

## PRIME VALUTAZIONI DI UNA IRRORATRICE A TUNNEL IMPIEGATA IN VITICOLTURA

P. BALSARI, M. TAMAGNONE  
Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale  
Via Michelangelo, 32 - 10126 TORINO

### Riassunto

Vengono riferiti i risultati di 2 anni di prove (1993-94) condotte impiegando su vigneti di Cortese e Dolcetto, allevati a Guyot, una macchina irroratrice a tunnel con recupero del prodotto e una tradizionale irroratrice dotata di un sistema di polverizzazione idraulica e trasporto delle gocce per pressione. I risultati ottenuti hanno evidenziato una serie di vantaggi di tipo ambientale ed economico derivanti dall'impiego della macchina a tunnel. In particolare è risultato possibile ridurre, rispetto alle tesi che prevedevano l'impiego della irroratrice tradizionale, di circa il 30% il quantitativo di principio attivo distribuito per unità di superficie e contenere del 15-25% l'entità della dispersione a terra della miscela distribuita, tutto ciò senza modificare l'efficacia del trattamento.

**Parole chiave:** irroratrice a tunnel, recupero prodotto, vite

### Summary

First evaluations of a tunnel sprayer in vineyards

The results of 2 years of test (1993-94) carried out on Guyot shaped vineyards (cv Cortese and Dolcetto) are reported. During the test a tunnel sprayer with pesticide recycling and a traditional sprayer both with hydraulic nozzles were used. The results pointed out some environmental and economic advantages due to use of the tunnel sprayer. The tunnel sprayer allowed to reduce, if related to use of the traditional sprayer, the amount of active matter applied of about 30% and to contain the amount of pesticide ground losses (15-25%), without any reduction of the effectiveness of the treatment.

**Keyword:** tunnel sprayer, pesticide recycling, vineyard

### 1 - Premesse

Già da alcuni anni i costruttori di macchine agricole e gli Istituti di ricerca hanno unito i loro sforzi per individuare soluzioni tecniche in grado di contenere gli effetti negativi sull'ambiente legati alla fase di distribuzione dei fitofarmaci. Tale collaborazione ha già portato alla realizzazione di alcune interessanti macchine e attrezzature; fra queste, e per quanto riguarda in particolare il settore dei trattamenti alle colture arboree, vanno annoverate le macchine dotate di strutture (tunnel) per racchiudere la vegetazione durante la fase di distribuzione del prodotto. Questa soluzione consente, infatti, di ridurre sensibilmente le perdite di prodotto a terra e il conseguente inquinamento ambientale (Orts e Warot - 1993, Dietzel - 1994). Grazie a tale vantaggio e a quello di ridurre i costi del trattamento le macchine irroratrici dotate di tunnel hanno avuto una discreta diffusione soprattutto nel Nord Europa (Bäker - 1994) dove vi è una maggiore sensibilità verso i problemi ambientali. Nel nostro paese sono state, fino ad oggi, eseguite solo delle prove utilizzando un prototipo messo a punto dalla Siapa con la collaborazione dell'Istituto di Meccanica Agraria dell'Università di Bologna (Baraldi *et al.* - 1993).

Con l'obiettivo di verificare la validità di tale tecnica di irrorazione, quando applicata alla nostra realtà agricola, è stata effettuata una serie di prove utilizzando una macchina irroratrice a tunnel prodotta in Germania e realizzata per effettuare i trattamenti alla vite.

## 2 - Le prove svolte

La sperimentazione è stata effettuata negli anni 1993-94 su alcuni vigneti del "Centro Sperimentale Vitivinicolo «Tenuta Cannonà»" sito nel comune di Carpeneto (AL). In particolare le prove sono state svolte su un vigneto di Dolcetto (altezza 2,0 m) e, limitatamente al 1994, anche su uno di Cortese (altezza 2,2 m); entrambi allevati a Guyot, con un'interfila di 2,8 m.

