

ANALISI DELLA VARIABILITÀ DEL VOLUME APPLICATO NEI DIVERSI TRATTAMENTI ANNUALI ALLA VITE CON IRRORATRICE A RECUPERO BERTONI

D. SARRI¹, M. D'ARCANGELO², R. LISCI¹, R. PERRIA², M. RIMEDIOTTI¹,
P. STORCHI², P. VALENTINI², M. VIERI¹.

¹ Gesaaf - Università degli Studi di Firenze- Piazzale delle Cascine, 15, 50144 Firenze

² CRA- Unità di ricerca per la viticoltura Arezzo via Romea, 53, 52100 Arezzo

marco.vieri@unifi.it

RIASSUNTO

La salvaguardia ambientale e le produzioni di qualità, nonché la riduzione dei costi operativi, sono aspetti ampiamente ricercati dalle aziende agricole e dai tecnici. Infatti, i trattamenti alle colture arboree, nelle prime fasi vegetative e durante la gestione verde della chioma, effettuati con tecnologie tradizionali, comportano dispersioni di agrofarmaco difficilmente quantificabili. In tal senso, le innovazioni tecnologiche per l'irrorazione si stanno indirizzando verso soluzioni capaci di incrementare l'efficienza operativa come l'impiego di macchine irroratrici a tunnel in grado di recuperare la frazione di miscela altrimenti persa. Tuttavia, ad oggi sono disponibili poche informazioni circa gli effettivi volumi necessari in funzione delle caratteristiche della vegetazione. Sulla base di tali considerazioni, la U.O. ha implementato uno studio preliminare volto a monitorare i quantitativi di miscela irrorati sulla base delle caratteristiche della "vegetazione bersaglio" utilizzando gli strumenti offerti dalla viticoltura di precisione. Ciò costituisce una prima fase della ricerca che ha come obiettivo principale la determinazione delle potenziali correlazioni tra vigoria del vigneto (NDVI vigor index) e volume di miscela necessario. Lo studio è stato condotto nella stagione 2013 ad Arezzo, nel centro Italia. I risultati mostrano percentuali di volumi recuperabili dal 17,8% al 30,6% durante la gestione verde della chioma.

Parole chiave: Sostenibilità ambientale, viticoltura di precisione, irroratrici a tunnel

SUMMARY

ANALYSIS OF VOLUME VARIABILITY IN SEASONAL TREATMENTS IN VINEYARD WITH BERTONI TUNNEL SPRAYER

Environmental protection and quality production as well as reduction of operating costs, are aspects most sought after by companies and technicians. As a matter of fact, treatments in tree crops, in the early vegetative stages but also when it comes to green management, made by traditional sprayers, involve losses of pesticide that are difficult to quantify. In this regard, the technological innovations for spraying are moving toward the development of solutions to increase efficiency such as the use of tunnel sprayers capable of recovering the fraction of mixture otherwise lost. However, at present there's little information about the required volumes depending on the canopy characteristics. On these basis, the O.U. has implemented a preliminary study to assess the volumes sprayed according to the characteristics of the target canopy using the tools offered by precision viticulture. This represents a first stage of the research, which is mainly focused on the assessment of the potential correlations between vineyard vigour (NDVI vigour index) and the volume of mixture required. The study was carried out in the 2013 season on plots in Arezzo, center Italy. The results showed percentages of recoverable volumes from 17.8% to 30.6% during the green management.

Keywords: environmental sustainability, precision viticulture, recovery spraying

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, gli interventi di lotta antiparassitaria sono divenuti fasi essenziali del processo produttivo per gli importanti riflessi che hanno ai fini dell'ottenimento del prodotto finito. Le motivazioni sono riconducibili sia ai cambiamenti climatici, che stanno progressivamente modificando le tipologie dei patogeni/parassiti e le loro dinamiche di sviluppo, sia agli imminenti adempimenti legislativi imposti dal D.lgs 150/2012 recepimento nazionale della direttiva 2009/128/Ce, sull'uso sostenibile degli agrofarmaci. Un quadro assai complesso e in evoluzione che implica innovativi approcci gestionali basati sulla adozione di modelli previsionali, sulla creazione di reti di monitoraggio aziendali-comprensoriali, per la tempestiva ed efficace gestione delle operazioni di difesa antiparassitaria e sull'impiego di macchine efficienti per la distribuzione degli agrofarmaci.

