ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2012, 2, 109-118

STUDIO DI UNA METODOLOGIA PER LA MISURA DELLA DERIVA GENERATA DALLE IRRORATRICI PER LE COLTURE ARBOREE E PER LA LORO CLASSIFICAZIONE

P. BALSARI, P. MARUCCO, M. TAMAGNONE
DEIAFA - Università di Torino - Via L. da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (TO)
paolo.balsari@unito.it

RIASSUNTO

Poiché la deriva del prodotto fitoiatrico può generare fenomeni di inquinamento diffuso da agrofarmaci l'Unione Europea, attraverso la Direttiva sull'uso sostenibile degli agrofarmaci, raccomanda l'adozione di una serie di misure atte a prevenire questo fenomeno. Tra queste, l'adozione di fasce di rispetto lungo il margine del campo trattato prevede che l'ampiezza delle buffer zones sia modulata in funzione dell'entità della deriva generata dall'irroratrice. È pertanto necessario prevedere una classificazione delle tipologie e dei modelli di macchine irroratrici in funzione della deriva generata. Per quanto concerne le macchine irroratrici per le colture arboree, al fine di poter effettuare tale classificazione in maniera quanto più semplice e rapida possibile, analogamente a quanto sperimentato per le barre irroratrici, è stato avviato lo studio di un apposito sistema di banchi prova che, operando in campo in assenza di vento, consentono di determinare la deriva potenziale generata dai diversi modelli di irroratrici. Sulla base dei primi risultati sperimentali ottenuti è stata redatta una prima proposta di metodologia di prova che è stata sottoposta all'ISO (International Standard Organisation) per la sua valutazione come nuovo progetto di norma.
Parole chiave : irroratrice, deriva, classificazione, banco prova

SUMMARY

STUDY OF A METHODOLOGY FOR DRIFT CLASSIFICATION OF ARBOREAL CROP SPRAYERS

As spray drift may cause diffuse pollution phenomena due to agrochemicals the European Union, through the Directive on the sustainable use of pesticides, recommends the adoption of measures enabling to prevent drift. Among these measures, the adoption of buffer zones beside the sprayed fields considers different widths for these buffer zones according to the amount of spray drift produced. It is therefore necessary to classify different sprayer models according to drift risk. For what concerns the sprayers used on arboreal crops, in order to make this classification in a simple and quick way as it was already proposed for the field crop sprayers, a study was started aimed at defining a methodology to assess potential drift produced by the different sprayer models in absence of wind, using ad hoc test benches. On the basis of first experimental data obtained, a first proposal for a new ISO standard methodology was prepared.
Keywords: sprayer, drift, classification, test bench

INTRODUZIONE

Le implicazioni ambientali legate all'esecuzione dei trattamenti fitosanitari sono oggetto di una crescente attenzione a livello internazionale. L'Unione Europea ha promosso una serie di studi sul tema e, già dal 2002, aveva avviato una strategia tematica mirata a promuovere una specifica direttiva sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari che è poi stata emanata nel 2009 (128/2009/CE). Obiettivo principale è la riduzione dei rischi per la salute umana e per l'ambiente legati all'impiego dei prodotti fitosanitari. Nell'ambito di tale Direttiva è previsto,

in particolare, che durante la fase di distribuzione dei prodotti fitosanitari, vengano adottati tutti gli accorgimenti necessari a prevenire la contaminazione dell'ambiente circostante il campo trattato, con particolare riguardo all'ambiente acquatico. A questo scopo, devono essere privilegiate le tecniche di applicazione più efficienti, comprese le macchine irroratrici in grado di contenere la deriva del prodotto fitoiatrico al di fuori dell'area oggetto del trattamento.

Parallelamente è stato emanato un emendamento della Direttiva Macchine (127/2009/CE) che proprio e solo per le macchine irroratrici prevede una loro valutazione, prima della immissione sul mercato, in termini non solo di sicurezza per l'operatore, come avviene per le altre macchine marchiate CE, ma anche di salvaguardia dell'ambiente. Fra i requisiti previsti è indicato espressamente anche il contenimento della deriva del prodotto fitoiatrico.