Nel corso delle prove si è proceduto a confrontare una macchina dotata di sistema di irrorazione a tunnel (Joco mod. TSG N1/600) con una macchina irroratrice tradizionale con polverizzazione idraulica del liquido e trasporto dello stesso mediante energia cinetica. In particolare, la macchina Joco è semiportata con serbatoio in polietilene da 600 l ed è dotata di doppia barra verticale in acciaio incorporata nelle pareti del tunnel; su ogni barra sono montati 5 ugelli a turbolenza dotati di antigoccia a membrana. Il tunnel è costituito da due pareti in polietilene rigido resistente agli urti (altezza 1,80 m, larghezza 0,80 m) che sono collegate, nella parte superiore, da una copertura flessibile che impedisce la dispersione verticale delle particelle irrorate. Ogni parete verticale termina, nel lato inferiore, con una coppa in acciaio inox circondata da una guaina flessibile in materiale plastico; questa struttura ha la funzione di limitare le perdite sul terreno e di raccogliere il prodotto intercettato dalla parete verticale. Il liquido recuperato in ogni coppa viene inviato, mediante una pompa azionata da un motore elettrico, in un filtro e successivamente reimmesso nel serbatoio. Un sistema oleodinamico permette di variare la distanza fra le due pareti del tunnel (da 0,84 m a 1,22 m).

L'altra macchina irroratrice utilizzata nelle prove (di tipo convenzionale) è trainata, con serbatoio in vetroresina da 400 l, munita di 2 barre verticali ognuna dotata di 4 ugelli a fessura. Il confronto fra le due macchine e fra le relative diverse modalità di impiego è stato effettuato attraverso la determinazione di: perdite di prodotto a terra, quantità di principio attivo pervenuta sul bersaglio, copertura del bersaglio, capacità di lavoro, controllo delle fitopatie e, solo per la macchina Joco, quantità di prodotto recuperata dal tunnel.

Nel corso delle prove mirate a valutare l'efficacia dei trattamenti fitoiatrici eseguiti, la macchina Joco è stata impiegata con un volume di distribuzione di 250 l/ha ed è stata anche valutata la possibilità di ridurre del 25% la dose di fitofarmaco distribuito.

Per la determinazione degli altri parametri oggetto delle prove la macchina Joco è stata impiegata anche con volumi di distribuzione di 500, 750 e 1000 l/ha, ottenuti utilizzando differenti tipi di ugelli a turbolenza e differenti pressioni di esercizio. Durante la fase di maggior sviluppo vegetativo della vite è stata, inoltre, valutata l'influenza della velocità di avanzamento sull'entità del recupero e delle perdite a terra distribuendo i volumi sopra ricordati con velocità di avanzamento pari a 0,6, 0,9 e 1,4 m/s. La macchina irroratrice tradizionale è stata, invece, utilizzata sempre a dose piena, con un volume di distribuzione di 400 l/ha ed effettuando il passaggio in tutti i filari (Tab. 1).

### 3 - Metodologia seguita

#### 3.1 - Perdite di prodotto a terra

Sono state determinate utilizzando il sistema colorimetrico messo a punto dall'Istituto di Meccanica Agraria di Torino (Balsari e Tamagnone, 1994), raccogliendo il liquido non intercettato dal bersaglio mediante vaschette disposte sul terreno al centro dell'interfila e in prossimità delle piante.

Le determinazioni sono state effettuate in corrispondenza di 3 diversi stadi di sviluppo della vite effettuando 3 ripetizioni. Nel 1993 si è operato su Dolcetto e nel 1994 su Cortese.

