

VALUTAZIONE DELLA DERIVA POTENZIALE GENERATA DA IRRORATRICI PER FRUTTETO ATTRAVERSO L'UTILIZZO DI UN APPOSITO BANCO PROVA

M. GRELLA, P. MARUCCO, P. BALSARI

DiSAFA - Università di Torino – Largo Paolo Braccini, 2, 10095 Grugliasco (TO)
marco.grella@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 la loro ampiezza 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 frutteto, 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 banco prova che, operando in campo in assenza di vento, consente di determinare la deriva potenziale generata dai diversi modelli e configurazioni di irroratrici. Dopo una prima serie di prove preliminari è stato possibile definire una nuova metodologia di prova e di calcolo finalizzata alla classificazione delle irroratrici per frutteto in funzione della riduzione della deriva, in accordo con la norma ISO22369-1. La metodologia sviluppata si è dimostrata efficace nel discriminare le differenti configurazioni delle irroratrici testate (tipologie di ugelli e volumi di aria differenti) rispetto alla deriva potenziale da loro generata. Si ritiene, pertanto, che la stessa possa essere considerata una valida alternativa alla metodologia prevista dalla ISO22866, quando applicata per la determinazione dell'entità della riduzione della deriva potenziale generata dalle irroratrici per la distribuzione dei fitofarmaci alle colture arboree.

Parole chiave: irroratrice, deriva potenziale, classificazione, banco prova, ISO22369-1

SUMMARY

EVALUATION OF POTENTIAL DRIFT GENERATED BY ORCHARD SPRAYERS USING A TEST BENCH

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 to prevent it. Among these measures, the adoption of buffer zones beside the sprayed fields considers different widths according to the amount of spray drift produced. As far as orchard sprayers are concerned, in order to make this classification in a simple and quick way (similarly to what was done for field crop sprayers) a study was started to define a methodology for the assessment of potential drift produced by the different sprayer models and configurations in the absence of wind, using a test bench specially designed for this purpose. After a series of preliminary tests, it was possible to define a new testing and calculation methodology suitable for the classification of orchard sprayers on the basis of drift reduction according to ISO22369-1. The methodology developed can distinguish the different configurations tested (nozzle types and air fan volume rates) according to their potential drift. Therefore, it can be considered as a valuable alternative to the official methodology proposed by ISO22866, when used to determine the reduction of potential drift of orchard sprayers.

Keywords: sprayer, potential drift, classification, ISO22369-1

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 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 la normativa internazionale di riferimento è la ISO22866 (ISO, 2005), caratterizzata da una notevole complessità delle misurazioni in prove di campo con conseguenti costi elevati, ma 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 ISO22369-1 (ISO, 2006) 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 1.000), sulla scia di studi precedenti è stata condotta una serie di test finalizzati alla messa a punto di una nuova metodologia di prova alternativa a quella della ISO22866 e alla definizione di un metodo di

calcolo della deriva generata (indice di deriva potenziale - IDP) al fine di poter effettuare la classificazione di differenti tipologie di irroratrici e configurazioni delle stesse in accordo con quanto previsto dalla ISO22369-1.

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali sono state condotte utilizzando due differenti irroratrici ad aeroconvezione per frutteto: una come “riferimento” e l'altra come “candidata” in accordo a quanto previsto dalla ISO 22369-2 (ISO, 2010).

Per l'individuazione della tipologia di irroratrice (e relativa configurazione) di riferimento in frutteto sono stati esaminati i dati resi disponibili dai controlli funzionali delle irroratrici in uso sul territorio nazionale e relativi in particolare alle macchine per frutteto.

