ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2006, I, 469-474

LA MISURA STRUMENTALE DELLA CARICA ELETTROSTATICA NELLE IRRORATRICI AD AEROCONVEZIONE

M. VIERI, M. RIMEDIOTTI
Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università degli Studi di Firenze
P.le delle Cascine 15 – 50144 Firenze marco.vieri@unifi.it

RIASSUNTO

Gli Autori espongono i risultati di una ricerca mirata alla progettazione ed alla verifica in campo di una irroratrice ad aeroconvezione, a getti orientabili, dotata di carica elettrostatica. Le fasi della sperimentazione hanno previsto: la prova di diversi sistemi di carica elettrostatica applicati ai diffusori Oktopus; la realizzazione di un prototipo; la prova in campo con comparazione dell'irrorazione effettuata con e senza impiego della carica elettrostatica. L'elemento di novità rispetto a quanto riportato dalla letteratura è costituito dall'impiego di un sistema di misura della tensione degli elettrodi, del potenziale elettrostatico delle gocce, dell'impulso del getto vettore.
Parole chiave: irrorazione elettrostatica, innovazione strumentale

SUMMARY

THE INSTRUMENTAL MEASURE OF ELECTROSTATIC CHARGE IN THE AIR-ASSISTED SPRAYER

Authors expose results of a research aimed to design and field validation of an electrostatic air-assisted sprayer. The experimental steps have been: surveys and characterization of different method of electrostatic charge applicable to the Oktopus spraying module; design and realization of the prototype; field validation spraying with and without electrostatic charge. The main innovation consist of a new instrumental chain never reported in scientific literature: high tension multimeter; electrostatic gauge; impulse gauge.
Keywords: electrostatics spraying, technical change

INTRODUZIONE

L'impiego della carica elettrostatica nella irrorazione antiparassitaria è ampiamente trattato in letteratura tecnico-scientifica con evidenza dei risultati positivi ottenibili; in ambiente controllato del resto, la verniciatura elettrostatica è una pratica adottata diffusamente.

Questa tecnica, già presente nelle proposte del mercato delle macchine irroratrici da oltre 20 anni, non trova d'altronde adeguato interesse da parte degli agricoltori sia per la difficoltà di rilevarne oggettivamente i vantaggi, sia per la mancanza di riferimenti misurabili che ne possano indicare o meglio verificare le condizioni di corretto funzionamento (Vieri, 1996, 2002, 2003)

Nell'ambito di un progetto di collaborazione con la Nobili sulla progettazione di un nuovo modello di irroratrice ad aeroconvezione con getto mirato, dotata dei dispositivi di carica elettrostatica delle gocce, sono state attuate ricerche per verificare il miglior dispositivo di carica delle gocce prodotte da ugelli convenzionali a pressione idraulica. Successivamente nell'ambito del progetto nazionale PRIN "*Riduzione dell'inquinamento da prodotti antiparassitari nelle coltivazioni arboree"* si è predisposto un piano sperimentale di confronto fra l'irrorazione con e senza carica elettrostatica delle gocce verificando i parametri di deposito sulla vegetazione e di perdite a terra.

La sperimentazione si è avvalsa di strumenti innovativi che permettono di misurare la carica dell'elettrodo, il potenziale delle gocce irrorate, la pressione del flusso vettore ovvero la spinta dell'aria.

L'esposizione è suddivisa nelle tre fasi caratterizzanti la ricerca: ognuna di queste è sviluppata esponendo "materiali e metodi" e successivamente gli specifici "risultati".

COMPARAZIONE DEI DIFFERENTI DISPOSITIVI DI CARICA APPLICABILI AI MODULI DI IRRORAZIONE

La sperimentazione ha avuto inizio con l'analisi dei diversi sistemi per la carica elettrostatica delle gocce di fitofarmaco impiegabili sulle bocchette Oktopus.

La misurazione della quantità di carica delle singole gocce e la verifica di quanto questa si discosta dalla carica di saturazione rappresenta una delle misurazioni più importanti per caratterizzare qualitativamente il sistema bocchetta/elettrodo/ugello.

Figura 1 – Alcune tipologie di elettrodi: toroidale (sinistra), a induzione (destra)

Il confronto tra le prestazioni degli elettrodi a placca e le prestazioni del più tradizionale elettrodo ad anello non mette in evidenza differenze significative. Sembra che il sistema basato sull'elettrodo ad anello possieda una capacità elettrica molto più elevata dei sistemi basati sugli elettrodi a placca (figura 2).