Una corretta esecuzione dei trattamenti fitosanitari, quindi, non può prescindere da adeguare i volumi e le portate di aria in funzione delle caratteristiche del bersaglio e della fase fenologica della coltura. Anche le case produttrici di agrofarmaci negli ultimi anni si sono rese conto del fatto che la dose¹ doveva essere riferita alla massa vegetale (superficie fogliare, densità, strati, stadio di sviluppo delle foglie, loro forma etc.) e per ogni coltura hanno definito (insieme alla concentrazione) il "volume normale" di miscela antiparassitaria L/ha; mutuando il fatto che ciò tiene in considerazione la massa vegetale ordinaria, le condizioni atmosferiche ordinarie, le perdite usuali, il tutto con un buon fattore di sicurezza.

Pertanto il volume normale in vigneto è convenzionalmente stabilito in 1000 L/ha (10 hL), quindi la dose riportata in etichetta deve essere moltiplicata per dieci al fine di ottenere la dose ad ettaro fitoiatricamente efficace.

Tuttavia, 10 hL risulta un volume esuberante in moltissimi contesti produttivi che si ripercuote negativamente a livello di efficienza per l'azienda poiché impone molti riempimenti, tempi elevati di intervento e conseguenti limitate superfici dominabili nonché costi maggiori. L'aumento di tempestività, superficie dominabile e la riduzione dei costi si ottengono con la riduzione del "volume". In merito negli anni '70 alcuni costruttori di macchine irroratrici promossero l'adozione di bassi volumi fino a quantitativi minimi di 50 L/ha. Tale tecnica, da un punto di vista operativo, è realizzabile mediante polverizzazioni finissime ma ciò determina gocce altamente instabili alla temperatura e alla resistenza aerodinamica, ovvero evaporano velocemente e vengono trasportate via anche da leggere brezze, con la conseguenza di notevoli dispersioni e una drammatica riduzione della efficacia fitoiatrica.

L'esperienza acquisita in questo bilanciamento fra bassi volumi ed efficacia ha portato ad esempio in Toscana e in condizioni ordinarie, all'adozione di volumi pari a 200 L/ha che rappresentano un ottimo compromesso con macchine in buono stato. Tale condizione implica che nei trattamenti iniziali ed intermedi, dove la vegetazione non è totalmente definita, si applichino volumi inferiori: si stimano infatti nei primi trattamenti dispersioni medie del 80%, del 50% in quegli intermedi e del 30-20% in quelli in piena vegetazione (Ade *et al.*, 2005, Pergher *et al.*, 2009, Rimediotti *et al.*, 2011). Tuttavia è da evidenziare che circa il 15-20% del prodotto distribuito è recuperato grazie al fenomeno della deriva interna generato dalla proiezione e sedimentazione proveniente dall'applicazione nei filari contigui di tutto l'appezzamento.

¹ DOSE: nel caso di insetticidi e fungicidi le indicazioni in etichetta indicano la quantità di formulato commerciale (DL65/2003) che deve essere miscelato su 100 L (concentrazione normale).

