

## GESTIONE DELLE DOSI DI AGROFARMACI E DEI VOLUMI DI APPLICAZIONE IN FUNZIONE DELLO SVILUPPO DELLA CHIOMA NELLA REALTÀ MELICOLA TRENTINA

D. BONDESAN<sup>1</sup>, C. RIZZI<sup>1</sup>, G. ANGELI<sup>1</sup>, V. SALGAROLLO<sup>2</sup>, P. CALVI<sup>2</sup>,  
R. WOHLHAUSER<sup>2</sup>, S. WOLF<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fondazione E. Mach - Centro Trasferimento Tecnologico - Unità Fitoiatria

Via E. Mach, 1, 38010 San Michele all'Adige (TN)

<sup>2</sup>Syngenta Crop Protection AG - Global Field Support

Schwarzwaldallee, 215, CH-4002 Basilea, Svizzera

daniel.bondesan@iasma.it

### RIASSUNTO

Con l'obiettivo di razionalizzare la dose di prodotto ed il volume di irrorazione in funzione delle caratteristiche della vegetazione del frutteto (Crop Adapted Spraying), è stata avviata una sperimentazione pluriennale (2004-2007) nei meleti del Trentino. L'attività fin qui svolta ha permesso di stabilire i parametri utili per l'applicazione del metodo TRV (Tree Row Volume): il volume fogliare di riferimento nella realtà indagata è di 12000 m<sup>3</sup>, corrispondente alla dose d'etichetta prevista per un volume di miscela di 1500 L/ha (volume normale). Grazie alla correlazione esistente fra superficie fogliare e volume della chioma i parametri individuati permettono di distribuire la giusta dose di fitofarmaco in funzione delle dimensioni degli alberi e di mantenere inalterata l'efficacia biologica lungo tutta la stagione vegetativa.

**Parole chiave:** melo, Italia, Tree Row Volume TRV, Crop Adapted Spraying CAS, gestione delle dosi

### SUMMARY

#### PLANT PROTECTION PRODUCT DOSAGE AND SPRAY VOLUME ADJUSTMENT BASED ON CROP DEVELOPMENT IN APPLE ORCHARDS OF TRENTINO

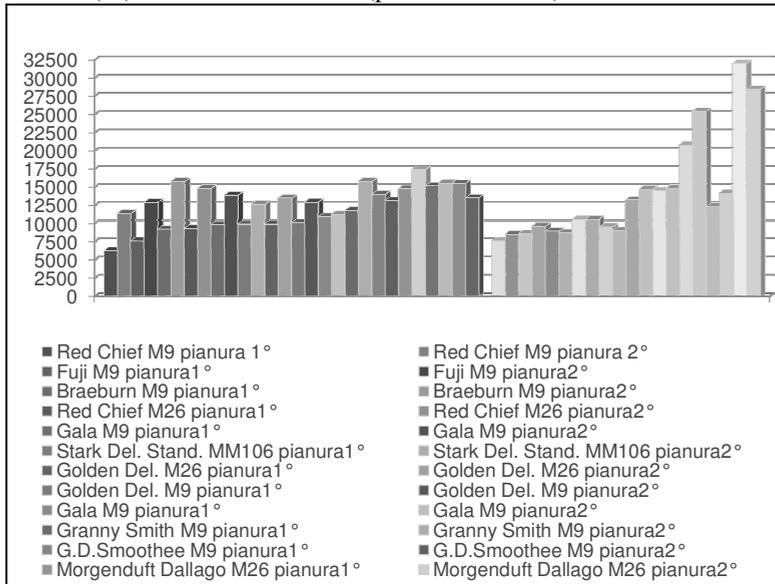
With the aim to adjust PPP dose together with appropriate spray volume considering orchard development characteristics (Crop Adapted Spraying), a pluriannual series of experimental trials (2004-2007) has been carried out in Trentino (North of Italy). The activity is still in progress but current results allow to make out useful parameters to apply the Tree Row Volume method (TRV). The reference crop volume for the investigated orchard scenery is 12000 m<sup>3</sup>, which corresponds to a label-recommended dose for 1500 L/ha of spray volume (standard volume). Thanks to the existent correlation between leaf area and crop volume these parameters allow the application of the right pesticide dose based on tree dimension and to maintain a proper biological efficacy along the entire productive season.