Nell'analisi della carica delle gocce al variare della posizione dell'elettrodo rispetto alla zona di formazione delle gocce si ottengono curve caratteristiche di taratura. Le curve ottenute con i sistemi ad ugello esterno (placca) hanno in genere un andamento più regolare; è quindi ipotizzabile che si possa ottenere una migliore affidabilità del sistema con questa disposizione. Le curve ottenute con i sistemi ad ugello interno sembrano raggiungere valori più elevati, ma presentano andamenti anomali e non costanti.

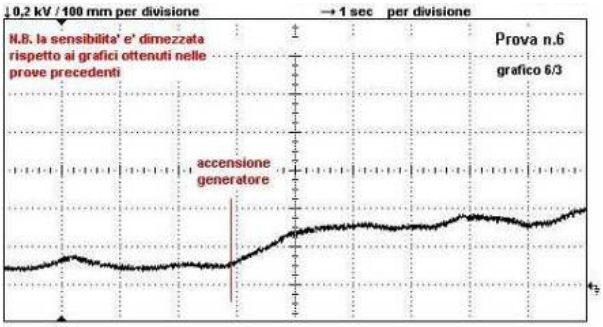
La bagnatura dell'elettrodo e la presenza di dispersioni per cause varie, comporta un abbassamento e/o una fluttuazione dell'alta tensione sull'elettrodo.

Dalle prove condotte è stato evidenziata una ionizzazione anche in presenza del solo flusso d'aria senza carica dell'elettrodo.

Da questa prima fase sperimentale si è optato per una soluzione di compromesso ottimale fra affidabilità, caratteristiche e costo. E' stato quindi realizzato un modulo di irrorazione con carica elettrostatica illustrato in figura 3.

Figura 2 – Esempio di risultati sperimentali su elettrodo toroidale

	Prova n.	**6**
	data:	21/07/04
	ora:	14:00
	temperatura:	29 °C
	U. R.:	55 %
	V getto aria:	20-30 m/sec
Tipo di ugello:	Albuz giallo	Esterno
Pressione di esercizio:	5 bar	
Tipo di bocchetta:	"stretta" (200x25)	
Tipo di elettrodo	Ad anello	
Alta tensione a vuoto:	Vin = 12 V	Vout = 13 kV
Alta tensione sotto carico:	Vin = 13 V	Vout = 10 kV



Il campo elettrico generato dalla nube ha una intensita' di circa – 0,25 kV/100mm. Di particolare rilievo e' la carica posseduta dalla nube in assenza di alta tensione: circa – 0,1 kV/100mm. Questo fenomeno sembra essere legato alla elevata capacita' dell'elettrodo.

Figura 3 – modulo di irrorazione elettrostatica e irroratrice Oktopus ES

PROVE DI VALIDAZIONE DEL SISTEMA ELETTROSTATICO SUL PROTOTIPO REALIZZATO

Nella seconda fase sperimentale che prevedeva la misura del deposito sulla pianta e il monitoraggio delle dispersioni a terra nei trattamenti effettuati in viticoltura, sono stati eseguiti, in accordo con il piano statistico sperimentale, le irrorazioni con una soluzione tracciante e sono stati raccolti ed analizzati i campioni di foglie sulla parete vegetale e di strisce captanti disposte a terra. Il confronto è stato effettuato con la stessa irroratrice con e senza carica elettrostatica.

La carica elettrostatica viene prodotta da un generatore contenuto in una scatola impermeabile di PVC; il circuito elettronico è racchiuso in due blocchi di resina; i conduttori sono speciali per elevate tensioni.

La macchina irroratrice è stata tarata secondo il criterio del LAI su fascia impiegando una parete captante a lamelle verticali realizzata dal DIAF già nel 1995.

Si è proceduto poi con la misurazione della tensione, per mezzo di un puntale collegato ad un multimetro Fluke, rilevando un valore di 23,8 kV, in condizioni di macchina pulita ed asciutta e di 12,8 kV durante l'irrorazione. Inoltre è stato misurato il potenziale delle gocce irrorate in condizioni statiche della macchina, rilevando un valore di 1,5 kV a un metro di distanza dagli elettrodi, 0,5 kV a un metro e mezzo, 0,25 kV a due metri.

Il campo sperimentale era posto in un vigneto ubicato nel comune di San Casciano Val di Pesa, località Montepaldi, caratterizzato da sesti d'impianti di 2.5 X 1 m, una densità di 4000 piante/ha allevate a cordone speronato. La varietà predominante è il Sangiovese, con filari orientati in direzione est-ovest e dislivello del 6,6%.

Per la preparazione della miscela da irrorare si sono utilizzati: 90 l di acqua, 2,5 l di colorante blu Patent, 1 l di tensioattivo.

