

## INFLUENZA DEI SISTEMI DI DISTRIBUZIONE SULLA DERIVA, EFFICACIA ED EFFETTI COLLATERALI DEI TRATTAMENTI FITOSANITARI IN FRUTTETO E VIGNETO

P. TIRELLO<sup>1</sup>, D. FORNASIERO<sup>1</sup>, E. TESCARI<sup>2</sup>, R. BRADASCIO<sup>2</sup>, N. MORI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente (DAFNAE),  
Università degli studi di Padova - Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Padova

<sup>2</sup>Dow AgroSciences Italia S.r.l. - Viale Masini 36, 40126 Bologna

[nicola.mori@unipd.it](mailto:nicola.mori@unipd.it)

### RIASSUNTO

La contaminazione ambientale dovuta all'impiego di prodotti fitosanitari è una problematica che ricopre fondamentale importanza in ambito agricolo. Tra le misure di mitigazione adottabili, l'impiego di coadiuvanti e di ugelli anti-deriva rappresenta il mezzo più facilmente utilizzabile nel breve periodo. Nel presente lavoro è stata valutata l'influenza di alcuni sistemi di distribuzione sulla deriva, sull'efficacia e sugli effetti collaterali in impianti di melo e di vite. In particolare, sono state messe a confronto applicazioni con insetticidi a base di chlorpyrifos-etile (Dursban<sup>TM</sup> 480 EC, 480 g/L EC) e chlorpyrifos-metile (Reldan<sup>TM</sup> 22, 225 g/L EC) impiegando ugelli convenzionali (Albuz, ATR 80 giallo), ugelli anti-deriva (Albuz, TVI 80015 verde) ed ugelli convenzionali con l'aggiunta di un coadiuvante (Codacide oil, 864 g/L, DuPont). La deriva è stata calcolata con cartine idrosensibili, l'efficacia su *Cydia pomonella* e *Lobesia botrana*, e gli effetti collaterali sull'acarofauna utile presente con campionamenti diretti della vegetazione. L'utilizzo degli ugelli anti-deriva hanno ridotto significativamente la deriva degli insetticidi impiegati senza comprometterne l'efficacia e gli effetti collaterali sulle popolazioni degli acari predatori. L'aggiunta del coadiuvante agli ugelli convenzionali non ha significativamente ridotto la deriva e non ha influenzato nè gli effetti collaterali nè l'efficacia.

**Parole chiave:** metodi di riduzione della deriva, ugelli anti-deriva, coadiuvanti, fitoseidi

### SUMMARY

#### EVALUATION OF SPRAY-DRIFT REDUCTION METHODS IN APPLE ORCHARDS AND VINEYARDS AND ASSESSMENT OF THEIR EFFICACY AND SIDE-EFFECTS

Environmental contamination due to the use of plant protection products is a vital issue in agriculture. Among the mitigating measures adoptable, the use of adjuvants and low drift nozzles represents the easiest way in the short term. In this work, spray-reduction methods, their efficacy and side effects were evaluated in apple orchards and in vineyards. In particular, chlorpyrifos-ethyl (Dursban<sup>TM</sup> 480 EC insecticide, 480 g ai/L EC) and chlorpyrifos-methyl (Reldan<sup>TM</sup> 22 insecticide, 225 g ai/L EC) were applied with different spray systems. Conventional nozzles (Albuz, ATR 80 yellow), low-drift nozzles (Albuz, TVI 80015 green), and conventional nozzles with an adjuvant (rapeseed oil, Codacide oil, 864 g ai/L, DuPont) were compared. Spray-drift reduction was measured by water-sensitive paper, the efficacy of insecticides was evaluated on *Cydia pomonella* and *Lobesia botrana*, and predatory mite densities were assessed in the laboratory. The use of low-drift nozzles reduced the spray-drift with significant differences, while there were no significant effects in terms of efficacy and side-effects on predatory mite numbers. The addition of the adjuvant to conventional nozzles did not affect spray-drift, side-effects and efficacy of the insecticides.