**Keywords:** apple orchards, Italy, Tree Row Volume TRV, Crop Adapted Spraying CAS, dose adjustment

### INTRODUZIONE

Come diretta conseguenza del progressivo addomesticamento del paesaggio da parte dell'uomo, la melicoltura trentina è caratterizzata, oltre che da una situazione pedoclimatica eterogenea, anche da un numero di varietà, forme di allevamento, sestri d'impianto e sistemazioni degli appezzamenti che la collocano fra le realtà frutticole più elaborate e complesse. Tale situazione richiede spesso al medesimo frutticoltore di operare in contesti molto diversi fra loro, sia per densità d'impianto che per dimensioni della vegetazione (figura 1); ciò comporta, per l'addetto alla difesa antiparassitaria, difficoltà nell'individuazione dei volumi d'irrorazione e delle dosi di agrofarmaco adeguati in funzione della situazione operativa.

Figura 1. Volumetrie rilevate (m<sup>3</sup>) per l'applicazione del metodo TRV ad inizio stagione (1°) e in epoca di raccolta (2°) nel 2005 in Trentino (pianura e collina)



Risulta chiaro che il trattamento fitoiatrico deve assicurare prioritariamente una copertura ottimale della vegetazione e dei frutti, ma, nel contempo, consentire di limitare le perdite dovute a deriva e gocciolamento; ne consegue che per massimizzare l'efficienza di distribuzione, è necessario adattare i volumi di miscela distribuita, e quindi le dosi di agrofarmaco, alle dimensioni della chioma. Attualmente in Italia la determinazione della dose è del tutto svincolata dalle reali necessità del fruttifero, ma si riferisce genericamente alle consuete dosi ad ettaro o ad ettolitro. Ciò rende difficile l'individuazione delle reali quantità di miscela necessarie.

Con l'obiettivo di razionalizzare detti parametri in funzione delle caratteristiche della vegetazione del frutteto (Crop Adapted Spraying), è stata avviata una sperimentazione pluriennale (2004-2007) nei meleti del Trentino. Fra i diversi metodi che sono stati messi a punto per raggiungere tale obiettivo, quali UCR (Furness *et al.*, 1998), PACE (Walklate *et al.*, 2003) e TRV (Rüegg e Viret, 1999; Rüegg *et al.*, 1999; Viret *et al.*, 1999), il Tree Row Volume è sembrato il più adattabile alle realtà trentine e, più in generale, a quelle italiane. Tale metodo risulta, infatti, di facile gestione poiché, attraverso una semplice misurazione di alcuni parametri degli alberi -sostanzialmente altezza della chioma e spessore dei filari- permette di calcolare le quantità di miscela ed agrofarmaco adeguate alla specifica situazione.

## MATERIALI E METODI

Nei 4 anni di attività sperimentale, svolta in frutteti ubicati in zone differenti del Trentino, si è proceduto al rilievo del volume fogliare delle parcelle in prova, in 3-4 momenti tipici del loro sviluppo. Nella figura 2 vengono riportate le volumetrie rilevate. Sulla base del TRV ottenuto si è proceduto al calcolo del volume d'irrorazione e della dose di agrofarmaco necessari per le diverse condizioni di sviluppo fogliare.

$$\text{Dose (kg-L/ha) di agrofarmaco} = v/2 + v/20'000 \times \text{volume fogliare}$$

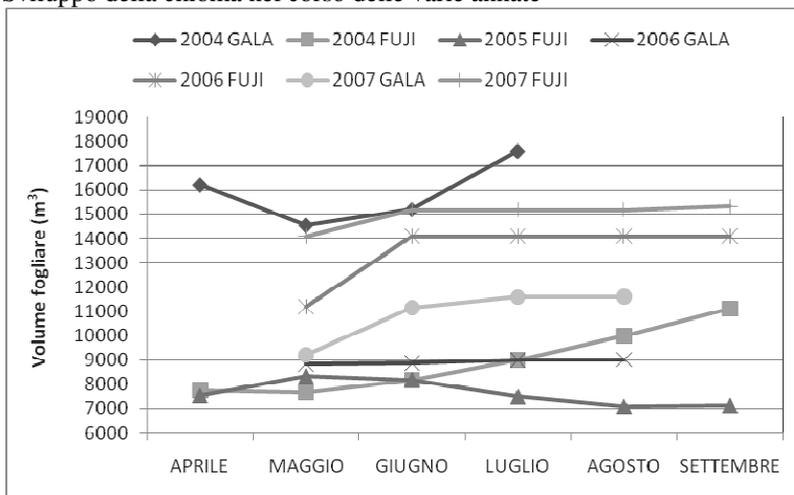
$$\text{Volume di acqua (L/ha)} = v/2 + v/20'000 \times \text{volume fogliare}$$