Il modello sperimentale è stato costruito prendendo in considerazione quattro filari adiacenti, uno di riferimento e tre collocati alla sinistra di quest'ultimo, allo scopo di effettuare campionamenti sulla base di due diversi fasi:

1) passaggio singolo, nell'interfilare di riferimento, con successiva raccolta dei testimoni nei rimanenti interfilari, per la determinazione delle recovery e delle perdite a terra in funzione del profilo longitudinale del suolo; 2) passaggi ripetuti negli interfilari adiacenti a quello di riferimento (3 per lato) e raccolta dei testimoni sull'interfilare di riferimento, per la valutazione dell'effetto globale del trattamento.

Le recovery sono state determinate mediante il campionamento di foglie a tre fasce di altezza (basso, medio, alto), lato macchina e lato opposto, per dieci ripetizioni, per sei blocchi (E-N-E-N-E-N), per un totale di 720 foglie campionate e collocate in sacchetti di plastica.

Le perdite a terra invece, sono state determinate mediante il posizionamento sul terreno di feltri in poliestere, della superficie di 200 cm2. Dopo i trattamenti i campioni (420) sono stati collocati in provette Falcon da 100 ml e trasportati in laboratorio.

Per la determinazione del LAI sono state individuate tre piante rappresentative del vigneto, sono stati contati i tralci e prelevate foglie per ogni tralcio in rapporto 1:20.

Le foglie sono state trasportate in laboratorio ove si è procedete alla misurazione della superficie fogliare tramite planimetro.

Le prove sono state eseguite nei giorni 5 e 25 del mese di luglio. Le viti erano classificabili rispettivamente nella fase fenologica n. 29 e 33 (*Eichorn Lorenz,* 1977).

Le condizioni atmosferiche sono state per il giorno 5 luglio: 24-38°C 72-44% UR nel corso delle prove che si sono svolte dalle ore 7 alle ore 12; per il giorno25 luglio 21-32°C 88-71% UR nel corso delle prove che si sono svolte dalle ore 8 alle ore 13. In entrambe le prove vi è stata assenza di vento e pressione barometrica pressoché analoga 1014-1018 mbar.

Per procedere all'estrazione del colorante, sono stati aggiunti 20 ml di acqua distillata a ciascun campione. Dopo 24 ore è stato possibile procedere con la lettura spettrofotometrica delle soluzioni. Per risalire dalle assorbanze, alla concentrazione del campione e quindi al deposito, è stato necessario tarare lo spettrofotometro in funzione del colorante (628 nm).

I risultati della sperimentazione evidenziano un aumento dei depositi nell'irrorazione con carica elettrostatica, rispetto a quella tradizionale, in modo particolare nelle tesi con trattamento totale al vigneto rispetto al passaggio singolo. Questo rappresenta un segno evidente di come la carica elettrostatica riesca a far recuperare quelle gocce che, non applicate direttamente, verrebbero perse. I risultati relativi alle perdite a terra confermano quanto esposto precedentemente, infatti, riscontriamo una diminuzione della quantità nell'irrorazione con carica elettrostatica rispetto a quella tradizionale, particolarmente evidente nella seconda prova e nella tesi con trattamento totale al vigneto rispetto al passaggio singolo (Figura 4 e 5).

Figura 4 - Confronto tra i depositi (µl/cm^2) ottenuti da un irrorazione con carica elettrostatica (E) ed una irrorazione tradizionale (N)

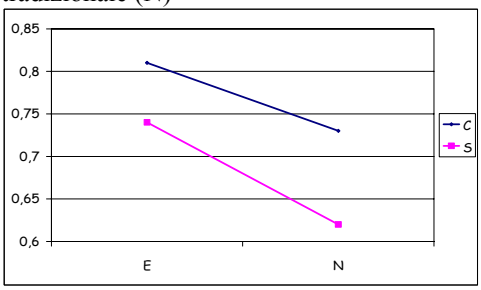
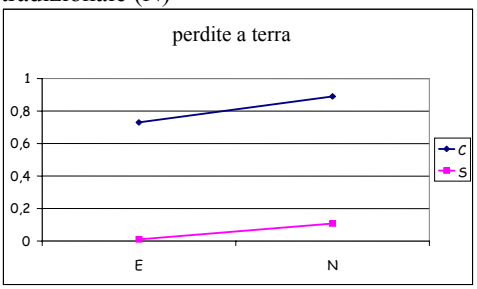


Figura 5 - Confronto tra le perdite a terra (µl/cm^2) ottenute da un irrorazione con carica elettrostatica (E) ed una irrorazione tradizionale (N)



Analizzando la distribuzione dei depositi sulle diverse fasce di vegetazione (Bassa-Media-Alta), si evidenzia una maggiore uniformità dei depositi nell'irrorazione con carica elettrostatica, soprattutto nella tesi con trattamento totale al vigneto, a dimostrazione del fatto che con questo sistema di irrorazione si ha una maggiore copertura della vegetazione.

