

STUDIO DI COLORANTI UTILIZZABILI COME TRACCIANTI PER LE RICERCHE SUI TRATTAMENTI ANTIPARASSITARI

R. GUBIANI, G. PERGHER, N. ZUCCHIATTI.

Dipartimento di Produzione Vegetale e Tecnologie Agrarie - Università degli Studi di Udine
via delle Scienze, 208 - 33100 Udine

Riassunto

Dopo aver preso in considerazione 10 coloranti non fluorescenti per utilizzarli come traccianti per l'analisi dei depositi nei trattamenti antiparassitari, per la Tartrazina e l'Amaranto, risultati migliori, è stata messa a punto una metodologia per l'utilizzo nelle prove di campo. Sono state definite quindi le modalità di estrazione del colorante dai supporti quali foglie e carta assorbente mediante l'utilizzo di acqua distillata. Si sono ricavati: il tempo di bagno; la quantità di acqua da utilizzare; il grado di estrazione. Inoltre sono state effettuate prove per osservare la degradabilità del colorante alla luce. I risultati hanno evidenziato una estrazione del 100% su carta e del 95% su foglie con una degradabilità alla luce trascurabile se la metodologia adottata nelle prove di campo consente di recuperare i campioni entro 30 minuti.

Parole chiave: trattamenti antiparassitari, deposito fogliare, coloranti, Tartrazina, traccianti

Summary

EVALUATION OF SEVERAL TRACER DYES USED IN SPRAY APPLICATION RESEARCH

Ten tracer dyes were studied for spray application research use. Tartrazine and Amaranth resulted the best of dyes in the preliminary tests and were further studied with the objective of devising and optimising a methodology for field spray application. Analysis determined extraction rates of dyes from paper (100%) and from vine leaf (95%). A further study on the effect of solar radiation on dye degradation showed low degradation for Tartrazine for both target types. Colorimetric analysis of leaf and paper samples appeared to be the most desirable method for deposition or loss assessment in spray application.

Key words: dyes, spray deposition, tartrazine, amaranth, tracers

INTRODUZIONE

L'efficacia dei trattamenti antiparassitari nel frutteto e nel vigneto è determinata dall'uniformità di distribuzione sulle foglie e dalla dose minima efficace che ogni foglia deve ricevere. Per ricavare queste informazioni è necessario l'impiego di una adatta metodologia, che sia nel contempo precisa, semplice e poco costosa.

La metodologia più utilizzata in Italia, per questi studi, è quella che si basa sull'impiego di pellicole o carte fotosensibili (Baraldi *et al.*, 1984; Balsari *et al.*, 1993), che permettono di visualizzare la distribuzione delle gocce, e quindi di valutare la copertura della vegetazione. Presentano però numerosi inconvenienti quali: complesse e costose attrezzature per l'analisi delle immagini; valori non sempre attendibili a causa dell'evaporazione delle gocce; impossibilità di ottenere una misura quantitativa del deposito e delle perdite; inapplicabilità nel caso di trattamenti a volume superiore ai 400-600 l/ha (Balsari *et al.*, 1993).

Un approccio alternativo alle cartine consiste nella determinazione diretta dei residui del fitofarmaco, mediante analisi gascromatografica. E' un metodo preciso ma lento, laborioso e costoso.

Un terzo gruppo di metodi si basa sull'utilizzo di traccianti i quali possono essere misurati con tecniche rapide e semplici, che si basano: sulla spettroscopia ad assorbimento atomico (Bjurgstad, 1993); sulla misura della fluorescenza emessa da coloranti, come Brillantsulfoflavina (Pergher e Gubiani, 1995), BASO Red (Salyani e Cromwell, 1992) e altri; su analisi colorimetriche di coloranti come l'E102 e l'E131 (Balsari *et al.*, 1993), Acilian Crosein M007 (Ozmerzi e Cilindir, 1992), Idrossido di rame (Salyani e Whitney, 1990); sulla misurazione dell'assorbanza di coloranti come Lissamina e Orange G (Cross, 1991); sulla conduttività elettrica di sali in soluzione come il nitrato di calcio (Hall e Cooper, 1991).