Tale esame ha permesso di definire l'irroratrice trainata Nobili GEO 90, equipaggiata con serbatoio da 1.000 L, 17+17 ugelli (posizionati su due file) e ventilatore assiale (diametro 900 mm), come rappresentativa di una macchina di riferimento. Inoltre la configurazione individuata come “riferimento” è quella che prevede l'impiego di un volume di aria del ventilatore pari a 51.000 m³/h e di ugelli a cono TXA8003VK (Teejet). Le prove sono state condotte utilizzando una pressione di esercizio pari a 1,5 MPa e una portata nominale del singolo ugello 2,6 L/min. Durante le prove sono stati attivati unicamente 9 ugelli corrispondenti al lato dove era posizionato il banco prova (tabella 1).

Per quanto riguarda la macchina “candidata”, è stata testata l'irroratrice trainata Fede Qi 90 Futur 2000, equipaggiata con serbatoio da 2.000 L, 13+13 ugelli (posizionati su due tubazioni porta ugelli disposte attorno all'uscita del ventilatore) e con un ventilatore assiale (diametro 900 mm) impiegandola in quattro differenti configurazioni. Queste ultime sono state ottenute combinando due differenti volumi d'aria del ventilatore, (29.000 e 46.000 m³/h) e due differenti tipi di ugelli: a) a turbolenza convenzionali Albuz ATR80 rossi e b) anti deriva ad iniezione d'aria Albuz TVI80025 lilla. Le prove sono state condotte utilizzando una pressione di esercizio pari a 1,5 MPa e la portata nominale dei due ugelli utilizzati è stata rispettivamente di 2,33 e 2,24 L/min. In questo caso durante le prove sono stati attivati unicamente 8 ugelli corrispondenti al lato dove era posizionato il banco prova (tabella 1).

Tabella 1. Codifica e parametri operativi delle tesi esaminate nelle prove

Tesi	Codifica	Irroratrice	Ugelli				Portata ventilatore (m ³ /h)
			Tipologia	Pressione (Mpa)	Ugelli attivi (n°)	Portata totale (L/min)	
Riferimento	Nobili_TXA6H	Nobili GEO 90	TXA800 1VK	1,5	9	23,40	51.000
Candidata	Fede_ATR6H	Fede Qi 90 Futur 2000	ATR80 rossi	1,5	8	18,64	46.000
Candidata	Fede_ATR6L	Fede Qi 90 Futur 2000	ATR80 rossi	1,5	8	18,64	29.000
Candidata	Fede_TVI6H	Fede Qi 90 Futur 2000	TVI8002 5 lilla	1,5	8	17,92	46.000
Candidata	Fede_TVI6L	Fede Qi 90 Futur 2000	TVI8002 5 lilla	1,5	8	17,92	29.000

Per tutte le prove è stata impiegata una velocità di avanzamento della macchina di 1,67 m/s e per ciascuna tesi esaminata sono state effettuate 5 ripetizioni della prova. Ipotezzando di operare in impianti con un'interfila di 4,5 m, la configurazione della macchina di riferimento comportava un volume di distribuzione pari a 1.040 L/ha, mentre per quanto concerne l'irroratrice candidata i volumi di distribuzione erano pari a 828 L/ha e 796 L/ha rispettivamente utilizzando gli ugelli convenzionali o ad iniezione di aria (anti deriva).

Le prove sono state condotte, in condizioni prossime alla calma del vento (velocità massima < 1,0 m/s).

