

## **PRIME VERIFICHE FUNZIONALI DI UNA MACCHINA IRRORATRICE DOTATA DI SISTEMI DI RECUPERO**

M. TAMAGNONE, C. BOZZER, D. GHIGO, P. BALSARI

DEIAFA meccanica - Università di Torino - Via L. da Vinci, 44, 10095 Grugliasco (TO)  
paolo.marucco@unito.it

### **RIASSUNTO**

Sono state eseguite una serie di verifiche sperimentali su una macchina irroratrice dotata di sistema di recupero anche al fine di acquisire elementi utili per formulare una metodologia di prova per tale tipo di sistema di distribuzione. È stata impiegata l'irroratrice Arcobaleno prodotta dalla ditta Bertoni caratterizzata dalla presenza di un sistema integrato di distribuzione e recupero con polverizzazione per pressione e distribuzione aeroassistita. È stato valutato il recupero in funzione della distanza fra gli schermi, della portata e del grado di polverizzazione sia in fase statica che in fase dinamica (con 3 differenti velocità di avanzamento). Dall'analisi dei risultati ottenuti emerge che incrementando la distanza fra gli schermi si riduce la quantità recuperata e che quest'ultima è anche legata al grado di polverizzazione del liquido. Impiegando gocce piccole è stata rilevata una minor efficienza di recupero rispetto all'uso di gocce più grandi. L'entità del recupero in assenza di vegetazione è di facile determinazione e può consentire di confrontare le prestazioni di macchine diverse o di differenti condizioni operative.

**Parole chiave:** irroratrice a tunnel, recupero, metodologia di prova

### **SUMMARY**

#### **TEST METHODS FOR TUNNEL SPRAYERS EVALUATION**

Experimental tests were carried out on a vineyard sprayer equipped with a spray recovering system, also in order to acquire information useful to set up a specific test methodology for this type of sprayers. A Bertoni Arcobaleno sprayer model was employed, featured by an integrated system for spray distribution and spray recovery, using hydraulic nozzles and air assistance. The spray recovery rate was evaluated in function of the distance between the shields, of the liquid flow rate, of the spray quality working either in static or dynamic conditions (in this latter case, three different forward speed were adopted). Results pointed out that increasing the distance between the shields, the amount of spray recovered decreased and this value was also related to the spray quality. Using finer droplets the recovery efficiency was lower than using coarser droplets. To determine the spray recovery rate without the vegetation is easy and may allow to compare the performances of different sprayer models or in different working conditions.

**Keywords:** tunnel sprayer, recovery, test methods

### **INTRODUZIONE**

Le irroratrici a tunnel con recupero della miscela non trattenuta dal bersaglio sono state sviluppate sperimentalmente in Italia già a partire dagli anni '90 (Baraldi *et al.*, 1993). Tale soluzione consente di ridurre sensibilmente le perdite a terra con conseguente limitazione dell'impatto ambientale della distribuzione e permette un significativo risparmio di prodotto fitosanitario (Balsari e Tamagnone, 1996). Nonostante questi vantaggi la diffusione in Italia delle macchine con recupero è stata molto limitata fino al 2005-06.

Negli ultimi anni anche grazie ad ulteriori studi (Ade *et al.*, 2007) e soprattutto ai maggiori vincoli ambientali si è assistito allo sviluppo su scala industriale delle irroratrici a tunnel.

Diversi costruttori italiani hanno, infatti, messo a punto e iniziato la commercializzazione di tale tipologia di irroratrice. Per garantire un continuo processo evolutivo e che le macchine irroratrici a tunnel consentano un effettivo vantaggio ambientale e soprattutto un risparmio di prodotto è necessario che l'entità del recupero sia verificata attraverso apposite prove funzionali. L'entità del recupero è influenzata da fattori costruttivi, modalità operative e dal tipo di vegetazione sulla quale viene eseguito il trattamento.

È stata effettuata una specifica sperimentazione su una macchina con recupero di produzione italiana impiegando differenti modalità operative al fine di evidenziare quali sono i principali parametri operativi che influenzano l'entità del recupero.

