STUDIO DELL'EFFETTO DEL NUMERO DEGLI IMPULSI/SEC SULL'EFFICACIA DEI DISERBANTI APPLICATI SUL TERRENO NUDO (PRE-EMERGENZA) EFFETTUATO CON IL SISTEMA AD EMISSIONE CONTROLLATA

A. ALLEGRI[1], D. FALCHIERI[2],
[1] Centro di saggio Area Ricerca e Sviluppo - Consorzio Agrario di Ravenna - Via Madonna di Genova, 39, 48033 Cotignola
[2] Ditta Davide Falchieri - Via Mitterand 2, Monte San Pietro 40100 Bologna
falchieri@gmail.com

RIASSUNTO

In questo studio sono stati confrontati 12, 20 e 35 impulsi al secondo, corrispondenti ai cicli di apertura e chiusura delle elettrovalvole nel sistema di applicazione ad Emissione Controllata®, sull'efficacia erbicida di pre- emergenza mantenendo le dosi ed i volumi per ettaro costanti. Da un punto di vista teorico si assume che l'uniformità di copertura, intesa come minima distanza fra i depositi (tanto maggiore l'uniformità tanto minore la distanza), cresca proporzionalmente al numero degli impulsi, e quindi dei cicli, per secondo per un dato volume di sospensione. I dati raccolti nei due anni di prove indicano un miglioramento dell'attività erbicida all'aumentare del numero di impulsi per secondo avvalorando l'importanza della uniformità di copertura anche nei trattamenti diserbanti effettuati sul terreno nudo (pre-emergenza). Questo risultato avvalorerebbe la teoria dell'area biocida, cioè quella superficie o volume di terreno su cui il p.a. è efficacie anche se inizialmente non è stata raggiunta dal prodotto. Questa efficacia sarebbe causata dai movimenti diffusivi, come era già stato osservato sui tessuti cuticolari.
Parole chiave: impatti/cm^2, applicazione agrofarmaci

SUMMARY

EFFECTS OF THE NUMBER OF PULSES PER SECOND ON EFFICACY IN PRE-EMERGENCE HERBICIDE APPLICATION WITH THE PESTICIDE CONTROLLED EMISSION TECHNOLOGY

In the present study the effects of a different number of pulses per second, where each pulse is the sum of opening and closing time of a solenoid valve in the pesticide Emission Control® sprayer on the pre- emergence herbicide application, was assessed keeping constant herbicides rates and spraying volumes. In theory, pulses per second, intended as cycles per second, are inversely related to the distance between deposits and, by consequences, directly related to coverage uniformity. From the data collected in the two years it is possible to observe that the herbicide activity improves when the number of pulse/sec increases thus validating the importance of the uniformity of coverage. Furthermore this is in agreement with the theory of the biocide area, that is the area or volume of soil in which the a.i. maintain his efficacy due to diffusion in the soil particles, as was observed in the cuticular tissues on the leaves in some former papers.
Keywords: impacts/cm^2, application of pesticide

INTRODUZIONE

Nell'ambito delle applicazioni di diserbo di pre-emergenza è opinione diffusa che la uniformità di copertura, non abbia una grande importanza se, dopo il trattamento, ci sono precipitazioni abbondanti o comunque sufficienti a ridistribuire sulla superficie la sostanza

attiva. E' noto infatti che l'acqua "attiva" gli erbicidi di pre-emergenza favorendone la diffusione nella soluzione circolante e adsorbimento da parte dei colloidi.

La pioggia porta gli erbicidi ad azione antigerminello (es.pendimetalin) a contatto coi semi delle specie infestanti determinandone l'assorbimento nei tessuti tegumentali e l'espletamento delle reazioni biochimiche che presiedono la disattivazione del processo germinativo ed altresì crea le condizioni ideali per l'assorbimento radicale da parte dei germinelli degli erbicidi ad assorbimento radicale/fogliare (clomazone, metribuzin).