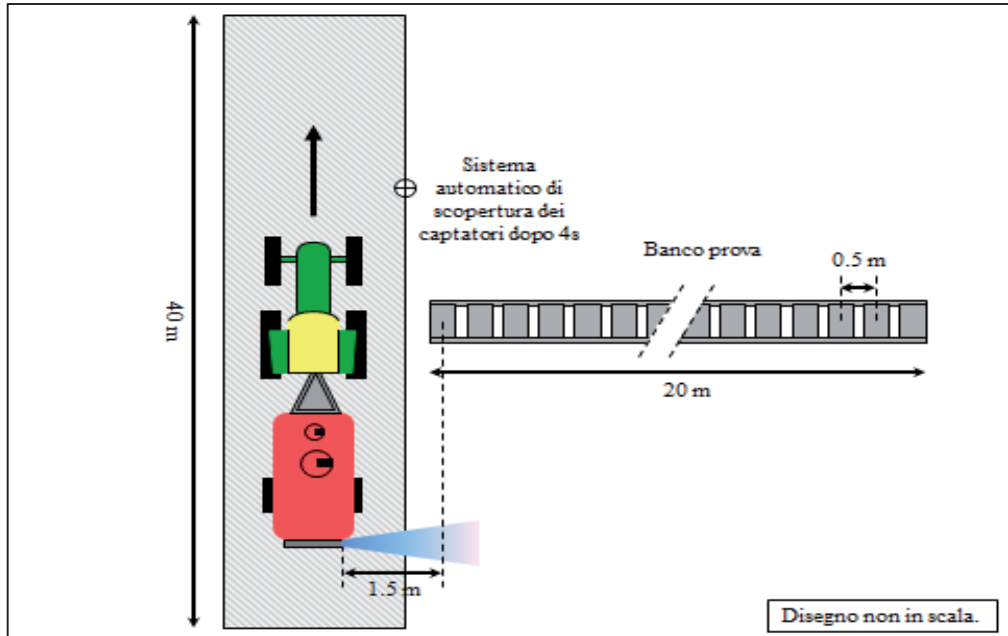
Si è impiegato un banco prova costruito dalla ditta Aams Salvarani, sulla base del prototipo realizzato dal DiSAFA (Balsari *et al.*, 2007) per la misurazione della deriva potenziale prodotta dalle barre irroratrici.

Un unico banco prova della lunghezza di 20 m è stato posto trasversalmente alla direzione di avanzamento dell'irroratrice ed in prossimità della pista in cemento utilizzata dall'irroratrice durante le prove, al fine di rendere minimi gli effetti sulla distribuzione del liquido di eventuali sobbalzi della macchina durante l'avanzamento (figura 1). Captatori artificiali caratterizzati da una superficie di 153,86 cm² (capsule Petri da 140 mm di diametro) sono allineati trasversalmente alla direzione di avanzamento dell'irroratrice e posti negli appositi alloggiamenti del banco prova alla distanza di 0,5 m tra uno e l'altro. Il primo captatore è posto alla distanza di 1,5 m dall'ugello più esterno dell'irroratrice (punto di erogazione). Inoltre la posizione dei captatori è a circa 0,25 m di altezza dal suolo (altezza del banco prova). Tutti i captatori vengono inizialmente coperti utilizzando il sistema automatico di piatti scorrevoli che permette la scopertura simultanea di tutti i captatori alloggiati del banco prova durante l'esecuzione dei test. L'irroratrice deve iniziare l'applicazione circa 20 m prima della posizione del banco prova e terminare l'applicazione 20 m dopo. L'attuatore del sistema pneumatico di scopertura simultanea, deve essere posto ad una distanza tale che il tempo intercorso tra il momento in cui gli ugelli sono in corrispondenza dell'ideale linea perpendicolare alla direzione di avanzamento passante per il banco prova e l'apertura dello stesso, sia pari a 4 s (distanza relazionata alla velocità di avanzamento). Il tempo di scopertura corrispondente a 4 s è stato precedentemente definito sulla base di prove preliminari (Balsari *et al.*, 2012).

Lo scopo del banco prova è quello di raccogliere la potenziale frazione di liquido erogato potenzialmente soggetto alla deriva; tale frazione è definita come la parte di prodotto fitosanitario che rimane sospesa sopra il banco prova immediatamente dopo il passaggio dell'irroratrice e che può essere spostata dall'area bersaglio dall'azione del vento.

I campioni sono stati raccolti circa 60 s dopo l'apertura del banco prova per consentire a tutte le goccioline di liquido di depositarsi all'interno degli stessi.