Anche l'impiego di macchine a recupero di prodotto impone analoghe riflessioni. Per questa tipologia di irroratrici la difficoltà maggiore consiste nell'identificare il più probabile volume ad ettaro che (con i debiti calcoli e tarature) consenta di finire il trattamento non avendo miscela residua nel serbatoio. Tale tecnologia, recuperando quella parte di miscela che sarebbe dispersa con altre attrezzature, variabile in funzione dello sviluppo vegetativo della coltura, non permette una quantificazione reale dei volumi distribuiti. Sulla base di tali considerazioni, l'unità di ricerca della sezione di Ingegneria dei Biosistemi Agro-Forestali dell'Università degli Studi di Firenze e il Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (Unità di ricerca per la viticoltura Arezzo), hanno sviluppato una soluzione sperimentale in grado di monitorare i quantitativi di miscela irrorati sulla base delle caratteristiche fenologiche della "vegetazione bersaglio". Il dispositivo applicato alla macchina Arcobaleno della azienda Bertoni di Castel Bolognese (RA) è stato impiegato nella campagna 2013 nei vigneti sperimentali dell'Unità di ricerca per la viticoltura di Arezzo. In particolare, il presente lavoro ha indagato la variazione di volumi erogati nelle fasi antecedenti e successive alle operazioni di cimatura verde.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte in un vigneto costituito da differenti varietà impiantato nel 1998 presso i vigneti sperimentali del CRA-VIC di Arezzo. L'impianto, posto su terreno pianeggiante, presenta una distanza tra le fila di 2.7 m e 0.9 m sul filare, per una densità complessiva di 4115 piante/ha. Le campate sono regolari ed intervallate da tutori in legno posti ad una distanza di 6 m. Le piante sono allevate a cordone speronato con un numero variabile di speroni da 4-6. Nella condizione di massimo accrescimento la vegetazione bersaglio ha raggiunto una altezza media di 1,3 m con nuovi germogli che si sviluppavano oltre 0,3 m.

I test sono stati condotti durante tutta la stagione vegetativa, tuttavia il presente lavoro focalizza l'analisi durante le fasi finali ed in particolare nei periodi antecedenti e successivi alle operazioni di cimatura verde. Le prove hanno interessato 15 filari per una superficie complessiva di 3200 m².

Macchina irroratrice

La macchina testata è una irroratrice a tunnel della azienda Bertoni s.r.l modello "L'Arcobaleno" monofilare. La macchina, di tipo trainato a slitta, è stata accoppiata ad un trattore New Holland T4050F. Si caratterizza per la presenza di due schermi verticali di intercettazione, supportati da una struttura a portale, all'interno dei quali avviene l'irrorazione, il recupero della soluzione nonché la generazione del flusso di aria. Quest'ultimo, ottenuto per mezzo di 8 ventilatori azionati elettricamente, è stato concepito per determinare una aspirazione attraverso i pannelli intercettatori a lamelle verticali allo scopo di captare il liquido non trattenuto dalla vegetazione. Il flusso di mandata invece è convogliato direttamente sulle barre portaugelli ciascuna con 8 ugelli posizionati fuori corrente d'aria. Tale configurazione determina un particolare vortice di aria contrapposto tra gli schermi d'intercettazione che ottimizza la distribuzione della miscela riducendo le problematiche legate alla presenza di vento ed all'effetto deriva. Nella parte inferiore degli schermi verticali sono presenti due vasche di recupero collegate al circuito di ricircolo della miscela in serbatoio.

Per le prove sono stati impiegati 7 ugelli per lato modello Albus ATR colore marrone con le regolazioni riportate in Tabella 1.

Tabella 1. Parametri di regolazione della macchina irroratrice

Ugelli n°	Tipo ugelli	Pressione di esercizio bar	Velocità km/h	Volume L/ha
14	Albuz ATR marrone 0,60 L/min	8	6	266,7

Sistema di monitoraggio

Al fine di misurare i volumi effettivi, è stato allestito un sistema di misurazione costituito da un doppio cilindro concentrico con diametro esterno di 100 mm e diametro interno di 50 mm in materiale plastico inserito in un tappo di chiusura che sostituisce durante le prove quello in dotazione alla macchina.

Figura 2. Sistema allestito per il monitoraggio in continuo del volume



Il sistema, collocato al centro del serbatoio, viene stabilizzato sul fondo di esso mediante tre ancoraggi. Differentemente dai serbatoi delle macchine irroratrici tradizionali, quello montato sulla macchina Bertonni si caratterizza per la forma regolare, assimilabile ad un parallelepipedo (0,4m x 1m x 0,8m), e per una elevata agitazione della miscela. Allo scopo di rendere la misurazione del livello in continuo, il più lineare possibile, si è proceduto alla realizzazione di

aperture poste ortogonalmente fra esse e rispetto al flusso della miscela all'interno del serbatoio e in corrispondenza del tappo per consentire un agevole scambio di aria.

