sono decisamente inferiori (di circa un ordine di grandezza) rispetto a quelli che si riscontrano tra 1 e 5 m. Pertanto si è ritenuto opportuno

adottare un artificio matematico per garantire lo stesso “peso” a tutti i depositi riscontrati alle diverse distanze di campionamento.

$$Drc = \frac{(\sum D_i / D_t) \times 100}{V} + \frac{(\sum D_s / D_t) \times 1000}{V} \quad [2]$$

dove

$\sum D_i$ = sommatoria dei depositi di miscela riscontrati tra 1 e 5 m di distanza dal margine dell'area trattata ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)

$\sum D_s$ = sommatoria dei depositi di miscela riscontrati tra 7,5 e 20 m di distanza dal margine dell'area trattata ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)

D_t = deposito teorico al di sotto della barra ($\mu\text{l}/\text{cm}^2$)

V = velocità media del vento registrata al momento della prova (m/s)

RISULTATI

Misura della deriva potenziale con banco prova

I risultati inerenti la deriva potenziale, ottenuti impiegando la barra irroratrice di tipo portato da 10 m, hanno evidenziato che, indipendentemente dal tipo di ugello impiegato, all'aumentare dell'altezza di lavoro incrementa l'entità della deriva (Fig. 5). Gli ugelli a fessura convenzionali (XR) hanno fatto registrare i valori di deriva potenziale più elevati; valori più contenuti (con una riduzione dell'indice di deriva potenziale dell'ordine del 20-25%, operando con la barra posta a 80 e 100 cm di altezza), sono stati misurati impiegando gli ugelli a turbolenza convenzionali (TX), mentre gli ugelli a fessura antideriva ad iniezione d'aria (AI) hanno consentito di ridurre l'entità della deriva potenziale, a parità di altezza di lavoro della barra, tra l'80 e l'85% rispetto agli ugelli a fessura tradizionali.

I risultati ottenuti impiegando la barra irroratrice trainata da 18 m hanno evidenziato valori degli indici di deriva potenziale generalmente più elevati (figura 6) ma hanno confermato, per quanto concerne le diverse configurazioni esaminate, gli andamenti riscontrati con la barra irroratrice portata da 10 m. Infine, la barra irroratrice trainata da 18 m ed equipaggiata con la manica d'aria ha fatto registrare un notevole abbattimento degli indici di deriva potenziale (dell'ordine del 70% rispetto alla barra convenzionale di identica larghezza, figura 7), ed anche in questo caso la deriva è risultata minore quando si è operato con altezze di lavoro contenute e con dimensioni delle gocce erogate più grossolane (ugelli antideriva AI). con valori che sono risultati ma, mentre per quanto riguarda la barra irroratrice .

Figura 5. Entità della deriva potenziale rilevata sul banco prova DEIAFA impiegando la barra convenzionale portata da 10 m in funzione delle diverse configurazioni esaminate

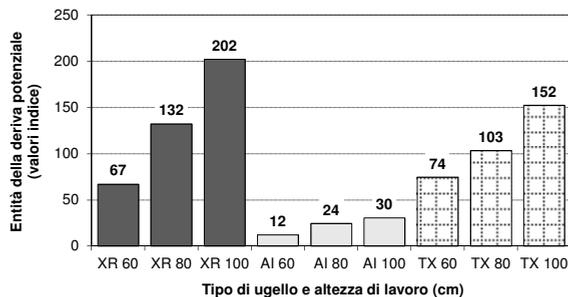


Figura 6. Entità della deriva (potenziale) rilevata sul banco prova DEIAFA impiegando la barra convenzionale trainata da 18 m in funzione delle diverse configurazioni esaminate