Il fenomeno della deriva, che è legato al moto delle correnti d'aria presenti nel momento in cui si effettua la distribuzione è, infatti, particolarmente rilevante ai fini dell'inquinamento ambientale da prodotti fitosanitari. Esso è stato oggetto di numerosi studi e sperimentazioni mirati, principalmente, a quantificarne l'entità. I risultati ottenuti hanno evidenziato che, soprattutto in condizioni di ventosità elevata, la deriva può determinare importanti livelli di contaminazione delle aree prossime a quella trattata. Già da diversi anni, in numerosi Paesi del Nord Europa (Germania, Olanda, Regno Unito, Svezia), sono state adottate delle misure legislative che obbligano gli agricoltori a rispettare delle "aree di rispetto" (buffer zones), tra il margine dell'area trattata e le aree adiacenti. Le ampiezze delle buffer zones sono definite in base al tipo di formulato applicato (livello di tossicità, dose di impiego), alla sensibilità dell'area adiacente all'appezzamento trattato (presenza di corsi d'acqua superficiali, di aree urbanizzate, di altre colture sensibili, ecc.) ed al tipo di attrezzature impiegate per la distribuzione dei prodotti fitosanitari.

Per determinare l'entità della deriva prodotta dalle macchine irroratrici oggi si fa riferimento ad una Normativa Internazionale (ISO 22866) che, tuttavia, risulta caratterizzata da una notevole complessità delle misure che, di conseguenza, comportano dei costi elevati per l'esecuzione delle prove e, soprattutto, da una scarsa ripetibilità dei risultati ottenuti a seguito della loro dipendenza da fattori ambientali (velocità e direzione del vento) non controllabili.

Ad essa è collegata la Norma ISO 22369 per la classificazione delle macchine irroratrici in funzione della deriva da esse generata. Poiché però il contesto agro-ambientale varia notevolmente da un Paese europeo all'altro e, spesso, anche tra le Regioni di uno stesso Paese, tale classificazione delle irroratrici non può essere unica, ma va effettuata per ogni realtà operativa, tenendo conto delle caratteristiche morfologiche del territorio e della vegetazione (tipo di coltura, varietà, forma di allevamento, sesto d'impianto).

Al fine di proporre un più semplice ed oggettivo criterio per la valutazione delle macchine irroratrici in funzione della deriva da loro generata, svincolato dal contesto agro-ambientale nel quale si opera, ed applicabile alle svariate tipologie di macchine irroratrici presenti ed operanti in Italia (si ricorda che i modelli oggi commercializzati sono oltre 1000), il DEIAFA dell'Università di Torino ha condotto una prima serie di studi finalizzati alla messa a punto di una metodologia di prova alternativa a quella della Norma ISO 22866. In particolare, per quanto concerne le irroratrici per le colture arboree, sono stati effettuati una serie di esperimenti finalizzati a rilevare la gittata di diverse tipologie e configurazioni di macchine sia su captatori lasciati permanentemente scoperti sia su captatori disposti lungo appositi banchi prova e scoperti soltanto dopo un certo intervallo di tempo dal passaggio dell'irroratrice.

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali sono state condotte utilizzando due diverse tipologie di macchine irroratrici ad aeroconvezione, una per frutteto (Nobili Oktopus 1000, equipaggiata con 7+7 ugelli, ventilatore radiale e convogliatori multipli per l'erogazione dell'aria attraverso bocchette orientabili poste in corrispondenza di ciascun ugello) ed una per vigneto (Dragone k2 500, equipaggiata con 4+4 ugelli, ventilatore assiale e convogliatore dell'aria conformato a torretta). Ciascuna macchina è stata provata con due diverse tipologie di ugelli: a turbolenza convenzionali e a fessura antideriva ad iniezione d'aria (tabella 1). Per tutte le prove è stata impiegata una velocità di avanzamento della macchina di 6 km/h e per ciascuna tesi esaminata sono state effettuate 5 ripetizioni della prova. La configurazione della macchina da frutteto, ipotizzando di operare in impianti con un'interfila di 4 m, comportava un volume di distribuzione pari a 1000 l/ha, mentre per quanto concerne l'irroratrice da vigneto, ipotizzando di operare in impianti con un'interfila di 2,5 m, il volume di distribuzione risultava pari a 340 l/ha.