D'altro canto è altrettanto noto che un'applicazione seguita da un'assenza di precipitazioni sia causa di un parziale o totale insuccesso del diserbo.

Al fine di verificare ed approfondire gli effetti dell'uniformità di copertura nel presente lavoro sono stati realizzate applicazioni utilizzando un numero di impulsi per secondo via via crescente ricorrendo alla tecnica di applicazione ad Emissione Controllata® (EC) già descritta in un precedente lavoro (Falchieri, Goni, 2006). Questa tecnica presuppone l'installazione sull'irroratrice di componenti che danno modo di produrre un deposito in cui le distanze tra i depositi dispersi su una data superficie decrescono, teoricamente, proporzionalmente alla frequenza degli impulsi/sec impostati per un dato volume per ettaro e per un dato ugello.

Per singolo impulso si intende un ciclo di apertura e chiusura delle elettrovalvole poste immediatamente a monte dell'ugello, azionate da un sistema automatico programmabile. Secondo un punto di vista teorico, mediante la tecnica ad EC, l'uniformità di copertura, intendendo con questa una misura inversamente proporzionale alla distanza fra i depositi, crescerebbe al crescere del numero di impulsi per secondo se il volume applicato e l'ugello vengono mantenuti invariati. Sarebbe così possibile verificare in tal modo l'effetto biologico di quel parametro.

A questo proposito si ricorda che tale tecnica è stata sviluppata con l'obiettivo di ridurre i dosaggi/ha attraverso lo sfruttamento dell'"area biocida", di cui diremo fra poco, reso possibile da un allontanamento controllato dei depositi di fitofarmaco rispetto all' applicazione "standard" (figura 1). L' applicazione standard, come sappiamo, è quella che sottintende una copertura completa della superficie del terreno grazie alla contiguità o alla sovrapposizione dei depositi, e che quindi rappresenta la densità massima raggiungibile.

L'area biocida è quella superficie che si estende intorno al perimetro del deposito, che non è stata raggiunta inizialmente da questo ma su cui, in seguito, si osserva l'efficacia della s.a.. Questo effetto è dovuto al movimento diffusivo delle molecole dal deposito alla zona ad esso circostante che avviene nei minuti successivi all'applicazione, grazie ai fenomeni di natura fisica del moto browniano e della diffusione. Il moto di diffusione viene descritto dalle leggi di Fick da cui si desume che è direttamente proporzionale alla concentrazione del soluto nella sospensione ed inversamente proporzionale alla distanza fra il punto di partenza (deposito) ed il sito di azione. La presenza di questa zona è stata osservata su tessuti vegetali sia in prove condotte contro funghi e insetti (Falchieri e Cesari, 1993; Falchieri et al, 1995), e dedotta da prove su uova di acari (Munthali e Wyatt, 1986) ed è stata anche misurata (Washington, 1997).

Secondo questo principio sarebbe conveniente posizionare gli impatti ad una certa distanza fra di loro risparmiando così una grande quantità di volume di sospensione e di massa di diserbante per unità di superficie. E, per lo stesso motivo, l'applicazione standard di cui si è già detto, non consentirebbe di sfruttare il movimento della s.a. nel terreno, nel senso di una riduzione del dosaggio per ettaro proprio a causa della vicinanza dei depositi che annullerebbe l'effetto dell'area biocida.

Va detto che fino ad ora, questo fenomeno è stato osservato e verificato solo sulla parte aerea delle piante come le cuticole presenti sugli organi epifiti quali soprattutto le foglie e i

frutti (Falchieri et al, 2008; Sintoni et al, 2010; Cioni et al 2012), dove senz'altro sono coinvolte forze di interazione molecolare fra l'acqua, i tensioattivi presenti nella formulazione del fitofarmaco, le cere di ricoprimento e le cellulose che compongono le cuticole nella misura di circa il 40 %, mentre non sono state condotte ancora indagini sul terreno. Tuttavia, trattandosi di fenomeni di natura principalmente fisica, sarebbe logico aspettarsi un risultato simile, come pure interazioni molecolari di diverso genere, almeno per ciò che riguarda l'interfaccia acqua /particella di terreno. Mentre fra l'acqua e il tegumento del seme in germinazione o l'ipocotile si potrebbe ipotizzare un'interfaccia simile a quella dei tessuti fogliari vista la natura simile dei tessuti.