Alcuni di questi sistemi presentano l'inconveniente che la misura può essere influenzata e alterata dalla presenza sulla vegetazione di queste sostanze come composto (Cu), come conseguenza dei trattamenti precedenti (Cu) o di sostanze a comportamento simile (ioni). Per superare questo ostacolo si sono utilizzate

sostanze rare (Ru), o si sono aumentate le dosi di tracciante in modo da ridurre l'incidenza del disturbo. In tal caso, le dosi da utilizzare risultano dell'ordine di 5-10 kg/ha, modificando così la miscela antiparassitaria per cui i sistemi basati sulla spettrofotometria ad assorbimento atomico e sulla conduttimetria risultano discutibili.

Per quanto riguarda i metodi fluorimetrici, essi hanno l'inconveniente che le sostanze fluorescenti tendono a perdere tale proprietà con l'esposizione alla luce e quindi tendono a falsare il rilievo del deposito (Salyani, 1993) a meno di non effettuare trattamenti notturni (Pergher e Gubiani, 1995).

I metodi colorimetrici hanno caratteristiche simili ai fluorimetrici, ma con minor problemi di degradabilità alla luce anche se le concentrazioni minime misurabili sono, però, più alte rispetto ai fluorescenti. Sono stati usati per la misura delle perdite, su captatori artificiali (Salyani e Whitney, 1990) mentre assai rare sono invece le notizie in letteratura su un loro possibile impiego per la misurazione del deposito sulle foglie.

Pertanto si è deciso di studiare l'impiego di coloranti allo scopo di mettere a punto una metodologia che abbia i seguenti requisiti: a) permetta di misurare il deposito di prodotto antiparassitario su diversi supporti, quali: captatori a terra (misura delle perdite a terra); foglie o frutti (deposito sulla vegetazione); captatori aerei (misura della deriva); b) fornire dati quantitativi; c) essere precisa in modo da fornire dati ripetibili e quindi confrontabili; d) essere di esecuzione semplice e veloce; e) essere possibilmente poco costosa; f) non interferire con l'esecuzione normale del trattamento antiparassitario.

Sceita e valutazione dei coloranti

Sono stati scelti 10 coloranti non fluorescenti basandosi sulla rispondenza ad alcuni parametri, quali (tab. 1): non pericolosità o scarsa pericolosità dei composti (coloranti alimentari); estraibili con acqua e di costo non elevato; curva di assorbimento con un picco ben pronunciato non interagente con quello dell'acqua.

Tab. 1 - Caratteristiche dei coloranti provati

colorante	λ max	C.I.	frasi R	frasi S	sigla alimentare	solubilità in H ₂ O (mg/l)	mAbs/ppm	Costo L/g	Costo L/g/mAbs
Acid Red 183	494	18800			-	-	17,3	416	23
Amaranto	521	16185	20/21/22-36/37/38	26-36	E 123	60	36,9	502	13
Brilliant Blu R	588	42660	-	-	-	-	33,9	927	19
Croceina	510	27290	-	-	-	50	49,8	738	15
Eritrosina B	525	45430	22	36	E 127	-	87,9	1280	15
Fucsina	544	42685	36/37/38	26-36	-	-	7,9	1385	176
Lissamina	633	44090	22-36/37/38	26-36	E 142	40	142,0	1476	10
Reactive Black 5	597		42	36	-	60	25,7	266	10
Reactive Blu 15	675	74459	36/37/38	26-36	-	-	17,2	447	26
Tartrazina	425	19140	42/43	36	E 102	300	46,7	216	5

C.I. = Colour Index

λ max = lunghezza d'onda in nanometri alla quale è stato osservato il massimo assorbimento

frasi R ed S = frasi di rischio e sicurezza CEE

frasi R: 36/37/38 = irritante per gli occhi le vie respiratorie e la pelle; 20/21/22 = nocivo per inalazione, contatto per la pelle e per ingestione; 22 = nocivo per ingestione; 42 = può provocare sensibilizzazione per inalazione; 42/43 = può provocare sensibilizzazione per inalazione e per contatto con la pelle.

frasi S: 26 = In caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente e abbondantemente con acqua e consultare un medico, 36 = usare indumenti protettivi adatti.