		Tunnel	Convenzionale
Tipo		semiportata	trainata
Capacità serbatoio	(l)	600	400
Numero ugelli		5 + 5	4 + 4
Pressione di esercizio	(MPa)	0,50	0,60
Volume distribuito	(l/ha)	200	400
Velocità di avanzamento	(m/s)	1,40	0,95

Tab. 1 - Caratteristiche delle macchine utilizzate nelle prove

#### 3.2 - Livello di copertura del bersaglio

E' stato valutato, negli stessi periodi in cui sono state determinate le perdite a terra, determinando la copertura di una serie di cartine idrosensibili posizionate a diverse quote (0,60, 1,00, 1,40, 1,80 m) su dei paletti posti all'interno della vegetazione. Per ogni punto di rilievo sono state eseguite 3 ripetizioni.

Per poter confrontare fra loro i livelli di copertura ottenuti con diversi volumi di distribuzione sono stati calcolati dei valori indice riferiti al volume di distribuzione di 400 l/ha. Il valore indice è stato calcolato utilizzando la seguente formula: [copertura x 400 / volume tesi].

#### 3.3 - Efficacia dei trattamenti

Il campo sperimentale è stato suddiviso in parcelle larghe 6 filari e lunghe 75 m sul Dolcetto, mentre su Cortese la dimensione è risultata maggiore (8 filari lunghi 110 m). All'interno del campo sperimentale è stata lasciata una parcella testimone che non ha subito alcun trattamento. Sono stati eseguiti tutti i trattamenti necessari per ottenere una buona difesa della vite dagli attacchi patogeni. La quantità di fitofarmaci distribuita per unità di superficie è stata costante indipendentemente dal volume distribuito, con l'esclusione della tesi della macchina Joco che prevedeva una riduzione della dose del 25%. I controlli sono stati eseguiti durante le diverse fasi vegetative (sulle foglie e sui grappoli presenti sui filari centrali di ogni parcella) per valutare l'entità degli attacchi di *Plasmopara viticola* e *Oidium tuckeri*.

#### 3.4 - Quantità di prodotto recuperata dal tunnel

Per eseguire questa determinazione il flusso delle due pompe di ricircolo è stato deviato ad un serbatoio ausiliario. La quantità recuperata è stata, successivamente, rapportata alla quantità totale erogata dagli ugelli. Nel 1993 le prove sono state effettuate in

assenza di vegetazione e con una apertura del tunnel (intesa come distanza fra le 2 barre portaugelli) pari a 0,84 e 1,22 m. Nel 1994 si è operato in corrispondenza di diversi livelli di sviluppo vegetativo della vite e con apertura del tunnel pari a quella minima permessa dalla vegetazione oggetto del trattamento (1,10 m fra le barre portaugelli).

### **3.5 - Quantità di principio attivo pervenuta sulla pianta di vite**

Sulla base dei valori rilevati (intensità fogliare, perdita a terra e quantità recuperata) è stata calcolata la quantità teorica di principio attivo pervenuta sulle foglie ad ogni trattamento. In particolare, nell'eseguire tale calcolo

[concentrazione x (volume - perdita a terra - recupero) / superficie fogliare]  
si è ipotizzato di distribuire una quantità di principio attivo pari a 6 kg/ha.

### **3.6 - Capacità di lavoro delle macchine**

La capacità di lavoro di ogni macchina è stata determinata rilevando i tempi di lavoro delle singole operazioni (riempimento serbatoio, preparazione miscela, tempo di trasferimento, di svolta e operativo). Il confronto fra le due macchine oggetto della sperimentazione è stato effettuato considerando una velocità di avanzamento (1,1 m/s) ed una capacità del serbatoio (400 l) uguale per entrambe le macchine. Inoltre, sulla base dei risultati della sperimentazione è stata considerata una quantità di liquido mediamente recuperata dalla macchina Joco pari al 30%.