La misurazione avviene per mezzo di un sensore ad ultrasuoni Banner con range operativo 10-100 mm collocato all'estremità del cilindro a sezione minore. I valori sono espressi in mm ed indicano la variazione della altezza della colonna di acqua rispetto al livello iniziale. La logica di sistema prevede che il valore rilevato dal sensore sia inviato tramite collegamento seriale a un microcontrollore Arduino. Quest'ultimo, per mezzo di un software sviluppato a tale scopo, esegue la mediazione in continuo di 500 valori rilevati in 1 sec. Il valore finale è poi inviato ad un sistema di acquisizione e storage formato da un on-board PC dotato di software specifico e collegato a un ricevitore satellitare mod StarFire 3000 della ditta John Deere GPS con livello di precisione SF2 (0 – 0,1 m) con frequenza di campionamento di 0,1 m per georeferenziare i dati raccolti.

Modalità sperimentali

Al fine di configurare correttamente la macchina irroratrice è stata realizzata una preliminare taratura per verificare l'effettivo volume erogato dalla macchina adottando le procedure standardizzate. In totale è stato eseguito il monitoraggio operativo in quattro prove rispettivamente nei giorni 12 giugno, 27 giugno, 18 luglio e 2 agosto. In ognuna di esse sono stati trattati 15 filari con una miscela contenente formulati commerciali per il controllo della peronospora della vite *Plasmopara viticola*, (Berk. et Curtis ex. de Bary) e dell'oidio *Uncinula necator* (Schwein.).

La quantificazione dei volumi distribuiti/recuperati è stata condotta con il sistema di misurazione allestito e con una misurazione manuale di verifica. Quest'ultima è ottenuta in modo diretto per differenza dal volume noto iniziale, caricato rigorosamente nel serbatoio con step di 10L fino al raggiungimento del volume desiderato e il volume finale del serbatoio misurato con cilindri graduati da 2L. La misura con il sistema ad ultrasuoni invece è stata ottenuta con procedura indiretta sulla base dei mm registrati del sistema. Nello specifico è stata realizzata una preliminare curva di taratura del sensore per correlare i mm registrati con i corrispondenti litri presenti nel serbatoio. In seguito con il metodo dei minimi quadrati si è ottenuta l'equazione della retta che regola l'andamento della diminuzione del livello, che è poi impiegata per la determinazione delle variazioni di volume nel serbatoio per ogni filare. Ciò permette di quantificare il "volume a bersaglio". I volumi "effettivamente erogati" dalla macchina sono stati ottenuti moltiplicando la portata agli ugelli per il tempo effettivamente impiegato dalla macchina per compiere il filare. La prima si ottiene moltiplicando la portata del singolo ugello per il numero di ugelli, il secondo è ricavato ricostruendo il crono percorso della macchina (orario hh.mm.ss. Vs posizione GPS WGS84) reso possibile al sistema di acquisizione allestito e all'esatta collimazione della posizione registrata, con il punto di inizio del filare, ottenuta mediante il software Google Earth. Quindi, per differenza tra il volume "effettivamente erogato dalla macchina" e il valore del "volume a bersaglio", corrispondente alla diminuzione di volume nel serbatoio, è stato determinato il quantitativo recuperato dalla macchina.

Per quel che concerne la caratterizzazione dello sviluppo della chioma sono state effettuate misurazioni per la definizione del LAI medio del vigneto, e del volume medio di vegetazione attraverso l'applicazione del metodo TRV. Per quanto riguarda il calcolo del LAI si è impiegato il software Uthsca Image Tool che utilizza le immagini scannerizzate per calcolare automaticamente l'area fogliare.

RISULTATI

Le prove effettuate hanno consentito di ottenere informazioni circa i volumi distribuiti e recuperati dalla irroratrice Bertoni e come questi variano durante la gestione verde della chioma. In Tabella 2 è riportata una sintesi dei risultati delle quattro epoche di rilievo.