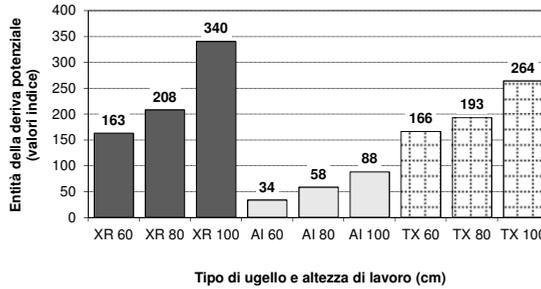
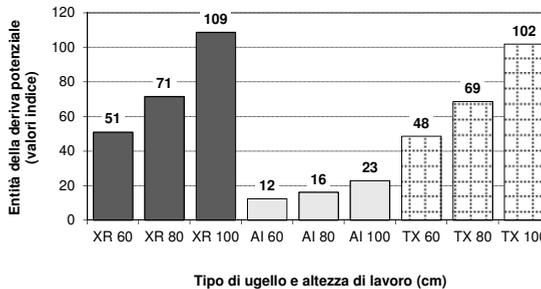


Figura 7. Entità della deriva potenziale rilevata sul banco prova DEIAFA impiegando la barra convenzionale trainata da 18 m, equipaggiata con mancia d'aria, in funzione delle diverse configurazioni esaminate



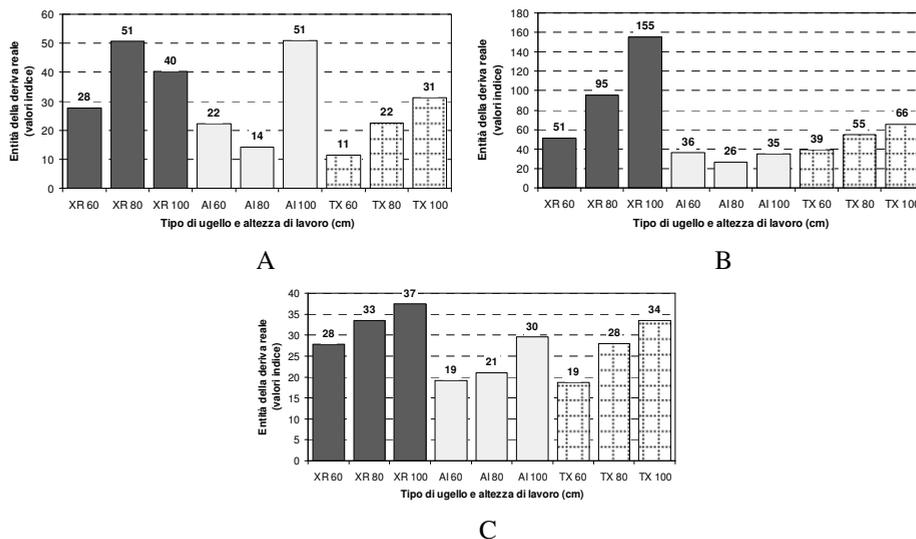
Misura della deriva in campo (ISO 22866)

I risultati delle prove condotte secondo la metodologia per la misura della deriva reale sono stati condizionati, inevitabilmente, dalle condizioni del vento presenti al momento della prova e gli andamenti registrati non sempre sono risultati analoghi a quelli rilevati per la deriva potenziale. Un'ulteriore osservazione riguarda l'entità della deriva reale rilevata impiegando gli ugelli antideriva: essa, a parità di altezza di lavoro della barra, è risultata spesso superiore a quella registrata utilizzando gli ugelli convenzionali. Ciò è legato al fatto che generalmente gli ugelli antideriva, rispetto a quelli convenzionali, hanno fatto registrare dei depositi di miscela più elevati sui captatori posti in prossimità del margine dell'area trattata. Gli ugelli ad iniezione d'aria producono infatti gocce più grosse (VMD dell'ordine di 400 μm) rispetto agli ugelli convenzionali (VMD dell'ordine di 200 μm) e tali gocce più grosse sono più difficilmente trasportate dalle correnti d'aria ambientali. Ciò ha fatto sì che, nelle condizioni di vento trasversale all'avanzamento della barra presenti al momento delle prove condotte secondo la metodologia ISO 22866, esse siano ricadute prevalentemente entro i primi 3 metri dell'area sottovento rispetto al passaggio della barra. A distanze maggiori di 5 m dal margine dell'area trattata, invece, l'entità dei depositi di miscela rilevati sui captatori impiegando gli ugelli antideriva è, generalmente, risultata molto minore di quella registrata per gli ugelli convenzionali. Per quanto concerne la barra irroratrice portata da 10 m, l'entità della deriva reale più elevata è stata rilevata impiegando gli ugelli convenzionali a fessura XR con altezza di lavoro della barra di 80 cm e impiegando gli ugelli antideriva ad iniezione d'aria AI con altezza di lavoro della barra di 100 cm (figura 8A). Quando si è operato con la barra irroratrice trainata da 18 m, invece, la deriva reale più consistente è stata riscontrata operando con gli