Si evidenzia infine che l'applicazione su terreno nudo è ideale per lo studio in oggetto poiché la vegetazione è assente e si può facilmente presumere che tutte le particelle, sebbene rimbalzino, finiscano per gravità ad interessare l'area su cui sono state applicate subendo minori deviazioni, turbolenze, schermature dovuta alla presenza di organi epifiti.

In conclusione gli scopi del lavoro sono i seguenti:

-verifica dell'effetto della densità del deposito sull'efficacia diserbante

-verifica dell'efficacia delle applicazioni ad Emissione Controllata con dosaggi ridotti del 40 % rispetto allo standard a dose piena

-compatibilità dei risultati ottenuti con la teoria dell'"area biocida" sul terreno nudo (figura 1).

MATERIALI E METODI

Il sistema ad Emissione Controllata è stato montato su un gruppo irrorante portato Nobili mod. ECO 300 equipaggiato con barre di 6 Mt di larghezza su cui sono fissati 12 ugelli spaziati fra loro di 50 cm.

Gli ugelli in dotazione erano del tipo a fessura, marca TJeet mod. XR 110-03 VP.

Il gruppo irrorante Nobili è stato collegato ad una trattrice Kubota mod.B 17.

La centralina di controllo e stata alloggiata sulla trattrice mentre la scatola con i circuiti elettronici è stata fissata al gruppo irrorante.

Le singole elettrovalvole sono state inserite con idonei raccordi fra i porta-ugelli singoli con valvola a membrana in dotazione al gruppo irrorante e le ghiere porta-ugello ad attacco rapido. Ogni elettrovalvola è collegata con cavo elettrico alla scatola con i circuiti elettronici.

L'alimentazione è fornita dalla batteria della trattrice collegata a mezzo di cavo con spina alla scatola con i circuiti elettronici e da questa alla centralina di controllo a mezzo di cavo di collegamento.

Si è scelta la velocità di avanzamento (costante in tutte le tesi a confronto) di 4,2 km/h ottenuta innestando nella trattrice (Kubota B 17) la marcia 1° veloce a 2400 g/min. Questa velocità è facilmente mantenibile in ogni terreno e limita molto le oscillazioni della barra.

A 3 Atm di pressione la loro portata riscontrata è di 1.050 L/minuto assicurando in regime di erogazione continua un volume di bagnatura di 300 L/ha.

Le tesi poste a confronto nei due anni di prova sono le seguenti

Figura 1. Rappresentazione grafica delle aree biocide nelle diverse tesi a confronto

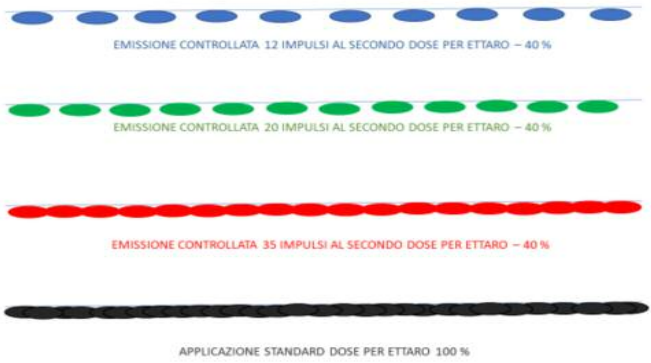


Tabella 1. Tesi a confronto nel 2016

Tesi	Tecnica di applicazione	Volume (L/ha)	Riduzione dose (%)	Impulsi/ minuto
1	Testimone non trattato	-	-	-
2	Standard	300	0	-
3	Emissione controllata	180	40	12
4	Emissione controllata	180	40	20