Sono quindi state calcolate le rette di regressione assorbanza/concentrazione (Abs/C) per ogni colorante e dai risultati emerge che per tutti i coloranti questo rapporto è quasi lineare (R^2 da 99,93 a 99,99). Sulla base di questi risultati è stata costruita una classifica costo/g/mAbs con l'intento di scegliere uno o più coloranti dal costo contenuto sì da utilizzarli anche nelle quantità previste nelle prove di campo. Il primo colorante della classifica è risultato la Tartrazina seguito da Lissamina, Reactive Black 5, Amaranto e Croceina. Per questi cinque, si è proceduto ad una ulteriore taratura con un minore intervallo di concentrazione (1 ppm) e ad alcune prove preliminari di estrazione da carta che hanno indicato come migliori la Tartrazina e l'Amaranto. In fatti per gli altri 3 si sono osservate basse estrazioni con esposizione alla luce (tab. 2). Si sono quindi messe a punto una serie di procedure sperimentali e di controlli con soluzioni di antiparassitario e colorante per verificare la rispondenza ai requisiti della metodologia prima citata, quali: 1) ripetitività delle misure con l'antiparassitario;

2) tempi e modi di estrazione dai vari supporti (carta e foglie); 3) effetto della concentrazione del colorante sull'estrazione; 4) degradazione del colorante alla luce.

Tab. 2 - Prove preliminari di estrazione su carta dopo esposizione alla luce per 1 ora (800 W/m^2).

colorante	al buio %	alla luce %	differenza
Tartrazina	101,6	94,7	6,9
Lissamina	87,3	63,0	24,3
Reactive Blu	89,3	63,3	26,0
Croceina	95,2	81,2	14,0
Amaranto	96,7	90,4	6,3

I supporti sono rappresentati da carta assorbente e foglie di *Vitis vinifera*. La carta assorbente viene fissata su un telaio in legno di $100 \times 550 \text{ mm}$ e poi ritagliata, così da formare una superficie di $8 \text{ cm} \times 48 \text{ cm}$, pari a 384 cm^2 . Infine viene posta in vasi di vetro da 1000 ml e addizionata di acqua distillata. Le foglie, invece, vengono poste in capsule Petri di dimensione adeguata e addizionate di acqua distillata. Tutte le misure vengono controllate con soluzioni di campione poste in vaso o in petri e l'assorbanza viene determinata con lo spettrofotometro UVIKON 930 (KONTRON INSTRUMENTS) con risoluzione massima di 2 mAbs.

Ripetibilità delle misure con l'antiparassitario

Dopo le prove preliminari, attuate allo scopo di ottenere una indicazione della percentuale di estrazione dai supporti, si è notato che i dati subivano notevoli variazioni in presenza di residui di polveri o di antiparassitario o di altre sostanze provenienti dalle foglie. Evidentemente, visto che il campione attraversato dalla luce nello spettrofotometro deve risultare limpido, al fine di non modificare la misura dell'assorbanza, si è reso necessario eliminare questo inconveniente ricorrendo alla filtrazione dei campioni prima della misura stessa. L'effetto della filtrazione è stato verificato mediante una prova a due fattori comprendente: 4 soluzioni con 4 trattamenti (tab. 3); filtrazione con due trattamenti (filtrato e non filtrato); 4 ripetizioni. Le ripetizioni erano rappresentate da foglie poste in Petri su cui sono state distribuite le soluzioni e quindi addizionate di 50 ml di acqua distillata. Sono stati infine estratti i campioni da misurare con una siringa da 10 ml su cui si è inserito un filtro idrofilico da $0,22 \mu\text{m}$ (per il trattamento filtrato) e immessi in cuvette monouso da 3 ml .

Tab. 3 - Prova di filtrazione con filtro da $0,22 \mu\text{m}$. I dati sono riferiti all'estrazione apparente in percentuale dalle foglie riferite ad una uguale soluzione di Tartrazina in Petri.

tipo di soluzione	non filtrata		filtrata	
	media	DS	media	DS
*Manconil 0,2 ml al 10%	35,3	1,9	0,4	0,3
*Manconil 0,4 ml al 10%	64,96	4,4	0,0	0,9
Tartrazina 0,2 ml (20 ppm) + *Manconil 0,2 ml al 10%	100,7	2,1	100,8	2,5
foglie di vite tagliate a pezzi	6,8	0,7	0,4	0,1

* Manconil = (Cymoxanil 4%, Folpet 16%, Mancozeb 40%)

I risultati ottenuti dimostrano che l'adozione del filtro di fatto elimina tutti le particelle in sospensione e non solubili in acqua come invece lo è il colorante. Infatti i dati mostrano come solo la soluzione filtrata con la Tartrazina fornisca circa il 100% di estrazione. Senza l'adozione del filtro anche le semplici foglie tagliate disturbano la misura dell'estrazione che risulta del 6,8% invece di un valore prossimo a zero come nel

caso del campione filtrato. Da questo punto in poi, quindi, si è sempre operato prelevando il campione con siringa munita di filtro e questa procedura è entrata a far parte di quella standard.