v: volume e dose raccomandati per un volume fogliare di 10000 m<sup>3</sup>/ha\*

\*Come riferimento per il calcolo CAS è stato utilizzato :

- Anno 2004: 10000 m<sup>3</sup> riferiti alla dose di etichetta dell'agrofarmaco distribuito con 1500 L/ha acqua.
- Anno 2005: 10000 m<sup>3</sup> e 15000 m<sup>3</sup> riferiti alla dose di etichetta dell'agrofarmaco distribuito con 1500 L/ha acqua.
- Anno 2006 e 2007 : 12000 m<sup>3</sup> riferiti alla dose di etichetta dell'agrofarmaco distribuito con 1500 l/ha acqua.

Figura 2. Sviluppo della chioma nel corso delle varie annate



Le dosi ed i volumi ottenuti con tale metodo sono stati messi a confronto con quelli normalmente impiegati dalle aziende agricole secondo le indicazioni di etichetta (parcelle standard).

Le caratteristiche dell'attrezzatura ed i parametri d'esercizio adottati durante la sperimentazione sono riassunti in tabella 1.

Tabella 1. Parametri d'esercizio dell'attrezzatura utilizzata durante la sperimentazione (irroratrice Dieter Waibl con ventilatore assiale ed ugelli Albus ATR arancio)

Anno	Varietà	N° Ugelli	Pressione (bar)		Velocità (km/h)	Volume (L/ha)	
			CAS	STD		CAS	STD
2004	Fuji	10	7,5	11	4,5	400	500
	Gala	10	8,5	6		600	500
2005	Fuji	10	7,5* 9,0**	11	4,5	350/400* 400/475**	500
2006	Fuji	12	8-11	9	5,2-5,8	480-570	470-500
	Gala	12	6-7	9		400-450	470-500
2007	Fuji	12	9-11	9	5,5	450-570	460-520
	Gala	12	5-7	9		360-460	460-490

\* per 15000 m<sup>3</sup> volume fogliare; \*\*per 10000 m<sup>3</sup> volume fogliare

Per ciascun frutteto sono state delimitate 2 grosse parcelle di 5 filari ognuna, lunghi mediamente 50-100 m, di cui una trattata con dosaggi di agrofarmaci calcolati secondo metodo standard (dosi di etichetta) distribuiti a volume normale (1500 L/ha), e l'altra trattata con dosaggi adattati alla dimensione della vegetazione presente al momento dei trattamenti (metodo CAS). Per tutte le prove sono state delimitate parcelle testimone non trattate.

I rilievi per la valutazione dell'attività biologica sono stati fatti in tre zone distinte lungo il filare centrale di ogni parcella, in modo da poter sottoporre i dati ottenuti all'analisi statistica.

Per la regolazione delle attrezzature è stato utilizzato Caliset (Raisigl e Felberg, 1991; Rüegg e Viret, 1999), mentre la qualità della distribuzione è stata rilevata analiticamente simulando un trattamento con un tracciante fluorescente.

Sia nelle tesi CAS che in quelle standard, la difesa verso ticchiolatura, oidio, carpocapsa ed afidi, prevedeva l'impiego di ss.aa. specifiche a seconda delle annate e della pressione dei patogeni.

I rilievi sono stati eseguiti seguendo le linee guida internazionali EPPO.