Tabella 2. Tesi a confronto nel 2017

Tesi	Tecnica di applicazione	Volume (L/ha)	Riduzione dose (%)	Impulsi/ minuto
1	Testimone	-	-	-
2	Standard	300	0	-
3	Emissione controllata	180	40	20
4	Emissione controllata	180	40	35

Per entrambi gli anni di prova si è provveduto: a) ad adottare lo schema dei blocchi randomizzati con quattro ripetizioni e parcelle di 60 mq (6x10 mt); b) a rilevare l'efficacia erbicida conteggiando le infestanti presenti dopo 4-5 settimane dall'applicazione del diserbo.

I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (Anova), utilizzando il test Student-Newman-Keuls (SNK) per la separazione delle medie per $p \leq 0,05$.

Tabella 3. localizzazione delle prove, date dei trattamenti e altre informazioni utili

Coltura	Soia	
Anno	2016	2017
Località	Godo (RA)	Belricetto(RA)
Aziende agricole	Sangiorgi	Pelloni
Cultivar	Regir	Demetra
Data di semina	9-5-2016	29-4-2017
Superficie Parcellare (m2)	60	60
Date trattamenti	9-5-2016	29-4-2017
Date rilievo	7-6-2016	7-6-2017
mm di pioggia a 3 giorni	6,4	0,4
mm di pioggia a 7 giorni	15	30

In entrambi gli anni di prova si è utilizzata una miscela fra gli erbicidi Bismark CS (Pendimetalin 275 g/L + clomazone 55 g/L) e Sencor 35 WG (metribuzin 35%). Nella modalità applicativa "standard" (concentrazione 1X) sono stati applicati 2 L/ha di Bismark +0,4 kg/ha di Sencor 35 Wg.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Prova 2016- Godo

Subito dopo l'applicazione degli erbicidi di pre-emergenza piogge non eccessive ma frequenti hanno creato condizioni ambientali ideali per la loro attivazione.

Le infestanti maggiormente presenti erano *Amaranthus retroflexus* (Amare), *Chenopodium album* (Cheal) e *Abuthilon theophrasti* (Abuth).

Osservando i dati nella tabella 4 si può notare che il numero di piante di Amare rinvenute nella tesi 4 (applicazione ad intermittenza con riduzione volume del 40 % e impostazione a 20 impulsi/sec) non differisce statisticamente né da quello della tesi 2 (modalità standard) né da quello della tesi 3 (applicazione ad intermittenza con riduzione volume del 40 % e impostazione a 12 impulsi/sec).

Diversamente, il numero di piante di Amare rinvenuto nella tesi 3 è più elevato (differenza statisticamente significativa) di quello della tesi 2.

Nel caso di Cheal e Abuth non emergono differenze statisticamente significative fra le tesi 2, 3 e 4, verosimilmente per la forte variabilità fra le repliche.

Tabella 4. n° infestanti/30 mq al 7/6/2016

Tesi/Principio attivo	Amare	Abuth	Cheal
Testimone	545,00±236,43 c	82,50±51,23 a	325,00±306,43 a
Standard 300 L/ha	11,00±11,17 a	18,25±18,14 a	2,00±2,71 b
Emissione controllata 180 L/ha-12 imp/sec	45,00±22,64 b	22,50±20,86 a	7,75±8,73 b
Emissione controllata 180 L/ha-20 imp/sec	15,75±9,25 ab	25,00±7,87 a	4,50±1,91 b

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per p≤0,05

Prova 2017- Belricetto

Si sono avute piogge utili a 5, 7 e 10 gg dopo l'applicazione degli erbicidi di pre-emergenza

Le infestanti maggiormente presenti erano *Amaranthus retroflexus* (Amare), *Abuthilon theophrasti* (Abuth) e *Echinocloa cruss galli* (Echcg).

L'attività di tutte le tesi a confronto è risultata elevatissima nonostante l'infestazione molto alta.