## **4 - Risultati ottenuti**

### **4.1 - Perdite di prodotto a terra**

L'entità delle perdite a terra di miscela distribuita è risultata correlata sia all'intensità fogliare presente al momento del trattamento sia al volume distribuito. Il valore complessivo delle perdite, calcolato in base al numero di trattamenti effettuati in ogni periodo, è risultato pari al 41% del volume distribuito per la tesi con macchina convenzionale e del 14% per la macchina Joco a 250 l/ha. In particolare, operando con quest'ultima macchina e con volumi di distribuzione compresi fra 250 e 1000 l/ha, sono state ottenute perdite a terra comprese fra il 7% e il 15% quando l'intensità vegetativa della pianta di vite era contenuta, mentre con l'aumentare della massa fogliare esse si sono ulteriormente ridotte fino a raggiungere valori del 6÷10% (Fig. 1). L'influenza della velocità di avanzamento della macchina durante la distribuzione sull'entità delle perdite di prodotto a terra è risultata molto ridotta ( $\pm 1\%$ ). Inoltre, diversamente da quanto rilevato con l'impiego della macchina irroratrice tradizionale, l'utilizzo del sistema di recupero del prodotto si è tradotto in perdite a terra molto contenute nell'interfila (4%) e decisamente più elevate in prossimità delle piante (38% - Fig. 2).

### **4.2- Livello di copertura del bersaglio**

L'entità della copertura del bersaglio è risultata variabile in funzione del volume distribuito e dell'intensità fogliare. Come evidenziato in Fig. 3, in corrispondenza di un aumento dell'intensità fogliare è stata riscontrata una riduzione della copertura del bersaglio; tale riduzione è risultata più elevata (50÷80%) operando con volumi di distribuzione inferiori a 500 l/ha, mentre con volumi maggiori è stata contenuta nel 25÷35%.

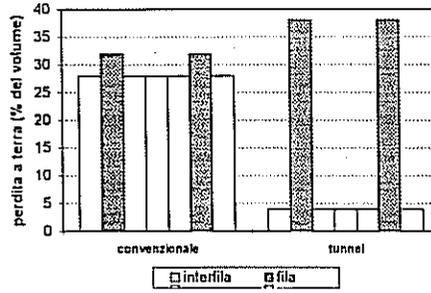
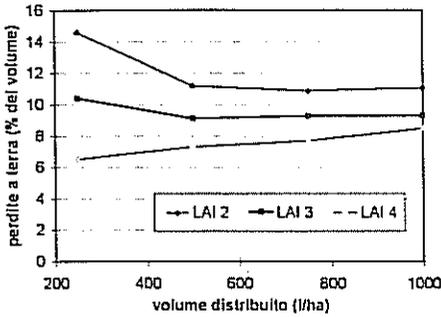


Fig. 1 - Perdite a terra in funzione del volume

Fig. 2 - Localizzazione delle perdite a terra

Dai valori indice riportati in Fig. 4 risulta che, in corrispondenza di un ridotto sviluppo della vegetazione (LAI = 2), il più elevato quantitativo di prodotto fitoiatrico sul bersaglio (valore indice = 2) è stato ottenuto utilizzando la macchina Joco con i bassi volumi di distribuzione (250 l/ha). Con l'incremento della vegetazione (LAI = 3 e 4) tali differenze sono risultate più contenute (l'indice di confronto ha raggiunto valori compresi fra 0,5 e 0,8).

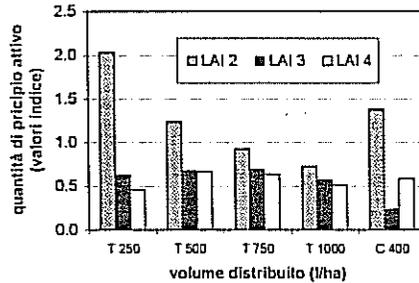
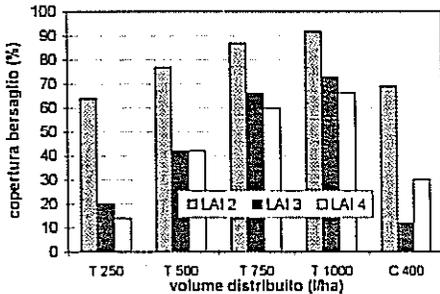


Fig. 3 - Copertura del bersaglio rilevata nelle diverse fasi di sviluppo vegetativo della vite