Tempi e modi di estrazione dai supporti

Allo scopo di ottenere un metodo ripetibile si sono voluti definire i tempi di agitazione e bagno in acqua da adottare per i supporti e la quantità d'acqua necessaria ad estrarre il colorante. Si sono effettuate prove per ogni supporto (carta assorbente e foglie) e per la prima di esse, su carta, si è impostato uno schema sperimentale a due fattori comprendente: tempo di estrazione con 3 trattamenti (buio, luce per 20 minuti e 1 ora; l'intensità della luce è risultata pari a 750 W/m^2); tempo di bagno con 2 trattamenti (1 ora e 24 ore); 4 ripetizioni. E' stata preparata quindi una soluzione di Amaranto 1000 ppm e con una pipetta da 1 ml è stata effettuata una strisciata sulla carta assorbente distribuendo 1 ml . Dal supporto, quindi, è stata ritagliata la carta, messa in vasi da 1 l e addizionata di 100 ml d'acqua distillata. Si è quindi proceduto in modo standard.

La seconda prova è stata effettuata sulle foglie dove è stato adottato un o schema sperimentale con due fattori quali: tempo di bagno con 3 trattamenti (10, 60 e 120 minuti); concentrazione con 2 trattamenti (10 e 20 ppm); 4 ripetizioni. Si sono preparate 2 soluzioni di Tartrazina 1000 e 2000 ppm di cui si sono distribuiti 0,5 ml con una pipetta da 1 ml in film continuo sulla pagina superiore di foglie poste in Petri. Dopo che le foglie si sono asciugate tutte le Petri sono state addizionate di 50 ml di acqua distillata e agitate. Si è quindi proceduto in modo standard fino alla misura dell'assorbanza.

Dai risultati si osserva come per la carta il tempo di estrazione di 24 ore sia statisticamente il migliore (tab. 4, ultima riga). Si osserva anche come per la carta mantenuto al buio l'estrazione è praticamente del 100% mentre quella tenuta alla luce fornisca una estrazione significativamente inferiore è ciò deve essere imputato alla degradazione che subisce alla luce il colorante. Per quanto riguarda le foglie (tab. 5), non c'è una differenza statisticamente significativa né tra i tempi di permanenza a bagno né tra le due concentrazioni. Comunque è stato deciso che il tempo di bagna sia di almeno 1 ora. Queste due modalità, riguardanti i tempi di bagno dei due supporti, si sono aggiunti alla procedura definita standard.

Tab. 4 - Prova su carta su cui è stata distribuita soluzione di Amaranto di 10 ppm

estrazione (%)	dopo 24 ore		dopo 1 ora	
	media	DS	media	DS
buio	100,1 a	0,3	98,9 a	1,1
20 minuti	95,5 b	1,2	93,1 b	1,9
60 minuti	89,3 c	0,7	86,2 c	0,9
totale	95,0a	4,7	92,7 b	5,6

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa colonna e sull'ultima riga, non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Tab. 5 - Prova di tempi di permanenza e bagno in acqua distillata per le foglie.

concentrazione	10 ppm		20 ppm	
	media	DS	media	DS
tempo di bagno				
10 minuti	99,7 a	3,3	100,8 a	0,6
60 minuti	99,2 a	2,0	101,2 a	0,9
120 minuti	100,3 a	2,5	101,6 a	0,6
totale	99,8 a	2,5	101,2 a	0,7

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa colonna e sull'ultima riga, non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Effetto della concentrazione del colorante sull'estrazione da carta assorbente e foglie

Dato che durante le prove di trattamento i supporti ricevono dosi molto diverse di colorante e le dimensioni delle foglie raccolte casualmente risultano molto differenti tra loro, si è deciso di verificare se queste condizioni influiscono sulla percentuale di estrazione del colorante. Si sono impostate quindi le prove per i due supporti. Sulla carta assorbente è stata impostato uno schema sperimentale con due fattori comprendenti: diluizione con 2 trattamenti (50 e 100 ml); concentrazione con 2 trattamenti (10 e 20 ppm); 4 ripetizioni. Si è proceduto effettuando una strisciata di 1 ml di soluzione di Tartrazina 1000 e 2000 ppm. Dopo la distribuzione della soluzione la carta è stata lasciata asciugare perfettamente in condizioni ambientali, ritagliata e posta in vasi di vetro a cui addizionati di 50 e 100 ml di acqua. Si poi proceduto in modo standard.