Tabella 1. Irroratrici e paramentri operativi esaminati nelle prove

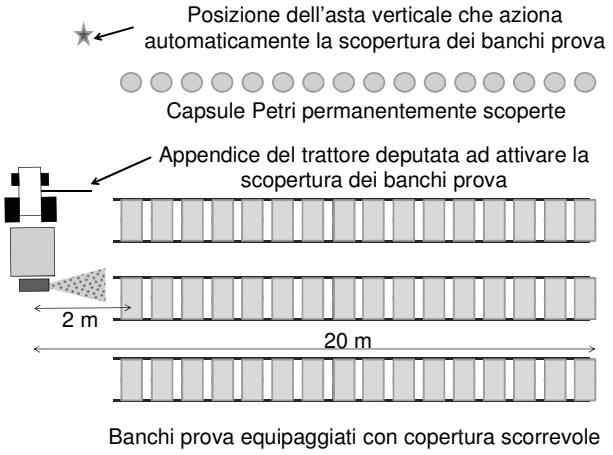
Tesi	Irroratrice	Ugelli	Pressione (MPa)	Portata complessiva irroratrice (l/min)	Portata ventilatore (m^3/h)
1	Nobili Oktopus	Teejet TXB 04	1,0	40,3	14000
2	Nobili Oktopus	Teejet AI 04	1,0	40,3	14000
3	Dragone k2 500	Albuz ATR gialli	1,0	8,4	20000
4	Dragone k2 500	Lechler ID 02	0,5	8,4	20000

Le prove sono state condotte, in condizioni di calma di vento (velocità massima < 0.5 m/s), attivando l'erogazione dell'irroratrice su una pista in cemento lunga circa 50 m e larga 3 m, al fine di rendere minimi gli effetti sulla distribuzione del liquido di eventuali sobbalzi della macchina durante l'avanzamento. Sul lato destro della pista, trasversalmente alla direzione di avanzamento dell'irroratrice, sono state disposte quattro file di capsule Petri: per ogni serie la prima capsula è stata disposta a 2 m di distanza dal centro della macchina e quelle successive sono state disposte a distanze crescenti, ad intervalli di 1 m l'una dall'altra, fino a 20 m dal centro della macchina (figura 1). La prima serie di captatori è stata lasciata permanentemente scoperta mentre le altre tre serie di captatori sono state disposte lungo i banchi prova progettati presso il DEIAFA (Balsari *et al.*, 2007), provvisti di una copertura scorrevole azionata attraverso un meccanismo pneumatico. In pratica, grazie ad un'asta verticale collegata al sistema di scopertura dei banchi al passaggio del trattore è possibile scoprire automaticamente gli alloggiamenti del banco prova dove sono collocate le capsule Petri. L'irroratrice è stata, quindi, fatta procedere lungo la pista con gli ugelli attivati, passando a fianco ai banchi prova con le capsule Petri coperte (figura 1A) che, grazie ad un'apposita appendice montata sul trattore e al meccanismo pneumatico, venivano immediatamente scoperte quando l'appendice del trattore intercettava l'asta verticale. La posizione di quest'ultima è stata definita tenendo conto della lunghezza del complesso trattore – macchina irroratrice, in modo tale da scoprire i captatori sui banchi prova quando la linea degli ugelli dell'irroratrice si è trovata, rispettivamente, ad una distanza di 2, 4 e 6 m rispetto ai banchi prova stessi (figura 1B). L'insieme dei captatori ha consentito, quindi, sia di rilevare la gittata complessiva della macchina irroratrice (capsule Petri lasciate permanentemente scoperte), sia di determinare l'entità delle frazioni di miscela irrorata che rimangono sospesi in atmosfera più a lungo e che

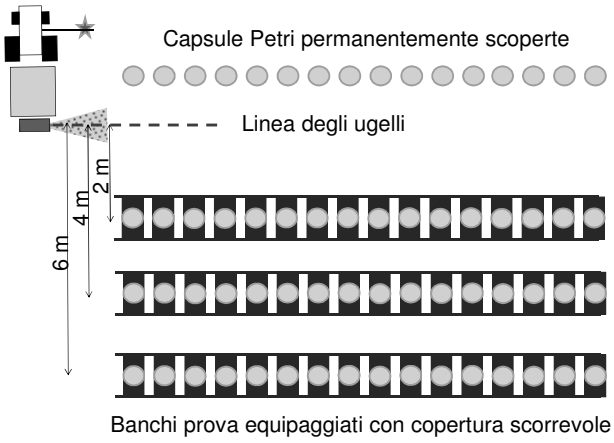
ricadono a terra solo successivamente al passaggio dell'irroratrice (capsule Petri sistemate lungo i banchi prova). Questi ultimi rappresentano la frazione di gocce più soggette alla deriva, in quanto permanendo più a lungo sospese in atmosfera sono più soggette all'azione del vento.