Figura 1. Banco prova per la misurazione della deriva potenziale generata dalle irroratrici per le colture arboree: layout di prova



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). Prima di iniziare ogni prova un campione della miscela irrorata è stato prelevato in uscita dagli ugelli dell'irroratrice e quindi sottoposto ad analisi spettrofotometrica. I depositi di miscela riscontrati sui captatori (capsule Petri) vengono quantificati, in laboratorio, attraverso il loro lavaggio con un volume noto di acqua e l'analisi spettrofotometrica della soluzione così ottenuta.

Sulla base dei risultati ottenuti si è studiato un metodo di calcolo per ottenere un valore indice della deriva potenziale da attribuire a ciascuna tesi esaminata. L'indice di deriva potenziale è stato calcolato applicando la seguente formula così come segue:

$$IDP = \sum_{i=1}^n D_i * Coeff$$

Dove IDP è l'indice di deriva potenziale (adimensionale); D_i è il deposito su ogni singolo captatore, espresso in $\mu\text{L}/\text{cm}$; n è il numero di captatori (40); $Coeff$ è un coefficiente variabile basato sulla curva cumulativa di deposizione, ottenuta a partire dal deposito misurato su ogni singolo captatore. Il valore del $Coeff$ riguarda e contempla la distanza raggiunta dalla deriva, e viene calcolato come di seguito:

$$Coeff = \sum_{n=1}^{10} Dst_{n*10}$$

Dove $Coeff$ è il coefficiente variabile, Dst_{n*10} corrisponde al valore della distanza in metri dall'ugello più esterno dell'irroratrice dove $n*10$ % del deposito cumulato è raggiunto (da 10% a 100% in intervalli di 10%).

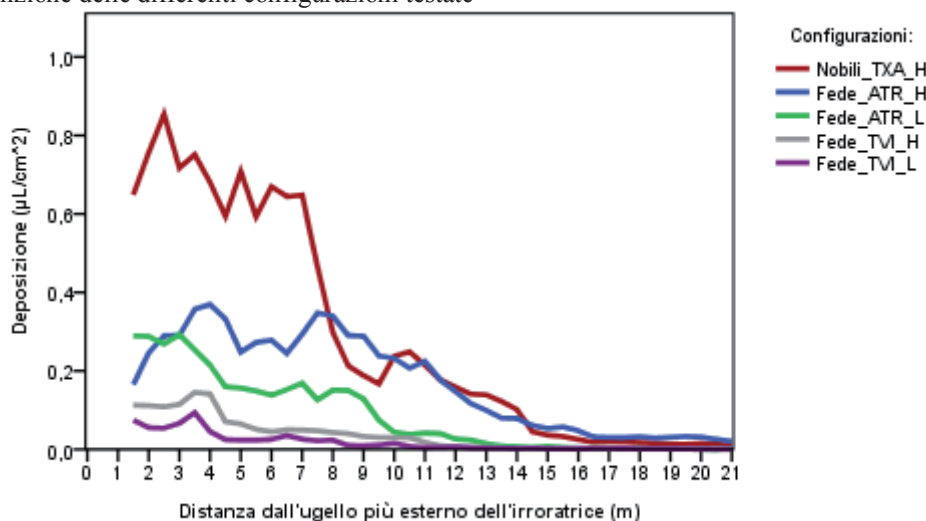
Il concetto che sottende il metodo di calcolo proposto è che a parità di deriva generata, maggiore è il deposito accumulato vicino all'area trattata (punto di erogazione), minore sarà il coefficiente da applicare nel calcolo dell'IDV.