**Keywords:** low drift nozzles, adjuvant, phytoseiid mites

## INTRODUZIONE

In ambito agricolo, una problematica ambientale di maggiore interesse riguarda la deriva causata in seguito alla distribuzione dei prodotti fitosanitari. Per deriva si intende la frazione di miscela antiparassitaria distribuita dall'irroratrice che non è intercettata dalla coltura ma si disperde nell'ambiente circostante, sia per trasporto ad opera del vento sia nelle vicinanze dell'area trattata per caduta a terra (Stephenson *et al.*, 2006; Baldoiu, 2012).

Negli ultimi anni, la Comunità Europea ha posto grande attenzione al problema di questa contaminazione (Direttiva Europea 128/2009). In tale Direttiva, sull'uso sostenibile dei pesticidi, sono definite le linee guida per l'utilizzo dei prodotti fitosanitari prima, durante e dopo il loro impiego, per contenere la deriva e prevenire i rischi ambientali nei confronti degli organismi non-bersaglio (Druart *et al.*, 2011; Otto *et al.*, 2013). Essa comprende diverse misure di mitigazione, tra le quali l'uso di ugelli ad induzione d'aria (chiamati anche ugelli anti-deriva) (Cross *et al.*, 2001; Koch, 2003; van de Zande *et al.*, 2007) o con l'impiego di coadiuvanti (FOCUS, 2007b; SDRT, 2012) in quanto il rischio di contaminazione è strettamente correlato alla dimensione delle gocce (Combella, 1982; Hobson *et al.*, 1993; Hewitt, 1997; Taylor *et al.*, 2004; Miller e Tuck, 2005; Stainier *et al.*, 2006). Gocce più grosse riducono in modo significativo le perdite per deriva rispetto alle gocce più sottili (Koch *et al.*, 2001; Jaeken *et al.*, 2003; Wencker *et al.*, 2005); ma al contrario le gocce più grossolane potrebbero produrre una copertura peggiore, riducendo l'efficacia del trattamento. Alcuni studi europei indicano differenze non significative sull'efficacia dei trattamenti applicati con l'utilizzo di ugelli anti-deriva rispetto quelli convenzionali (Koch *et al.*, 2001; Knewitz *et al.*, 2002; Friessleben, 2003; Jaeken *et al.*, 2003; Loquet *et al.*, 2009); altri invece ne evidenziano i limiti in termini di efficacia (Matthews, 1977; Munthali, 1984; Lešnik *et al.*, 2005).

Inoltre la deriva dei fitofarmaci potrebbe comportare problematiche nei confronti degli artropodi utili (Druart *et al.*, 2011; Otto *et al.*, 2013). Gli acari predatori appartenenti alla famiglia Phytoseiidae rappresentano una componente importante nei programmi di lotta integrata in tutto il mondo (Helle e Sabelis, 1985) e sono stati ampiamente considerati come specie target nelle valutazioni degli effetti collaterali dei prodotti fitosanitari (Duso *et al.*, 1992; Candolfi *et al.*, 1999; Sterk *et al.*, 1999; Hardman *et al.*, 2007).

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di studiare gli effetti di alcuni sistemi, quali gli ugelli anti-deriva e l'utilizzo di un coadiuvante, al fine di ridurre la deriva, valutando l'efficacia nei confronti di *Cydia pomonella* Linnaeus su melo e *Lobesia botrana* Denis & Schiffmüller su vite e gli effetti collaterali sugli acari predatori. Come modello, sono stati utilizzati due prodotti fitosanitari quali chlorpyrifos-etile e chlorpyrifos-metile, largamente utilizzati su melo e vite, in Veneto.

