

VALUTAZIONE DELLA DERIVA GENERATA DALLE BARRE IRRORATRICI IMPIEGATE PER L'APPLICAZIONE DEGLI ERBICIDI IN VIGNETO: PRIME ESPERIENZE DI CAMPO E PROPOSTA DI UNA NUOVA METODOLOGIA DI PROVA

M. GRELLA, P. MARUCCO, P. BALSARI

DiSAFA – Università di Torino – Largo Paolo Braccini 2, 10095 Grugliasco (TO)

marco.grella@unito.it

RIASSUNTO

L'impiego di erbicidi per il diserbo del sottofila del vigneto e del frutteto è una pratica comune in molte realtà italiane e riveste un ruolo sempre più importante in termini di efficacia del trattamento e, soprattutto, di salvaguardia ambientale. Con l'obiettivo di valutare l'entità della deriva generata durante questa operazione è stata condotta una specifica sperimentazione. Le prove sono state condotte utilizzando una tradizionale barretta (0,6 m di lunghezza) per il diserbo sottofila provvista di due ugelli. Sono state analizzate quattro configurazioni derivanti dalla combinazione di due tipi di ugelli a fessura (convenzionali e anti deriva a induzione d'aria -Teejet XR 110 - Teejet AI 110) e due dimensioni degli ugelli (015 e 03). L'entità della deriva generata dalle differenti configurazioni è stata determinata applicando in parallelo sia la metodologia standardizzata ISO22866 sia un metodo di prova alternativo che prevede l'impiego di una galleria del vento. I valori di deriva ottenuti sono risultati simili impiegando entrambe le metodologie di prova, ma non hanno consentito di ottenere la medesima classificazione delle configurazioni provate in funzione della riduzione della deriva. L'utilizzo degli ugelli ad induzione d'aria oggetto delle prove ha permesso di ridurre la deriva a terra di circa 70% rispetto agli ugelli a fessura convenzionali 015. Anche l'utilizzo degli ugelli convenzionali di maggiori dimensioni (fessura 03) ha consentito di contenere la deriva a terra, ma solamente del 30% circa, rispetto a quelli convenzionali 015.

Parole chiave: vigneto, diserbo, deriva, metodologia di prova

SUMMARY

SPRAY DRIFT EVALUATION OF A NARROW BOOM SPRAYER FOR ROW WEED CONTROL IN VINEYARD: FIRST FIELD EXPERIENCES AND NEW TEST METHOD PROPOSAL

The use of herbicides for vineyard and orchard under row weed control is a common practice in many Italian farms and it plays an increasingly important role in terms of efficacy of the treatment and, above all, of environmental protection. The tests were performed using a traditional spray boom for under-row spray application (0.6 m length) equipped with two nozzles. Four configurations deriving from the combination of two types of flat fan nozzles (conventional and low drift air induction nozzles -Teejet AX110 - Teejet AI 110) and two nozzle sizes (015 and 03) were tested. The spray drift tests were conducted in parallel using the standardized ISO22866 methodology and an alternative laboratory test method. Similar results were obtained by applying both methodologies but different drift reduction classes were found. Specifically, the use of air induction nozzles resulted in a reduction of the ground drift losses by about 70% compared with the use of conventional flat fan nozzles 015. Also the use of larger conventional nozzles (flat fan 03) makes it possible to reduce the ground spray drift losses but by about 30% only compared to the conventional ones 015.

Keywords: Vineyard, herbicide application, spray drift, test methodology

INTRODUZIONE

La deriva è una delle principali problematiche legate all'applicazione dei prodotti fitosanitari poiché essi possono depositarsi e contaminare aree adiacenti a quella trattata e pertanto mettere a rischio l'ambiente e gli abitanti. Uno dei principali obiettivi della Direttiva Europea 128/2009/CE –“*Sustainable use of pesticide*”- 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 (Grella et al., 2017; Zande et al., 2007). 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 introdotte delle misure legislative che obbligano gli agricoltori ad adottare 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 la normativa internazionale di riferimento è la ISO22866 (ISO, 2005), caratterizzata da una notevole complessità delle misurazioni nelle prove di campo con conseguenti costi elevati, e variabilità dei risultati ottenuti legata alle condizioni ambientali (soprattutto velocità e direzione del vento) non controllabili.