Infine la percentuale di riduzione della deriva è stata calcolata basandosi sui valori di IDV ed applicando il metodo di calcolo proposto nella ISO22369-1 (ISO, 2006); anche per la classificazione finale delle configurazioni esaminate sono state usate le classi definite e previste dalla suddetta norma: A $\geq 99\%$, B $95\% \leq 99\%$, C $90\% \leq 95\%$, D $75\% \leq 90\%$, E $50\% \leq 75\%$ and F $25\% \leq 50\%$.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti hanno evidenziato che, come atteso, la maggior parte della miscela erogata si accumula nei primi metri del banco prova (quelli più prossimi alla sorgente di erogazione). Tuttavia, indipendentemente dalla configurazione testata, quantitativi misurabili di miscela sono stati riscontrati ad oltre 20 m di distanza dal punto di erogazione. Analizzando con maggiore dettaglio le curve di deriva generate dalle differenti configurazioni delle irroratrici testate si può osservare che ogni curva è caratterizzata da un picco, più o meno marcato ma che risulta sempre situato nei primi 5 m dal punto di erogazione.). Inoltre, considerando la somma dei depositi rilevati sull'intera lunghezza del banco prova l'irroratrice di riferimento Nobili GEO 90 (Nobili_TXA_H) mostra il maggior accumulo; tra le configurazioni "candidate" testate, la deposizione totale, decresce secondo il seguente ordine: Fede_ATR_H, Fede_ATR_L, Fede_TVI_H e Fede_TVI_L.

Figura 2. Andamento dei depositi rilevati sui captatori disposti lungo il banco prova in funzione delle differenti configurazioni testate

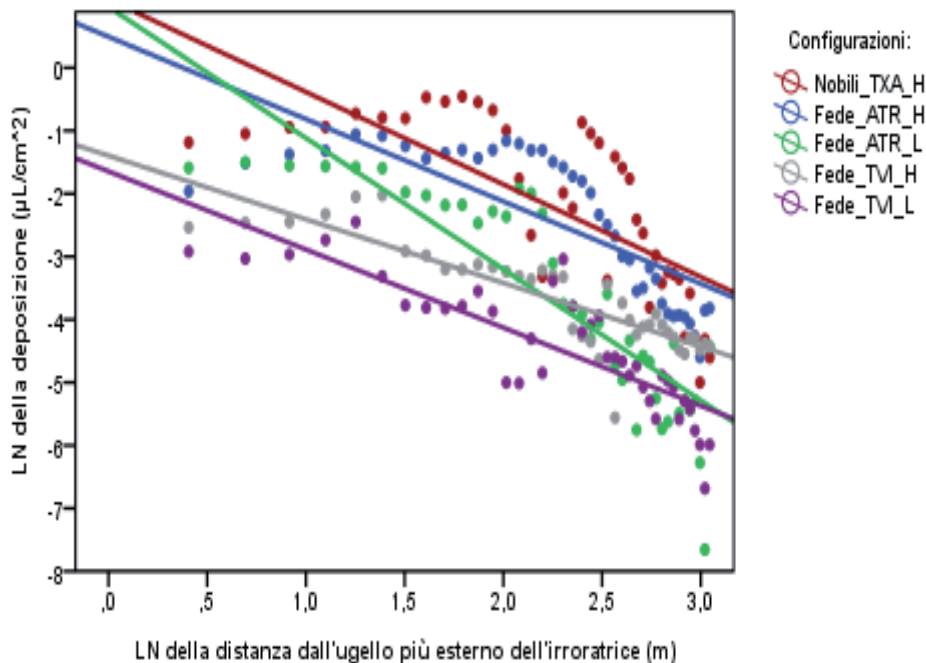


Per poter analizzare al meglio le differenze fra i depositi ottenuti con le differenti configurazioni provate a tutte le distanze dal punto di erogazione, è stata effettuata la linearizzazione della funzione (power law) che mette in relazione la deposizione ($\mu\text{L}/\text{cm}$) con la distanza dall'ugello più esterno dell'irroratrice (m). I risultati sono presentati in figura 3 con un grafico di dispersione che mostra i 5 differenti gruppi ciascuno corrispondente ad una configurazione e per ognuno è presentata la retta di regressione. Una relazione lineare,

statisticamente significativa, è stata trovata tra l'entità della deposizione e la distanza dal punto di applicazione, per tutte le configurazioni esaminate: Nobili_TXA_H, Fede_ATR_H, Fede_ATR_L, Fede_TVI_H e Fede_TVI_L.