## MATERIALI E METODI

### La macchina utilizzata

Le prove sperimentali sono state eseguite presso il laboratorio Crop Protection Technology del DEIAFA dell'Università di Torino utilizzando l'irroratrice Arcobaleno prodotta dalla ditta Bretoni srl di Castel Bolognese (RA). La macchina è di tipo trainato con due gruppi di distribuzione/recupero collocati frontalmente fra il serbatoio (1500 L) e gli organi di attacco al trattore. È in grado di eseguire il trattamento contemporaneamente su due filari.

Il gruppo di distribuzione è costituito da una struttura scavallante che supporta due schermi sagomati per accogliere il sistema di erogazione del liquido e il sistema di generazione della corrente d'aria che agevola la penetrazione delle gocce all'interno della massa fogliare. Quest'ultimo è costituito da una serie di elettroventilatori alimentati dalla corrente (24 V cc) prodotta da un alternatore azionato dalla presa di potenza del trattore. La macchina è progettata per produrre una corrente d'aria con velocità costante di circa 6 m/sec. L'aspirazione dei ventilatori avviene nel tunnel di distribuzione generando un ricircolo dell'aria all'interno dello stesso.

Gli schermi possono essere regolati come distanza dall'asse centrale della macchina (per adattarli all'interfila) e come luce libera al loro interno (per adattarli allo spessore della parete vegetativa). La regolazione è ottenuta mediante attuatori oleodinamici controllati da un sistema elettronico programmabile (figura 1).

La distribuzione del liquido è ottenuta mediante ugelli a polverizzazione per pressione collocati all'interno del tunnel. Sono presenti 9 ugelli per ogni lato di erogazione.

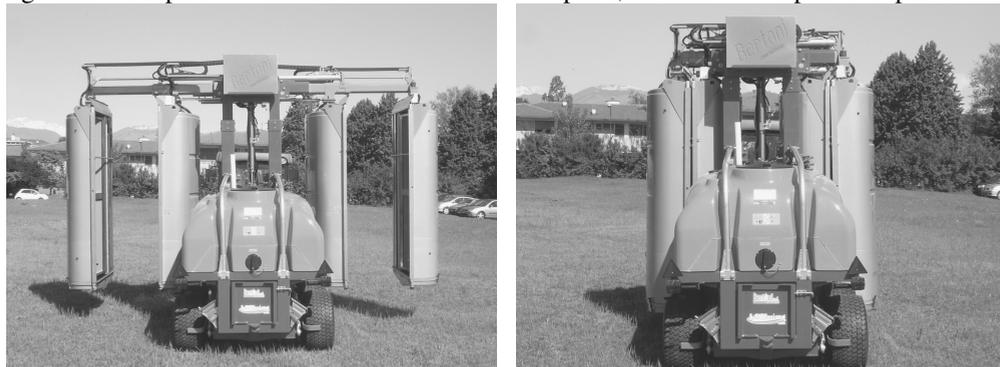
Il liquido intercettato dagli schermi viene recuperato e reinviato al serbatoio principale mediante l'impiego di una pompa a membrana a 4 elementi con portata nominale di 120 L/min collegata in serie alla pompa principale. L'aspirazione di ogni elemento della pompa è collegata ad ognuna delle vaschette di raccolta del liquido presenti al di sotto degli schermi, mentre la tubazione di mandata è collegata al serbatoio principale. Prima dell'ingresso nella pompa il liquido recuperato viene filtrato per eliminare le impurità raccolte durante il suo passaggio all'interno della vegetazione.

### Le prove eseguite

La valutazione dell'entità del recupero è stata eseguita raccogliendo e determinando il liquido intercettato dagli schermi e aspirato dalla pompa ausiliaria. Si è operato su un solo lato utilizzando la seguente procedura:

- attivazione dell'erogazione nella configurazione stabilita;
- attesa per almeno 2 minuti per ottenere un flusso di recupero a regime;
- raccolta del liquido recuperato per almeno 1 minuto;
- determinazione per pesata del liquido raccolto.