La metodologia di prova messa a punto prevede di utilizzare la macchina irroratrice, oggetto delle prove, riempita con una soluzione di acqua e tracciante (Tartrazina E102 10% v/v). Un campione della miscela irrorata viene prelevato dal serbatoio dell'irroratrice e sottoposto ad analisi spettrofotometrica. I depositi di miscela riscontrati sui captatori (capsule Petri in materiale plastico di 15 cm di diametro) vengono quantificati, in laboratorio, attraverso il loro lavaggio con un volume noto di acqua e l'analisi spettrofotometrica della soluzione così ottenuta.

Figura 1. Schema della disposizione dei captatori per il rilievo della gittata prodotta dall'irroratrice e della disposizione dei banchi prova per il rilievo dei depositi di miscela che ricadono a terra dopo il passaggio dell'irroratrice



A



B

RISULTATI

I risultati ottenuti hanno evidenziato, come atteso, che la macchina irroratrice da frutteto proietta le gocce erogate a distanze maggiori (fino a 20 m dal centro macchina) rispetto all'irroratrice da vigneto, per la quale sono stati riscontrati depositi soltanto fino a 14 m dal centro macchina (figura 2). I profili della gittata rilevata nelle 5 ripetizioni della stessa prova, pur non risultando perfettamente sovrapponibili (figura 3), hanno evidenziato una buona ripetibilità dei risultati se si considera la somma dei depositi ottenuti alle diverse distanze da centro macchina (tabella 2). L'impiego degli ugelli antideriva sull'irroratrice da frutteto non ha comportato significativi cambiamenti nel profilo della gittata della macchina (figura 4A), mentre sull'irroratrice da vigneto ha ridotto significativamente la lunghezza della gittata (figura 4B), concentrando i depositi di miscela a distanza di 4-5 m dal centro della macchina.

Figura 2. Profili della gittata (elaborati sui dati medi delle 5 ripetizioni) ottenuti per la macchina irroratrice da frutteto e per la macchina irroratrice da vigneto equipaggiate con gli ugelli a turbolenza convenzionali.

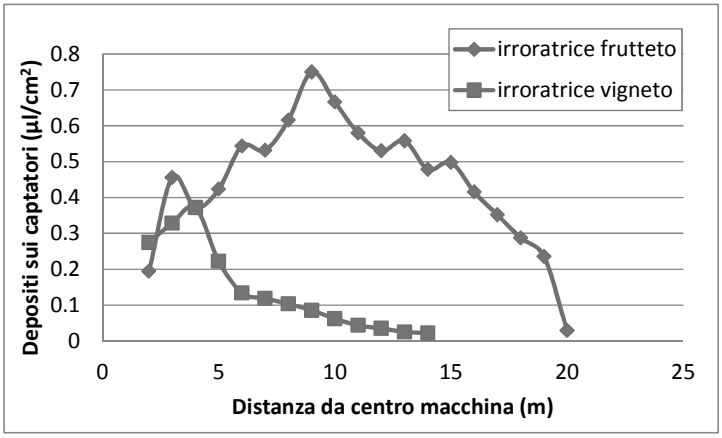


Figura 3. Profili della gittata ottenuti nelle 5 ripetizioni della prova per la macchina irroratrice da frutteto equipaggiata con gli ugelli a turbolenza convenzionali