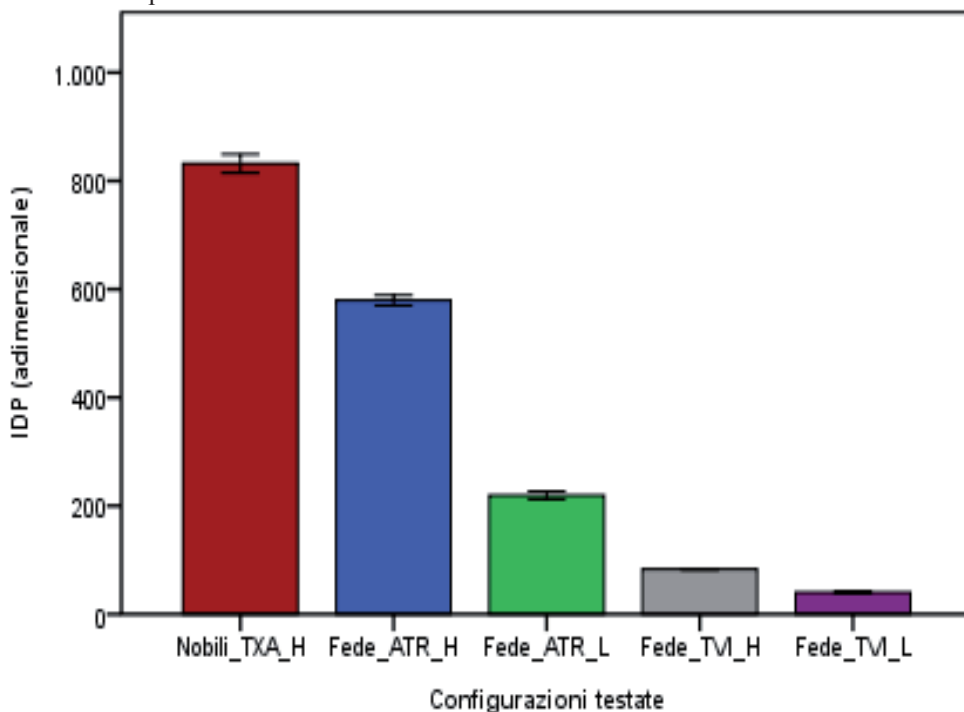
L'analisi della figura 3 evidenzia profonde differenze nel tasso di decrescita della deposizione lungo il banco prova. Il tasso di decrescita è descritto dal coefficiente angolare (m) che determina la pendenza della retta ($y = mx + q$) di regressione di ciascuna configurazione. I coefficienti angolari che caratterizzano le configurazioni esaminate sono infatti risultati di -1,47, -1,31, -2,08, -1,01 e -1,24 rispettivamente per Nobili_TXA_H, Fede_ATR_H, Fede_ATR_L, Fede_TVI_H e Fede_TVI_L. A parità di ugello testato l'utilizzo di un ridotto volume d'aria del ventilatore ha consentito una riduzione importante della deriva alle distanze maggiori, determinando una decrescita più rapida dei depositi rilevati alle diverse distanze; in particolare l'utilizzo degli ugelli convenzionali (ATR80) in combinazione con un volume d'aria ridotto ha determinato, a 20 m dal punto di applicazione, livelli di deposizione simili a quelli rilevati con la configurazione Fede_TVI_L caratterizzata da uguale volume di aria, ma che prevedeva l'impiego di ugelli ad iniezione d'aria (anti deriva). In termini generali le configurazioni caratterizzate dall'impiego di ugelli convenzionali (Nobili_TXA_H, Fede_ATR_H e Fede_ATR_L) hanno dato origine a depositi complessivi di maggiore entità rispetto agli ugelli anti deriva ad iniezione d'aria (Fede_TVI_H e Fede_TVI_L). Anche la riduzione della portata del ventilatore dell'irroratrice si è tradotta in una significativa riduzione totale dei depositi di miscela, soprattutto alle distanze maggiori dal punto di erogazione, indipendentemente dalla tipologia di ugelli considerata.