Fig. 4 - Quantità teorica di principio attivo pervenuta sulle foglie in funzione della copertura delle cartine idrosensibili

### 4.3 - Efficacia dei trattamenti

Nel corso del 1993 i ridotti attacchi parassitari rilevati nella zona del campo sperimentale non hanno consentito di discriminare la funzionalità delle diverse macchine confrontate. Nel 1994 gli attacchi patogeni sono stati più rilevanti. In particolare, analizzando i dati relativi agli attacchi di maggiore entità (presenza di *Oidium tuckeri* sui grappoli di Dolcetto) emerge un buon funzionamento della macchina Joco utilizzata con la dose piena di principio attivo, con un contenimento degli attacchi di oidio pari al 70% mentre la macchina irroratrice convenzionale ha contenuto gli attacchi per il 62%. La macchina Joco impiegata al 75% della dose ha consentito un contenimento del parassita rispetto al testimone pari solo al 40% (Tab. 2). Per quanto riguarda le altre patologie i risultati ottenuti sono in alcuni casi contrastanti, soprattutto per quanto riguarda i rilievi eseguiti sulle foglie.

Va, tuttavia, ricordato che questi ultimi sono stati determinati in corrispondenza di un ridotto attacco sul testimone. In questi ultimi casi, pertanto, possono avere avuto un peso maggiore sul controllo dei parassiti le particolari condizioni vegetative e microclimatiche di ogni singola parcella piuttosto che le diverse modalità con le quali il prodotto è stato distribuito. Sul Cortese sono stati rilevati attacchi complessivamente di entità inferiore rispetto al Dolcetto. In particolare, su questo vitigno non sono state evidenziate differenze statisticamente significative fra le 2 dosi di principio attivo distribuite con la macchina Joco.

Vitigno	Tesi	<i>Oidium tuckeri</i>		<i>Plasmopara viticola</i>	
		foglie	grappoli	foglie	grappoli
DOLCETTO	convenzionale	5,3 abc	38,5 c	3,7 bc	5,2 b
	tunnel 100%	5,7 ab	30,1 d	4,8 b	1,3 c
	tunnel 75%	7,2 a	58,7 b	1,9 c	4,3 bc
	testimone	5,0 abc	100,0 a	13,5 a	18,4 a
CORTESE	tunnel 100%	9,0 ab	8,3 b	0,2 c	0,9 b
	tunnel 75%	5,8 b	8,7 b	0,8 b	0,6 b
	testimone	10,4 a	35,0 a	9,6 a	37,0 a

Tab. 2 - Risultati dei rilievi patologici (% di superficie colpita) e della loro elaborazione statistica eseguita mediante il test di Duncan ( $p \leq 0,05$ )

#### 4.4 - Quantità di prodotto recuperata dal tunnel

In assenza di vegetazione la quantità di liquido recuperata dalla macchina Joco è risultata influenzata dall'apertura del tunnel ed, in misura minore, dal volume distribuito. Con il tunnel aperto al massimo (1,22 m di distanza fra gli ugelli) la quantità recuperata è stata pari al 40÷45% di quella distribuita, mentre operando con la minima apertura (0,84 m) è risultato possibile recuperare fra il 60% e l'80% del liquido distribuito.

Diversamente, l'entità del recupero determinata utilizzando la macchina direttamente sul vigneto, è stata influenzata sia dal volume di distribuzione sia dalla quantità di vegetazione presente al momento del rilievo. Aumentando il volume di distribuzione è stato, infatti, possibile incrementare la quantità di liquido recuperata in misura pari mediamente al 2,5% ogni 250 l/ha. Parallelamente, quando si è operato in presenza di vegetazione è stato possibile recuperare un quantitativo di liquido inferiore del 10÷15% rispetto a quando si è operato in assenza di foglie. In particolare, indipendentemente dal volume distribuito, passando da un'intensità fogliare della vite corrispondente a un LAI = 2 a quella di un LAI = 4 è stata rilevata una riduzione della quantità di liquido recuperata pari al 15% del volume distribuito (Fig. 5). Diversamente, la velocità di avanzamento dell'irroratrice è risultata un parametro in grado di influenzare in misura ridotta (3%) la quantità di prodotto recuperato.