Per tutte le prove sono state condotte le seguenti valutazioni:

- efficacia biologica ottenuta con i diversi metodi (standard, CAS);
- qualità della distribuzione dell'irroratrice, per assicurarsi che il livello d'efficacia fosse indipendente dall'attrezzatura e per verificare l'entità dei depositi rinvenuti sul bersaglio (recovery);
- correlazione fra LAI e TRV per confermare l'interdipendenza fra i due parametri; tale correlazione potrà essere utile nei futuri sviluppi pratici del metodo CAS per l'individuazione delle dosi di agrofarmaco da esprimere in g di s.a./unità di superficie fogliare.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

**Anni 2004-2005.** Nei primi due anni l'attività sperimentale ha avuto come obiettivo la ricerca dei parametri di riferimento su cui basare l'applicazione del metodo CAS (volumi fogliari e volumi d'acqua).

I risultati biologici ottenuti hanno evidenziato come una volumetria di riferimento di 10000 m<sup>3</sup> permetta di utilizzare dosi di agrofarmaco che comportano un'efficacia biologica soddisfacente e comparabile con le dosi standard, ma la quantità di prodotto utilizzata su impianti voluminosi supera notevolmente le dosi d'etichetta; per contro, i 15000 m<sup>3</sup> presentano un rischio troppo elevato di scarsa efficacia biologica. Infatti nella sperimentazione del 2005 la tesi interessata da volumi fogliari di riferimento di 15000 m<sup>3</sup> presenta un maggiore attacco di oidio, significativamente diverso dalle altre tesi trattate (tabelle 2, 3 e 4).

Nella sperimentazione successiva si è ritenuto di optare per una volumetria fogliare di riferimento intermedia. Nelle verifiche condotte nel 2006 e 2007 si è quindi utilizzato una volumetria di riferimento di 12000 m<sup>3</sup>.

I test sulla qualità della distribuzione hanno evidenziato, in entrambe le annate, un buon funzionamento dell'irroratrice (figura 3); infatti la quantità di tracciante ritrovata sulle fogli prelevate nelle diverse zone della pianta risulta posizionata sopra la curva media di regressione, dimostrando che la macchina è in grado di portare a bersaglio quantitativi adeguati di prodotto. Ciò ha permesso di confermare come le differenze di efficacia biologica fossero da riferire, essenzialmente, alle dosi applicate e non all'attrezzatura utilizzata per i trattamenti.

Dalla figura 4 si evidenzia come la curva di correlazione fra LAI e volume fogliare sia adeguata anche per la situazione italiana, considerato che i punti individuati per le situazioni testate, sono vicine alla retta; ciò significa che calcolando il volume fogliare è possibile risalire, con buona approssimazione, al LAI di un frutteto.

Tabella 2. Quantità di ss.aa. (g/ha) utilizzate con il metodo standard (STD) e CAS nel 2004

Anno 2004		Cyprodinil	Thiamethoxam	Fluazinam	Penconazolo	Difeconazolo	Trifloxystrobin	Captano
Gala	STD	675,0	212,5	1800,0	45,0	112,5	337,5	-
	CAS	775,0	265,0	2360,0	60,0	150,0	440,0	-
Bilancio verso STD		+100,0 (14%)	+52,5 (25%)	+560,0 (31%)	+15,0 (33%)	+37,5 (33%)	+102,5 (30%)	-
Fuji	STD	675,0	212,5	1800,0	45,0	112,5	337,5	1560,0
	CAS	540,0	177,5	1600,0	40,0	100,0	300,0	1400,0
Bilancio verso STD		-135,0 (20%)	-35,0 (16%)	-200,0 (11%)	-5,0 (11%)	-12,5 (11%)	-37,5 (11%)	-160,0 (10%)

Tabella 3. Quantità di ss.aa. (g/ha) utilizzate con il metodo standard (STD) e CAS nel 2005

Anno 2005		Cyprodinil	Thiamethoxam	Fluazinam	Penconazolo	Difeconazolo	Trifloxystrobin	Lufenuron	Pirimicarb
Fuji	STD	875,0	112,5	900,0	130,4	56,25	337,5	112,5	472,5
	CAS°	737,5	98,75	809,0	119,4	49,25	322,5	98,5	437,5
*Bilancio verso STD		-137,5 (16%)	-13,75 (12%)	-91,0 (10%)	-11,0 (8%)	-7,0 (12%)	-15,0 (4%)	-14,0 (12%)	-35,0 (7%)
Fuji	CAS°°	705,0	84,5	692,5	107,8	42,25	270,0	84,45	437,5
*Bilancio verso STD		-170,0 (19%)	-28,0 (25%)	-207,5 (23%)	22,6 (17%)	-14,0 (25%)	-67,5 (20%)	-28,05 (25%)	-35,0 (7%)