Per rendere meno complessa e più affidabile la misura della deriva in campo delle barre irroratrici, recentemente è stata realizzata la norma internazionale ISO22401(ISO, 2015) che prevede l'utilizzo di un banco prova *ad hoc* in condizioni di calma del vento ambientale e che è applicabile in alternativa alla ISO22866. Tuttavia tale norma risulta di difficile applicazione per le barre irroratrici impiegate per l'applicazione degli erbicidi in vigneto e frutteto, in quanto queste ultime sono di lunghezza limitata (0.6-1,0 m), rispetto alle tradizionali barre da diserbo di pieno campo che possono raggiungere i 30 metri, e dotate di un numero estremo ridotto di ugelli (massimo 3).

Con l'obiettivo di realizzare un semplice ed oggettivo criterio di determinazione della deriva prodotta dalle barre irroratrici impiegate per l'applicazione degli erbicidi in vigneto ed in frutteto in funzione della deriva da loro generata, è stata sviluppata una nuova metodologia di prova. Successivamente, al fine di valutare la bontà della metodologia proposta si sono

confrontati i risultati ottenuti a partire da quest'ultima con quelli ottenuti applicando la metodologia ufficiale contenuta nella ISO22866.

Sulla base dei dati ottenuti con le due metodologie si è quindi effettuata la classificazione delle tesi/configurazioni della macchina oggetto delle prove in accordo con quanto indicato dalla norma ISO22369-1(ISO, 2006) per la classificazione delle macchine irroratrici in funzione della deriva da esse generata, che prevede una classificazione basata sul confronto tra un'irroratrice/configurazione "candidata" e un'irroratrice/configurazione di "riferimento".

MATERIALI E METODI

Le prove sperimentali sono state condotte utilizzando una barra tradizionale utilizzata per effettuare il diserbo sottofila in vigneto e frutteto prodotta dalla ditta Abbà s.n.c. (Centallo, CN – Italia). Si tratta di una barra abbinata ad un serbatoio da 200 L, dotata di 2 porta ugelli distanziati 270 mm e caratterizzata dalla possibilità di essere dotata ed utilizzata con differenti tipologie di schermatura degli ugelli (totale, parziale oppure assente). Tale tipologia di irroratrice è una delle più diffuse sul mercato nazionale in quanto è in grado di poter effettuare interventi sia di diserbo che di spollonatura.

Per valutare il livello critico di deriva generata da tale tipo di attrezzatura utilizzata per l'applicazione di erbicidi si è deciso di operare in condizioni considerate "worst case". Pertanto nel corso delle prove la barra irroratrice è stata sempre impiegata in posizione orizzontale e ad un'altezza di lavoro di circa 0,5 m rispetto al suolo, senza alcun tipo di schermatura, ma solo con un dispositivo di protezione degli ugelli, costituito da una struttura metallica in grado di garantire l'integrità degli stessi nel caso di urti accidentali.

Durante le prove sono state impiegate quattro differenti configurazioni della barra combinando due differenti tipi di ugelli (Teejet Technologies, IL, USA), a) a turbolenza convenzionali (Teejet XR 110) e b) anti deriva ad induzione d'aria (Teejet AI 110), e due differenti dimensioni degli ugelli (015-verdi- e 03-blu-). Le prove sono state condotte utilizzando una pressione di esercizio pari a 0,3 MPa a cui corrisponde una portata di 0,59 e 1,18 L/min rispettivamente per gli ugelli verdi e per quelli blu (tabella 1).

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

Tesi	Codifica	Irroratrice	Altezza da terra (m)	Schermatura	Ugelli			
					Tipologia	Pressione (MPa)	Ugelli attivi (n°)	Portata totale (L min ⁻¹)
Riferimento	XR 015	Barra per diserbo sottofila Abbà	0,50	Assente	XR110015VS	0,3	2	1,18
Candidata	AI 015		0,50	Assente	AI110015VS	0,3	2	1,18
Candidata	XR 03		0,50	Assente	XR11003VS	0,3	2	2,36
Candidata	AI 03		0,50	Assente	AI11003VS	0,3	2	2,36

Valutazione della deriva generata applicando la metodologia la ISO 22866.