#### 4.5 - Quantità di principio attivo pervenuta sulla pianta di vite

La quantità teorica di principio attivo pervenuta sulle foglie ad ogni trattamento è risultata notevolmente influenzata dal livello di intensità fogliare raggiunto dalla vite e in scarsa misura dal volume di distribuzione e dal tipo di macchina impiegata. In particolare, con LAI = 2 sono state ottenute, in tutte le tesi messe a confronto, quantità di principio attivo comprese fra 140 e 160 mg/cm<sup>2</sup> di superficie fogliare, mentre in presenza di intensità

fogliari maggiori sono stati registrati valori compresi fra 40 e 60 mg/cm<sup>2</sup> di superficie fogliare (Fig. 6). Nelle tesi in cui si è operato con una riduzione della dose di principio attivo è stata ottenuta una riduzione della quantità presente sulle foglie proporzionale alla riduzione della dose.

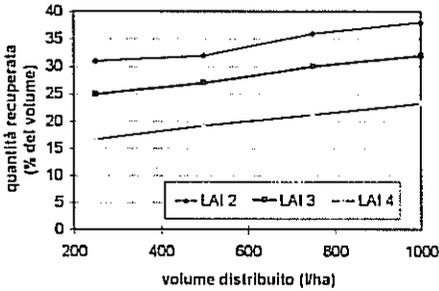


Fig. 5 - Entità del recupero in funzione dell'intensità fogliare e del volume distribuito

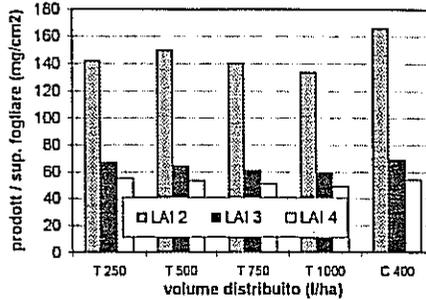


Fig. 6 - Quantità teorica di principio attivo pervenuta sulle foglie in funzione delle perdite e del recupero

#### 4.6 - Capacità di lavoro delle macchine

La capacità operativa è risultata pari a 0,87 ha/h per la macchina tradizionale e pari a 1,03 ha/h per la Joco a 250 l/ha (Tab. 3). Fra i parametri operativi considerati quello che è risultato in grado di influenzare in misura maggiore la capacità operativa delle macchine è stato il tempo impiegato per il trasferimento delle macchine dal vigneto al luogo di riempimento del serbatoio. Infatti il rapporto fra tempi morti e tempo operativo è risultato pari a 0,1 per la macchina Joco e a 0,3 per la macchina irroratrice convenzionale.

		Tunnel	Convenzionale
Volume distribuito	(l/ha)	140	400
Tempo operativo	(min/ha)	53,6	53,6
Tempo di riempimento	(min/ha)	2,0	5,7
Tempo di trasferimento	(min/ha)	3,5	10,0
Tempi morti totali	(min/ha)	5,5	15,7
Tempo effettivo	(min/ha)	59,1	69,3
T. morti / T. operativo		10,3%	29,3%
Capacità operativa	(ha/h)	1,02	0,87

Tab. 3 - Tempi di lavoro calcolati considerando un vigneto con interfila di 2,80 m, lunghezza delle file di 150 m, distanza di trasferimento pari a 500 m percorsa ad una velocità di 1,67 m/s.