## MATERIALI E METODI

Nel triennio 2012-2014, sono state condotte 8 prove sperimentali, 4 su melo allevato a fusetto e 4 su vite allevata a cordone speronato, in Veneto. Per ciascuna prova sono stati applicati due prodotti fitosanitari a base di chlorpyrifos-etile (Dursban™ 480 EC, 480 g/L EC) e chlorpyrifos-metile (Reldan™ 22, 225 g/L EC) e confrontati con diversi sistemi di distribuzione. Il confronto ha riguardato l'utilizzo di ugelli convenzionali (Albuz, ATR 80 giallo), ugelli anti-deriva (Albuz, TVI 80015 verde) e un coadiuvante, olio di colza (Codacide oil, 864 g/L, DuPont), in aggiunta agli ugelli convenzionali. Per ogni prova, il disegno sperimentale è stato caratterizzato da un blocco con quattro repliche randomizzate per ogni confronto. In tutte le prove, il trattamento è stato eseguito con un irroratore convenzionale a torretta modello BRE-MPS-001 Andreoli impostato con i medesimi parametri: pressione di esercizio di 450 kPa, volume di irrorazione di 1.500 L/ha ed una velocità di avanzamento di

3,5 Km/h. Il volume medio delle gocce generate dagli ugelli convenzionali è stato di circa 150  $\mu\text{m}$ , mentre quello degli ugelli anti-deriva è stato di circa 450  $\mu\text{m}$ . Le applicazioni sono state eseguite durante i mesi di maggio/giugno su melo in corrispondenza della prima generazione di *C. pomonella* e in giugno-luglio su vite in corrispondenza della seconda generazione di *L. botrana*. I trattamenti sono stati effettuati in assenza di vento e con condizioni ambientali pari a una  $T^\circ$  24-25 $^\circ\text{C}$  e UR 65-75 % su vite e  $T^\circ$  24-26 $^\circ\text{C}$  e UR 45-55 % su melo. La deriva è stata stimata, come percentuale di copertura, utilizzando cartine idrosensibili posizionate 1m dal suolo sulla parte esterna della chioma del filare trattato (F0) del primo filare (F1) a fianco di quello trattato (circa 4 m) e sul secondo filare (F2) rispetto a quello trattato (circa 8 m). Dopo i trattamenti, tali cartine sono state processate con il software DepositScan ed analizzate quantificando le frazioni di bianco e nero presenti. L'efficacia degli insetticidi nei confronti di *C. pomonella* e di *L. botrana* è stata valutata mediante il campionamento di 100 frutti (25 per ripetizione) per ciascuna tesi. La presenza degli acari predatori è stata valutata prima e a 3, 7, 14, 30 giorni dopo le applicazioni, contando il numero di forme mobili presenti sulle foglie. Le misure sulla deriva ed i dati sull'efficacia dei trattamenti sono stati analizzati con Anova ad una via. Gli effetti collaterali sugli acari predatori sono stati analizzati con Anova a misure ripetute. In queste analisi, gli effetti degli ugelli sono stati valutati con un F test ( $\alpha = 0,05$ ) ed i confronti sono stati valutati con il test di Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

## RISULTATI

### Melo

La deriva è stata influenzata dal tipo di ugello utilizzato. Su l'F1, l'ugello anti-deriva ha ridotto significativamente la deriva rispetto a quella prodotta dall'ugello convenzionale in aggiunta o meno del coadiuvante Codacide oil, per entrambi gli insetticidi a confronto (chlorpyrifos-etile:  $F_{2;11} = 6,78$ ;  $P = 0,016$ ; chlorpyrifos-metile:  $F_{2;11} = 4,65$ ;  $P = 0,032$ ). Risultato simile è stato riscontrato anche sul F2 (chlorpyrifos-etile:  $F_{2;11} = 5,45$ ;  $P = 0,028$ ; chlorpyrifos-metile:  $F_{2;11} = 4,54$ ;  $P = 0,034$ ).

Gli ugelli anti-deriva e l'utilizzo del coadiuvante non hanno significativamente influenzato l'efficacia del trattamento, ovvero la percentuale di frutti danneggiati da *C. pomonella*, rispetto al solo utilizzo degli ugelli convenzionali. In entrambi gli insetticidi, non sono state riscontrate differenze significative utilizzando l'ugello convenzionale e quello anti-deriva (78,3% vs. 81,2% in chlorpyrifos-etile; 85,1% vs. 83,1% in chlorpyrifos-metile). L'aggiunta del coadiuvante Codacide oil non ha influenzato significativamente l'efficacia dell'ugello convenzionale (82,8% vs. 86,1%).