Le prove sono state condotte a Grugliasco (TO – Italia) in un vigneto (cv: Barbera) coltivato a spalliera, caratterizzato da un sesto di impianto di 2,4 m tra i filari e 0,9 m tra le piante sulla fila; ne risulta una densità di impianto di 4629 piante/ha.

In accordo con quanto previsto dalla norma ISO durante le prove è stata trattata un'area di 1080 m² di vigneto corrispondente a 8,5 filari per una lunghezza di 50 m. Al fine di garantire un volume di distribuzione omogeneo in tutte le tesi, pari a 147.5 L/ha di vigneto, si sono impiegate due velocità di avanzamento del trattore in funzione della dimensione degli ugelli: 1,11 m/s (4 km/h) per gli ugelli 015 verdi e 2,22 m/s (8 km/h) nel caso degli ugelli blu 03.

Per ogni prova, il deposito della deriva a terra è stato campionato utilizzando delle capsule Petri posizionate a 10 distanze dall'aera trattata: 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 m. In particolare a ciascuna distanza sono state posizionate 6 capsule Petri per ottenere una superficie di campionamento pari a 924 cm². I campioni sono stati raccolti circa 60 s dopo il termine della prova per consentire a tutte le gocce di liquido di depositarsi sui captatori.

La metodologia di prova prevede di utilizzare la macchina irroratrice 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) sono stati quantificati, in laboratorio, attraverso il loro lavaggio con un volume noto di acqua e la successiva analisi spettrofotometrica della soluzione così ottenuta.

Al fine di monitorare le condizioni ambientali durante le prove e soddisfare i requisiti previsti dalla norma, una stazione meteo (Campbell Scientific, Logan, UT, USA) provvista di anemometro sonico 2D, sensori di temperatura e umidità è stata posizionata al limite dell'area di campionamento ad un'altezza di circa 3 m dal suolo.

Per ciascuna tesi esaminata sono state effettuate tre ripetizioni.

Valutazione della deriva generata: nuova metodologia di prova.

Parallelamente è stata realizzata e testata una metodologia di prova alternativa e semplificata, rispetto a quella indicata nella ISO22866, che prevede di operare in ambiente confinato con la creazione di una corrente d'aria artificiale e l'impiego della barra irroratrice in posizione statica.

A tale fine è stato realizzato un tunnel delle dimensioni di 5 m di larghezza, 3 m di altezza e di 50 m di lunghezza, costituito da una struttura in tubolare d'acciaio rivestito con film plastico ad elevata resistenza. Ad una delle due estremità del tunnel è stato posizionato un ventilatore assiale (Fieni Giovanni S.r.l., Bologna, Italia) con portata nominale di circa 70.000 m³ h⁻¹. Al fine di garantire la presenza di una corrente d'aria il più possibile omogenea in prossimità dell'irroratrice in esame, quest'ultima è stata posizionata 25 m sottovento rispetto al ventilatore e parallela rispetto allo sviluppo principale del tunnel, in modo da simulare l'azione del vento trasversale rispetto al filare.

Tutte le prove sono state eseguite in presenza di una corrente d'aria di circa 3 m s⁻¹, misurata con un anemometro sonico 2D (Campbell Scientific, Logan, UT, USA), in prossimità della barra.

Per ogni prova, il deposito della deriva a terra è stato determinato posizionando due capsule Petri della medesima dimensione di quelle utilizzate nella prova precedentemente descritte, a 16 distanze sottovento a partire dall'estremità della barra irroratrice: 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 6,5, 7, 7,5 e 8 m.

Anche per queste prove è stata impiegata una soluzione di acqua e tracciante (Tartrazina E102 10% v/v). Per ogni prova è stata erogata la suddetta soluzione per un tempo di 30 s; i campioni sono stati raccolti circa 60 s dopo il termine della prova per consentire a tutte le gocce di liquido di depositarsi sui captatori. 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) sono stati quantificati, in laboratorio, attraverso il loro lavaggio con un volume noto di acqua e l'analisi spettrofotometrica della soluzione così ottenuta.

Per ciascuna tesi esaminata sono state effettuate 5 ripetizioni della prova.