Figura 1. Vista posteriore dell'irroratrice: a sinistra aperta, a destra chiusa per il trasporto



Le prove sono state eseguite con diversi livelli di apertura degli schermi: da 500 mm a 1225 mm con intervalli di 125 mm. Sono stati utilizzati ugelli a turbolenza Albuz ATR con diverse combinazioni di dimensione, numero di ugelli in funzione e pressione di esercizio per ottenere 3 diversi livelli di portata al fine di simulare la distribuzione con diversi volumi di distribuzione. Complessivamente sono state esaminate 9 configurazioni differenti (tabella 1).

Ogni determinazione è stata eseguita con la macchina ferma (prove statiche) e, successivamente, con la macchina in movimento (prove dinamiche) con le velocità di avanzamento di 3,6, 6,4 e 7,7 km/h. Tutte le determinazioni sono state effettuate con i ventilatori attivati.

Tutte le prove sono state eseguite in assenza di vento e per ognuna di esse sono state eseguite 3 ripetizioni.

Tabella 1. Parametri operativi utilizzati nel corso delle prove

Portata (L/min)	Volume (L/ha)*	Ugello	N° ugelli	Pressione (MPa)	Dimensione gocce – VMD (µm)**
5,4	200	ATR lilla	10	1,14	66
		ATR marrone	10	0,66	77
10,8	400	ATR lilla	18	1,38	65
		ATR marrone	18	0,80	74
		ATR giallo	14	0,54	87
		ATR rosso	8	0,47	117
16,2	600	ATR marrone	18	1,18	63
		ATR giallo	18	0,73	83
		ATR rosso	10	0,68	110
* calcolato con velocità di avanzamento 6,5 km/h e interfila 2,5 m ** elaborato da dati Albuz			<p>8 ugelli</p>	<p>10 ugelli</p>	<p>18 ugelli</p>

## RISULTATI

### Prove statiche

Il coefficiente di variazione calcolato fra le quantità recuperate per ognuna delle tre ripetizioni eseguite è risultato inferiore al 2% in tutte le configurazioni esaminate.

Analizzando i valori relativi alla quantità recuperata nel corso delle prove statiche sono emerse influenze legate al grado di apertura degli schermi e alla portata erogata. In particolare, operando con la portata di 5,4 L/min e con un'apertura degli schermi di 500 mm, è stato rilevato un recupero pari all'89% con gli ugelli ATR marrone, mentre con gli ugelli più piccoli (ATR lilla) impiegati ad una pressione maggiore la quantità recuperata è risultata inferiore (85%). Incrementando la distanza fra gli schermi si assiste ad una progressiva riduzione del recupero che raggiunge valori del 73% e 67%, rispettivamente per i due tipi di ugello indicati, in corrispondenza dell'apertura massima (1225 mm - figura 2).

Raddoppiando la portata erogata dagli ugelli (10,8 L/min) si evidenzia in misura maggiore l'influenza della dimensione delle gocce sull'entità del recupero, mentre rimane pressoché costante (18%) la riduzione del recupero a seguito dell'incremento della distanza fra gli schermi. Il massimo valore del recupero è stato registrato operando con gli ugelli caratterizzati dal più alto valore del VMD. In questo caso, con gli schermi distanti 500 mm, il recupero è risultato pari al 97% (figura 3).

Incrementando ulteriormente la portata erogata fino a 16,2 L/min si evidenziano degli andamenti diversi da quelli precedentemente descritti in funzione della dimensione delle gocce utilizzate e dell'apertura degli schermi. In particolare, operando con l'ugello ATR marrone è stata registrata una riduzione del recupero fra le posizioni estreme degli schermi pari al 18% (come quelle descritte in precedenza), mentre impiegando gli ugelli caratterizzati da una dimensione delle gocce maggiore si è assistito ad una riduzione del 30% per l'ATR giallo e del 40% per l'ATR rosso (figura 4).