Tab. 6 - Prova di diluizione su carta con soluzione di Tartrazina. Dati in % di estrazione da soluzioni campione.

Concentrazione (ppm)	10 ppm		20 ppm	
	media	DS	media	DS
Diluizione (ml)				
50	95,2 a	1,5	92,0 a	12,5
100	100,3 a	4,0	99,2 a	4,4
Totale	97,8 a	3,9	95,6 a	8,7

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa colonna, non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Tab. 7 - Prova di diluizione per le foglie con soluzione di Tartrazina sulla pagina superiore. Dati in % di estrazione da soluzioni campione.

concentrazione (ppm)	10 ppm	
	media	DS
diluizione (ml)		
25	99,6 a	0,1
50	98,2 a	1,7
100	100,7 a	2,4
totale	99,5	1,8

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa colonna, non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Sulle foglie lo schema sperimentale comprendeva il solo fattore diluizione con 3 trattamenti (25, 50 e 100 mm) con 4 ripetizioni. In questo caso sono stati distribuiti 0,5 ml di soluzione di Tartrazina 1000 ppm in modo da formare un film continuo sulla pagina superiore delle foglie aggiungendo poi, alle Petri, la quantità prevista di acqua e procedendo poi in modo standard.

I risultati per la carta assorbente (tab. 6) mostrano come le due diluizioni non diano risultati significativamente differenti per le due concentrazioni provate. Si è deciso però di utilizzare 100 ml per aver minor problemi nel bagnare completamente la carta. Per le foglie, invece, (tab. 7) risulta già sufficiente una quantità di 25 ml. Comunque, dato che le foglie sono molto variabili in dimensioni si è preferito ricavare la quantità d'acqua da aggiungere dal rapporto acqua sufficiente/superficie fogliare e questa è risultato di circa 1 ml/cm².

Degradazione del colorante su carta e foglie

I trattamenti antiparassitari, come ovvio, vengono effettuati di giorno e quindi per effettuare delle prove aderenti alla realtà è meglio operare durante le ore di luce. Questo però ha comportato, un controllo puntuale dell'effetto di degradazione del colorante alla luce, visto che dalle prove preliminari, è risultata una più o meno consistente diminuzione dell'estrazione per effetto dell'esposizione alla luce. Per quanto riguarda la carta assorbente la prova di degradazione alla luce è stata fatta per Amaranto e Tartrazina con il seguente schema sperimentale a due fattori: concentrazione con 3 trattamenti (10; 20 e 30 ppm); esposizione con 3 trattamenti (buio, luce per 20 minuti e 1 ora; intensità della radiazione pari a 900 W/m²); 4 ripetizioni. La distribuzione e il trattamento dei campioni è poi avvenuto in modo standard. Il confronto è stato fatto con 4 campioni dei due coloranti fatti in vaso.

Per le foglie, sempre sui due coloranti scelti, è stata impostata una prova con uno schema sperimentale comprendente il fattore esposizione con 4 trattamenti (buio, 20; 60; 120 minuti; intensità della radiazione pari a 800 W/m²) e 4 ripetizioni.

Tab. 8 - Prova di estrazione su carta assorbente su cui sono stati distribuiti 1 ml di Tartrazina e 1 ml di Amaranto a una concentrazione (1000 ppm). Dati riferiti all'estrazione in percentuale.

colorante esposizione	Tartrazina		Amaranto	
	media	DS	media	DS
buio	99,2 a	3,4	100,8 a	0,5
20 minuti	98,7 a	0,7	95,9 b	0,9
60 minuti	94,8 a	1,4	90,6 c	0,6

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa colonna non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Tab. 9 - Prova di estrazione sulla pagina superiore di foglie di vite su cui è stata distribuita una soluzione 500 ppm di Tartrazina e di Amaranto. Dati in percentuale di estrazione.

colorante	esposizione alla luce	% di estrazione	
		media	DS
Tartrazina	20 minuti	100,3a	2,27
	60 minuti	98,2ab	2,93
	120 minuti	95,4 b	1,09
Amaranto	20 minuti	100,10a	2,24
	60 minuti	98,72ab	3,23
	120 minuti	98,98 b	2,41

Le medie contrassegnate dalla stessa lettera, poste sulla stessa, non differiscono significativamente per $p = 0,05$ (ANOVA e Honestly significant difference - Tukey's T-method).