Calcolo dei depositi rilevati

Il deposito misurato su ogni captatore (capsula Petri), espresso in $\mu\text{L cm}^{-2}$, è stato calcolato seguendo quanto riportato nella ISO22401 (ISO, 2015).

Una volta determinato il quantitativo di tracciante raccolto da ogni captatore è stata calcolata la media dei depositi misurati in ogni distanza di campionamento; pertanto per le prove condotte applicando la metodologia ISO22866 sono stati mediati i depositi delle sei capsule, mentre per le prove effettuate impiegando la nuova metodologia quelli delle due capsule disposte ad ogni distanza dall'estremità della barra irroratrice.

I quantitativi ($\mu\text{L cm}^{-2}$) di deposito, così ottenuti per ogni replica, sono stati quindi trasformati per esprimere i depositi in percentuale. In particolare nelle prove di campo i depositi sono stati calcolati ed espressi, secondo le indicazioni riportate nella norma ISO22866, come percentuale rispetto al volume distribuito per unità di superficie; mentre per le prove condotte nella galleria del vento sono stati espressi come percentuale rispetto al liquido effettivamente erogato nell'intervallo di tempo equivalente alla durata della prova (30 s).

Applicando le medesime procedure sopra indicate, per entrambe le metodologie di prova, sono inoltre stati calcolati i valori della dispersione complessiva e quelli riferiti alle quantità rilevate a partire dalle distanze di campionamento di 2, 3 e 5 m.

Calcolo della riduzione della deriva

Il metodo di calcolo applicato in entrambe le prove è stato quello riportato nella ISO22369-1 (ISO, 2006) il quale prevede che la classificazione, in termini di riduzione della deriva di una macchina irroratrice/configurazione, sia basata sul confronto tra un'irroratrice/configurazione, "candidata" e un'irroratrice/configurazione, di "riferimento".

La configurazione utilizzata come "riferimento" (Tabella 1) è stata quella che prevedeva l'impiego degli ugelli convenzionali XR 110015 in quanto la più diffusa a livello nazionale.

Per la classificazione finale delle configurazioni esaminate, in termini di riduzione percentuale della deriva, 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 $25\% \leq 50\%$.

I risultati così ottenuti hanno reso possibile il confronto fra le due metodologie di prova.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati ottenuti hanno evidenziato che, come atteso, la maggior parte della deriva a terra si manifesta in prossimità della sorgente di erogazione. Tuttavia, indipendentemente dalla configurazione considerata, quantitativi misurabili di miscela sono stati riscontrati anche alla distanza di campionamento di 8 m (figura 1(a) e 1(b)).

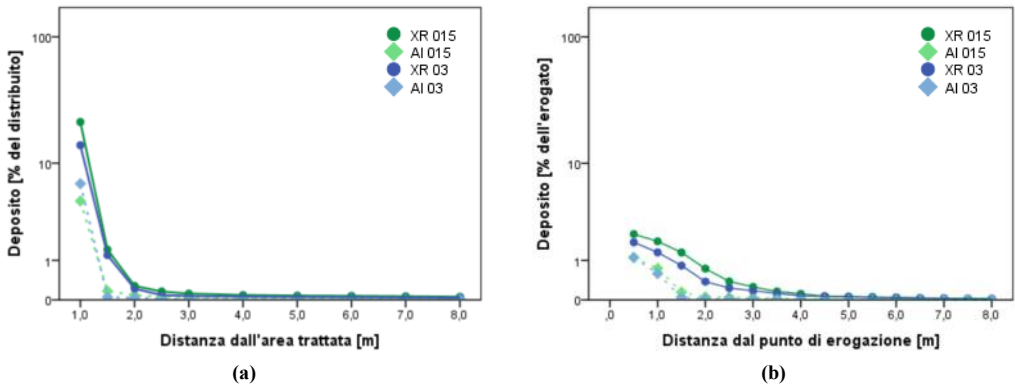
Analizzando in dettaglio le curve di deriva generate dalle differenti configurazioni (Figura 1(a)) si può osservare che nelle prove condotte applicando la ISO22866 si sono registrati quantitativi di deposito importanti ad 1 m dall'area trattata, con valori massimi compresi tra il 15 ed il 22% del distribuito per le configurazioni caratterizzate da ugelli a turbolenza convenzionali (XR 015 e XR 03) e valori compresi tra il 5 ed il 7% del distribuito per le configurazioni caratterizzate dagli ugelli ad induzione d'aria (AI 015 e AI 03). Indipendentemente dalla configurazione considerata, alla distanza di campionamento di 2 m i depositi registrati erano sempre inferiori all'1,5 % del distribuito per poi decrescere repentinamente alle distanze maggiori, con valori sempre ampiamente inferiori all'1% del distribuito.