#### 5 - Considerazioni economiche

Al fine di fornire delle prime indicazioni sui costi che il viticoltore dovrebbe sostenere per l'esecuzione dei trattamenti alla vite nell'ipotesi di impiegare le 2 macchine oggetto della sperimentazione è stata condotta una specifica analisi economica. In particolare, si è

considerato un costo del trattamento, comprensivo di trattore + operatore, pari a 50.000 L/h, un costo dei fitofarmaci di 500.000 L/ha anno e di effettuare alla vite 6 trattamenti all'anno. In tale ipotesi il minore impiego di fitofarmaco (-30%) che, come emerso dalle prove condotte, la macchina Joco consente rispetto alla macchina tradizionale, si traduce in un risparmio di 150.000 L/ha anno. Nell'ipotesi di utilizzare la macchina Joco in un'azienda con 20 ha investiti a vite e di voler reintegrare la spesa aggiuntiva sostenuta per il suo l'acquisto nell'arco di soli 5 anni, la differenza di costo fra le 2 macchine (tunnel e convenzionale) non dovrebbe risultare superiore a 15.000.000 L.

#### 6 - Considerazioni conclusive

La macchina Joco utilizzata nel corso delle prove ha presentato degli evidenti vantaggi in termini di riduzione dell'impatto ambientale dei trattamenti fitoiatrici alla vite in quanto ha consentito di ridurre, rispetto alle tesi che prevedevano l'impiego della tradizionale irroratrice a pressione idraulica, di circa il 30% il quantitativo di principio attivo distribuito per unità di superficie e di contenere del 15÷25% l'entità della dispersione a terra della miscela distribuita, tutto ciò senza modificare l'efficacia del trattamento. Inoltre, il sistema di recupero sperimentato ha consentito di eseguire i trattamenti anche in presenza di vento soprattutto se di direzione trasversale rispetto alla disposizione dei filari.

Va, tuttavia, ricordato che la macchina semiportata utilizzata nelle prove presenta una serie di difficoltà operative (difficoltà di svolta, impossibilità di operare in vigneti a girapoggio) che non la rendono particolarmente idonea per effettuare i trattamenti fitosanitari ai vigneti italiani, i quali, per la grande maggioranza, sono ubicati in zone collinari. Più idoneo sarebbe l'impiego di una macchina portata con il tunnel montato direttamente su un lato del trattore. Ciò consentirebbe di ottenere 2 vantaggi: riduzione dei tempi di svolta e miglior controllo da parte dell'operatore della posizione del tunnel rispetto al filare, con la conseguente possibilità di operare con lo stesso più "chiuso" e di incrementare la quantità di liquido recuperata. L'impiego di una macchina, sempre di tipo portata, ma dotata di 2 tunnel anziché uno si tradurrebbe, inoltre, in un notevole incremento (+76%) della sua capacità operativa. Tuttavia, quest'ultima ipotesi costruttiva potrebbe essere utilizzata solo per effettuare i trattamenti fitosanitari dei vigneti caratterizzati da filari paralleli ed equidistanti quali i nuovi impianti a rittochino.

Si ringraziano le ditte JOHN Technik in Metall GmbH & Co e KUHN Italia Srl per aver messo a disposizione la macchina Joco

#### Lavori citati

- BÄCKER G. (1994) - Anwendungsmöglichkeiten der Recyclingtechnik in Verbindung mit einem Trägerluftstrom. In: Umweltgerechte Weinbautechnik, Quaderni KTBL n° 353, 259+270
- BALSARI P., TAMAGNONE M. (1994) - Determinazione delle perdite a terra dei prodotti antiparassitari per mezzo di analisi colorimetrica - Atti Giornate Fitopatologiche, 1, 131+138
- 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
- DIETZEL E. (1994) - Umweltorientierte Applikation von Pflanzenschutzmitteln (Recyclingtechnik). In: Umweltgerechte Weinbautechnik, Quaderni KTBL n° 353, 249+258
- ORTS R., WAROT C. (1993) - Pulvetunnel: buse relative ou flux tangentiel, doit-on faire la différence? - Second International Symposium on Pesticide Application Techniques, Strasbourg, 1, 381+388