Osservando i dati nella tabella 5 si può notare i risultati ottenuti nei confronti di Amare e Abuth con la modalità "standard" (tesi 2) e l'applicazione ad intermittenza con riduzione del 40 % e 35 impulsi/sec (tesi 4) risultano statisticamente simili.

L'infestazione residua di Amare e Abuth nella tesi 3 (applicazione ad intermittenza con riduzione del 40 % e 20 impulsi/sec) risulta più elevata di quella delle tesi 2 e 4.

Nel caso di Echcg l'elevata variabilità fra le repliche impedisce la separazione statistica delle medie.

Tabella 5. n° infestanti/30 mq al 7/6/2017

Tesi/Principio attivo	Amare	Abuth	Echcg
Testimone	547,40±826,09 c	502,50±315,95 c	420,00±541,11 a
Standard 300 L/ha	2,00±2,16 a	12,50±7,00 a	0,25±0,50 a
Emissione Controllata 180 L/ha-20 imp/min	15,75±13,40 b	22,75±11,53 b	8,75±15,56 a
Emissione controllata 180 L/ha-35 imp/min	3,00±4,76 a	13,50±8,58 a	5,00±7,57 a

*I valori della stessa colonna affiancati da lettere uguali non differiscono significativamente al test SNK per p≤0,05

Grafico 1. Diserbo pre-emergenza soia pendimentalin e clomazone + metribuzin (n. piante di amaranto in 30 m^2).

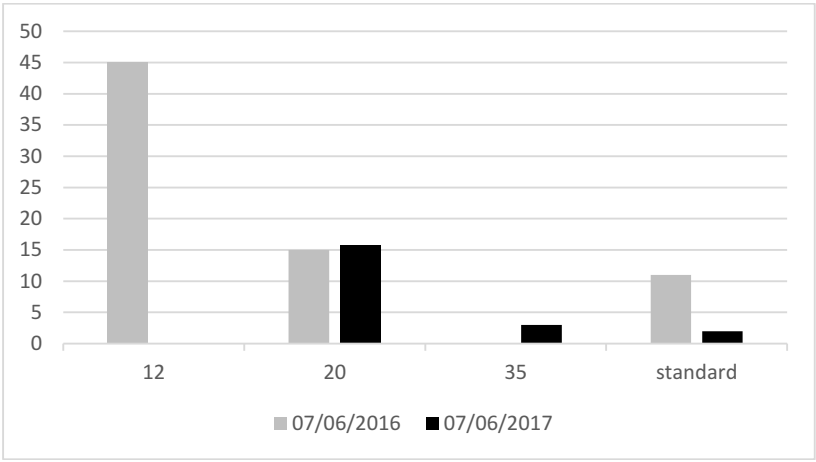
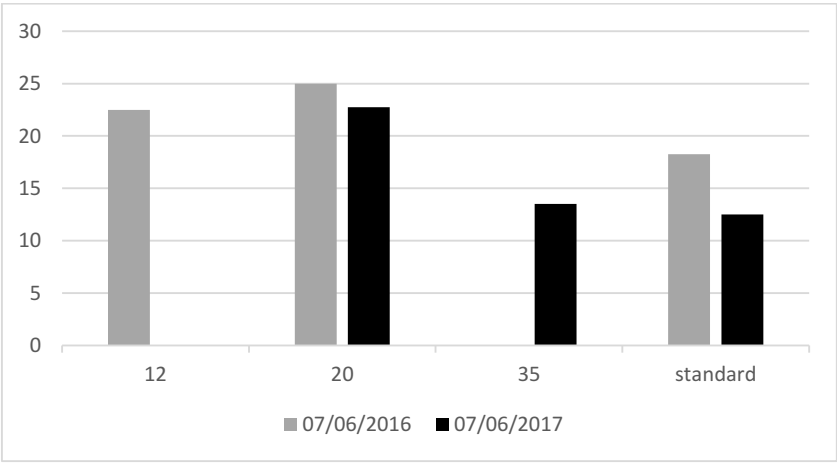


Grafico 2. Diserbo pre-emergenza soia pendimentalin e clomazone + metribuzin (n. piante di *Abuthilon teophrasti* in 30 m^2).