Differente è la forma delle curve ottenute impiegando la nuova metodologia di prova proposta (figura 1(b)). Sebbene anche in questo caso il picco della curva sia stato rilevato alla

distanza di campionamento più vicina alla sorgente di erogazione (0,5 m) i depositi riscontrati hanno registrato valori massimi compresi tra 1,8 e 2,1 % del volume erogato per le configurazioni caratterizzate da ugelli a turbolenza convenzionali (XR 015 e XR 03) e valori di circa 1,1 % dell'erogato per le configurazioni caratterizzate dagli ugelli ad induzione d'aria (AI 015 e AI 03).

La maggiore entità dei depositi riscontrata alle distanze superiori ai 2 metri nel caso dell'applicazione della nuova metodologia di prova sono probabilmente riconducibili alla differente velocità del vento nel corso delle prove : max 2,09 m s⁻¹ nelle prove secondo la ISO 22866 e 3 m s⁻¹ per la nuova metodologia

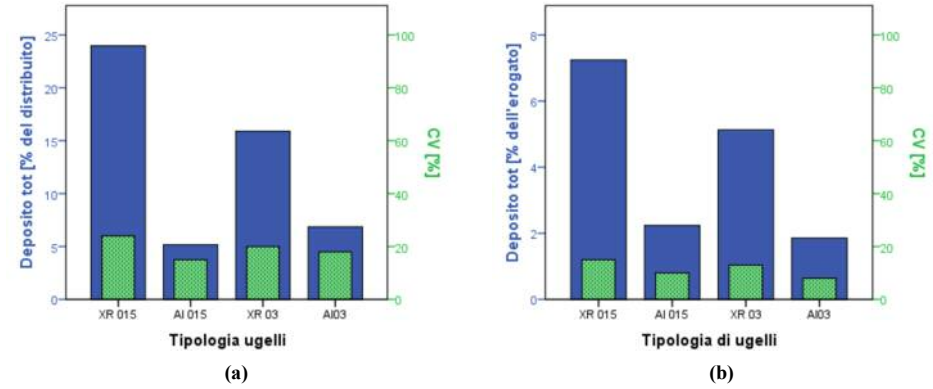
Figura 1. Andamento dei depositi rilevati sui captatori in funzione delle differenti configurazioni testate: (a) prove secondo la metodologia ISO22986:2005 e (b) prove secondo la nuova metodologia proposta. Configurazioni: XR 015 –riferimento- e AI 015, XR 03, AI 03 –candidate-



Indipendentemente dalla metodologia di prova considerata, la somma dei depositi totali rilevati nell'area sottovento (figura 2(a) e 2(b)) mostra chiaramente che l'impiego degli ugelli convenzionali XR 110015 e XR 11003 determina quantitativi di deposito (deriva) maggiori, almeno doppi, rispetto l'impiego degli ugelli ad induzione d'aria AI 110015 ed AI 11003. In particolare, la configurazione di "riferimento" XR 015 mostra la maggiore entità di depositi complessivi per entrambe le metodologie analizzate, mentre quella che prevedeva l'impiego degli ugelli anti deriva di maggiori dimensioni (AI03) comporta la minore deriva complessiva solo nel caso dell'impiego della nuova metodologia proposta.

Analizzando i CV% ottenuti applicando le due differenti metodologie di prova, si può notare che la nuova metodologia proposta, caratterizzata da condizioni al contorno più standardizzate/omogenee (corrente d'aria artificiale continua ed omogenea) permette di ottenere CV% inferiori rispetto a quelli ottenuti nelle prove condotte applicando la metodologia ISO22866 (figura 2(a) e 2(b)). Gli ugelli convenzionali, caratterizzati da una popolazione di gocce di minori dimensioni, risentono maggiormente delle condizioni ambientali al contorno determinando valori di CV% superiori, rispetto a quelli riscontrati con ugelli ad induzione d'aria.