Figura 2. Quantità recuperata in funzione dell'apertura degli schermi e della dimensione dell'ugello - Portata 5,4 L/min

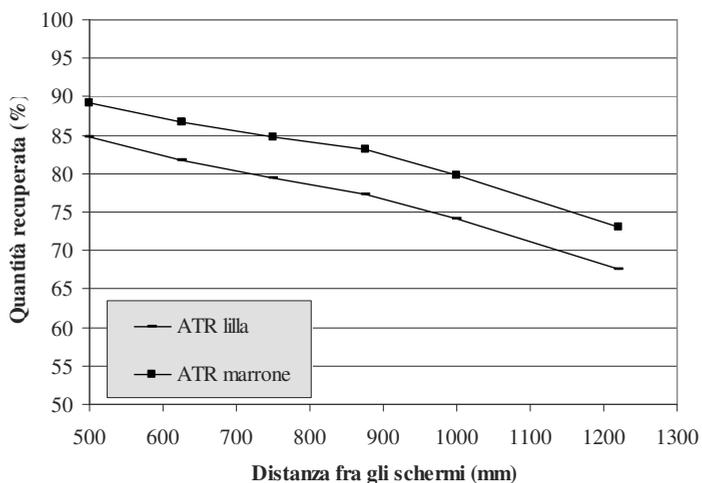


Figura 3. Quantità recuperata in funzione dell'apertura degli schermi e della dimensione dell'ugello - Portata 10,8 L/min

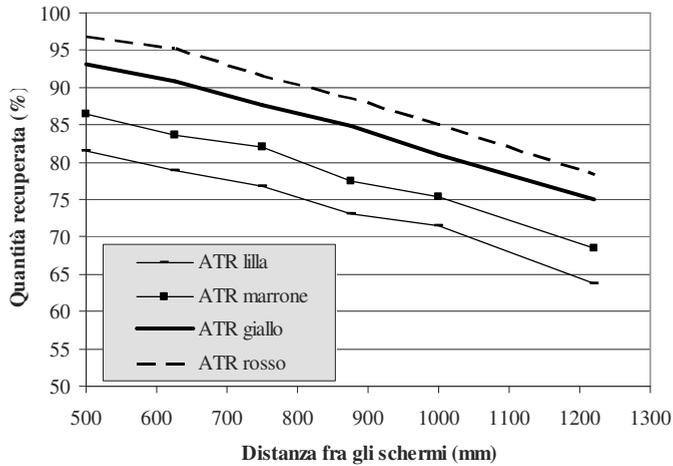
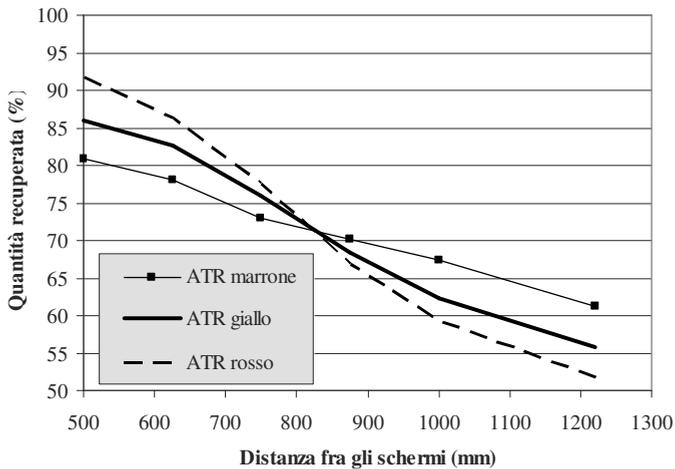
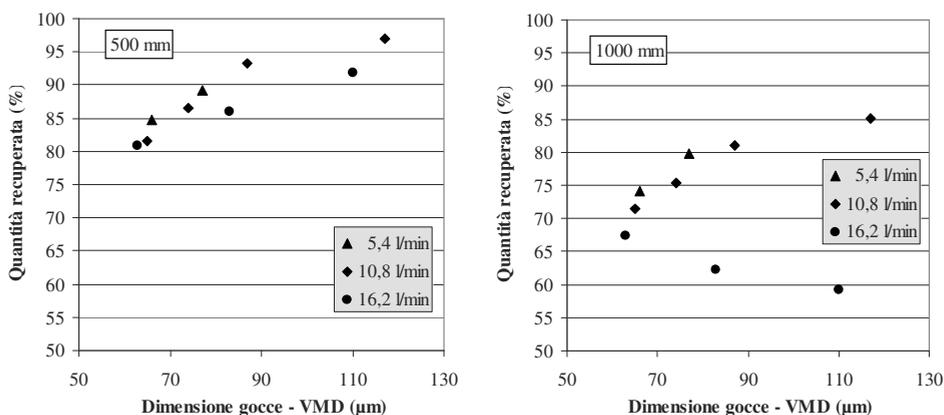