ugelli a fessura convenzionali XR e con altezza di lavoro di 100 cm ed i valori indice di deriva reale più contenuti sono stati ottenuti impiegando gli ugelli a fessura antideriva AI (figura 8B).

Infine, la barra trainata da 18 m ed equipaggiata con la manica d'aria, così come era stato osservato per la deriva potenziale, ha fatto registrare una notevole riduzione dell'entità della deriva reale, indipendentemente dalla configurazione provata (figura 8C).

Figura 8. Entità della deriva reale misurata secondo la metodologia ISO 22866 impiegando la barra convenzionale portata da 10 m (A), quella trainata da 18 m (B) e quella trainata da 18 m ed equipaggiata con manica d'aria (C) in funzione delle diverse configurazioni esaminate



CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti è stata redatta una classifica delle 27 tipologie/configurazioni di barre irroratrici esaminate sia sulla base dei valori indice di deriva potenziale, sia sulla base dei valori indice di deriva reale complessiva (tabella 1). Analizzando i dati inerenti la deriva potenziale si osserva che range di valori ottenuti risulta piuttosto ampio, compreso fra 12 e 340. La barra irroratrice equipaggiata con manica d'aria e dotata di ugelli antideriva, indipendentemente dall'altezza di lavoro adottata, è stata la tipologia di macchina, fra quelle prese in esame, in grado di ridurre in misura più consistente il fenomeno. Anche l'impiego della barra convenzionale da 10 m, sempre equipaggiata con gli ugelli antideriva, ha consentito di limitare considerevolmente l'entità della deriva potenziale. La barra convenzionale trainata da 18 m, invece, ha presentato una maggiore propensione a generare deriva, e nella classifica, infatti, i valori in assoluto più elevati sono stati riscontrati con questa tipologia di macchina, equipaggiata con gli ugelli convenzionali e con la barra posta a 100 cm dal bersaglio. Per quanto riguarda la classifica stilata in funzione della deriva reale, invece, il range di valori è risultato più compresso, con ben 24 dei 27 valori ottenuti compresi in un intervallo tra 11 e 55. Spesse volte lo stesso valore di deriva reale o valori molto simili tra loro (± 2 in valore assoluto) sono stati riscontrati per 3 o più tipologie/configurazioni di barra irroratrici. Tuttavia, confrontando le posizioni in classifica delle singole configurazioni l'andamento generale è risultato abbastanza simile a quello riscontrato per la deriva potenziale: per 18 delle 27 configurazioni di barre irroratrici provate, infatti, lo scarto fra le

posizioni confrontando le due classifiche è risultato compreso entro i 3 posti; le differenze più eclatanti tra le due classifiche sono state riscontrate in particolare per la barra irroratrice portata da 10 m: A) equipaggiata con gli ugelli antideriva AI e con altezza di lavoro di 100 cm (posizione 6 per la deriva potenziale, posizione 22 per la deriva reale); B) equipaggiata con gli ugelli a turbolenza convenzionali TX e con altezza di lavoro di 60 cm (posizione 14 per la deriva potenziale, posizione 1 per la deriva reale).