L'impiego dell'ugello anti-deriva e del coadiuvante non hanno influenzato le popolazioni degli acari predatori presenti *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) e *Amblyseius andersoni* (Chant). In particolare, non sono state osservate differenze significative in seguito all'applicazione di chlorpyrifos-etile in F0 ( $F_{2;47} = 3,16$ ;  $P = 0,056$ ) ed in F1 ( $F_{2;47} = 1,21$ ;  $P = 0,312$ ). Simili risultati sono stati osservati nelle tesi a confronto, con chlorpyrifos-metile in F0 ( $F_{2;47} = 1,71$ ;  $P = 0,198$ ), F1 ( $F_{2;47} = 0,75$ ;  $P = 0,482$ ) ed F2 ( $F_{2;47} = 2,10$ ;  $P = 0,140$ ).

### Vite

Come su melo anche in vigneto, la deriva è stata influenzata dal tipo di ugello utilizzato. Con chlorpyrifos-etile, su l'F1 l'ugello anti-deriva ha ridotto in modo significativo la deriva ( $F_{2;11} = 5,445$ ;  $P = 0,021$ ) rispetto a quella osservata con l'uso dell'ugello convenzionale in aggiunta o meno del coadiuvante Codacide oil, mentre non sono state evidenziate differenze significative tra gli ugelli nel trattamento con chlorpyrifos-metile ( $F_{2;11} = 0,047$ ;  $P = 0,954$ ). Su

F2 non sono state osservate differenze in termini di deriva nel confronto tra gli ugelli utilizzati ed il coadiuvante (chlorpyrifos-etile:  $F_{2,11} = 2,219$ ;  $P = 0,151$ ; chlorpyrifos-metile:  $F_{2,11} = 0,628$ ;  $P = 0,550$ ).

Gli ugelli anti-deriva e l'utilizzo del coadiuvante non hanno inciso significativamente sull'efficacia del trattamento rispetto al solo utilizzo degli ugelli convenzionali, ovvero sulla percentuale di frutti danneggiati da *L. botrana*. Inoltre non sono state riscontrate differenze significative nemmeno a livello di insetticidi impiegati (100% vs. 93,8% in chlorpyrifos-etile; 95,8% vs. 100% in chlorpyrifos-metile). L'aggiunta del coadiuvante non ha influenzato significativamente l'efficacia dell'ugello convenzionale (96,4% vs. 100%).

L'utilizzo dell'ugello anti-deriva e del coadiuvante non hanno influenzato le popolazioni dell'acaro predatore maggiormente presente, *Kampimodromus aberrans*. In particolare, non sono state osservate differenze significative in seguito all'applicazione di chlorpyrifos-etile in F0 ( $F_{2,47} = 0,649$ ;  $P = 0,530$ ) ed F1 ( $F_{2,47} = 0,815$ ;  $P = 0,452$ ). Simili risultati sono stati osservati nei confronti, nel caso di chlorpyrifos-metile in F0 ( $F_{2,47} = 3,267$ ;  $P = 0,052$ ) ed F1 ( $F_{2,47} = 2,205$ ;  $P = 0,128$ ).

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

In accordo con la Direttiva Europea 128/2009, per un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari è importante trovare soluzioni al fine di ridurre i rischi ambientali, come i danni per gli organismi non bersaglio e la contaminazione delle acque superficiali, pur mantenendo un efficace controllo dei parassiti. In frutticoltura ed in viticoltura, la riduzione della deriva è uno degli argomenti principali. Questo lavoro ha riguardato lo studio di alcuni metodi per la riduzione della deriva, quali gli ugelli anti-deriva e l'impiego di un coadiuvante, valutando anche gli effetti sull'efficacia di due insetticidi e gli effetti collaterali nei confronti degli artropodi utili.