Tabella 2. Analisi dei volumi

Data	Gestione	Volume erogato ¹ L	Volume depositato ² L	Volume recuperato ³ L	Miscela recuperata %
12/6/2013	-	96,60	74,54	22,24	23
27/6/2013	cimatura	115,70	70,67	45,03	30,60
18/7/2013	-	113,04	92,86	20,18	17,80
2/8/2013	cimatura	102,50	78,44	24,06	23,50

¹ Volume erogato: quantità di miscela distribuita su 15 filari sperimentali

² Volume depositato: quantità di miscela distribuita effettivamente sulla vegetazione

³ Volume recuperato: quantità di miscela non andata a bersaglio e recuperata dalla macchina

Come si può osservare dalla Tabella 3, la riduzione del volume della chioma a seguito delle operazioni di cimatura comporta un sensibile aumento del volume recuperato, Tale andamento si riduce nell'ultima fase della stagione vegetativa conseguentemente all'aumento del numero di strati fogliari, Complessivamente la macchina nei test condotti ha raggiunto un valore medio di recupero del 21,45% .

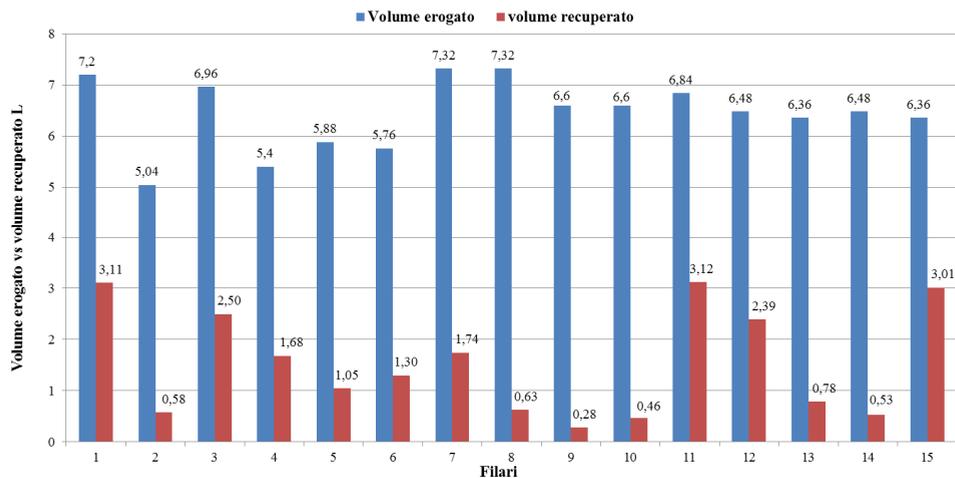
Tabella 3. Evoluzione dello sviluppo della chioma

Data	Superficie m ² /ha	LAI	TRV m ³ /ha
12/6/2013	3919	0,39	2172,20
27/6/2013	6695	0,67	1777,78
18/7/2013	9414	0,94	3408,00
2/8/2013	13240	1,32	2971,11

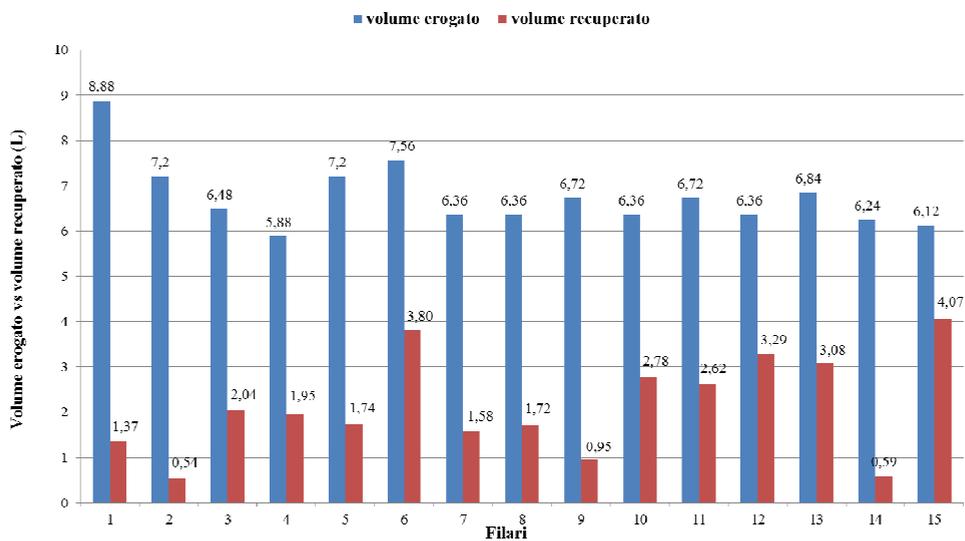
L'impiego del sensore ad ultrasuoni per la misurazione del livello di miscela antiparassitaria nel serbatoio, è risultato confacente agli obiettivi imposti nella sperimentazione. L'elevata accuratezza e tempestività di risposta del sistema allestito ha consentito di ottenere un monitoraggio in continuo con un elevato livello di affidabilità. In alcuni filari, nella fase di piena vegetazione, sono stati registrati percentuali di recupero variabili tra il 50% e il 60%.