Figura 3. Regressione lineare semplice ottenuta dalla linearizzazione della funzione "power law" che mette in relazione la deposizione ($\mu\text{L}/\text{cm}$) con la distanza dall'ugello più esterno dell'irroratrice (m)



Applicando le equazioni precedentemente descritte ai dati raccolti nelle cinque tesi esaminate sono stati ottenuti i valori indice di deriva potenziale (IDP) riportati in figura 4.

Figura 4. Valori dell'indice di deriva potenziale (IDP) calcolati per le 5 tesi (configurazioni) esaminate nelle prove



Confrontando i valori di IDP ottenuti con la configurazione di “riferimento” (Nobili_TXA_H) con quelle delle tesi “candidate” (irroratrice Fede Qi 90 Futur 2000), si è osservato che con gli ugelli convenzionali associati ad un elevato volume d’aria si è ottenuto un abbattimento del 30% del valore indice della deriva potenziale, mentre con volume d’aria ridotto si è raggiunta una riduzione del 74% (tabella 2). Inoltre, come atteso, l’utilizzo degli ugelli ad iniezione d’aria ha permesso di abbattere i valori dell’IDP di oltre il 90%: in particolare si è raggiunta una riduzione del 90% con il volume d’aria elevato e del 95% con quello ridotto (tabella 2).

Grazie alla determinazione dell’IDP, per ciascuna configurazione candidata è stato possibile applicare la classificazione prevista dalla norma ISO22369-1 (ISO, 2006); le classi di riduzione raggiunte sono state quelle di: F) riduzione compresa fra 25 e 50% per Fede_ATR_H, E) per Fede_ATR_L, C) per Fede_TVI_H e B) per Fede_TVI_L (tabella 2).

Tabella 2. Riduzione della deriva (%) e classe di riduzione raggiunta per ciascuna tesi (configurazione) candidata esaminata nelle prove. Le soglie di riduzione della deriva per le classi previste dalla ISO22369-1 sono: A $\geq 99\%$, B $95\% \leq 99\%$, C $90\% \leq 95\%$, D $75\% \leq 90\%$, E $50\% \leq 75\%$ and F $25\% \leq 50\%$

Tesi	Codifica	Riduzione della deriva (%)	Classe di riduzione della deriva
Riferimento	Nobili_TXA_H	-	-
Candidata	Fede_ATR_H	30,41	F
Candidata	Fede_ATR_L	73,56	E
Candidata	Fede_TVI_H	90,02	C
Candidata	Fede_TVI-L	95,19	B

CONCLUSIONI

Il banco prova sviluppato dal DiSAFA accompagnato dalla metodologia di prova messa a punto si è dimostrato essere un buon strumento per ottenere informazioni ripetibili e quindi obiettive circa l'entità della deriva potenziale prodotta dalle irroratrici per colture arboree. Inoltre consente di determinare tali entità di deriva generata dalle macchine in maniera molto più semplice ed economica rispetto alla metodologia proposta dalla ISO22866 (ISO, 2005) per la misurazione della deriva in campo.

Al fine di poter ulteriormente consolidare la metodologia proposta e quindi cercare in futuro di giungere ad una sua ufficializzazione attraverso la stesura di una specifica norma ISO, sono in corso ulteriori prove mirate anche a valutare se la classificazione della macchina irroratrice ottenuta utilizzando il banco prova è comparabile con quella ottenuta applicando la assai più complessa metodologia ISO22866 per la misura della deriva in campo.

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. Studio di una metodologia per la misura della deriva generata dalle irroratrici per le colture arboree e per la loro classificazione. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 109-118.
- 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.
- ISO 22369-2, 2010. Crop protection equipment — Drift classification of spraying equipment — Part 2: Classifications of field crop sprayers by field measurements.