Tabella 1. Classificazione delle 27 tipologie/configurazioni di barre irroratrici esaminate in funzione della deriva potenziale misurata impiegando il banco prova DEIAFA e in funzione della deriva reale misurata secondo la metodologia ISO 22866

Tipologia e configurazione barra irroratrice	Indice di deriva potenziale	Indice di deriva reale	Posizione in classifica vs. deriva potenziale	Posizione in classifica vs. deriva reale
10 m, ugelli AI, 60 cm	12	22	1	6
18 m con manica d'aria, ugelli AI, 60 cm	12	19	2	4
18 m con manica d'aria, ugelli AI, 80 cm	16	21	3	5
18 m con manica d'aria, ugelli AI, 80 cm	23	30	4	12
10 m, ugelli AI, 80 cm	24	14	5	2
10 m, ugelli AI, 100 cm	30	51	6	22
18 m, ugelli AI, 60 cm	34	36	7	17
18 m con manica d'aria, ugelli TX, 60 cm	48	19	8	3
18 m con manica d'aria, ugelli XR, 60 cm	51	28	9	10
18 m, ugelli AI, 80 cm	58	26	10	8
10 m, ugelli XR, 60 cm	67	28	11	9
18 m con manica d'aria, ugelli TX, 80 cm	69	28	12	11
18 m con manica d'aria, ugelli XR, 80 cm	71	33	13	14
10 m, ugelli TX, 60 cm	74	11	14	1
18 m, ugelli AI, 100 cm	88	35	15	16
18 m con manica d'aria, ugelli TX, 100 cm	102	34	16	15
10 m, ugelli TX, 80 cm	103	22	17	7
18 m con manica d'aria, ugelli XR, 100 cm	109	37	18	18
10 m, ugelli XR, 80 cm	132	51	19	21
10 m, ugelli TX, 100 cm	152	31	20	13
18 m, ugelli XR, 60 cm	163	51	21	23
18 m, ugelli TX, 60 cm	166	39	22	19
18 m, ugelli TX, 80 cm	193	55	23	24
10 m, ugelli XR, 100 cm	202	40	24	20
18 m, ugelli XR, 80 cm	208	95	25	26
18 m, ugelli TX, 100 cm	264	66	26	25
18 m, ugelli XR, 100 cm	340	155	27	27

L'impiego del banco prova per la misura della deriva potenziale sviluppato presso il DEIAFA ha pertanto consentito di distinguere le 27 tipologie/configurazioni di barre irroratrici prese in esame in funzione della deriva da esse generata e di ottenere una classificazione in buona parte concordante con quanto rilevato attraverso l'impiego della metodologia di prova ISO 22866, assai più complicata dal punto di vista operativo.

I risultati ottenuti hanno quindi permesso di proporre in sede ISO l'uso del banco prova sviluppato presso il DEIAFA come metodologia alternativa alla ISO 22866 per classificare le barre irroratrici in funzione della deriva da esse generata. È stato pertanto sviluppato un nuovo standard ISO 22369-3 che è attualmente in fase di approvazione definitiva.

Ringraziamenti

Gli Autori ringraziano l'ENAMA (Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola) per aver finanziato l'attività sperimentale.

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.
- Direttiva 2009/128/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi (GUE n. 309/L del 24/11/2009).
- Gilbert A., 2000. Local Environmental Risk Assessment for Pesticides (LERAP) in the UK. *Aspects of Applied Biology* 57, 83-90.
- Herbst A., Ganzelmeier H., 2000. Classification of sprayers according to drift risk – a German approach. *Aspects of Applied Biology* 57, Pesticide Application, 35-40.
- 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.
- Van de Zande J. C., Holterman H. J., Michielsen J. M., Stallinga H., 2006. Temporal and spatial variability of spray drift around a sprayed field. *Aspects of Applied Biology* 77, 295-302.