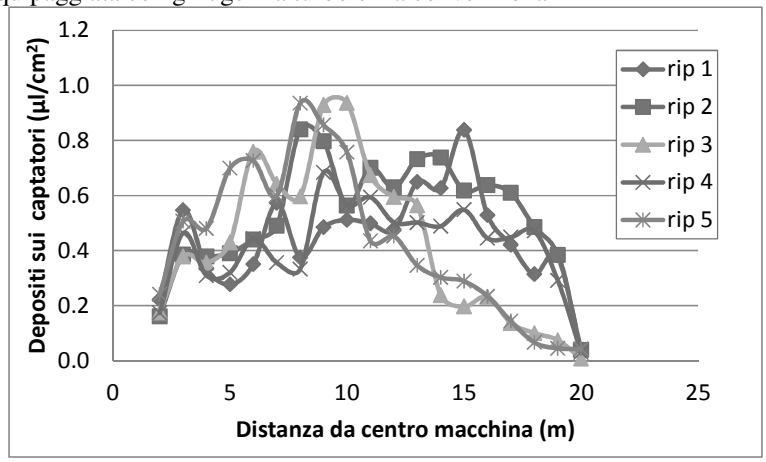
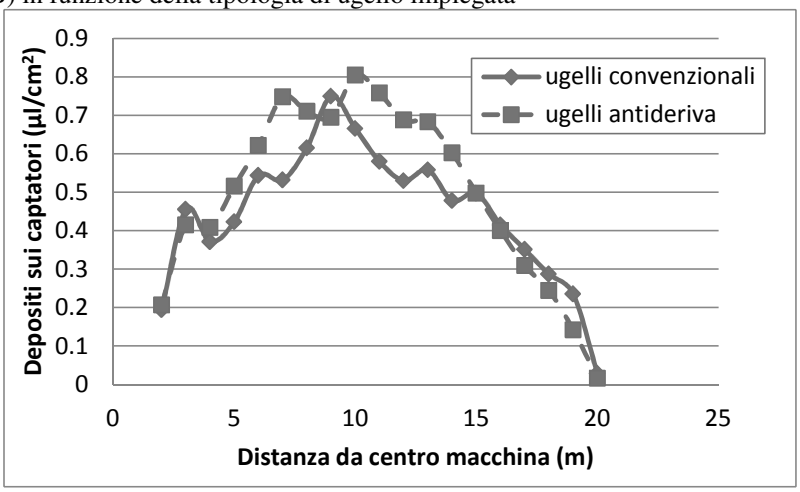


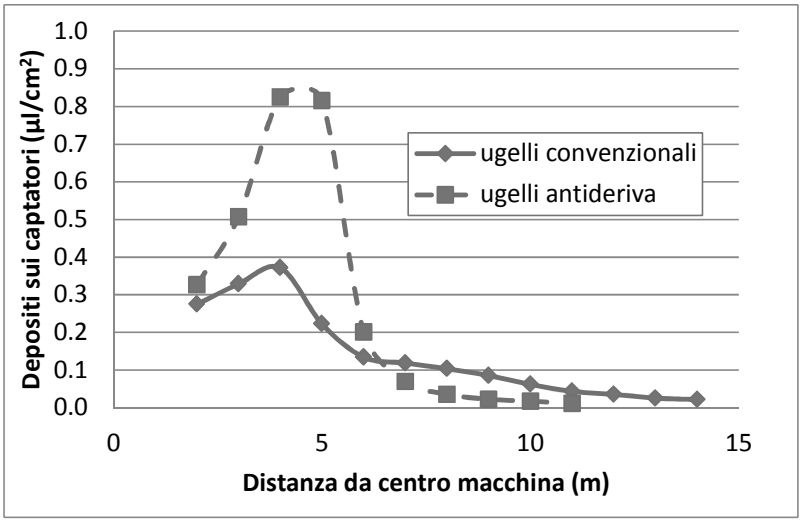
Tabella 2. Valori della somma dei depositi di miscela (µl/cm^2) ottenuti sulle capsule Petri esposte permanentemente rilevati per ciascuna ripetizione delle quattro tesi esaminate (vedi tabella 1) e coefficiente di variazione fra le ripetizioni della stessa prova

Tesi	Rip 1	Rip 2	Rip 3	Rip 4	Rip 5	Media	cv
1	8,4	10,0	8,0	8,0	8,2	8,5	10%
2	9,9	9,2	10,6	9,1	8,5	9,5	9%
3	1,7	1,9	1,9	1,5	2,0	1,8	11%
4	2,9	3,2	1,7	2,8	3,5	2,8	24%

Figura 4. Profili della gittata ottenuti per l'irroratrice da frutteto (A) e per l'irroratrice da vigneto (B) in funzione della tipologia di ugello impiegata