E' tuttavia necessario sottolineare che le prove sono state effettuate su superfici ridotte e che quindi i risultati ottenuti non sono generalizzabili. Sono pertanto necessari ulteriori indagini per verificare il recupero della macchina in condizioni estensive.

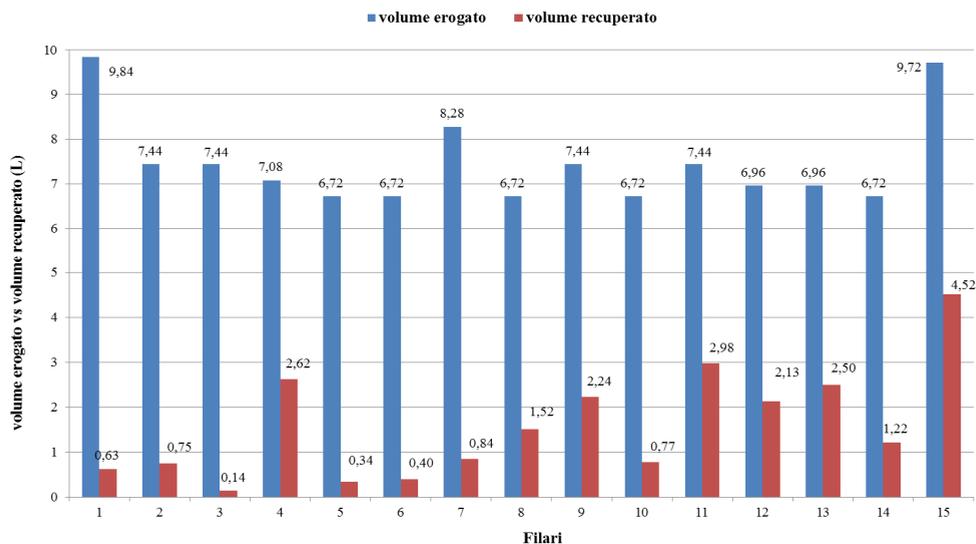
Analisi dei volumi: 12 giugno 2013



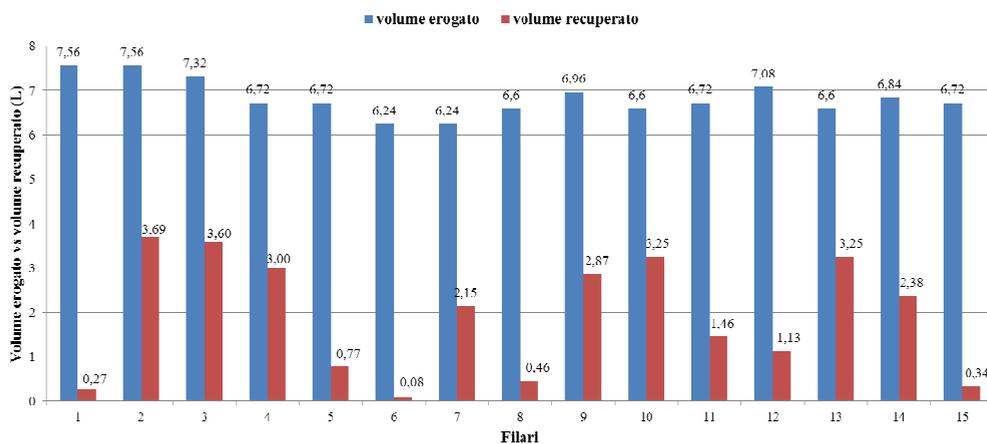
Analisi dei volumi: 27 giugno 2013



Analisi dei volumi: 18 luglio 2013



Analisi dei volumi: 20 agosto 2013



CONCLUSIONI

Il perseguimento degli obiettivi imposti dalla direttiva europea sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari 2009/128/Ce implica l'attuazione di soluzioni volte ad ottimizzare la distribuzione dei prodotti fitosanitari. In tal senso, le macchine a tunnel con circolazione d'aria a flusso contrapposto e recupero del liquido, costituiscono un valido sistema per superare i limiti operativi delle macchine irroratrici convenzionali. Inoltre, il ricorso alle applicazioni per la viticoltura di precisione costituisce un valido strumento di supporto decisionale. Infatti, il sistema allestito nella sperimentazione ha permesso di quantificare il recupero di prodotto ottenibile con l'impiego di tali irroratrici. Queste informazioni costituiscono uno strumento di

valutazione dell'operato ma permettono anche la creazione di un database consultabile per la verifica e la programmazione futura.

Complessivamente la macchina ha permesso di ottimizzare la efficienza di distribuzione con una percentuale di miscela recuperata negli stadi vegetativi considerati compresa fra il 17,8% e il 30,6%. I risultati delle prove condotte evidenziano il necessario adeguamento dei volumi distribuiti in funzione delle caratteristiche della vegetazione bersaglio che variano in base allo stadio di sviluppo e agli interventi colturali adottati (cimature e defogliazioni). Infatti, in un'ottica di sostenibilità delle produzioni, l'obiettivo da