Figura 2. Entità della deriva complessiva per le tesi (configurazioni) esaminate nelle prove e relativo coefficiente di variazione (CV%): (a) prove secondo la metodologia ISO22866:2005) e (b) prove impiegando la nuova metodologia proposta. Configurazioni: XR 015 -riferimento- e AI 015, XR 03, AI 03 –candidate-



Confrontando la configurazione di “riferimento” (XR 015) con le tesi “candidate” (tabella 2), si è osservato che l’impiego degli ugelli convenzionali di maggiore dimensione, XR 11003, permette un abbattimento medio della deriva di circa il 30%, mentre l’utilizzo degli ugelli ad induzione d’aria, AI110015 ed AI11003, una riduzione della deriva totale di oltre il 70%. Una volta determinata la riduzione percentuale della deriva, per ciascuna configurazione candidata è stato possibile applicare la classificazione prevista dalla norma ISO22369-1 (ISO, 2006) (Tabella 2). Le classi di riduzione della deriva raggiunte sono state: D) per AI 015, F) per XR 03e E) per AI 03 nel caso dell’impiego della metodologia ISO standardizzata ed E) per AI 015, F) per XR 03 ed E) per AI 03 per quanto riguarda le prove condotte utilizzando la nuova metodologia di prova proposta. Ne emerge una discrepanza fra le due metodologie di prova impiegate per quanto riguarda la tesi AI 015 (tabella 2).

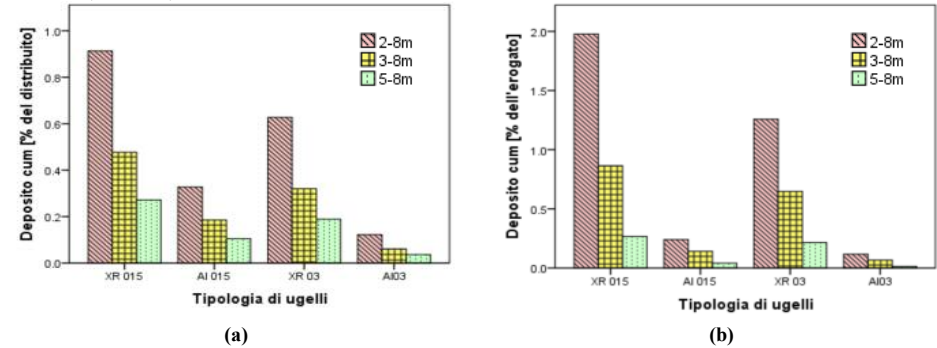
Tabella 2. Riduzione della deriva (%) e classe di riduzione raggiunta per ciascuna tesi (configurazione) esaminata nelle prove, applicando sia la metodologia ISO22866:2005 sia la nuova metodologia proposta. Le soglie di riduzione della deriva per le classi previste dalla ISO22369-1 sono: A $\geq 99\%$, B $95\% \leq 99\%$, C $90\% \leq 95\%$, D $75\% \leq 90\%$, E $50\% \leq 75\%$ and F $25\% \leq 50\%$

Tesi	Codifica	Prove di campo (ISO22866)		Prove nuova metodologia	
		Riduzione della deriva [%]	Classe di riduzione della deriva	Riduzione della deriva [%]	Classe di riduzione della deriva
Riferimento	XR 015	-	-	-	-
Candidata	AI 015	78,5	D	68,7	E
Candidata	XR 03	33,7	F	29,1	F
Candidata	AI 03	71,4	E	74,4	E

Esaminando nel dettaglio i depositi rilevati alle differenti distanze dal punto di erogazione, si evidenzia come allontanandosi dal punto di erogazione si riduca drasticamente la quantità dispersa (figura 3(a) e 3(b)). In particolare, al fine di comprendere meglio tale fenomeno e

valutare l'effetto della metodologia di prova proposta sulla successiva classificazione in termini di riduzione della deriva delle differenti tesi/configurazioni esaminate, sono stati analizzati i depositi complessivi misurati nei seguenti intervalli di distanze di campionamento: 2-8m, 3-8m e 5-8m.