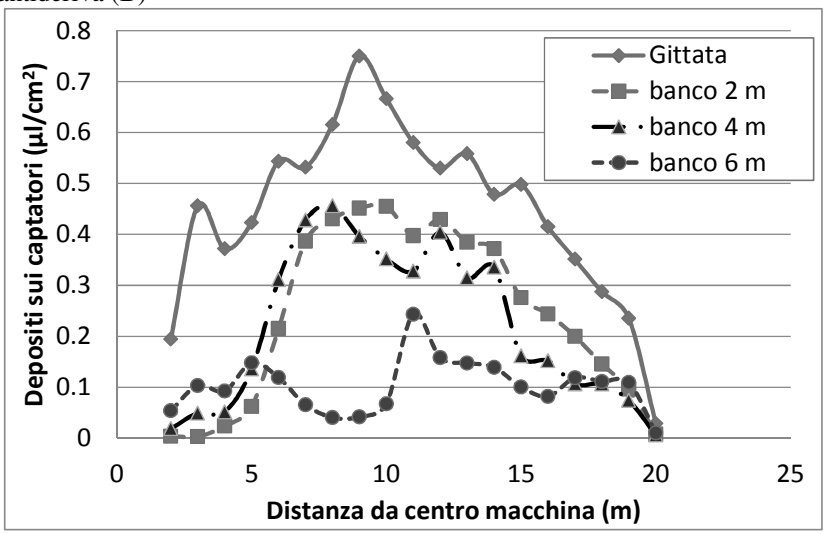
A



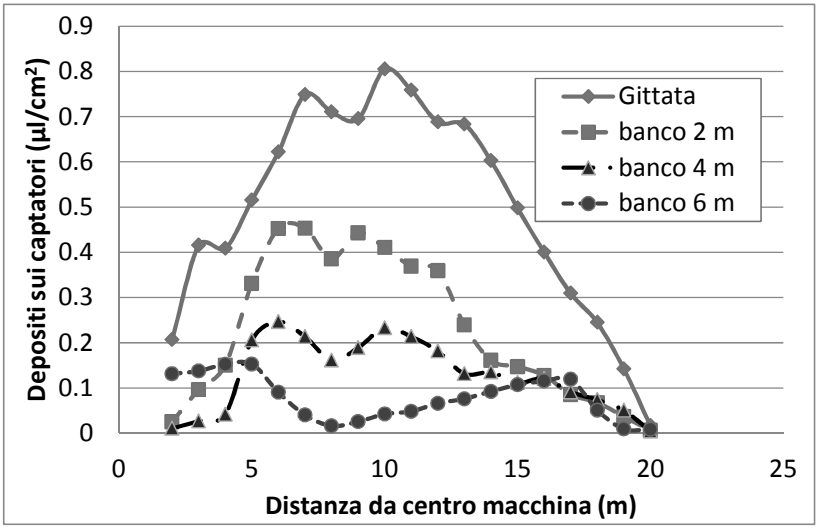
B

Per quanto riguarda i depositi di miscela riscontrati sui captatori disposti lungo i banchi prova, essi sono risultati più modesti rispetto a quelli rilevati sulle capsule Petri lasciate permanentemente scoperte durante la prova. In particolare, al crescere della distanza del banco prova rispetto alla linea degli ugelli - nel momento in cui il banco veniva scoperto – l'entità dei depositi sui captatori si è progressivamente ridotta. Ciò è risultato più evidente per gli ugelli antideriva rispetto agli ugelli a turbolenza convenzionali, tanto per l'irroratrice per il frutteto (figura 5), quanto per l'irroratrice per il vigneto (figura 6).