In laboratorio è stata verificata quindi la correlazione fra carica elettrostatica e distanza del bersaglio, utilizzando l'abbinamento elettrometro ed uno strumento realizzato dal DIAF per la misura dell'impulso. Lo strumento è composto da tre unità modulari capaci di effettuare la misura della pressione a tre fasce di campionamento. Il sensore è costituito da un foglio di policarbonato di 200 x 200 mm, appeso in alto e libero di muoversi a cerniera, che spinto dal vento preme su una cella di carico posta al centro. Il segnale emesso dalla cella viene registrato in un sistema di acquisizione dati.

La verifica della variazione della carica in base alla distanza di passaggio ha evidenziato un mantenimento della carica fino ad 8 metri, mentre l'*Impulso* risulta decadere molto prima. La sperimentazione ha rilevato quindi un mantenimento della carica oltre a quella normalmente attribuita ai sistemi elettrostatici, che in tal modo permettono una irrorazione più precisa, con maggiore uniformità e copertura (figura 6 e7).

Figura 6 - Determinazione della carica in funzione della distanza

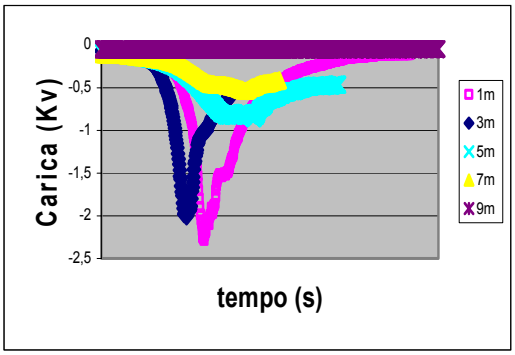
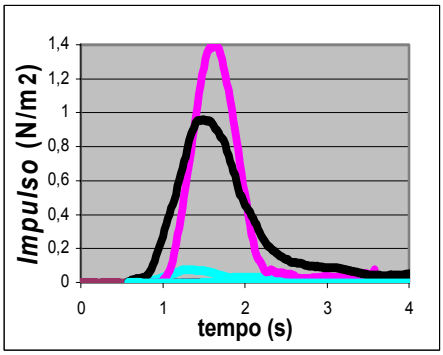


Figura 7 - Determinazione dell'*Impulso* in funzione della distanza



CONCLUSIONI

Questi risultati sperimentali, qui sintetizzati, hanno permesso di individuare nuove acquisizioni sull'impiego della carica elettrostatica nelle macchine irroratrici.

La carica elettrostatica determina, anche con gocce non molto fini e volumi prossimi a 200 l/ha, un aumento dei depositi ed una riduzione delle dispersioni a terra, soprattutto nell'analisi relativa al trattamento completo nell'appezzamento. Inoltre, si evidenzia una maggiore uniformità dei depositi nelle fasce di vegetazione, rispetto ad un'irrorazione tradizionale. Evidentemente la carica non ha tanto influenza sulle gocce che vengono proiettate sulla vegetazione, ma su quelle che permangono fluttuanti. La differenza di deposito sulle foglie e di minori perdite a terra è tanto maggiore quanto più piccole sono le goccioline. L'evidenza del fenomeno è stata rilevata nelle tesi effettuate in tarda mattina con temperature più elevate e UR più bassa e quindi con goccioline più piccole per effetto dell'evaporazione.

Infine, nella variazione di carica con la distanza di passaggio si è registrata una conservazione della carica fino a 8 metri dalla linea di passaggio dell'irroratrice in movimento, mentre l'impulso era già non misurabile a 5 m; ciò conferma l'osservazione del mantenimento della carica nelle goccioline fluttuanti e quindi della maggiore possibilità recuperare prodotto chimico .

Le procedure di misura messe a punto permetteranno di avere una effettiva possibilità di controllo di questa tecnologia che necessità d'altronde di una gestione accurata della macchina irroratrice per il suo corretto funzionamento.

LAVORI CITATI

Vieri M, 2002. Il sistema elettrostatico nella irrorazione antiparassitaria: messa a punto e verifica della efficienza di carica (in due sistemi per il trattamento alle colture protette). *Rivista di Ingegneria Agraria*, XXXIII, 4/2002, 11-23.

Vieri M., 2003. Spray airjet characterisation by impulse measurement. *7th Workshop on "Spray application techniques in fruit growing"*. Cuneo 25-27 june 2003.

Vieri M., Spugnoli P., 1996. Containing evaporation losses in pesticide application: mistblower set-up related to threshold metereological conditions in mediterranean areas. *AgEng Conference*, Madrid 23-26 September.