Figura 3. Entità del deposito cumulativo misurato a partire dalle distanze di campionamento di 2, 3 e 5 m per le tesi (configurazioni) esaminate nelle prove (a) applicando la metodologia ISO22866:2005 e (b) applicando la nuova metodologia. Configurazioni: XR 015 -riferimento- e AI 015, XR 03, AI 03 –candidate-



Tale analisi per fasce di distanza di campionamento ha evidenziato una notevole discrepanza nella classificazione delle tesi/configurazioni esaminate impiegando le due metodologie di prova (tabella 3). Infatti, solamente con la configurazione XR 03 si è ottenuta la medesima classificazione nelle fasce 2-8m e 3-8m (classe F = riduzione compresa tra 25% e 50%) impiegando le due metodologie di prova.

Tabella 3. Riduzione della deriva (%) e classe di riduzione raggiunta da ciascuna tesi (configurazione) candidata esaminata nelle prove applicando sia la metodologia ISO22866:2005 sia la nuova metodologia proposta. La riduzione della deriva è calcolata per fasce a partire dalle distanze di campionamento di 2 (fascia 2-8 m), 3 (fascia 3-8 m) e 5 m (fascia 5-8 m). 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	Prove di campo (ISO22866)					
		Riduzione della deriva per fasce [%] e relative classi di riduzione					
		2-8 m	Classe	3-8 m	Classe	5-8 m	Classe
Riferimento	XR 015	-	-	-	-	-	-
Candidata	AI 015	64,1	E	61,2	E	61,4	E
Candidata	XR 03	31,3	F	32,9	F	30,5	F
Candidata	AI 03	86,6	D	87,2	D	86,5	D
Tesi	Codifica	Prove effettuate applicando la nuova metodologia					
		Riduzione della deriva per fasce [%] e relative classi di riduzione					
		2-8 m	Classe	3-8 m	Classe	5-8 m	Classe
Riferimento	XR 015	-	-	-	-	-	-
Candidata	AI 015	87,9	D	83,7	D	84,4	D
Candidata	XR 03	36,4	F	25,1	F	19,4	nc
Candidata	AI 03	94,1	C	92,3	C	94,7	C

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti, applicando la metodologia standardizzata di misura della deriva (ISO22866), hanno permesso di ottenere una prima indicazione su una possibile curva di riferimento dell'entità della deriva prodotta dalle barre irroratrici impiegate per l'applicazione sottili degli erbicidi nei vigneti italiani.

La nuova metodologia di prova proposta, da utilizzare in alternativa alla ISO22866, pur evidenziando una notevole semplicità di esecuzione delle prove e ripetibilità dei risultati ottenuti (variabilità tra ripetizioni caratterizzata da CV% mai superiore al 15% per gli ugelli convenzionali e mai superiore al 10% per gli ugelli ad induzione d'aria) non è risultata in grado di fornire valori di riduzione della deriva equiparabili a quelli ottenuti applicando la metodologia standardizzata, se non per una delle tesi/configurazioni esaminate (XR 03).

Al fine di poter consolidare la nuova metodologia proposta ed ottenere ulteriori informazioni circa l'entità della deriva generata dalle barre irroratrici per l'applicazione degli erbicidi in vigneto e frutteto sono in corso ulteriori prove con nuove configurazioni e tipi di barre, applicando ambedue le modalità di prova e anche quella indicata dalla ISO22401.

LAVORI CITATI

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).

Grella, M., Gallart, M., Marucco, P., Balsari, P., Gil, E., 2017. Ground deposition and airborne spray drift assessment in vineyard and orchard: the influence of environmental variables and sprayer settings. *Sustainability* 9(5), 728.

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

ISO 22369-1, 2006. Equipment for crop protection - Drift classification of spraying equipment - Part 1: Classes.

ISO 22401, 2015. Equipment for crop protection - Method for measurement of potential drift from horizontal boom sprayer systems by the use of a test bench.

Zande, J.C. van de, Michielsen, J.M.G.P., Stallinga, H., 2007. Spray drift and off-field evaluation of agrochemicals in the Netherlands. Wageningen UR Plant Research International, report 149.