Figura 5. Irroratrice per frutteto: profilo della gittata e andamento dei depositi rilevati sui captatori disposti lungo i banchi prova impiegando gli ugelli a turbolenza convenzionali (A) e gli ugelli antideriva (B)

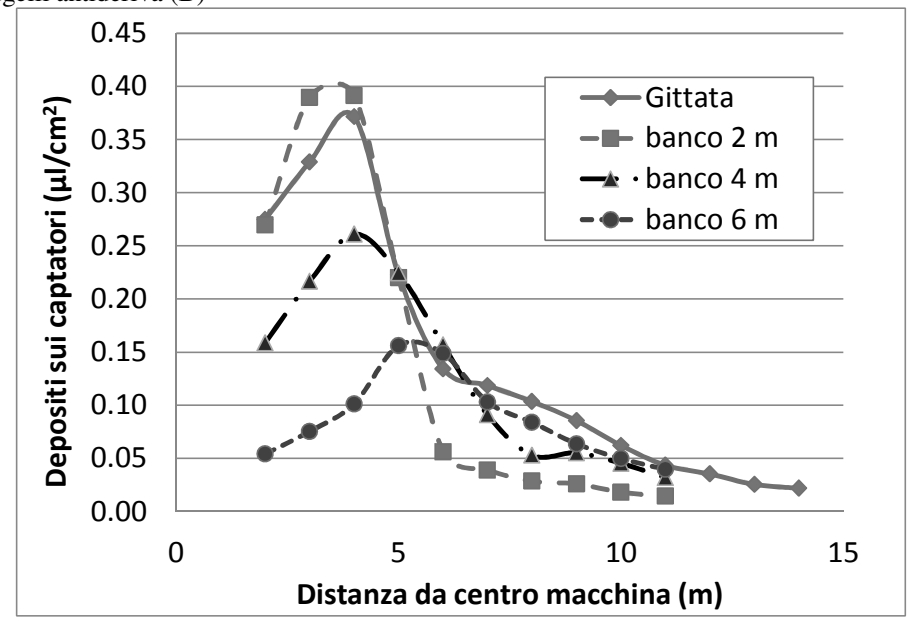


A

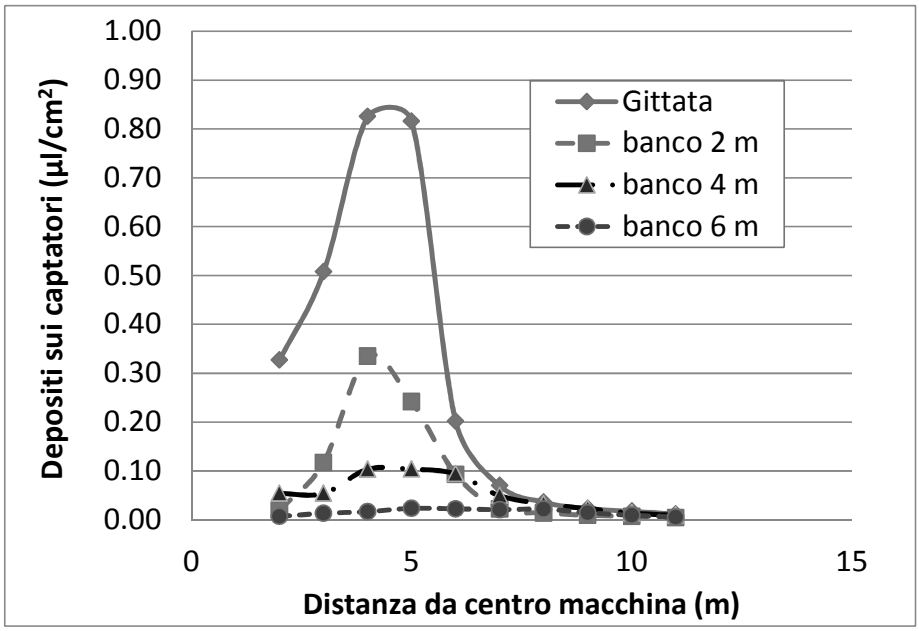


B

Figura 6. Irroratrice per vigneto: profilo della gittata e andamento dei depositi rilevati sui captatori disposti lungo i banchi prova impiegando gli ugelli a turbolenza convenzionali (A) e gli ugelli antideriva (B)



A



B

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati ottenuti si è studiato un metodo per calcolare un valore indice di deriva potenziale da attribuire a ciascuna tesi esaminata. In primo luogo, si è considerato necessario verificare la quantità di miscela recuperata sulle capsule permanentemente scoperte rispetto alla quantità di liquido erogata dalla macchina. Pertanto, sulla base dei parametri operativi impiegati per ciascuna tesi è stata calcolata la quantità di liquido erogata dalla macchina per cm di avanzamento. Si è applicata la seguente equazione [1]:

$$E = Q / v \qquad [1]$$

dove

E è la quantità di liquido erogata per ogni cm di avanzamento della macchina (espressa in µl/cm)