\* Calcolo basato su un volume fogliare di 10000m<sup>3</sup> e 15000 m<sup>3</sup>°°

Tabella 4. Risultati rilievi biologici su foglie e getti 2004-2005

Varietà		Oidio (% getti)			Ticchiolatura (% getti)		
		2004*	2005*	2005**	2004	2005*	2005**
Gala	CAS	67,3a	-	-	0,3b	-	-
	STD	80,7a	-	-	1,0b	-	-
Fuji	CAS	21,2b	2c	9b	0b	0b	0b
	STD	22,5b	2c	-	0b	0b	0b
Testimone		92a	87a	-	55a	27a	

\* riferito a 10000 m<sup>3</sup> vegetazione; \*\* riferito a 15000m<sup>3</sup> vegetazione

Valori contrassegnati da lettere diverse differiscono significativamente tra loro per p<0,05 (Test LSD)

**Anni 2006-2007.** Durante questi due anni è stata verificata l'affidabilità del metodo CAS impiegando i parametri di riferimento precedentemente individuati (12000 m<sup>3</sup> e 1500 L/ha d'acqua).

L'analisi dell'efficacia biologica nei confronti di afide cenerognolo, ticchiolatura ed oidio, non rivela differenze fra le tesi trattate, evidenziando quindi la validità del metodo CAS (tabella 7).

In entrambe le annate i risultati evidenziano buona efficacia biologica anche nelle parcelle in cui venivano utilizzate dosi di prodotto sensibilmente inferiori rispetto a quelle d'etichetta - impianti con vegetazione contenuta (Gala 2006) - (tabelle 5 e 6).

Nel caso di impianti con sviluppo vegetativo molto espanso (Fuji 2007), è stato invece rilevato un incremento della dose di impiego (tabella 6), del tutto accettabile rispetto a quella di etichetta.

Anche i successivi rilievi di efficacia fatti sui frutti confermano l'applicabilità del metodo (tabella 8).

Tabella 5. Quantità di ss.aa.(g/ha) utilizzate con il metodo standard (STD) e CAS nel 2006

Anno 2006		Cyprodinil	Thiamethoxam	Fluazinam	Penconazolo	Difeconazolo	Trifloxystrobin	Lufenuron	Diazinone	Dithianon
Gala	STD	675,0	112,5	4500	90,0	168,75	337,5	75,0	300,0	-
	CAS	505,5	88,75	3500	67,2	132,75	265,5	59,2	236,8	-
Bilancio verso STD		-169,5 (25%)	-23,75 (21%)	-1000 (22%)	-22,8 (25%)	-360 (21%)	-72,0 (21%)	-15,8 (21%)	-63,2 (21%)	-
Fuji	STD	675,0	112,5	4500	90,0	168,75	337,5	75,0	300,0	297,0
	CAS	634,5	108,5	4340	85,7	162,75	325,0	72,3	289,2	323,4
Bilancio verso STD		-40,5 (6%)	-4,0 (3%)	-160 (3%)	4,3 (5%)	-6,0 (3%)	-12,5 (4%)	-2,7 (4%)	-10,8 (4%)	+26,4 (9%)

Tabella 6. Quantità di ss.aa. (g/ha) utilizzate con il metodo standard (STD) e CAS nel 2007