CONCLUSIONI

La differenza di efficacia osservata in senso proporzionale al numero degli impulsi per secondo e, su base teorica, dell'uniformità di copertura, evidenzia da un lato l'importanza di questo parametro anche nei trattamenti effettuati sul terreno nudo e, dall'altro, avvalora la teoria dell'area biocida che si estende intorno al punto di deposito dell'erbicida (figura 1).

L'ampiezza di tale area, sulla base dei risultati di efficacia osservati contro Amaranto e *Abutilon*, risulta sfruttabile nei trattamenti effettuati con 35 impulsi per secondo pareggiando la tesi standard con un forte risparmio di prodotto e di acqua.

Un'osservazione che è possibile trarre da questa esperienza è che, relativamente alle tesi applicate con il sistema ad Emissione controllata in questo esperimento, l'efficacia di una data dose per ettaro è proporzionale alla frequenza degli impulsi e, in ultima analisi, è tanto più alta quanto più piccola è, considerando la proporzione diretta fra numero di impulsi e uniformità di copertura, la distanza fra i depositi.

LAVORI CITATI

Cioni F., Maines G., Falchieri D., 2012 Ulteriori esperienze con la tecnica di applicazione degli agrofarmaci a intermittenza su malattie fungine: peronospora e oidio della vite, ticchiolatura del melo, cercospora della barbabietola da zucchero. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2.

Falchieri D., Cesari A., Ragazzi et a.l., 1992. Effetti della concentrazione e della densità delle gocce sull'efficacia contro le uova invernali di *Psilla piri. Atti Giornate Fitopatologiche*, 3, 231-235.

Falchieri D., Cesari A., 1993. Relationships between deposit characteristics, mode of action of pesticide and efficacy, 2, 183-189. ANPP-BCPC Second International Symposium on Pesticide Application Techniques- Strasbourg.

Falchieri D., Goni G., 2006 – Nuova tecnica di applicazione degli agrofarmaci per trattamenti a dose ridotta: risultati preliminari su oidio delle cucurbitacee. *Atti Giornate Fitopatologiche*, I,543-550

Falchieri D., Lolli M., Romagnoli L., Viciani M. e Brandi M., 2008 – Una tecnica di applicazione a getto intermittente per trattamenti a dosi/Ha fortemente ridotte: risultati nel diserbo di grano e sorgo e nella difesa antiperonosporica della vite. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 65-72.

Falchieri D, Mierzejewsy K. and Maczuga S. Effects of Droplet Density and Concentration on the Efficacy of Bacillus Thuringiensis and Carbaryl Journal of Environmental Sciences and Health 1995 Part B, 4, 535-548

Munthali D.C. Biological efficiency of small dicofol droplets against *Tetranychus urticae* (Koch) eggs, larvae and protonymphs Crop Protection, 1984, 3(3), 327-334

Munthali D.C. and Wyatt I.J. Factor affecting the Biological Efficiency of Small Pesticide Droplet against *Tetranychus urticae,* Eggs Pesic. Sci, 1986, 17, 155-164.

Sintoni A, Gandini R., Pederzoli M., Casagrande M. e Falchieri D., 2010, Tecnica di applicazione intermittente e forti riduzioni della dose/ha: ulteriori risultati nella difesa contro la peronospora della vite e nel diserbo primaverile di post-emergenza del grano *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 19-26.

Washington J.R., 1997. Relationships between the spray droplet density of two protectant fungicides and the germination of Mycosphaerella fijiensis ascospores on banana leaf surface. *Pesticide Science*, 50, 233–239.

Legge di Fick: www.unipv.it/tslmra22/1%20Potenziale%20di%20Membrana.ppt