Figura 4. Quantità recuperata in funzione dell'apertura degli schermi e della dimensione dell'ugello - Portata 16,2 L/min



Esaminando i valori della quantità recuperata in funzione della dimensione delle gocce si confermano gli andamenti già descritti. In corrispondenza dell'apertura degli schermi pari a 500 mm si registra un incremento del recupero a seguito dell'incremento della dimensione delle gocce, indipendentemente dalla portata erogata. Aumentando la distanza fra gli schermi si evidenzia l'influenza della portata erogata (figura 5). Tale fenomeno può essere generato dall'aggregazione delle gocce durante il loro percorso fra l'ugello e lo schermo. Con portate elevate e in presenza di una polverizzazione con VMD elevato l'aggregazione può portare alla formazione di gocce con massa eccessiva che non sono più in grado di essere sostenute dalla corrente d'aria e, pertanto, si ha un notevole incremento delle perdite a terra.

Figura 5. Quantità recuperata in funzione della dimensione delle gocce e della portata erogata rilevata con diversa apertura degli schermi



### Prove dinamiche

Nelle prove dinamiche sono stati registrati CV fra le ripetizioni fino al 3%.

Sono stati registrati gli stessi andamenti descritti per le prove statiche ma con un recupero inferiore. In particolare, operando con la velocità di avanzamento di 3,6 km/h le quantità recuperate sono risultate inferiori del 2,1% rispetto a quelle registrate con la macchina ferma. Aumentando la velocità sono stati rilevati recuperi inferiori del 2,8% e 3,9%, rispettivamente per le velocità di 6,4 e 7,7 km/h.

Le ridotte variazioni della quantità recuperata con la macchina in movimento rispetto a quelle ottenute in fase statica sono riconducibili al particolare sistema di ricircolo della corrente d'aria presente sulla macchina utilizzata nelle prove. Utilizzando irroratrici aeroassistite con generazione dell'aria all'esterno del tunnel di distribuzione si potrebbe evidenziare una maggiore influenza della velocità di avanzamento sull'entità del recupero.

### CONCLUSIONI

I valori di recupero ottenuti sono utili per evidenziare l'influenza delle condizioni operative di una macchina o per confrontare le prestazioni di macchine diverse. Essi, tuttavia, non possono fornire informazioni sul reale risparmio di prodotto durante il trattamento in quanto non tengono conto dell'interazione con la vegetazione.

Si è scelto di operare senza la vegetazione perché essa è difficilmente standardizzabile e ripetibile. Eseguendo le determinazioni in assenza di vegetazione possono essere ottenuti risultati comparabili fra diversi centri prova ed è possibile lavorare in tutti i periodi dell'anno.

### Ringraziamenti

Si ringrazia la ditta Bertoni srl di Castel Bolognese (RA) per aver messo a disposizione per le prove l'irroratrice Arcobaleno.

### LAVORI CITATI

- Ade G., Molari G., Rondelli V., 2007. Recycling Tunnel Sprayer for Pesticide Dose Adjustment to the Crop Environment. *Transactions of the ASABE*, 48 (6), 2105-2112.
- Balsari P., Tamagnone M., 1996. Prime valutazioni di una irroratrice a tunnel impiegata in viticoltura. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1, 439-446.
- Baraldi G., Bovolenta S., Pezzi F., Rondelli V., 1993. Air-assisted tunnel sprayers for orchard and vineyards: first results. *Second international symposium on pesticide application techniques - Strasbourg*, 1, 256-272.