Anno 2007		Cyprodinil	Thiamethoxam	Fluazinam	Penconazolo	Difeconazolo	trifloxystrobin	Pirimicarb	Captano	Dithianon	Lufenuron	Metoxifenozide
Gala	STD	600,0	112,5	3600,0	135,0	225,0	337,5	525,0	-	630,0	750,0	144,0
	CAS	529,9	99,25	3371,0	126,5	208,0	327,5	463,7	-	555,8	662,0	138,9
Bilancio verso STD		-70,1 (11%)	-13,25 (12%)	229,0 (6%)	-8,5 (6%)	-17 (7%)	-5,5 (2%)	-61,3 (12)	-	-74,2 (12)	-88 (12%)	-5,1 (3%)
Fuji	STD	600,0	112,5	3600,0	135,0	225,0	337,5	525,0	3210,0	630,0	750,0	144,0
	CAS	652,8	122,25	4021,0	150,9	234,5	383,0	571,0	3552,0	684,6	816,0	163,2
Bilancio verso STD		+52,8 (9%)	+9,75 (9%)	+42,1 (1%)	+15,9 (12)	+9,5 (4%)	+45,5 (4%)	+46,0 (9%)	+342,0 (10%)	+54,6 (8%)	+66,0 (9%)	+19,2 (13%)

Tabella 7. Risultati rilievi biologici su foglie e getti 2006-2007

Tesi	Oidio (% getti)		Ticchiolatura (% getti)		Afide cenerognolo (% getti)	
	20-06-06	14-06-07	20-06-06	14-06-07	20-06-06	14-06-07
Testimone	6,0 a	32 a	64,0 a	25,3 a	30 a	10,7 a
CAS	0 b	0,7 b	0 b	0 b	1,3 b	0 b
STD	0 b	3,3 b	1,3 b	0 b	5,3 b	0 b

Valori contrassegnati da lettere diverse differiscono significativamente tra loro per  $p \leq 0,05$  (Test LSD)

Come negli anni precedenti, la valutazione della qualità della distribuzione della irroratrice ha sempre evidenziato risultati soddisfacenti e viene riconfermata la buona correlazione LAI e volume della chioma (figure 3 e 4).

Tabella 8. Risultati rilievi biologici su frutti 2006-2007

Tesi	Ticchiolatura (% frutti)		Afade cenerognolo (% frutti)		Carpocapsa (% frutti)
	20-06-06	14-06-07	20-06-06	14-06-07	20-06-06
Testimone	6,8 a	4,5 a	7,9 a	7,7 a	2,5 a
CAS	0 b	0 b	0 b	0 b	0 a
STD	0 b	0 b	0 b	0 b	0 a

Valori contrassegnati da lettere diverse differiscono significativamente tra loro per  $p \leq 0,05$  (Test LSD)

Figura 3. Correlazione fra depositi medi e LAI su foglie prelevate nel periodo 2004-2007 nei frutteti sperimentali (regressione logaritmica)

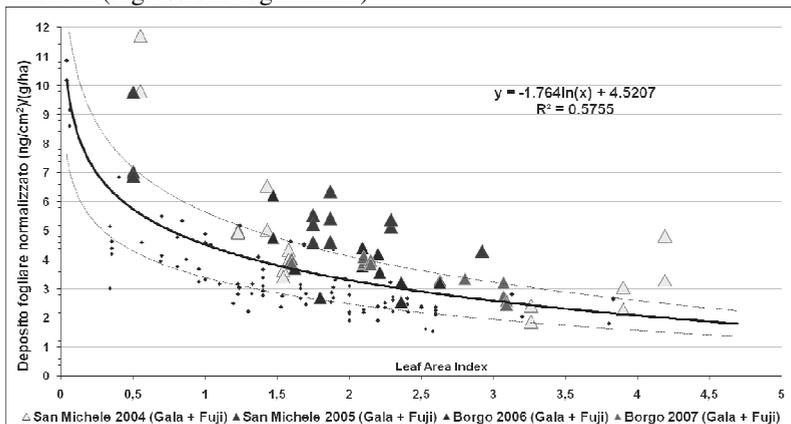
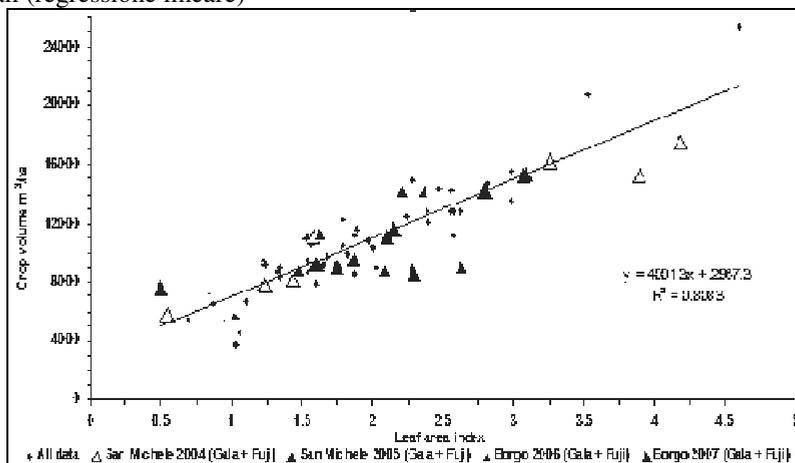