Gli ugelli anti-deriva (Albuz, TVI 80015 verde) hanno espresso le migliori performance in termini di riduzione della deriva rispetto all'utilizzo degli ugelli convenzionali (Albuz, ATR 80 giallo) e all'uso del coadiuvante, fino a 8 metri di distanza dall'atomizzatore sia su melo che su vite. La formazione di gocce più grossolane a carico degli ugelli anti-deriva non ha influito negativamente sull'efficacia degli insetticidi, chlorpyrifos-etile e chlorpyrifos-metile, nei confronti di due fitofagi chiave su melo e vite. Inoltre, i sistemi di riduzione della deriva adottati non hanno comportato effetti collaterali significativi sull'acarofauna utile normalmente presente nei meleti e vigneti. L'aggiunta del coadiuvante Codacide oil agli ugelli convenzionali non ha influenzato né l'efficacia nei confronti di *C. pomonella* e *L. botrana* né gli effetti collaterali sugli acari predatori, ma non ha contribuito a ridurre la deriva.

I risultati, quindi, indicano che l'utilizzo di ugelli anti-deriva sono uno dei sistemi più importanti al fine di ridurre la deriva, senza causare effetti negativi sull'efficacia di chlorpyrifos-etile e metile nei confronti di *C. pomonella* e *L. botrana* ed effetti collaterali sugli acari predatori.

## Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Davide Crestani, Dott. Marco Chemello, Dott. Michele Parolin e lo staff della Ditta Agridinamica S.r.l. di Vicenza, per la loro gentile collaborazione.

## LAVORI CITATI

- Baldoin C., 2012. Irroratrici. Scelta, manutenzione ed uso in campo. *Il Sole 24 Ore Edagricole*, Tecnica e Pratica.
- Candolfi M.P., Bakker F., Canez V., Miles M., Neumann C., Pilling E., 1999. Sensitivity of non-target arthropods to plant protection products: could *Typhlodromus pyri* and *Aphidius* spp. be used as indicator species. *Chemosphere*, 39, 1357-1370.
- Combella J.H., 1982. Loss of herbicides from ground sprayers. *Weed Res.*, 22, 193-204.
- Cross J.V., Walklate P.J., Murray R.A., Richardson G.M., 2001. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan sprayer: 2. Effect of spray quality. *Crop Prot.*, 20, 333-343.
- Druart C., Millet M., Scheifler R., Delhomme O., Raeppl C., de Vaufléury A., 2011. Snails as indicators of pesticide drift, deposit, transfer and effects in the vineyard. *Science of the Total Environment*, 409, 4280-4288.
- Duso C., Camporese P., Van der Geest L.P.S., 1992. Toxicity of a number of pesticides to strains of *Typhlodromus pyri* and *Amblyseius andersoni* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 37, 363-372.
- FOCUS, 2007b. Landscape and mitigation factors. In: Aquatic Risk Assessment. Detailed Technical Reviews, vol. 2, Report of the FOCUS Working Group on Landscape and Mitigation Factors in Ecological Risk Assessment. EC Document Reference SANCO/10422/2005 V.2.0, 1-436.
- Friessleben R., 2003. Influence of coarse droplet application via injector nozzles on the biological efficacy in apple production. In: Proceedings of the 7th Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing. Cuneo, Italia, pp. 109-119.
- Hardman J.M., Franklin J.L., Beaulieu F., Bostanian N.J., 2007. Effects of acaricides, pyrethroids and predator distributions on populations of *Tetranychus urticae* in apple orchards. *Exp. Appl. Acarol.*, 43, 235-253.
- Helle W., Sabelis M.W., 1985. Spider mites their biology natural enemies and control world. Crop Pests Series, vol. 1B. Elsevier Science Publ., Amsterdam, The Netherlands, 9-46.
- Hewitt A.J., 1997. Droplet size and agricultural spraying, part 1: atomization, spray transport, deposition, drift, and droplet size measurements techniques. *Atomization Spray*, 7, 235-244.
- Hobson P.A., Miller P.C.H., Walklate P.J., Tuck C.R., Western N.M., 1993. Spray drift from hydraulic spray nozzles: the use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. *J. Agric. Eng. Res.*, 54, 293-305.
- Jaeken P., De Maeyer L., Broers N., Creemers P., 2003. Nozzle choice and its effect on spray deposit and distribution, uptake, drift and biological efficacy in standard apple orchards (*Malus sylvestris*, cv Jonagold). *Pflanzenschutz Nachr. Bayer*, 56, 326-353.
- Knewitz H., Weisser P., Koch H., 2002a. Drift-reducing spray application in orchard and biological efficacy of pesticides. International advances in pesticide application. *Aspects Appl. Biol.*, 66, 231-236.
- Koch H., Knewitz H., Fleischer G., 2001. Untersuchungen zur Abdriftreduzierung und biologischen Wirksamkeit bei grosstropfiger Applikation. *Gesunde Pflanzen*, 53, 120-125.
- Koch H., 2003. Drift reduction and options for sprayer adjustment. Seventh Workshop on Spray Application Techniques in Fruit Growing, Cuneo, Italia, 257-264.
- Lešnik M., Pintar C., Lobnik A., Kolar M., 2005. Comparison of the effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some pests of apple. *Crop Protection*, 24, 93-100.
- Loquet B., Siham M., Zavagli F., Gleizer B., 2009. Reducing drift during spray application in orchard: efficiency of nozzles. In: Book of Abstracts, 10th Workshop on Spray Application