Dai risultati esposti (tab. 8) e da quelli ricavati precedentemente (tab. 2 e 4)) si evince che la degradazione del colorante sulla carta assorbente, dopo un ora di esposizione a 800 W/m², è circa del 6% (anche se in quest'ultima prova la differenza rispetto al buio non risulta significativa), per quanto riguarda la Tartrazina, e del 10% per l'Amaranto. Da ciò si deduce che nelle prove di campo, i captatori di carta non devono possibilmente rimanere esposti alla luce per più di 20 minuti. Inoltre è bene prevedere una correzione che per la Tartrazina è dell'ordine 0,13%*minuto*kW/m² di esposizione e per l'Amaranto di 0,21%.

Per quanto riguarda le foglie (tab. 9), invece, la degradazione è molto modesta e praticamente trascurabile. Infatti, mentre sulla carta il colorante per adsorbimento si dispone su strato sottile, sulle foglie rimane a gocce o a film di maggiore spessore rispetto alla carta. Inoltre le foglie, mentre in queste prove sono state mantenute in piano, nella realtà sono disposte in maniera casuale verso la luce e con il solo strato esterno di vegetazione direttamente colpito dalla radiazione. Peraltro, le foglie mantenute 60 minuti e oltre alla luce, si sono praticamente essiccate e il dato di estrazione inferiore al 100% è più da imputarsi alla difficoltà di estrazione stessa che alla degradazione operata dalla radiazione solare.

Conclusioni

Sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, si è potuta definire una metodologia standard per la misura dei depositi, rispettivamente su captatori di carta assorbente e su foglie, mediante l'uso della Tartrazina e dell'Amaranto.

Il metodo è stato, inoltre, messo a punto per essere utilizzato durante un normale trattamento antiparassitario tenendo conto che la presenza dell'antiparassitario influenza le caratteristiche della distribuzione ed è perciò indispensabile. E' stato verificato che trattamento e prelevamento non devono richiedere, complessivamente, più di 30 minuti ed in questo modo, l'errore massimo per fotodegradazione, in una giornata estiva (radiazione globale di circa 800 W/m²) è dell'ordine del 2% sui telaini e inferiore a 1% sulle foglie.

Si tratta di un errore massimo, in quanto riguarda essenzialmente le perdite a terra dei trattamenti ad alto volume e i depositi sulla pagina esposta delle foglie esterne alla vegetazione. Gli errori di cui sopra appaiono del tutto accettabili, tenendo conto del fatto che nessuna metodologia è completamente scevra da errori.

Le prove di laboratorio fin qui eseguite hanno permesso di individuare un'estrazione media del 100% dalla carta assorbente, e del 95% su ciascuna delle pagine delle foglie di vite.

Lavori citati

- BALSARI P., BERGER E., RESSIA E., TAMAGNONE M., 1993. Macchine e tecniche innovative per i trattamenti antiparassitari alla vite. *L'Informatore Agrario* 39, 50-58.
- BARALDI G., ADE G., COMAI M., 1984. Regolarità di distribuzione e perdite di prodotto nell'irrorazione antiparassitaria del frutteto. *Informatore Agrario* 31, 27-34.
- BJUGSTAD N., 1993. Spraying application and deposit of pesticides in orchards. *International ISHS Symposium*, August 8-13, Ulvik, Norway.
- CROSS J.V., 1991. Patternation of spray mass flux from axial fan airblast sprayers. *BCPC Symposium on Air-assisted spraying in crop protection*, January 7-9, Swansea UK.
- HALL F.R., COOPER J.A., 1991. Orchard geometry and pesticide placement. *BCPC MONO* No. 46, 171-176.
- OZMERZI A., CILINGIR I., 1992. Use of colorimetric technique in determining surface coverage in spraying. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America* 23, 37-38.
- PERGHER G., GUBIANI R., 1995. The effect of spray application and airflow rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. *J. Agric. Engng. Res.* 61, 205-216.
- SALYANI M., 1993. Degradation of fluorescent tracer dyes used in spray applications. *In* vol. 13, *ASTM STP* (Berger P.D., Devisetty B.N., Hall F.R.), Philadelphia.
- SALYANI M., CROMWELL R.P., 1992. Spray drift from ground and aerial applications. *Trans. ASAE* 35(4), 1113-1220.
- SALYANI M., WHITNEY J.D., 1990. Ground speed effect on spray deposition inside citrus trees. *Trans. ASAE* 33(2), 361-366.