Figura 4. Correlazione fra volume fogliare e LAI nel periodo 2004-2007 nei frutteti sperimentali (regressione lineare)



## CONCLUSIONI

La sperimentazione fin qui svolta in meleti del trentino, ha permesso di individuare i parametri base per l'utilizzo del metodo CAS-TRV. La verifica della validità del metodo e dei relativi parametri adottati (1500 L/ha acqua riferiti a 12000 m<sup>3</sup> di vegetazione) permette di asserire che tale approccio può essere considerato uno strumento valido per la gestione delle dosi di agrofarmaco in funzione dello sviluppo della vegetazione. I risultati hanno evidenziato la possibilità, rispetto al metodo standard, di significative riduzioni delle quantità di s.a./ha con vegetazione non molto sviluppata (inferiore a 12000 m<sup>3</sup>) e una quantità paragonabili al sistema standard con sviluppo della vegetazione maggiore (superiore a 12000 m<sup>3</sup>). Il bilancio generale delle quantità di prodotti, evidenzia la possibilità di una loro significativa riduzione ad ettaro/anno, salvaguardando appieno l'efficacia biologica. I risultati di questa sperimentazione sono in linea con quanto richiesto dalla direttiva comunitaria relativa all'uso sostenibile degli agrofarmaci, che ha fra i suoi obiettivi primari una riduzione del loro impiego. Tale direttiva non specifica però quali possono essere gli strumenti per raggiungere gli obiettivi prefissati. Da quanto fin ora emerso appare chiaro come il metodo CAS possa essere considerato uno strumento utile per realizzare tale riduzione, salvaguardando in modo opportuno l'efficacia biologica del trattamento. Si ritiene comunque utile effettuare ulteriori indagini per valutare i livelli di miglioramento dei parametri che consentono di adattare la dose d'impiego alle condizioni della coltura. La messa a punto di una metodologia di facile applicazione consentirà nei prossimi anni ai tecnici di campo e agli agricoltori di individuare i parametri di dose e volume adeguati al contesto operativo, nella salvaguardia della coltura e dell'ambiente.

## LAVORI CITATI

- Furness G.O., Magarey P.A., Miller P.H., Drew H.J., 1998. Fruit tree and vine sprayer calibration based on canopy size and length of row: unit canopy row method. *Crop Protect.*, 17 (8), 639-644.
- Raisigl U., Felber H.U., 1991. Caliset: safety and ecology in a holdall. *Proceedings Air-assisted Spraying in Crop Protection. British Crop Protection Conference*, 269-270.
- Rüegg J., Viret O., 1999. Determination of the tree row volume in stone-fruit orchards as a tool for adapting the spray dosage. *Bull. OEPP/EPPO*, 29, 95-101.
- Rüegg J., Viret O., Raisigl U., 1999. Adaptation of spray dosage in stone-fruit orchards on the basis of the tree row volume. *Bull. OEPP/EPPO*, 29, 103-110.
- Viret O., Rüegg J., Siegfried W., Holliger E., Raisigl U., 1999. Pulvérisation en arboriculture: adaptation de la dose de produits phytosanitaires et de la quantité d'eau ou volume des arbres fruitiers a pépins et a noyaux. *Revue Suisse de viticulture, arboriculture, horticulture*, 31, 1-12.
- Walklate P.J., Cross J.V., Richardson G.M., Baker D.E., Murray R.A., 2003. A generic method of pesticide dose expression: Application to broadcast spraying of apple trees. *Annals of Applied Biology*, 143, 11-23.