- Techniques in Fruit Growing (SuproFruit 2009), September 30 e October 2, 2009, Wageningen, The Netherlands, 72-73.
- Matthews G.A., 1977. The biological target. *Pestic. Sci.*, 8, 96-100.
- Miller P.H.C., Tuck C.R., 2005. Factors influencing the performance of spray delivery systems: a review of recent developments. *J. ASTM Int.* 2. Paper ID JA112900.
- Munthali D.C., 1984. Biological efficiency of small dicofol droplets against *Tetranychus urticae* (Koch) eggs, larvae and protonymphs. *Crop Prot.*, 3, 327-334.
- Otto S., Mori N., Fornasiero D., Veres A., Tirello P., Pozzebon A., Duso C., Zanin G., 2013. Insecticide drift and its effect on *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) in an Italian vineyard-hedgerow system. *Biosystems Engineering*, 116, 447-456.
- Stainier C., Destain M.F., Schiffers B., Lebeau F., 2006. Droplet size spectra and drift effect of two phenmedipham formulations and four adjuvants mixtures. *Crop Prot.*, 25, 1238-1243.
- Stephenson G.R., Ferris I.G., Holland P.T., Nordberg M., 2006. Glossary of terms relating to pesticides (IUPAC recommendations 2006). *Pure Appl. Chem.*, 78, 2075-2154.
- SDRT, 2012. Spray Drift Reduction Technology: a European Database. <http://www.sdrt.info/> (2 October 2012).
- Sterk G., Hassan S.A., Baillood M., Bakker F., Bigler F., Blumel S., Bogenschutz H., Boller E., Bromand B., Brun J., Calis J.N.M., Coremans-Pelseneer J., Duso C., Garrido A., Grove A., Heimbach U., Hokkanen H., Jacas J., Lewis G., Moreth L., Polgar L., Roversti L., Samsøe Petersen L., Sauphanor B., Schaub L., Staubli A., 1999. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *Biocontrol*, 44, 99-117.
- Taylor W.A., Womac A.R., Miller P.C.H., Taylor B.P., 2004. An attempt to relate drop size to drift risk. Proceedings of the International Conference on Pesticide Application for Drift Management, 210-223.
- Van de Zande J., Michielsen J.M.G.P., Stallinga H., 2007. Spray Drift and Off-field Evaluation of Agrochemical in the Netherlands. Plant Research International B.V., Wageningen, 149.
- Wenneker M., Heijne B., Zande van de J.C., 2005. Effect of air inclusion nozzle (coarse droplet), air assistance and one-sided spraying of the outer tree row on spray drift in orchard spraying. *Annu. Rev. Agri. Eng.*, 4, 115-128.