Q è la portata complessiva su un lato dell'irroratrice (espressa in µl/s)

v è la velocità di avanzamento della macchina (espressa in cm/s)

È stata quindi calcolata la percentuale di miscela recuperata sulle capsule Petri rispetto alla quantità erogata dalla macchina attraverso l'equazione [2]:

$$RR = \left[\sum_{i=1}^{n} D_i * 100 / E \right] * 100 \qquad [2]$$

dove

RR è la percentuale di miscela recuperata sui captatori

D_i è il deposito (µl/cm^2) rilevato a ciascuna distanza *i* di campionamento

100 è la distanza (in cm) tra un captatore e l'altro

Dei depositi rilevati sui banchi prova, si è scelto, al fine di semplificare il metodo di prova, di considerare i dati di un solo banco prova, quello collocato a 4 m di distanza dalla linea degli ugelli al momento della scopertura del banco.

Sulla base dei depositi rilevati sul banco prova è stata calcolata la deriva potenziale (DP) attraverso l'equazione [3]:

$$DP = \sum_{i=1}^{n} S_i * d_i * 100 \qquad [3]$$

dove

DP è la deriva potenziale

S_i è il deposito (µl/cm^2) rilevato a ciascuna distanza *i* di campionamento lungo il banco prova

d_i è la distanza di campionamento (espressa in cm) di ciascun captatore *i* rispetto al centro della macchina

Infine, grazie ai parametri calcolati nelle equazioni [2] e [3], è stato calcolato l'indice di deriva potenziale IDP attraverso l'equazione [4]:

$$IDP = DP * (100 - RR) / 1000 \qquad [4]$$

Applicando le equazioni, sopra descritte, ai dati raccolti nelle quattro tesi esaminate sono stati ottenuti i valori indice di deriva potenziale (IDP) riportati in tabella 3.

Tabella 3. Valori dell'indice di deriva potenziale calcolati per le 4 tesi esaminate nelle prove

Tesi	Tipologia irroratrice e ugelli	Indice di deriva potenziale (IDP)
1	Frutteto, ugelli a turbolenza convenzionali	254
2	Frutteto, ugelli a fessura antideriva	134
3	Vigneto, ugelli a turbolenza convenzionali	36
4	Vigneto, ugelli a fessura antideriva	9

Confrontando i valori dell'IDP ottenuti montando gli ugelli antideriva con quelli ottenuti impiegando gli ugelli convenzionali si è osservato un abbattimento del valore indice del 48% per l'irroratrice da frutteto e del 75% per l'irroratrice da vigneto.

È emerso tuttavia che i valori assoluti dell'indice di deriva potenziale risultano molto diversi in funzione della tipologia di macchina impiegata (per frutteto o per vigneto) e pertanto, al fine di poter effettuare una classificazione delle diverse tipologie e configurazioni di macchine irroratrici in funzione della deriva generata sarà necessario definire una macchina irroratrice (e relativa configurazione) di riferimento per le irroratrici da frutteto ed una per le irroratrici da vigneto. Per valutare la deriva generata da una attrezzatura "candidata" e quindi poter effettuare una sua classificazione in termini di riduzione della deriva (vedi ISO 22369-1) si dovrà effettuare un confronto fra l'IDP ottenuto con quella irroratrice e quello rilevato con la macchina di riferimento. Sulla base di questi primi risultati sperimentali è stata redatta una proposta di norma ISO per definire la metodologia di misura della deriva potenziale generata dalle irroratrici per le colture arboree. Al fine della sua implementazione e della auspicabile redazione di una specifica norma ISO in tal senso sono in corso ulteriori prove per acquisire una serie di dati dell'IDP relativi a diverse tipologie e configurazioni di irroratrici sia per vigneto che per frutteto.

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 2009/127/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009 che modifica la direttiva 2006/42/CE relativa alle macchine per l'applicazione di pesticidi (GUE n. 310/L del 25/11/2009).

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).

ISO 22866, 2005. Equipment for crop protection — Methods for field measurement of spray drift.

ISO 22369-1, 2006. Crop protection equipment — Drift classification of spraying equipment — Part 1: Classes.