perseguire è la definizione del più probabile volume che consenta di finire il trattamento non avendo miscela residua nel serbatoio. Tuttavia ciò costituisce un obiettivo "annuale" conseguenza della elevata variabilità di accrescimento riscontrabile di anno in anno. Ogni azienda, quindi, deve sviluppare negli anni le necessarie esperienze anche nella considerazione che fra una varietà e l'altra vi è una diversa ritenzione delle gocce per la diversa conformazione delle foglie, per il diverso quantitativo di pruina sulla lamina superiore e per la diversa tomentosità della lamina inferiore. Se da un lato la macchina Bertoni consente di ottimizzare i volumi erogati, non meno importanti sono i vantaggi di tipo economico conseguibili: si stimano infatti risparmi medi di 5.000-10.000 €/anno su superfici aziendali di 15 e 30 ha, rispettivamente (Pergher *et al.*, 2009).

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare il Signor Sergio Bertoni per il supporto logistico e il Dott. Marco Leprini del CRA-VIC di Arezzo per il sempre puntuale supporto tecnico. Si ringrazia la Regione Toscana per il finanziamento della ricerca (Progetto IMViTo Innovazioni per il miglioramento della competitività e sostenibilità della filiera vitivinicola toscana).

LAVORI CITATI

- Ade G., Molari G., Rondelli V., 2005. Valutazione delle prestazioni di irroratrici a tunnel impiegate in vigneto Atti AIIA 2005 Catania, 27-30 giugno 2005, codice lavoro: 3038
- Pergher G., Bigot G., 2009. Risultati delle prove di campo su una nuova irroratrice a tunnel per vigneto. *Notiziario ERS*A 4 pp 65-68
- Rimediotti M., Sarri D., Vieri M., 2011. Paradigmi di irrorazione in viticoltura on-line [http://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia politica/2011/07/21/paradigmi-di-irrorazione-in-viticultura/13752](http://agronotizie.imagelinenetwork.com/agricoltura-economia-politica/2011/07/21/paradigmi-di-irrorazione-in-viticultura/13752) 24/11/2013